

REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE SICILIANA

ASSESSORATO TERRITORIO E AMBIENTE
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE

Piano Stralcio di Bacino
per l'Assetto Idrogeologico della
Regione Siciliana

Relazione Generale

ANNO
2004



Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana

RELAZIONE GENERALE

REGIONE SICILIANA
Presidente On. Salvatore Cuffaro

ASSESSORATO TERRITORIO E AMBIENTE
Assessore Ing. Mario Parlavecchio

DIPARTIMENTO TERRITORIO
Dirigente Generale Dott. Ignazio Marinese

SERVIZIO ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO
Dirigente Responsabile Dott. Giovanni Arnone
(Dott. Giuseppe Castiglia fino al 22/10/2003)

UNITA' OPERATIVA PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
Dirigente Responsabile Dott. Tiziana Lucchesi



Redazione a cura di:

Dott. Tiziana Lucchesi

Con i contributi di:

Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università degli Studi di Palermo per gli aspetti relativi ai calcoli idrologico-idraulici, Dott. Federico Calvi, Dott. Tiziana Dieli, Ing. Marinella Fossetti, Ing. Antonino Granata, Dott. Olga Grasso, Dott. Francesca Grosso, Dott. Aldo Guadagnino, Ing. Roberto Liotta, Dott. Angela Sciabbarrà, Dott. Massimiliano Silvestro e Ing. Giovanni Villari.

Un particolare ringraziamento va all'Arch. Maria Donatella Borsellino per la lettura del capitolo sull'informatizzazione, all'Arch. Giovanni Fazio per l'aiuto durante la stesura del capitolo sulle norme di attuazione ed al Dott. Diego Greco e all'Arch. Rosario Lazzaro per la lettura critica del manoscritto.

A tutto il personale assunto a tempo determinato, ai referenti degli Uffici del Genio Civile della Sicilia, al Ministero dell'Ambiente, va il nostro più grande riconoscimento poiché senza di loro non sarebbe stato possibile realizzare il Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana.

Revisione generale:

Dott. Giovanni Arnone

Con l'adozione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) la Sicilia finalmente si dota di un importante strumento di conoscenza e di programmazione.

Obiettivo principale del P.A.I. è infatti il perseguimento di un assetto territoriale che, non mortificando le aspettative di sviluppo economico, minimizzi i possibili danni connessi al rischio idrogeologico e costituisca, altresì, un sistema di riferimento organico di conoscenze e di regole in grado di dare sicurezza alle strutture ed infrastrutture presenti sul territorio e soprattutto alle popolazioni.

Il P.A.I. della Sicilia quindi tende ad ottimizzare la compatibilità tra la domanda di uso del suolo per uno sviluppo sostenibile del territorio e la naturale evoluzione geomorfologica dei bacini, nel quadro di una politica di governo del territorio rispettosa delle condizioni ambientali della nostra regione.

Il raggiungimento di questo primo obiettivo di dotare la Sicilia del P.A.I. costituisce ulteriore stimolo a proseguire nell'opera di prevenzione dai rischi "naturali" intrapresa già con il Piano Straordinario del 2000 e che porterà prossimamente a redigere gli altri piani di settore volti tutti a dare infine alla Sicilia il Piano di Bacino, così come configurato dall'art. 17 della legge 183/1989.

IL PRESIDENTE DELLA REGIONE
On. Salvatore Cuffaro

Dopo il Piano Straordinario per l'Assetto idrogeologico, approvato con decreto del 4 luglio 2000, la Regione Siciliana si dota del Piano Stralcio di bacino per l'assetto Idrogeologico.

L'adozione del P.A.I. segna una svolta nelle politiche della difesa del suolo poiché coniuga i principi della pianificazione con la gestione in sicurezza del territorio.

Nella definizione degli indirizzi politico-amministrativi impartiti per la definizione del Piano stralcio di bacino, da un lato, si è inteso superare la vecchia e ristretta visione della pianificazione legata ad aspetti meramente vincolistici, senza una programmazione organica del territorio, cercando di cogliere per intero i grandi temi che, a livello di impostazione, le fonti normative suggeriscono, dall'altro lato, si è cercato un approccio integrato, necessario a fornire uno strumento chiaro ed efficiente destinato a garantire immediata operatività ai soggetti, pubblici e privati, che ne dovranno fruire.

Il P.A.I., infatti, si inserisce in un percorso più complesso che, di recente, si è avviato per pervenire alla definizione della Strategia regionale d'azione ambientale per lo sviluppo sostenibile puntando sull'affermazione di una forte sinergia e sintonia tra attività amministrativa-gestionale e quella di indirizzo politico-amministrativo, indispensabili per l'individuazione di obiettivi, strumenti, azioni, criteri e metodi di valutazione dei risultati.

L'obiettivo che nella fattispecie si è inteso perseguire è la determinazione di un quadro di pianificazione e programmazione che, in armonia con le attese di sviluppo economico, sociale e culturale del territorio, tenda a minimizzare il danno connesso ai rischi idrogeologici.

Il piano che andiamo a considerare è, conseguentemente, frutto di un percorso che la nostra Amministrazione ha ponderato accuratamente, impiantato in un progetto di ampio respiro e svolto con puntigliosa attenzione, attraverso un accurato sviluppo del quadro conoscitivo, l'individuazione di interventi strutturali e non strutturali di mitigazione del rischio, di norme volte a preservare la sicurezza dei cittadini e la resilienza del territorio.

Il P.A.I. è stato messo a punto dall'Assessorato Regionale al Territorio e Ambiente, protagonista istituzionale della elaborazione del Piano di bacino, mediante una costante interlocuzione con le Amministrazioni locali e, più in generale, gli altri soggetti interlocutori della pianificazione di bacino, per ascoltare le esigenze del territorio nelle sue diverse espressioni.

Il metodo della concertazione e della condivisione delle scelte ha, in tal modo, agevolato e agevola le decisioni che incidono sul territorio, consentendo così alla Sicilia di affrontare in maniera organica i problemi della salvaguardia dal rischio idrogeologico.

Così con il P.A.I. viene effettuata la perimetrazione delle aree a rischio, in particolare, dove la vulnerabilità si connette a gravi pericoli per le persone, le strutture ed infrastrutture ed il patrimonio ambientale e vengono altresì definite le norme di salvaguardia.

Tutto ciò al fine di pervenire ad una puntuale definizione dei livelli di rischio e fornire criteri e indirizzi indispensabili per l'adozione di norme di prevenzione e per la realizzazione di interventi volti a mitigare od eliminare il rischio.

E' nostro intendimento proseguire nell'attività pianificatoria e programmatica intrapresa, anche, promovendo opportune iniziative legislative volte a dotare la Sicilia di una sostenibile normativa sulla difesa del suolo e l'assetto del territorio.

L'ASSESSORE
REGIONALE TERRITORIO E AMBIENTE
Ing. Mario Parlavecchio

Dopo aver realizzato il Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico ed avere successivamente aggiornato i contenuti, nel 2003 l'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente – Dipartimento Territorio e Ambiente, ha avviato la elaborazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) che oggi abbiamo il piacere di presentare, segnalandone l'alta valenza strategica per la Sicilia per l'ottimizzazione del livello di prevenzione dal rischio idrogeologico.

Il P.A.I. infatti è il primo vero strumento pianificatorio di settore, nelle more che la Regione si doti dei Piani di Bacino, che consentirà il concreto dispiegarsi delle azioni e degli interventi volti al eliminare o mitigare il rischio idrogeologico in relazione alle maggiori criticità individuate.

Il P.A.I. oltre a definire le aree a differente livello di rischio, individua gli interventi volti alla messa in sicurezza degli elementi (centri urbani, grandi infrastrutture, edifici strategici, aree di rilevante valore ambientale, archeologico, storico-artistico, ecc.) e per la salvaguardia della incolumità delle persone.

Nell'attuale quadro della pianificazione regionale è uno dei principali strumenti di tipo conoscitivo e normativo che ha valore di piano territoriale di settore (art. 17 della L. 183/1989) di cui tutti gli altri piani di livello regionale e subregionale dovranno tenere adeguatamente conto, in particolare nella redazione degli strumenti urbanistici a cui comunque andranno conformati.

Dopo la definizione del P.A.I. sarà avviata la seconda fase che prevede lo sviluppo di molteplici attività, tutte finalizzate all'ottimizzazione delle conoscenze territoriali per elevare sempre più il livello gestionale e di governo del territorio a cui logicamente auspichiamo sarà chiamato tutto il personale P.A.I. oggi contrattualizzato con il PODIS, che ha ormai acquisito un'elevata professionalità che è garanzia per l'adeguata prosecuzione nello sviluppo del Progetto.

Si prevede quindi la realizzazione del catasto delle opere di difesa idraulica e di sistemazione dei versanti, degli interventi realizzati e in corso, degli insediamenti e infrastrutture regionali, ecc. cui si accompagnerà la costituzione del sistema informatizzato di riferimento del P.A.I., il monitoraggio e la verifica degli effetti degli interventi di riduzione delle condizioni di pericolosità e quindi il costante aggiornamento del P.A.I.

La realizzazione del P.A.I. consentirà altresì di avviare la seconda fase di attuazione delle Misure 1.07 e 1.10 del Complemento di Programmazione – POR SICILIA 2000/2006 e l'adeguata definizione degli altri programmi di intervento pubblico nel settore della difesa del suolo e dell'assetto idrogeologico e territoriale, indirizzando selettivamente e prioritariamente le azioni e la realizzazione di opere nelle aree a maggior rischio idrogeologico.

Un vivo ringraziamento al Ministero dell'Ambiente – PODIS ed al suo Responsabile Ten. Gen. M. Facciorusso, agli Uffici del Genio Civile della Sicilia e al Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università di Palermo che ci hanno fornito un importante supporto tecnico; agli Enti Locali (Province e Comuni) ed all'Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste per il significativo apporto e per aver condiviso un nuovo modo di costruire la pianificazione con il metodo della concertazione costante che significa comune assunzione di responsabilità e condivisione delle soluzioni.

Un particolare sentito ringraziamento va a tutti coloro che con competenza e professionalità nel Dipartimento sono direttamente impegnati nella formazione e gestione del P.A.I.: i Dirigenti Responsabili del Servizio Assetto del Territorio e Difesa del Suolo, Dott. Giuseppe Castiglia e Dott. Giovanni Arnone che si sono alternati nel difficile compito; il Dirigente responsabile dell'U.O. P.A.I. Dott.ssa Tiziana Lucchesi, tutto il personale contrattualizzato con il PODIS (geologi, ingegneri e geometri) ed i collaboratori a vario titolo impegnati nel progetto P.A.I..

IL DIRIGENTE GENERALE
DEL DIPARTIMENTO TERRITORIO
Dott. Ignazio Marinese

I grandi problemi della difesa del suolo che per decenni hanno interessato il nostro Paese, dal Trentino alla Sicilia, hanno avuto una prima risposta organica in termini normativi nel 1989 con l'emanazione della famosa, anche se in parte inattuata, legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".

Nel corso degli anni è stata più volte modificata, in particolare per gli aspetti connessi alla pianificazione di bacino (art. 17).

Infatti, con la Legge n. 493/93 è stata prevista la possibilità di redigere i piani di bacino per stralci omogenei, coerenti ed autonomamente funzionali e/o per ambiti territoriali definiti (sottobacini) al fine di accelerare il processo pianificatorio a livello nazionale.

A ciò ha contribuito in maniera determinante il D.L. n. 180/98 (Decreto Sarno) convertito, con modificazioni e integrazioni con la Legge n. 267/98 e più volte modificato.

L'impulso normativo porta in Sicilia prima alla redazione del Piano Straordinario (2000) ed ora alla redazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) che comunque deve costituire "fase sequenziale ed interrelata" del più ampio ed organico Piano di Bacino nel quadro di una visione sistematica delle molteplici problematiche dell'intero bacino.

Il P.A.I. della Sicilia quindi si configura come piano di settore il cui asse portante e obiettivo strutturale è la individuazione delle aree a rischio idrogeologico (sia geomorfologico che idraulico) e la connessa disciplina normativa, prescrittiva e programmatica, al fine di garantire un adeguato livello di sicurezza del territorio e degli elementi presenti sul territorio e soprattutto delle popolazioni, in relazione ai fenomeni franosi ed a quelli idraulici.

Le finalità che con il P.A.I. la Regione intende perseguire, in attesa del completamento dei piani di bacino e di dotarsi di una organica normativa e delle strutture tecniche adeguate, sono configurabili essenzialmente come accennato, nella individuazione delle aree a differente rischio idrogeologico molto elevato (R4), elevato (R3), medio (R2) e moderato (R1); alla adeguata perimetrazione e definizione delle prescrizioni; alla determinazione di aree di "attenzione" rispetto alla pericolosità idrogeologica con lo scopo di prevenire la formazione e comunque l'espandersi di condizioni di rischio; alla indicazione degli idonei strumenti normativi per il raggiungimento di ottimali livelli di coerenza tra il P.A.I. e gli altri strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, tenendo presente che il P.A.I. è un piano di settore gerarchicamente sovraordinato che ha un elevato coefficiente in dinamicità connesso sia ai processi evolutivi del territorio che agli interventi antropici sia in senso positivo (es. interventi di consolidamento di aree a rischio, di recupero ambientale di aree degradate, ecc.) che negativo (es. interventi strutturali e infrastrutturali in aree inidonee dal punto di vista della sicurezza idrogeologica).

Nei singoli P.A.I. della Sicilia, che è stata suddivisa in 102 bacini idrografici e aree intermedie a cui si aggiungono i 5 territori "omogenei" delle isole minori, sono altresì di massima indicati gli interventi per l'eliminazione o la mitigazione delle condizioni di rischio, secondo adeguati livelli di priorità che tengono conto sia del rischio che della pericolosità.

In definitiva il P.A.I. della Sicilia, il cui completamento è previsto entro l'anno 2004, contribuirà in generale a tutelare l'incolumità della popolazione, l'integrità delle strutture ed infrastrutture essenzialmente pubbliche, la salvaguardia della funzionalità delle attività economiche e dei beni culturali e ambientali di questa meravigliosa isola ("è la più bella delle isole ed ha il primato per l'antichità delle tradizioni..." come scriveva Diodoro).

IL DIRIGENTE RESPONSABILE DEL SERVIZIO
ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO
Dott. Giovanni Arnone



INDICE

Premessa.....	1
 1 Quadro normativo statale di riferimento	5
1.1 La legge quadro sulla difesa del suolo	5
1.2 Il decreto legge n. 180/1998	9
1.3 L'atto di indirizzo e coordinamento	10
1.4 Il decreto legge n. 132/1999	12
1.5 Il decreto legge n. 279/2000	12
 2 Applicazione della normativa nella Regione Siciliana	15
2.1 Il piano straordinario per l'assetto idrogeologico	15
2.2 L'aggiornamento del piano straordinario	16
2.3 Modalità di approvazione del piano	17
2.4 La circolare n. 1 del 7 marzo 2003	18
 3 Territorio e bacini idrografici	19
3.1 Geografia	19

3.2	Geologia e tettonica.....	22
3.3	Geomorfologia.....	24
3.3.1	Caratteristiche morfologiche delle coste siciliane	27
3.3.2	Il progetto IFFI in sicilia	37
3.4	Climatologia	40
3.5	I bacini idrografici siciliani.....	48
4	Progetto del P.A.I.	53
4.1	Finalità ed obiettivi.....	53
4.2	Le fasi del P.A.I.....	54
4.3	Le azioni del P.A.I.....	57
4.3.1	Azioni non strutturali	59
4.3.2	Azioni strutturali per la mitigazione del rischio geomorfologico	65
4.3.3	Azioni strutturali per la mitigazione del rischio idraulico	70
5	Metodologia operativa per l'analisi e la valutazione del rischio geomorfologico.....	73
5.1	Raccolta dati.....	74
5.2	Analisi	75
5.3	Valutazione della pericolosità e del rischio.....	77
6	Metodologia operativa per l'analisi e la valutazione del rischio di erosione costiera.....	85
7	Metodologia operativa per l'analisi idraulica e la valutazione del rischio per inondazione.....	91
7.1	Analisi storico-inventariale (raccolta dati) e analisi territoriale	93
7.2	Studio idrologico	95
7.3	Studio idraulico	101
7.4	Perimetrazione delle aree a diversa pericolosità di inondazione e valutazione del rischio idraulico	105
8	Informatizzazione e banche dati	109
8.1	Informatizzazione.....	109

8.2	Le banche dati.....	112
8.2.1	La scheda di censimento dei dissesti.....	112
8.2.2	La scheda per la caratterizzazione dei tronchi fluviali	122
9	Programma degli interventi.....	133
9.1	Individuazione delle priorità di intervento per il rischio geomorfologico	135
9.2	Individuazione delle priorità di intervento per il rischio idraulico.....	136
9.3	Attuazione del programma triennale degli interventi.....	136
9.3.1	Contenuti dei progetti preliminari per la mitigazione del rischio	137
10	Elaborati del P.A.I.	141
10.1	Relazioni descrittive del P.A.I. di ogni bacino idrografico.....	142
11	Norme di attuazione	145
11.1	Norme generali.....	145
11.2	Norme specifiche	151
11.3	Modalità di attuazione	156
Bibliografia		157
Appendici		163

Allegati:

Tav. 01 - Carta litologica della Sicilia

Tav. 02 - Carta dell'uso del suolo

Tav. 03 - Carta dei bacini idrografici e delle aree intermedie

Tav. 04 - Carta dei valori di a

Tav. 05 - Carta dei valori di n

Tav. 06 - Carta dei valori di CV

Tav. 07 - Carta dei valori di CN

PREMESSA

Con il Piano per l'Assetto Idrogeologico viene avviata, nella Regione Siciliana, la pianificazione di bacino, intesa come lo strumento fondamentale della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89, della quale ne costituisce il primo stralcio tematico e funzionale.

Il Piano Stralcio per l' Assetto Idrogeologico, di seguito denominato Piano Stralcio o Piano o P.A.I., redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Il P.A.I. ha sostanzialmente tre funzioni:

- *La funzione conoscitiva*, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- *La funzione normativa e prescrittiva*, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo in regime sia straordinario che ordinario;
- *La funzione programmatica*, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio, determina l'impegno finanziario occorrente e la distribuzione temporale degli interventi.

Attraverso il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, la Sicilia si dota, per la prima volta, di uno strategico ed organico strumento di pianificazione, di prevenzione e di gestione delle problematiche territoriali riguardanti la difesa del suolo.

La finalità sostanziale del P.A.I. è pervenire ad un assetto idrogeologico del territorio che minimizzi il livello del rischio connesso ad identificati eventi naturali estremi, incidendo, direttamente o indirettamente, sulle variabili Pericolosità, Vulnerabilità e Valore Esposto.

Pertanto, esso è un atto di Pianificazione territoriale di settore che fornisce un quadro di conoscenze e di regole, basate anche sulle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio, finalizzate a proteggere l'incolumità della popolazione esposta ed a salvaguardare gli insediamenti, le infrastrutture e in generale gli investimenti.

La finalità del P.A.I. sarà perseguibile attraverso il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Conoscenza globale dello stato di dissesto idrogeologico del territorio tramite l'individuazione delle:
 - pericolosità connesse ai dissesti sui versanti;
 - pericolosità idrauliche e idrologiche;
- Individuazione degli elementi vulnerabili;
- Valutazione delle situazioni di rischio, in dipendenza della presenza di elementi vulnerabili su porzioni del territorio soggette a pericolosità;
- Programmazione di norme di attuazione finalizzate alla conservazione e tutela degli insediamenti esistenti;
- Sviluppo di una politica di gestione degli scenari di pericolosità agendo, quando e ove possibile, in modo da assecondare l'evolversi naturale dei processi, limitando l'influenza degli elementi antropici (e non) che ne impediscono una piena funzionalità;
- Programmazione di indagini conoscitive, di studi di monitoraggio dei dissesti, di interventi specifici per le diverse situazioni e, ove necessario, di opere finalizzate alla mitigazione e/o eliminazione del rischio valutando correttamente, e in modo puntuale, dove intervenire con opere che garantiscano la sicurezza e quando ricorrere alla delocalizzazione di attività e manufatti non compatibili.

La conoscenza delle caratteristiche del territorio, effettuata attraverso l'acquisizione di studi ed indagini specifiche, unitamente alle verifiche dirette attraverso sopralluoghi e rilievi di campagna, ha consentito l'identificazione della tipologia dei fenomeni di dissesto presenti, la perimetrazione delle aree instabili e la conseguente classificazione della pericolosità e del rischio. L'analisi delle criticità del territorio, ha permesso, inoltre, di formulare proposte d'intervento e determinare, quando possibile, il fabbisogno finanziario.

La definizione di norme d'uso e di salvaguardia è finalizzata alla difesa idrogeologica, al miglioramento delle condizioni di stabilità del suolo, al recupero di situazioni di degrado e di dissesto, al ripristino e/o alla conservazione della naturalità dei luoghi, alla regolamentazione del territorio interessato dalle piene.

Il riferimento territoriale del P.A.I. è la Regione Sicilia che costituisce un unico bacino di rilievo regionale. La Sicilia, estesa complessivamente 25.707 kmq, è stata suddivisa in 102 bacini idrografici e aree territoriali intermedie, oltre alle isole minori.

Per ogni bacino idrografico è stato realizzato un piano stralcio. I piani verranno pubblicati singolarmente, nel caso dei bacini idrografici di maggiore estensione e le isole minori, o raggruppando i bacini idrografici meno estesi e le aree territoriali intermedie.

Il P.A.I. è stato predisposto sulla base degli elementi di conoscenza disponibili e consolidati (fonti), di sopralluoghi in loco per situazioni di maggiore rischio, dell'analisi storica delle foto aeree, nonché dell'ortofotocarta digitale (volo del 1998) e tenendo conto di tutti i dati e le informazioni in vario modo acquisiti.

Nella redazione del Piano si è avuta cura di privilegiare l'interlocuzione, già avviata in occasione dell'Aggiornamento del Piano Straordinario, con le Amministrazioni locali e i professionisti da queste incaricati per la redazione degli studi di aggiornamento, per ascoltare le diverse espressioni sulle esigenze del territorio. In particolare, è stato curato il raffronto tra il piano stralcio e la pianificazione urbanistico-territoriale; va tuttavia precisato che il piano urbanistico dovrà definire le proprie scelte tenendo conto degli scenari di pericolosità geomorfologica ed idraulica dei diversi ambiti territoriali e degli specifici caratteri di vulnerabilità degli insediamenti, apportando le conseguenti modifiche.

Bisogna sottolineare, infatti, che il P.A.I., stralcio del piano di bacino ai sensi dell'art. 17 della L. 183/89, assume valore giuridico preminente rispetto alla pianificazione di settore, compresa quella urbanistica, ed ha carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni ed Enti Pubblici, nonché per i soggetti privati, ai sensi dei commi 4, 5, 6 e 6 bis dell'art. 17 della L. 183/89 e successive modifiche ed integrazioni.

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico è stato redatto dall'Assessorato al Territorio e Ambiente della Regione Siciliana, Dipartimento Territorio e Ambiente, soggetto istituzionalmente deputato all'elaborazione del Piano; per l'aspetto idrologico - idraulico ci si è avvalsi della consulenza del Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università degli Studi di Palermo.

In particolare, il progetto è stato curato dal Servizio 4: "Assetto del territorio e difesa del suolo"- U.O.S4.I: "Piano per l'assetto idrogeologico" del Dipartimento Territorio e Ambiente con la collaborazione degli Uffici del Genio Civile dell'Isola e del Dipartimento Foreste dell'Assessorato Agricoltura e Foreste.

Il Servizio 4 e gli Uffici del Genio Civile sono stati affiancati, per la redazione del progetto, dai tecnici assunti a tempo determinato grazie alle risorse del D.L. 180/98 e dei fondi del Ministero dell'Ambiente nell'ambito del PON ATAS.

Il presente P.A.I., che prende in considerazione gli ambiti territoriali più sensibili dal punto di vista del dissesto idrogeologico, dovrà essere successivamente integrato con ulteriori studi ed approfondimenti.



Inoltre, così come previsto dalle norme di salvaguardia, le Amministrazioni locali e tutti gli Enti pubblici interessati, possono richiedere modifiche alla perimetrazione delle aree a rischio sulla base di più approfondite conoscenze supportate da studi accurati e documentati.

In questo modo si garantisce al Piano il carattere di strumento di pianificazione aperto e flessibile e in continuo aggiornamento.

Capitolo 1

QUADRO NORMATIVO STATALE DI RIFERIMENTO

1.1 La Legge Quadro sulla difesa del suolo¹

Con la L. 183/89 viene avviato un profondo processo di riorganizzazione delle competenze in materia di gestione e tutela del territorio, con la ripartizione dei compiti e dei poteri tra Stato, Autorità di bacino, Regioni e Comuni.

Il carattere di riforma di tale legge è riconoscibile in diversi aspetti: tra le novità più incisive vi è sicuramente la scelta dell'ambito territoriale di riferimento per lo svolgimento delle attività di pianificazione e programmazione in materia di difesa del suolo.

Tale scelta, peraltro indicata negli atti della Commissione De Marchi², ricade su un'unità fisiografica, il ***bacino idrografico***, che costituisce la sede dei fenomeni geomorfo-dinamici che determinano il dissesto.

¹ Legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" integrata dalla Legge 7 agosto 1990, n. 253 "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989, n.183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", pubblicata sulla G.U.R.I. n. 205 del 3/9/90 e del D.L. 398/93, convertito con la Legge 4/12/93 n. 493 e con la Legge 31/7/02, n. 179.

² La "Commissione interministeriale per lo studio della sistemazione idraulica e della difesa del suolo", meglio nota con il nome del suo presidente, il Prof. Ing. G. De Marchi, fu istituita ai sensi dell'art.14 della Legge 27 luglio 1967, n. 632.

“Le precipitazioni si infiltrano in parte nel sottosuolo, andando ad alimentare le falde superficiali e profonde. Per il resto raggiungono il reticolato idrografico che, ai diversi ordini, innerva il territorio, e trascinano nel loro moto i sedimenti erosi dal suolo. Il sistema antropico interagisce attraverso la trasformazione del territorio, le opere di regolazione e regimazione idraulica, le captazioni, gli attingimenti, il rilascio di sostanze inquinanti ed altro ancora.

Si tratta di un sistema complesso, nel quale ciascun elemento ha un preciso ruolo che lo lega a quanto accade a monte e a valle. L'interconnessione funzionale tra i diversi rami del reticolo, ad esempio, è fortissima e ben nota a chiunque si occupi di dinamica fluviale, di assetto del territorio, di stabilità dei versanti. Un cambiamento nelle modalità culturali in un'area collinare, l'antropizzazione di una pertinenza fluviale, la realizzazione di un'opera idraulica, sono processi in grado di innescare cambiamenti nell'assetto del territorio tali da propagarsi, incuranti del limite amministrativo, per centinaia di chilometri a monte o a valle del luogo ove l'elemento causale è localizzato. Lo scalzamento al piede delle pile di un ponte, l'erosione di un tratto di costa, una alluvione rovinosa, sono dunque fenomeni frutto di una catena di cause distribuite su territori vastissimi.

Non ha senso, quindi, e questo è lo spirito della legge, la programmazione degli interventi pensati a scala locale, rivolti a conferire una apparente o effettiva sicurezza nel proprio contesto, per trasferire le cause del rischio idrogeologico, magari aggravate, al comune vicino, alla provincia adiacente. Esiste l'esigenza di ragionare alla scala giusta ed esiste un limite chiaro che individua con esattezza la dimensione della scala sinottica. Può essere infatti individuata una linea di separazione, lo spartiacque, che determina tale limite ed alla quale l'analisi territoriale deve essere fermata. Tale limite fissa chiaramente l'ambito spaziale di indagine, il dominio areale per la pianificazione e la programmazione della difesa idrogeologica.”³

Un altro aspetto della legge, che si ritiene opportuno sottolineare è quello relativo al termine “suolo”, a cui viene attribuito un significato molto più ampio di quello inteso dalle discipline scientifiche di settore, individuandolo come “*il territorio, il suolo, il sottosuolo, gli abitati e le opere infrastrutturali*”.

In conseguenza di tale definizione, per difesa del suolo si intende l'insieme di attività conoscitive, di programmazione, di pianificazione e di attuazione, così come definite dall'art. 3. Esse hanno lo scopo di assicurare il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico, la tutela degli aspetti ambientali connessi, la regolazione dei territori oggetto di interventi al fine della salvaguardia ambientale, inquadrando il complesso sistema degli interventi entro un modello più generale di pianificazione e programmazione del territorio del bacino: ciò sarà possibile attraverso una serie di **attività** conoscitive, pianificatorie ed esecutive:

- ✓ Raccolta, archiviazione, elaborazione e diffusione dei dati;
- ✓ Sperimentazione, ricerca e studio degli elementi dell'ambiente fisico;
- ✓ Formazione e aggiornamento delle carte tematiche;
- ✓ Valutazione e studio dei programmi e dei progetti delle opere;
- ✓ Difesa, consolidamenti, protezione, contenimenti, risanamenti e razionale utilizzazione del territorio.

Gli obiettivi principali della legge quadro vengono raggiunti con diversi strumenti di piano che convergeranno nello strumento più importante, rappresentato dal *piano di bacino idrografico*, la cui caratteristica è quella di prevalere su ogni piano o programma di settore con contenuti di tutela dell'ambiente.

³ Tratto dal P.A.I. del Fiume Arno, in parte modificato (vedi Bibliografia).

Le finalità e i contenuti del Piano di Bacino sono illustrati nell'art. 17 della Legge 183: *“esso ha valore di piano territoriale di settore ed è uno strumento mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo”*. In particolare, così come è riportato nel comma 3, il Piano contiene:

- in conformità a quanto previsto dall'articolo 2, il quadro conoscitivo organizzato ed aggiornato del sistema fisico, delle utilizzazioni del territorio previste dagli strumenti urbanistici comunali ed intercomunali, nonché dei vincoli relativi al bacino, di cui al regio decreto-legge 30 dicembre 1923, n. 3267, ed alle leggi 10 giugno 1939, n. 1089, e 29 giugno 1939 n. 1497 e loro successive modificazioni ed integrazioni;
- la individuazione e la quantificazione delle situazioni, in atto o potenziali, di degrado del sistema fisico, nonché delle relative cause;
- le direttive alle quali devono uniformarsi la difesa del suolo, la sistemazione idrogeologica ed idraulica e l'utilizzazione delle acque e dei suoli;
- l'indicazione delle opere necessarie distinte in funzione dei pericoli di inondazione e della gravità ed estensione del dissesto, del perseguimento degli obiettivi di sviluppo sociale ed economico o di riequilibrio territoriale, nonché del tempo necessario per assicurare l'efficacia degli interventi;
- la programmazione e l'utilizzazione delle risorse idriche, agrarie, forestali ed estrattive;
- la individuazione delle prescrizioni, dei vincoli e delle opere idrauliche, idraulico-agrarie, idraulico-forestali, di forestazione, di bonifica idraulica, di stabilizzazione e consolidamento dei terreni e di ogni altra azione o norma d'uso o vincolo finalizzati alla conservazione del suolo ed alla tutela dell'ambiente;
- la valutazione preventiva, anche al fine di scegliere tra ipotesi di governo e gestione tra loro diverse, del rapporto costi-benefici, dell'impatto ambientale e delle risorse finanziarie per i principali interventi previsti;
- la normativa e gli interventi rivolti a regolare l'estrazione dei materiali litoidi dal demanio fluviale, lacuale e marittimo e le relative fasce di rispetto, specificatamente individuate in funzione del buon regime delle acque e della tutela dell'equilibrio geostatico e geomorfologico dei terreni e dei litorali;
- L'indicazione delle zone da assoggettare a speciali vincoli e prescrizioni in rapporto alle specifiche condizioni idrogeologiche, ai fini della conservazione del suolo, della tutela dell'ambiente e della prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici ;
- le priorità degli interventi ed il loro organico sviluppo nel tempo, in relazione alla gravità del dissesto.

Il comma 6 bis dello stesso articolo individua la predisposizione di misure di salvaguardia, mentre il comma 6 ter dispone che i Piani di Bacino possono essere adottati anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali e che devono essere disposte, in ogni caso, *le opportune misure inibitorie e cautelative in relazione agli aspetti non ancora compiutamente disciplinati*.

Con il D.P.C.M. 23/3/1990⁴ vengono approvate le norme di indirizzo e coordinamento per l'elaborazione degli schemi previsionali e programmatici e

⁴ Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 marzo 1990 “Atto di indirizzo e coordinamento ai fini dell'elaborazione e della adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n.183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.

individuati i criteri per la prima organizzazione delle strutture di bacino, per l'acquisizione dei dati conoscitivi necessari, per l'individuazione degli interventi e degli studi da finanziare.

Ben cinque anni dopo si definiscono i criteri specifici per la redazione dei piani di bacino. Il D.P.R. 18/7/1995⁵ articola in tre fasi, non necessariamente consequenziali, la realizzazione delle attività che è necessario espletare per la redazione dei piani di bacino. Esse sono:

1. Definizione del sistema delle conoscenze;
2. Individuazione degli squilibri;
3. Azioni propositive.

La prima fase ha lo scopo di raccogliere e riordinare le conoscenze esistenti sul bacino, al fine di renderle disponibili agli Enti ed alle popolazioni interessati. Tutte le informazioni devono essere riportate in opportune raccolte tematiche, rappresentate su adeguata cartografia ed informatizzate, associandovi una schedatura gestibile per l'elaborazione matematica e statistica dei dati archiviati in forma numerica. Il sistema informatico utilizzato dovrà essere facilmente gestibile e prevedere la possibilità di aggiornamento senza manipolazione dei dati già archiviati.

Le attività da effettuare durante questa prima fase riguardano:

- Descrizione dell'ambiente fisiografico;
- Normativa e caratterizzazione delle ripartizioni amministrative;
- Descrizione dell'ambiente antropico;
- Utilizzo delle acque;
- Stato di qualità delle acque;
- Censimento delle opere di difesa del territorio;
- Stato di manutenzione e di efficienza delle opere.

La seconda fase pone l'attenzione sulla individuazione di tutte quelle situazioni, manifeste o prevedibili, nelle quali lo stato attuale del territorio presenta condizioni di rischio e/o di degrado ambientale negative per la vita e lo sviluppo delle popolazioni interessate.

Le azioni propositive, infine, definiscono obiettivi, elaborati di piano, proposte di intervento e priorità per la formazione, in definitiva, di un catalogo nazionale di proposte di intervento sui bacini italiani.

È tuttavia il D.L. 180/98 che, per la prima volta, indirizza l'attività verso la redazione di uno specifico stralcio di piano finalizzato proprio all'assetto idrogeologico.

⁵ D.P.R. 18 luglio 1995 "Approvazione dell'Atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino".

1.2 Il Decreto Legge n. 180/1998⁶

“Il giorno 5 maggio 1998, nella zona di Pizzo d'Alvano, del quale fa parte la dorsale di Sarno, in seguito ed a causa di abbondanti precipitazioni verificatesi nelle giornate precedenti, si innescarono numerose colate rapide di fango. Nell'arco di 10 ore si svilupparono, in un'area dell'estensione di circa 75 km² nei comuni di Sarno, Siano e Bracigliano, in provincia di Salerno, e nel comune di Quindici, in provincia di Avellino, circa 150 movimenti franosi. Movimenti franosi si verificarono anche in diversi comuni delle province di Napoli, Caserta, Avellino e Salerno colpendo in modo particolare il Comune di S. Felice a Cancelli nella provincia di Caserta. Si contarono 160 vittime, danni gravissimi alle strutture ed alle infrastrutture con conseguenti modifiche sostanziali nella morfologia del territorio.”⁷

Il Decreto Legge n. 180/98, noto con il nome di “provvedimento Sarno”, viene emanato l'11 giugno 1998, poco più di un mese dopo il disastro.

Ritenuta, in primo luogo, la straordinaria necessità ed urgenza di emanare disposizioni per le zone della Campania colpite dagli eventi, il Decreto dispone che, entro il 30 giugno 1999, le Autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e le Regioni, ove le prime non siano presenti, adottino, qualora ciò non fosse già avvenuto in applicazione alla L. 183/89, Piani Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico.

L'innovazione rispetto alla legislazione precedente sta nel carattere di emergenza e di immediatezza, sia nell'acquisizione delle conoscenze che nella programmazione degli interventi e nell'emanazione delle norme di salvaguardia.

Il tema ricorrente è, infatti, quello della sicurezza, dell'omogeneità dell'azione pianificatoria, della volontà di fissare ed ottenere almeno un livello minimo di applicazione della legge quadro alla scala dell'intero territorio nazionale.

Dalla necessità di restringere i tempi di acquisizione delle informazioni deriva quanto dettato dal comma 3 dell'art. 1 il quale dispone che, in tempi molto brevi (60 gg. dall'entrata in vigore del D.L. 180/98), le Amministrazioni statali, gli Enti pubblici, le Università e gli Istituti di ricerca comunichino, a ciascuna Regione di appartenenza, i dati storici e conoscitivi del territorio in loro possesso.

L'immediatezza nell'adozione delle misure di salvaguardia è dettata anche dalle norme contenute nel comma 2, art. 1, che definisce i programmi d'intervento urgenti per la riduzione del rischio idrogeologico nelle zone in cui la maggiore vulnerabilità del territorio si lega a maggiori pericoli per le persone, le cose ed il patrimonio ambientale.

L'art. 2 del D.L. 180/98 pone l'accento sul potenziamento delle strutture tecniche, specificando che per lo svolgimento delle funzioni d'indagine, monitoraggio e controllo nella prevenzione del rischio, le Regioni possono assumere personale tecnico da destinare all'attuazione dei compiti definiti dallo stesso decreto.

⁶ Decreto legge n. 180 dell'11 giugno 1998: “Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania (pubblicato in G.U. n.134 dell'11/6/1998), convertito, con modificazioni, con la Legge 267/98.

⁷Tratto dal P.A.I. del Fiume Arno, in parte modificato (vedi bibliografia).

Il D.L. 180/98 viene convertito con modificazioni con la L. 267/98⁸, concedendo, tra l'altro, tempi più lunghi per le modalità di adozione e coinvolgendo, fra gli Enti onerati di fornire indicazioni sullo stato di dissesto del territorio, anche gli Enti di gestione degli acquedotti.

1.3 L'Atto di Indirizzo e Coordinamento⁹

L'Atto di Indirizzo e Coordinamento, previsto dal comma 2 dell'art. 1 del D.L. 180/98 ed adottato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri il 29/9/98, viene redatto per consentire alle Autorità di bacino ed alle Regioni, in primo luogo a quelle ove l'attività di pianificazione si trovi all'inizio dell'attività conoscitiva, di realizzare prodotti il più possibile omogenei e confrontabili a scala nazionale.

Fornisce, dunque, attenendosi al carattere emergenziale del D.L. 180/98, i criteri generali per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio che tengano conto *“quale elemento essenziale per l'individuazione del livello di pericolosità, la localizzazione e la caratterizzazione di eventi avvenuti nel passato riconoscibili o dei quali si ha, al momento presente, cognizione”*.

Stabilisce, inoltre, che per le aree a maggiore rischio, che vanno comunque intese come suscettibili di revisione e perfezionamento, debbano adottarsi le misure di salvaguardia e debbano predisporci programmi di intervento urgenti.

L'Atto di indirizzo e coordinamento, al fine di garantire l'attuazione del decreto legge, in particolare per quanto attiene l'art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 180/98, distingue la metodologia di indagine a seconda del tipo di dissesto presente, idraulico e/o di frana, individuando per ciascuno di essi le tre fasi operative di lavoro e definendo quattro classi di rischio a gravosità crescente da moderato a medio, elevato e molto elevato.

La valutazione, l'enunciazione e l'identificazione del rischio avviene secondo criteri di letteratura.

Il rischio deve considerarsi come il prodotto di tre fattori fondamentali:

$$R = H * E * V$$

- La pericolosità o probabilità che l'evento calamitoso accada;
- Il valore degli elementi a rischio (intesi come persone, cose, patrimonio ambientale);
- La vulnerabilità degli elementi a rischio (intesa come capacità di sopportare le sollecitazioni e l'intensità dell'evento).

⁸ Legge 3 agosto 1998, n. 267, pubblicata sulla G.U. n.183 del 7/8/98, “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania”.

⁹ Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 29 settembre 1998, pubblicato sulla G.U. n. 3 del 5/1/99, “Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto legge 11 giugno 1998, n.180.”

Si dovrà, tuttavia, far riferimento a tale formula solo per l'individuazione dei fattori che determinano il rischio, senza porsi come obiettivo quello di giungere ad una valutazione di tipo strettamente quantitativo.

Nell'Atto di indirizzo e coordinamento viene fornito un carattere generale di priorità degli elementi considerati a rischio, considerando innanzitutto **l'incolumità delle persone come elemento prioritario a maggiore rischio**, a cui seguono, almeno:

- Gli agglomerati urbani, comprese le zone di espansione urbanistica;
- Le aree su cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo, in particolare quelli definiti a rischio, ai sensi di legge;
- Le infrastrutture a rete, le vie di comunicazione di rilevanza strategica, anche a livello locale;
- Il patrimonio ambientale ed i beni culturali di interesse rilevante;
- Le aree sede di servizi pubblici e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive ed infrastrutture primarie.

L'Atto di indirizzo e coordinamento dispone, inoltre, che le attività di redazione dei Piani vengano articolate in tre fasi, corrispondenti a diversi livelli di approfondimento:

1. Individuazione delle aree soggette a rischio idrogeologico, attraverso l'acquisizione delle informazioni disponibili sullo stato del dissesto;
2. Perimetrazione, valutazione dei livelli di rischio e definizione delle conseguenti misure di salvaguardia;
3. Programmazione della mitigazione del rischio e previsione di spesa.

In quest'ultima fase, nelle aree perimetrate, si dovrà sviluppare l'analisi fino al grado di dettaglio sufficiente a consentire l'individuazione, la programmazione e la progettazione preliminare degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico, comprese le eventuali necessarie delocalizzazioni di insediamenti, ai fini anche della quantificazione del fabbisogno finanziario. E' propria di questa fase l'indagine geologica e geotecnica per l'acquisizione dei parametri e degli elementi di valenza progettuale, nonché l'eventuale monitoraggio.

Le misure di salvaguardia costituiscono un capitolo a sé dell'Atto di indirizzo e coordinamento. Esse consistono principalmente nel sottoporre a vincolo temporaneo (fino all'approvazione del Piano di bacino), le aree a rischio idrogeologico e illustrano gli indirizzi per la salvaguardia delle aree a rischio idraulico e di frana, elevato e molto elevato.

Definisce, infine, i criteri generali e gli elementi essenziali per l'istruttoria dei progetti di intervento urgenti per la mitigazione del rischio idrogeologico. Il carattere chiaramente emergenziale del provvedimento, che è finalizzato a risolvere situazioni note e improcrastinabili in presenza di limitate risorse, porta ad escludere tendenzialmente che si tratti di interventi, a carattere strutturale, di grandi dimensioni o di vaste aree. Si tratta piuttosto di interventi, generalmente a carattere puntuale, atti a ridurre i rischi locali e al tempo stesso a concorrere alla riduzione dei rischi a scala di bacino.

1.4 Il Decreto Legge n. 132/1999¹⁰

Il D.L. 132/99, convertito con la Legge. n. 226/99¹¹, detta disposizioni urgenti in materia di protezione civile nelle regioni della Basilicata e Calabria, colpite dagli eventi sismici del settembre 1998 e nella regione Campania, colpita dalle colate di fango del maggio 1998.

Modifica, inoltre, in alcune parti, la Legge n. 267/98, stabilendo come termine ultimo per l'adozione dei Piani stralcio di bacino il 30 giugno 2001, mentre entro il 31 ottobre 1999 dovevano essere individuate e perimetrate le situazioni a rischio più elevato (Piani Straordinari). L'inosservanza di quest'ultimo termine temporale avrebbe determinato l'adozione, in via sostitutiva, da parte del Consiglio dei Ministri, degli atti relativi all'individuazione, alla perimetrazione e alla salvaguardia delle predette aree.

Il D.L. 132/99 stabilisce, inoltre, che i piani straordinari devono ricomprendere prioritariamente le aree a rischio idrogeologico per le quali era stato dichiarato lo stato di emergenza, ai sensi dell'art. 5 della Legge 24 febbraio 1992, n. 225.

1.5 Il Decreto Legge n. 279/2000¹²

“Nella notte tra il 9 e il 10 settembre del 2000, una massa d'acqua e di fango, straripata dal torrente Beltrame, travolgeva il camping “Le giare”, tra Soverato e Montepaone, nella zona jonica catanzarese. La calamità avveniva dopo due giorni di pioggia molto violenta sulla Calabria orientale. Al momento del disastro nel campeggio c'erano una cinquantina di ospiti tra i quali un gruppo di disabili con i loro accompagnatori. Vi furono undici vittime.”¹³

Poco dopo un mese, così come era avvenuto per il decreto Sarno, veniva emanato il D.L. n. 279, convertito con la legge n. 365¹⁴ dell'11 dicembre 2000.

La legge. 365/00 anticipa in maniera perentoria la data di adozione dei Piani Stralcio al 30 aprile 2001, fornendo le nuove procedure per l'adozione dei piani: le Regioni devono convocare una **conferenza programmatica** articolata per sezioni provinciali o secondo un ambito territoriale definito dalla Regione stessa, alla quale partecipano le province ed i comuni interessati, oltre alla Regione e ad un rappresentante delle Autorità di bacino. Il Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino, in sede di

¹⁰ Decreto Legge 13 maggio 1999, n. 132 “Interventi urgenti in materia di protezione civile”

¹¹ Legge 13 luglio 1999, n. 226 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 13 maggio 1999, n.132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile” pubblicata nella G.U. n. 163 del 14 luglio 1999.

¹² Decreto Legge 12 ottobre 2000, n. 279 “Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore della zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000”.

¹³ Tratto dal P.A.I. del Fiume Arno, in parte modificato.

¹⁴ Legge 11 dicembre 2000, n.365, pubblicata sulla G.U. n. 288 del 11/12/2000, “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 12 ottobre 2000, n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000”.

adozione del piano, deve tenere conto delle determinazioni della suddetta conferenza programmatica.

Il piano, una volta adottato dal Comitato istituzionale, costituisce variante agli strumenti urbanistici generali.

Nella nuova procedura d'adozione viene sottolineata quindi la necessità di una forte condivisione delle scelte di piano da parte delle Amministrazioni locali, per evitare il ripetersi del coro di aspre polemiche che seguirono l'approvazione dei Piani Straordinari in tutta l'Italia.

La nuova legge interviene sulla salvaguardia estendendo la validità delle norme imposte dai Piani Straordinari fino all'approvazione dei Piani per l'Assetto Idrogeologico. Inoltre stabilisce che tali norme si applichino:

- a) Alle aree ricomprese nel limite di 150 metri dalle ripe o dagli argini di laghi, fiumi e torrenti, situati nei territori dei comuni nei quali sia stato dichiarato lo stato di emergenza (ex legge 225/1992) per inondazione, nonché nelle analoghe zone dei comuni indicati ad alto rischio idrogeologico nei piani straordinari;
- b) L'estensione della fascia di 150 metri corrisponde a quella stabilita dalla legge 431/1985 (la legge Galasso ora modificata e confluita nel testo unico sui beni culturali: Decreto legislativo 490/99); nei corsi d'acqua la cui larghezza risulti inferiore a 150 metri, le aree sono quelle comprese nel limite pari, a ciascun lato, alla larghezza;
- c) Nelle aree con probabilità di inondazione corrispondente alla piena con tempo di ritorno massimo di 200 anni che non siano già ricomprese in bacini per i quali siano stati approvati i piani stralcio.

La legge stabilisce inoltre che entro 60 gg. dalla sua entrata in vigore, gli organi di protezione civile provvedono a predisporre, per le aree a rischio, i Piani di emergenza contenenti misure di salvaguardia dell'incolumità delle popolazioni interessate, compreso il preallertamento, l'allarme e la messa in salvo preventiva.

Detta, infine, nuove disposizioni in materia di:

- attività straordinarie di polizia idraulica;
- ulteriori forme di controllo sul territorio;
- interventi urgenti a favore della Regione Calabria.

Capitolo 2

APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA NELLA REGIONE SICILIANA

2.1 Il Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico¹⁵

Come già accennato nel precedente capitolo, il decreto legge n. 132/99 dispone che entro il 31 ottobre 1999, le autorità di bacino e le regioni approvino, in deroga alle procedure della legge 183/89, ove non si sia già proceduto, i ***piani straordinari*** diretti a rimuovere le situazioni a più alto rischio.

Il Piano straordinario deve contenere l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico "molto elevato" per garantire l'incolumità delle persone e la sicurezza delle infrastrutture e del patrimonio ambientale e culturale. Per dette aree devono essere adottate le misure di salvaguardia che, in assenza di piani stralcio, rimangono in vigore sino all'approvazione di detti piani. Essi potranno essere modificati in relazione alla realizzazione degli interventi finalizzati alla messa in sicurezza delle aree interessate.

La redazione dei piani straordinari rappresenta, sostanzialmente, un risultato di valore parziale, ma conseguibile entro i tempi ristretti stabiliti dalla legge 226/99 e sulla base di un processo conoscitivo e una collaborazione tra Regioni, enti locali, università ed istituti di ricerca finalizzata alla selezione di dati storici e conoscitivi del territorio e dell'ambiente.

¹⁵ Approvato con Decreto dell'Assessore Regionale per il Territorio e l'Ambiente, n. 298/XLI del 4/7/2000.

Con Decreto 4 luglio 2000, n.298, l'Assessore Regionale del Territorio e Ambiente ha adottato il Piano Straordinario di bacino per l'assetto idrogeologico, ai sensi del comma 1 bis del Decreto Legge n.180/98. Nel Piano sono state individuate le aree a rischio "elevato" o "molto elevato" per frana e per inondazione su cartografia in scala 1:50.000. In tali aree sono state adottate le misure di salvaguardia transitorie comportanti limitazioni d'uso al fine di mitigare le condizioni di rischio.

2.2 L'Aggiornamento del Piano Straordinario¹⁶

L'art. 6 del D.A. 298/00 prevedeva la possibilità di perfezionare la perimetrazione delle aree a rischio, così come individuate nel Piano Straordinario, in relazione a successivi studi, ricerche e/o segnalazioni. Nel caso in cui i Comuni avessero riscontrato situazioni di dissesto locale differenti da quelle rappresentate nel Piano, avrebbero dovuto darne comunicazione all'Assessorato Regionale al Territorio e Ambiente, chiedendo contestualmente una revisione dello stesso Piano per il proprio territorio comunale.

Le richieste di revisione pervenute, integrate da studi e lavori di carattere geologico e idraulico, nonché l'ordine del giorno dell'Assemblea Regionale votato il 4 agosto del 2000, hanno fatto ritenere necessario procedere all'aggiornamento del Piano così come peraltro deliberato dalla Giunta Regionale il 14 settembre 2000.

Con Decreto 20 ottobre 2000, n. 552, l'Assessore Regionale del Territorio e Ambiente istituisce, infatti, l'Ufficio per l'Assetto Idrogeologico per l'espletamento dei compiti di aggiornamento del Piano Straordinario e per l'elaborazione del Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico. In particolare, l'art. 4 del D.A. n. 552/00 prevedeva che per l'espletamento dei compiti individuati, l'Ufficio si avvallesse degli Uffici del Genio Civile territorialmente competenti.

Nel procedere all'aggiornamento del Piano si è ritenuto opportuno definire una metodologia (Linee Guida dell'Assessorato Territorio e Ambiente allegate alla Circolare n.1/2003) per l'individuazione delle aree a rischio, basata in primo luogo sulle indicazioni dell'Atto di indirizzo e coordinamento, che fosse più agevole, affidabile ed efficace rispetto a quelle adoperate nell'elaborazione del Piano Straordinario.

In quella fase, infatti, il carattere emergenziale dell'attività a suo tempo intrapresa e le scadenze temporali fissate per il suo compimento determinarono, gioco forza, l'utilizzo di strumenti speditivi: tra questi, la scelta di usare quale supporto la cartografia in scala 1:50.000 che, senza dubbio, andava rivista.

Con la fase dell'Aggiornamento, quindi, sulla base dell'esperienza precedente, si è ritenuto necessario definire degli strumenti per l'individuazione delle aree a rischio, che fossero più affidabili ed efficaci senza rinunciare alla speditezza del loro utilizzo.

Il primo elemento concerne la scelta della cartografia di maggior dettaglio: è stata utilizzata, ove disponibile, la carta tecnica regionale in scala 1:10.000 e, quando necessario e ove questa fosse disponibile, cartografia di maggior dettaglio.

¹⁶ Approvato con Decreto dell'Assessore Regionale per il Territorio e l'Ambiente, n. 543/S9 del 22/7/2002.

In allegato alla circolare n. 57596 del 22/11/00 venivano già trasmesse agli Uffici del Genio Civile le Linee Guida redatte dall'A.R.T.A., al fine di rendere la metodologia di valutazione e classificazione del rischio comune e oggettiva.

Con l'Aggiornamento del Piano Straordinario sono stati pubblicati gli Atlanti contenenti le carte del dissesto e del rischio idrogeologico, in scala 1:10.000, di 140 Comuni siciliani. L'aggiornamento è proseguito sia nel corso dell'anno 2002 che nel 2003. Alla data di pubblicazione della presente relazione risultano aggiornati, rispetto alle perimetrazioni del Piano Straordinario, n. 180 Comuni.

2.3 Modalità di approvazione del Piano

L'art. 130 della L. R. n. 6/01,¹⁷ cita testualmente: "...l'Assessore regionale per il territorio e l'ambiente predispone il progetto di piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico, di cui al decreto legge 11 giugno 1998 n. 180, anche per stralci relativi a bacini idrografici o sottobacini".

Tale adempimento viene effettuato anche al fine di ottemperare a quanto previsto dal Programma Operativo Regionale (POR) 2000-2006 e in attesa dell'emanazione di un'organica normativa in materia di difesa del suolo (attuazione della Legge 183/89 e istituzione dell'Autorità di bacino regionale). Il P.A.I. è approvato secondo le procedure contenute nell'art. 130 già citato.

In particolare, ogni progetto di Piano e la relativa documentazione sono trasmessi alle Province ed ai Comuni, appartenenti territorialmente al bacino idrografico per cui è stato redatto il P.A.I., affinché tali Enti provvedano alla sua pubblicazione all'Albo Pretorio. Nei trenta giorni successivi alla pubblicazione ed alla consultazione chiunque può presentare all'Assessorato Regionale del Territorio e Ambiente, alle Province ed ai Comuni territorialmente competenti, osservazioni al progetto di P.A.I.. Le osservazioni sul Piano devono essere inoltrate alla Regione Siciliana-Dipartimento Territorio e Ambiente, entro 30 gg. dalla scadenza del periodo di consultazione.

Nei successivi trenta giorni, l'Assessore per il Territorio e l'Ambiente convoca, ai sensi dell'art. 1 bis, comma 3, del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito, con modificazioni, con la Legge 11 dicembre 2000, n. 365, la Conferenza programmatica, articolata per ambiti territoriali.

Alla Conferenza programmatica partecipano le Province ed i Comuni che rientrano nel bacino idrografico oggetto del P.A.I. e, ai sensi del comma 4 dell'art. 1 bis della citata legge e tenuto conto, inoltre, delle osservazioni presentate al Piano, la Conferenza programmatica esprime il prescritto parere.

Infine, il Piano di bacino viene approvato, con decreto del Presidente della Regione, su proposta dell'Assessore Regionale del Territorio e Ambiente, previa delibera della Giunta regionale tenuto conto del parere espresso dalla Conferenza programmatica.

¹⁷ Legge regionale del 3 maggio 2001, n. 6: "Disposizioni programmatiche e finanziarie per l'anno 2001", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Regione Siciliana n. 21 del 7/5/2001.

Successivamente all'approvazione del Piano:

- La Regione o gli Enti da essa delegati adeguano, entro 12 mesi, i piani territoriali ed i programmi regionali (art. 17, comma 4, della L. 183/89);
- Gli Enti territoriali competenti, interessati dal Piano, devono adeguare, entro 12 mesi, i propri strumenti urbanistici (art. 17, comma 6, della L.183/89).

Le disposizioni del Piano hanno carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni e gli Enti Pubblici, nonché per i soggetti privati.

2.4 La Circolare n. 1 del 7 marzo 2003¹⁸

Al fine di continuare la collaborazione, già avviata nell'Aggiornamento del Piano Straordinario, con le Amministrazioni locali, l'Assessore per il Territorio e l'Ambiente ha emanato la "Circolare sulla redazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico".

Essa stabilisce i criteri necessari ad una utile corrispondenza di informazioni fra Enti locali ed Assessorato ai fini della realizzazione del Piano stralcio. I Comuni, i Consorzi A.S.I., le Province Regionali e gli Enti Parco sono stati invitati a segnalare i dissesti presenti nel territorio di propria competenza e gli studi in loro possesso relativi a situazioni di pericolosità geomorfologia ed idraulica.

Alla circolare sono state allegate le schede di censimento per la programmazione degli interventi in aree a rischio idraulico e geomorfologico. Nella circolare si sottolinea l'importanza della collaborazione da parte degli Enti locali alla realizzazione del progetto di P.A.I., in quanto soltanto gli interventi previsti da questo strumento di pianificazione potranno essere ammessi ai benefici del Complemento di Programmazione del P.O.R. Sicilia 2000/2006.

Alla circolare vengono altresì allegate le Linee Guida per la valutazione del rischio idrogeologico. La metodologia di valutazione del rischio si riferisce alla definizione riportata nell'Atto di indirizzo e coordinamento (D.P.C.M. '98). Individuata la tipologia del dissesto e le sue caratteristiche geometriche e temporali, è possibile stabilire, utilizzando rappresentazioni matriciali, la **magnitudo** dell'evento e la sua **pericolosità**. Combinando la pericolosità con la **vulnerabilità** degli elementi a rischio, si ottiene, infine, la valutazione del **rischio** secondo i 4 livelli, a gravosità crescente, stabiliti dal D.P.C.M.: moderato, medio, elevato e molto elevato.

¹⁸ Circolare n. 1 del 7 marzo 2003, prot. n. 15419, pubblicata sulla G.U.R.S. del 24/4/2003.



Capitolo 3

TERRITORIO E BACINI IDROGRAFICI

3.1 Geografia

La Sicilia ricopre una superficie di 25.707 km² (isole minori comprese) ed è la regione italiana territorialmente più estesa. Posizionata nel centro del Mar Mediterraneo, è divisa dalla penisola italiana dallo stretto di Messina, della larghezza minima di 3,4 km; il Canale di Sicilia la separa dal continente africano con una distanza minima di 140 km; a NE è bordata dall'arcipelago delle isole Eolie, a NW dall'isola di Ustica, ad W dalle isole Egadi, a SW dall'isola di Pantelleria e più a Sud dalle isole Pelagie.

La sua forma triangolare ed il sistema montuoso determinano la sua suddivisione in tre distinti versanti:

- Il versante settentrionale o tirrenico, da Capo Peloro a Capo Boeo, della superficie di circa 6.630 km²;
- Il versante meridionale o mediterraneo, da Capo Boeo a Capo Passero, della superficie di circa 10.754 km²;
- Il versante orientale o ionico, da Capo Passero a Capo Peloro, della superficie di circa 8.072 km².

L'orografia del territorio siciliano mostra evidenti contrasti tra la porzione settentrionale, prevalentemente montuosa, rappresentata dai Monti Peloritani, i Monti Nebrodi, le Madonie, i Monti di Trabia, i Monti di Palermo e i Monti di Trapani, e quella centro-meridionale e sud-occidentale ove il paesaggio ha un aspetto molto diverso, in generale caratterizzato da rilievi modesti a tipica morfologia collinare, ad

eccezione della catena montuosa dei Sicani; ancora differente è l'area sud-orientale, con morfologia di altipiano, e quella orientale dominata dall'edificio vulcanico dell'Etna.

I corsi d'acqua principali del versante settentrionale sono rappresentati, da Ovest verso Est, dal Fiume Freddo, dallo Jato, Oreto, Eleuterio, Milicia, San Leonardo, Torto, Imera settentrionale, Roccella, Pollina e dalle fiumare della provincia di Messina.

Nel versante meridionale, importanti per la loro lunghezza e per le maggiori portate che consentono l'utilizzo delle acque a scopo irriguo sono, da ovest verso est, il Fiume Delia, il Belice, il Verdura, il Platani, l'Imera meridionale o Salso, il Gela, l'Acate-Dirillo e l'Irminio.

Sul versante orientale i maggiori corsi d'acqua sono da nord verso sud, le fiumare della provincia di Messina, l'Alcantara, il Fiume Simeto, il San Leonardo e l'Anapo, il Cassibile ed il Tellaro.

I laghi naturali sono pochi e di limitata estensione, tuttavia, per le caratteristiche climatiche dell'Isola, assumono una grande valenza ambientale.

Nel territorio siciliano, la morfologia collinare interessa il 62% dell'intera superficie, la morfologia montuosa il 24% e la pianura il 14%; le coste hanno uno sviluppo complessivo di 1.637 km., incluse le isole minori.

La Sicilia è suddivisa amministrativamente in nove province, i cui capoluoghi sono: Agrigento, Caltanissetta, Catania, Enna, Messina, Palermo, Ragusa, Siracusa e Trapani.

I territori a più elevata altitudine mostrano una caratterizzazione ben definita: o sono ricoperti per la maggior parte da boschi o, al contrario, sono incolti. In entrambi i casi, essi presentano una densità abitativa alquanto ridotta in confronto alle aree pianeggianti litoranee e, naturalmente, ai centri urbani maggiori.

La Tabella 3.1 mostra la densità abitativa per provincia.

Tabella 3.1 : Densità abitativa provinciale (dati ISTAT aggiornati al 01/01/2000).

PROVINCIA	Superficie (km ²)	Residenti	Densità R/S
Agrigento	3.042	469.288	154
Caltanissetta	2.128	282.256	133
Catania	3.552	1.100.208	310
Enna	2.562	181.749	71
Messina	3.247	676.895	208
Palermo	4.992	1.238.061	248
Ragusa	1.614	301.854	187
Siracusa	2.109	403.478	191
Trapani	2.461	434.005	176
Totale	25.707	5.087.794	198

Nella Tabella 3.2, viene indicato il numero dei Comuni appartenenti ad ogni provincia.

Tabella 3.2: Numero dei Comuni per Provincia.

Provincia	Comuni
Agrigento	43
Caltanissetta	22
Catania	58
Enna	20
Messina	108
Palermo	82
Ragusa	12
Siracusa	21
Trapani	24
Totale	390

In Figura 3.1 è rappresentato lo schema della Sicilia articolato per territori provinciali.

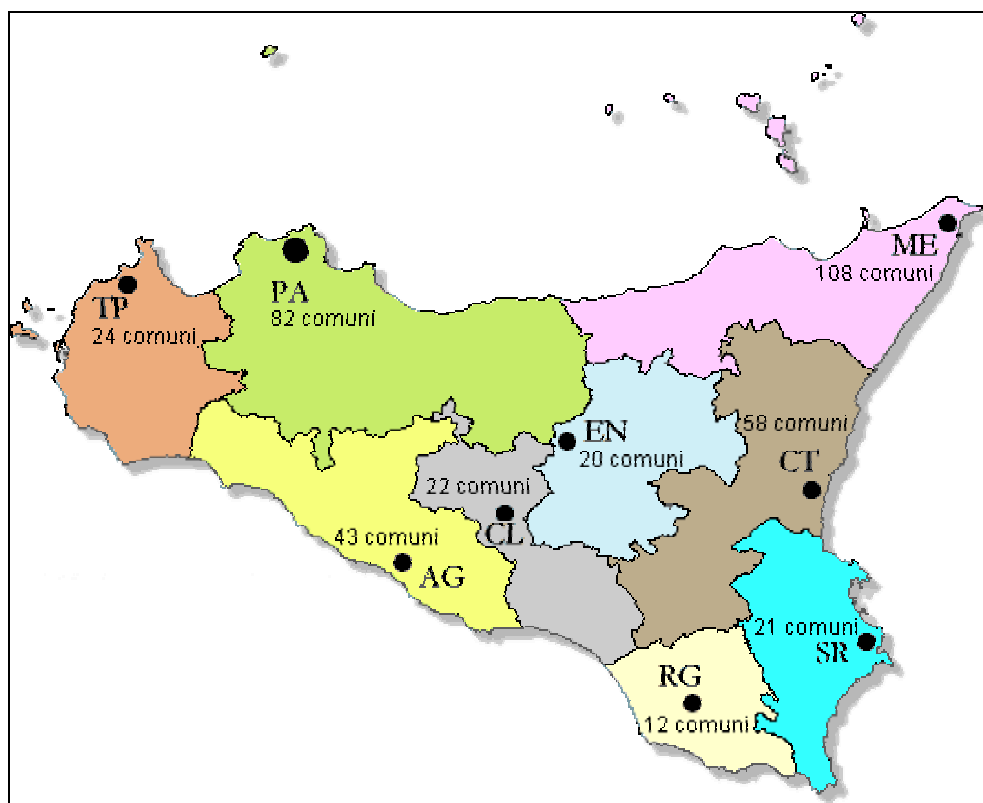


Figura 3.1: Carta della Sicilia con i territori provinciali.

3.2 Geologia e Tettonica

La storia geologica della Sicilia è molto complessa, sia per la sua collocazione in un'area del Mediterraneo che è caratterizzata da un'estrema mobilità tettonica, sia per le caratteristiche sedimentarie delle rocce depositatesi in differenti domini paleogeografici, sia per le vicissitudini tettoniche che si sono succedute dal Paleozoico superiore al Quaternario.

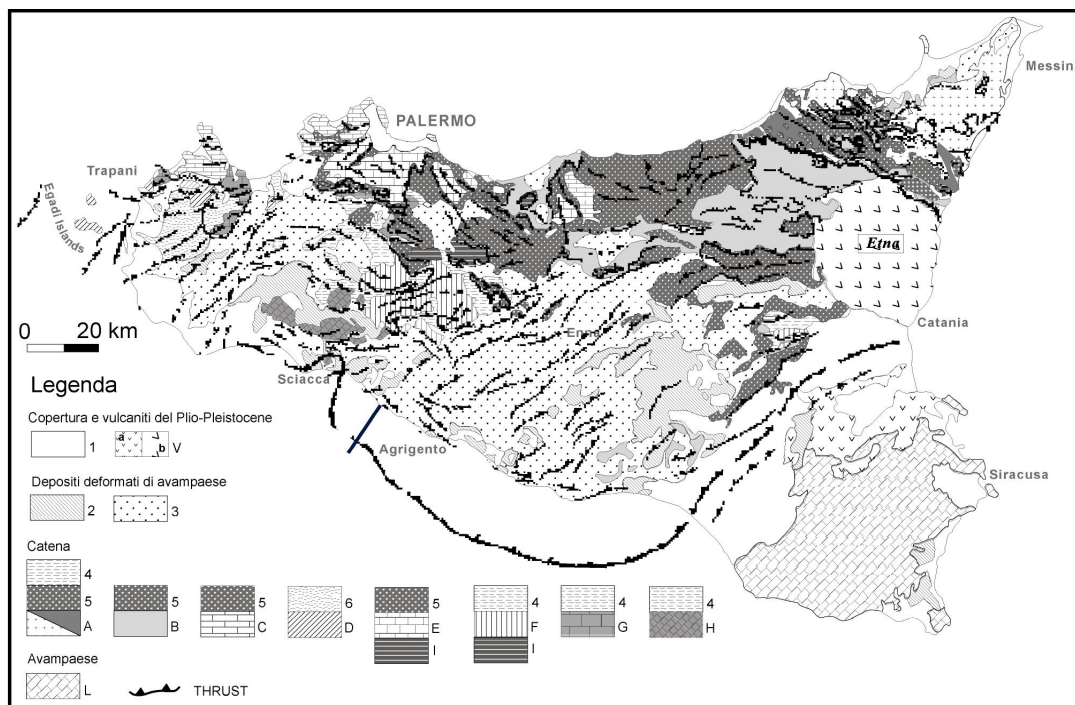
Le formazioni litologiche presenti in Sicilia possono essere raggruppate, sulla base delle caratteristiche petrografiche, sedimentologiche, tessiturali, e del loro assetto stratigrafico, in diversi complessi litologici:

- **Complesso clastico di deposizione continentale**, comprendente depositi alluvionali talora terrazzati, depositi litorali, lacustri e palustri e detriti di falda.
- **Complesso vulcanico**, comprendente le colate laviche attuali, storiche o antiche dell'Etna e le vulcaniti antiche degli Iblei.
- **Complesso argillo-marnoso**, comprendente tutte le formazioni prevalentemente argillose del territorio, quali le argille pleistoceniche, le argille azzurre medio-plioceniche, le marne a foraminiferi del Pliocene inferiore, le formazioni argillose e marnose del Miocene medio-superiore, le litofaies pelitiche dei depositi di Flyschs, le argille brecciate e le argille varicolori.
- **Complesso evaporitico**, che comprende tutti i litotipi della Formazione Gessoso-Solfifera del Miocene superiore, come il tripoli, il calcare solfifero, i gessi ed i sali.
- **Complesso conglomeratico-arenaceo**, comprendente le litofacies terrigene del Miocene medio-superiore (ad es. la Formazione Terravecchia).
- **Complesso arenaceo-argilloso-calcareo**, che comprende tutte le formazioni flyschiodi a prevalente composizione arenacea diffuse soprattutto nella Sicilia settentrionale (ad es. il Flysch Numidico).
- **Complesso carbonatico**, che raggruppa tutte le formazioni calcaree, calcareo-dolomitiche e dolomitiche di età compresa tra il Mesozoico ed il Terziario, che costituiscono l'ossatura della Catena Appenninico-Maghrebide siciliana; si ritrova nei M.ti di Palermo, nelle Madonie, nei Sicani, nei M.ti di Trapani e costituisce la successione degli Iblei, nella Sicilia sud-orientale.
- **Complesso filladico e scistoso-cristallino** della catena metamorfica peloritana.

La struttura geologica della Sicilia comprende tre settori che, da Nord verso Sud, sono rappresentati da:

- a) Un'area di **avampaese**, affiorante nella Sicilia sud-orientale e presente nel Canale di Sicilia.
- b) Un'**avanfossa** recente, localizzata nell'offshore meridionale della Sicilia e nell'altipiano Ibleo, lungo il margine settentrionale dell'avampaese. Essa è in parte sepolta dal fronte della catena nella Sicilia meridionale e nel Bacino di Gela.
- c) Una **catena** complessa, vergente verso Est e Sud-Est, spesso a luoghi più di 15 km, costituita dalle Unità Kabilo-Calabridi e dalle Unità Siculo-Maghrebidi. Le unità più settentrionali sono generalmente collassate con l'apertura del Tirreno centro-meridionale. Le unità stratigrafico-strutturali che formano la catena hanno raggiunto gli attuali rapporti reciproci sostanzialmente nell'intervallo di tempo compreso tra l'inizio del Miocene e l'inizio del Pleistocene, in conseguenza di una tettonica che viene attribuita a collisione continentale.

In Figura 3.2 viene riportata la carta strutturale della Sicilia.



Carta strutturale della Sicilia (modificata da Catalano et al., 1989 e Catalano et al., 1991. Settore peloritano adattato da Amodio Morelli et al., 1976 e da Nigro, 1994. Settore ibleo modificato da Lentini et al., 1991). Legenda: 1. Depositi pleistocenici; 2. Depositi deformati di bacino di avampaese (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore); 3. Depositi deformati di bacino di avanfossa-avampaese (Tortoniano superiore-Pliocene inferiore); 4. Depositi deformati di margine di avampaese (Miocene inferiore-medio); 5. Unità flyschoidi deformate di bacino di avanfossa (Oligocene superiore-Miocene inferiore); 6. Depositi deformati di margine di avampaese (Oligocene superiore-Miocene inferiore); A. Unità Calabro-Peloritane (Paleozoico-Oligocene); B. Unità Sicilidi (Mesozoico superiore-Oligocene); C. Unità Panormide (piattaforma carbonatica, Trias-Oligocene); D. Unità pre-Panormidi (piattaforma carbonatica con evoluzione a bacino, Trias-Oligocene); E. Unità Imeresi (scarpata-bacino, Mesozoico superiore-Oligocene); F. Unità Sicane (bacino, Mesozoico superiore-Oligocene); G. Unità Trapanesi (piattaforma carbonatica-seamount, Trias-Oligocene); H. Unità Saccensi (piattaforma carbonatica-seamount, Trias-Oligocene); I. Unità alloctone di Lercara (Permiano inferiore-Trias medio); L. Unità Iblee (Trias-Pleistocene inferiore); V. Vulcaniti: (a) Pliocene, (b) Pleistocene.

Figura 3.2: Carta strutturale della Sicilia.

Nelle varie epoche geologiche, le numerose fasi tettoniche hanno modificato gli originari rapporti fra i vari settori geologici prima descritti. L'orogenesi del Miocene-Pliocene inferiore ha dato luogo a strutture di ricoprimento con movimenti traslativi e plicativi che hanno formato, nel settore di Catena, diverse unità stratigrafico-strutturali sovrascorse le une sulle altre. La morfologia del paesaggio, infine, è il risultato della neotettonica e del sollevamento a questa associato che provoca innalzamenti di oltre 1.000 metri di quota ed un conseguente approfondimento delle valli fluviali.

Nella Tavola 1, allegata alla presente relazione, è rappresentato lo schema litologico della Regione, tratto dalla Carta litologica dello Schema di Piano dei Materiali di cava e dei Materiali lapidei di pregio, redatta dal R.T.I. GEO – CEPA, e gentilmente fornita, in formato digitale, dall'Assessorato Agricoltura e Foreste, Dipartimento Interventi Strutturali, Servizio 9, U.O. n.49.

3.3 Geomorfologia

Lo studio delle dinamiche geomorfologiche di un territorio si rivolge alla identificazione delle forme del rilievo terrestre e dei processi che le hanno generate. Tali dinamiche, che sono dovute alla interazione tra i fattori climatici, morfologici e geologici, fanno sì che il paesaggio sia soggetto ad un continuo processo di modellamento.

A tali fattori se ne aggiunge un altro, determinante per l'assetto geomorfologico, che è quello antropico: la valutazione sulle condizioni di stabilità dei versanti naturali condiziona in maniera fondamentale la scelta degli indirizzi di sviluppo a livello urbano e regionale, in quanto trova implicazioni dirette in ogni tipo di attività.

La Sicilia ha una struttura geologica giovane e molto eterogenea; tali aspetti influiscono notevolmente sull'entità dei processi erosivi e quindi sulla frequenza e dimensione degli eventi di instabilità dei versanti.

Varie analisi e studi a scala regionale hanno sempre evidenziato come più del 50% del territorio presenta un alto grado di propensione al dissesto geomorfologico, sottolineando anche che importanti e numerose sono le concause antropiche capaci di accelerare i processi di formazione dell'instabilità e quindi il succedersi di eventi franosi.

Sulla base delle attuali conoscenze delle dinamiche geomorfologiche in Sicilia, analizzate nelle pubblicazioni scientifiche o riconoscibili negli studi geologici degli strumenti urbanistici e dalle informazioni derivanti da tutte le altre fonti consultate durante gli studi del P.A.I., si sono potute identificare le problematiche e le criticità che influenzano i maggiori fenomeni di dissesto. Nella Tabella 3.3 sono evidenziati i principali temi geomorfologici a carattere regionale.

La schematizzazione rappresenta un tentativo di approccio sistemico, di tipo qualitativo, ai problemi geomorfologici della Sicilia. Certamente non include tutte le specificità riscontrate, ma rappresenta un punto di partenza, aperto ad ogni ulteriore nuova inclusione, che permetterà di gestire opportunamente le fasi di necessario approfondimento. Su tali aspetti si rinvia alle relazioni di accompagnamento ai singoli Piani stralcio delle aree esaminate.

La metodologia utilizzata per l'individuazione del rischio geomorfologico, descritta ampiamente nel capitolo 5, si pone tra gli obiettivi principali quello di costruire per gradi successivi un modello di lettura della condizione dell'assetto geomorfologico siciliano.

Tra i dati emergenti dall'esperienza svolta nella catalogazione dei dissesti del territorio siciliano (bacini idrografici prioritari), sembra opportuno sottolineare le tematiche più significative affrontate nel dibattito relativo alle scelte del Piano.

Le frane di colamento ed i calanchi che interessano i versanti argillosi della Sicilia centrale e centro-orientale, sono, per numero di eventi, i più frequenti e diffusi sul totale dei dissesti censiti. Hanno caratteristiche comuni tra loro: le dimensioni areali risultano limitate entro i 50 Ha, gli spessori della massa coinvolta non sono superiori ai 5 metri (generalmente entro 1 e 2 metri), variabile è invece la velocità dei movimenti, da lenti o moderatamente veloci per la maggior parte delle colate, a rapide (colate di fango) in corrispondenza di maggiori pendenze ed in presenza di elevato degrado dei suoli (aree calanchive).

Come già accennato, tra le concause primarie di innesco di questi fenomeni, l'uso antropico è sicuramente importante se consideriamo i cambiamenti che nel tempo



l'uomo ha determinato sugli ambienti naturali prima diffusi in queste aree. Le colture cerealicole, che con l'uso delle macchine ormai poco si differenziano da una continua distesa di lisci pendii esposti al calore, ma anche alle piogge, determinano condizioni di incremento della propensione al dissesto. Sono infatti scomparse tutte le possibili misure di mitigazione assicurate in gran parte dalla presenza dell'Uomo (suddivisione dei campi con aree cespugliate, gradonature sottolineate da arbusti e vegetazione spontanea), che il panorama agrario dell'800 garantiva nella sistemazione del territorio e delle acque di ruscellamento.

Un secondo tema di rilevante interesse è la situazione geomorfologica di molti centri urbani minori dell'entroterra o delle zone prospicienti la costa. La posizione morfologica arroccata, di difesa, tipica degli insediamenti medievali, spesso corrisponde a situazioni di spazio limitato per l'urbanizzazione. I centri storici sono infatti circondati da morfologie molto aspre, con pendenze superiori anche al 70%, e quasi sempre soggette ad erosione o a fenomeni gravitativi veri e propri. Se questa condizione si associa allo sviluppo disordinato che quasi tutti i centri urbani hanno avuto negli ultimi 30 anni, si possono immediatamente individuare quelli che sono gli ambiti di maggiore rischio per la vita umana del territorio siciliano.

Tabella 3.3: Temi geomorfologici a carattere regionale.

Fattore	Causa Predisponente	Ambito Coinvolto	Fenomenologie
Clima	Eventi piovosi con intensità superiore ai 30 mm/h nel periodo autunnale e primaverile	Aree con morfologia aspra	Incremento dei processi erosivi e conseguente asportazione degli accumuli derivanti da degradazione fisico-chimica. Trasporto di massa. Erosione concentrata. Scalzamento al piede dei versanti.
	Mutamento in atto delle escursioni climatiche e tendenza alla tropicalizzazione del mediterraneo	Intera regione	Incremento spazio-temporale delle piogge con effetti amplificati delle fenomenologie erosive. Incremento dei processi di desertificazione dei suoli che diventano sempre più esposti all'erosione.
	Variazioni climatiche avvenute durante il quaternario	Intera regione	Fenomenologie cicliche di dissesto a grande e piccola scala con formazione di "gradonature morfotemporali" del territorio, la cui individuazione permetterà di migliorare la conoscenza sulle tendenze geomorfologiche evolutive.
Morfologia	Pendenze	Territorio con pendenze superiori al 50%	Fattore principale della propensione al dissesto da correlarsi alle caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti.
Geologia	Litotipi argillosi	Gran parte delle zone interne dell'isola	Instabilità dei pendii, propensione all'erosione di fondo, processi calanchivi.
	Struttura tettonica	Affioramenti della catena Appenninico-Maghrebide	Dislocazione di ammassi rocciosi carbonatici con formazione di fronti rocciosi subverticali soggetti a crolli.
	Sequenze fliscioidi tettonizzate	Affioramenti della Catena Appenninico-Maghrebide	Forti contrasti del comportamento fisico delle rocce in aree anche molto ristrette, combinazione di più fenomenologie di dissesto, determinazione di morfologie predisponenti all'erosione.
	Sequenze epimetamorfiche e relative coperture	Affioramenti della catena calabro-peloritana	Forti contrasti del comportamento fisico delle rocce in aree anche molto ristrette, combinazione di più fenomenologie di dissesto, determinazione di morfologie predisponenti all'erosione e dislocazione di ammassi rocciosi.
	Fronti di sovrascorrimento	Affioramenti della Catena Appenninico-Maghrebide	Forti contrasti litologici e di permeabilità delle rocce predisponenti al dissesto dei versanti interessati dal contatto tettonico.
	Presenza di accumuli detritici quaternari con stabilità latente	Fasce pedemontane	Vulnerabilità elevata alle modifiche morfologiche per usi antropici.
Uso del suolo	Colture cerealicole	Gran parte delle zone interne dell'isola	Aggravamento dei processi di erosione idrica nei terreni arati per lunghi periodi dell'anno.
	Pratiche agricole a rittochino	Aree a coltivazione estensiva con pendenze >20%	Innesco di processi erosivi del suolo per rivoli.
	Disboscamenti e incendi	Aree di macchia e di bosco naturale ed artificiale	Accelerazione di tutti i processi geomorfologici.
	Urbanizzazione incontrollata	Centri abitati ubicati in situazioni morfologicamente confinate	Innesco di processi erosivi e conseguente instabilità dei pendii, possibile riattivazione di fenomeni naturalmente stabilizzati.
	Viabilità e infrastrutture di servizio a sviluppo lineare	Aree con propensione al dissesto alta o elevata	Incremento dei dissesti per le modifiche del reticolo idrografico minore, effetti indotti dall'intersecazione di pendii instabili.

3.3.1 Caratteristiche morfologiche delle coste siciliane

Le coste siciliane si sviluppano per una lunghezza di circa 1650 km e presentano una grande variabilità di caratteristiche fisiografiche, ambientali, infrastrutturali e meteomarine.

Il **versante settentrionale, tirrenico**, possiede una morfologia costiera caratterizzata da coste basse sabbiose, da Messina fino a Capo Milazzo, che diventano ghiaiose e ciottolose al limite con la provincia di Palermo. Le spiagge sono intervallate da importanti promontori: Capo Milazzo, Capo Calavà, Capo D'Orlando, Capo Cefalù, Capo Zafferano. Lungo la costa tirrenica sfociano numerose "fiumare" con portate notevoli e impetuose durante il periodo invernale e asciutte nel periodo estivo: la Fiumara di Naso, il Torrente Zappulla, la Fiumara di Pollina, ecc.

Il **versante orientale, ionico**, presenta coste basse e ciottolose a nord fino al Catanese, inframmezzate da promontori quali Capo Scaletta, Capo S. Alessio e Capo Taormina a nord, Capo S. Croce, Capo M. di Porco e Capo Passero a sud. A sud di Catania la costa diventa bassa e sabbiosa in corrispondenza della lunga spiaggia alla foce del Fiume Simeto, mentre, scendendo ancora verso il Siracusano, la costa si fa alta, con falesie rocciose, promontori e insenature naturali alternate a spiagge sabbiose.

Il **versante meridionale, mediterraneo**, è caratterizzato da coste basse a sabbie fini con lunghe spiagge interrotte da alcuni promontori rocciosi: Punta Braccetto, Punta Bianca, Capo Rossello, Capo San Marco e Capo Granitola. Verso ovest la costa diventa più frastagliata con tratti di scogliera alternati a spiagge sabbiose allo sbocco di importanti fiumi, quali il Platani ed il Belice. Il tratto di costa occidentale da Mazara del Vallo a Trapani è caratterizzato da una morfologia bassa sabbiosa con tratti interessati da stagni, saline costiere e zone di laguna.

I versanti orientale e meridionale sono caratterizzati da importanti corsi d'acqua con regimi perenni (anche se talvolta con scarse portate) e con bacini idrografici più estesi: Simeto, Salso, Platani e Belice.

Per ciò che riguarda il regime dei venti, le caratteristiche del moto ondoso e delle correnti, è opportuno distinguere tra versante tirrenico, fortemente esposto all'azione del moto ondoso e dominato dalla frequenza del vento e mare di Maestrale, con trasporto litoraneo elevato prevalentemente da Ovest verso Est, e versante ionico caratterizzato dalla frequenza di vento e mare di Grecale e Scirocco, ma con una conformazione e orientamento tale da renderlo moderatamente esposto alle mareggiate di Grecale, meno frequenti rispetto a quelle di Maestrale, e con un trasporto litoraneo costiero prevalentemente da sud verso nord.

L'erosione costiera

L'erosione costiera è il risultato di un complesso di processi naturali e/o di origine antropica che determinano una maggiore rimozione del materiale rispetto alla sua deposizione: lo smantellamento della costa, da parte del mare, è infatti un fenomeno naturale compensato dagli apporti fluviali che vengono distribuiti lungo il litorale da onde e correnti. È l'alterazione di tale stato d'equilibrio naturale che determina l'erosione.

I fenomeni erosivi sono più accentuati sui litorali maggiormente esposti a forti correnti o a perturbazioni e caratterizzati da depositi di spiaggia fini e non consolidati, da scarsi apporti sedimentari e da acque profonde vicino riva.

L'azione antropica - eccessivi prelievi di materiale dagli alvei dei fiumi o dagli arenili, con la costruzione di strutture lungo le aste fluviali o nei litorali che intercettano il trasporto di sedimenti (opere di ritenuta, pennelli, moli, ecc.) - determina, generalmente, un peggioramento di tali situazioni.

Anche lo sfruttamento o l'eliminazione delle dune costiere contribuisce all'aggravarsi dell'erosione, poiché viene a mancare una naturale riserva di sedimenti utile alla spiaggia nei periodi di maggiore aggressione da parte del mare.

Nei processi erosivi entrano in gioco fattori naturali o di origine antropica.

Tra i **fattori naturali** si ricordano:

- l'apporto detritico strettamente legato alla morfologia e litologia dei bacini e all'evoluzione fluviale;
- le variazioni del livello del mare (eustatismo, subsidenza);
- i caratteri meteo-climatici (regime termobarico, pluviometrico, anemometrico);
- i caratteri fisico-oceanografici (venti, correnti e moto ondoso);
- la morfologia costiera legata alla tipologia, all'articolazione della linea di costa, al profilo batimetrico e alla granulometria.

Tra i **fattori antropici** si ricordano:

- l'asportazione di inerti fluviali, che contribuisce alla diminuzione di apporti solidi alle spiagge;
- l'irrigidimento del sistema idrografico, causato dalla realizzazione, negli ultimi anni, di opere di ingegneria idraulica nei bacini idrografici e lungo le aste fluviali;
- l'occupazione della spiaggia con strutture improprie (la popolazione residente nei comuni costieri è aumentata negli ultimi decenni in maniera considerevole). L'antropizzazione della fascia costiera si è realizzata secondo schemi ben determinati, a partire dal cordone dunale più interno verso la linea di costa, accompagnata dal prelievo di inerti dalla spiaggia per la costruzione di case e infrastrutture e con la distruzione della vegetazione della fascia dunale. Anche la realizzazione di opere di difesa può determinare fenomeni di erosione costiera: l'effetto immediato è l'interruzione del flusso litoraneo dei materiali, con forti dissimmetrie morfologiche ai lati delle strutture aggettanti in mare, con fenomeni di accrescimento nella zona sopraflutto e falcate d'erosione sottoflutto;
- la distruzione dei sistemi dunali: la continuità dei sistemi dunali rappresenta la condizione per una difesa efficace contro l'ingressione marina e la salvaguardia della spiaggia. Con la scomparsa delle dune viene a mancare il serbatoio di alimentazione naturale della spiaggia, capace di accumulare la sabbia nei periodi di naturale ripascimento e compensare le perdite di sedimenti nei periodi di erosione;

- l'inadeguata gestione della fascia costiera che, essendo ripartita amministrativamente fra più soggetti (Comuni, Province, Regione, ecc..) risulta spesso irrispettosa dei confini morfodinamici.

Le unità fisiografiche costiere

Per poter effettuare una corretta individuazione delle aree soggette al fenomeno dell'erosione costiera, si è suddivisa l'intera costa siciliana in unità ben definite, per ognuna delle quali è stata effettuata un'analisi dello stato morfologico di fatto e, successivamente, la perimetrazione delle zone a rischio erosione.

L'Unità fisiografica costiera, intesa come “cella di sedimenti”, risulta essere quel tratto di costa ove il movimento di sedimenti può considerarsi limitato alla cella stessa e non esistono scambi significativi con altre celle adiacenti.

Essa può sottendere uno o più corsi d'acqua e rappresenta il tratto minimo di litorale su cui occorre estendere lo studio della dinamica dei sedimenti, l'area di riferimento per una valutazione sul bilancio dei sedimenti e per verificare l'influenza degli interventi in essa attuati o da attuare.

I confini delle unità costiere coincidono generalmente con promontori pronunciati o con grandi estuari.

Le coste della Sicilia sono state suddivise, in maniera generale, in 21 Unità fisiografiche costiere, basandosi su fotografie aeree, su dati geologici e geomorfologici e sulla batimetria. I confini delle celle non sono, ovviamente, definitivi ed essendo basati su informazioni esistenti, estrapolate da studi effettuati su larga scala, potranno essere modificati ed aggiornati qualora si rendessero disponibili ulteriori dati.

E' da sottolineare che ogni intervento realizzato all'interno di una unità fisiografica costiera può influenzare altre parti della stessa; pertanto, quando ci si appresta a compiere progetti in aree costiere, siano essi di protezione/ripascimento che di difesa o altro, è necessario compiere studi dettagliati per stabilire il grado di influenza che un'opera o un insieme di opere può avere in altre porzioni dell'unità costiera.

Estensione delle aree critiche (a rischio erosione)

È stato possibile individuare, per ogni unità fisiografica, l'ubicazione e l'estensione delle zone a diversa criticità relativamente all'erosione. Tali zone sono state identificate sulla base di:

- segnalazioni pervenute al Servizio 5 Demanio Marittimo dell'A.R.T.A., da parte di Capitanerie di Porto e altri Enti pubblici e privati, riguardanti danni da mareggiata e varie tipologie di dissesti lungo la fascia costiera;
- raffronto tra cartografia e ortofoto di epoche diverse;
- sopralluoghi;
- comparazione dei dati sopraelencati con quelli relativi agli studi pubblicati dal CNR-M.U.R.S.T. Progetto Finalizzato “Conservazione del Suolo” Sottoprogetto “Dinamica dei Litorali-Atlante delle Spiagge Italiane”- Roma 1999 e allo “Studio di Fattibilità per l'Individuazione di un servizio integrato di interventi per la protezione delle coste, la difesa dei litorali dall'erosione ed il ripristino del trasporto solido fluviale litoraneo nel territorio della Regione

Sicilia” a cura dell’Associazione Temporanea di Imprese S.G.I. s.p.a. Capogruppo TEASS s.r.l. DHI, redatto per conto dell’Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana nel 2002.

L’unità costiera 5 (dal Porto di Catania a Punta Castelluzzo) costituisce un’eccezione poiché, in essa, esistono condizioni di apparente equilibrio morfologico. La percentuale di area in erosione, rispetto alla lunghezza della costa, in ogni singola unità si aggira tra le poche unità percentuali ed il 50% in alcune aree in cui le condizioni di urbanizzazione della fascia costiera, associate alle trasformazioni morfologiche del litorale, costituiscono condizioni di estesa criticità. Su 1650 km di coste siciliane, circa il 30% versa in condizioni di criticità erosiva.

Qui di seguito si riporta una descrizione specifica di ogni unità fisiografica nei suoi caratteri generali e l’esame specifico delle problematiche relative alle zone critiche.

1. Unità Fisiografica Costiera di Capo Milazzo – Capo Peloro

Questa unità costiera è caratterizzata principalmente da spiagge sabbiose e ciottolose, a debole pendenza e con elevata vulnerabilità all’erosione, determinata soprattutto dalla massiccia presenza, lungo costa, di insediamenti urbani ed industriali.

Le aree critiche individuate all’interno di questa unità ricadono vicino alla zona industriale di Milazzo e lungo alcune zone urbanizzate più ad est: tratti in forte erosione nella fascia costiera di Spadafora e Villafranca Tirrena, e da Rodia–S. Saba ad Acqualadroni.

Le cause dei fenomeni erosivi sono da ricercare nella diminuzione degli apporti solidi dei corsi d’acqua per la realizzazione di opere lungo l’asta, nell’esistenza di vari interventi estemporanei ed eccezionali, eseguiti lungo il litorale tra Rodia e S. Saba, che hanno determinato un’alterazione del trasporto solido costiero e una variazione nell’andamento della linea di costa.

In generale, l’area di Capo Peloro non è considerata a rischio in quanto dai dati esistenti, non risultano segni di erosione.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 1° e 4° quadrante.

2. Unità Fisiografica Costiera di Capo Peloro – Capo Scaletta

Questa unità costiera è caratterizzata principalmente da coste basse sabbiose a debole pendenza, interessata da forti correnti ed elevato grado di urbanizzazione lungo la costa.

Esistono condizioni di forte arretramento tra Mili Marina e Ponte S. Stefano, zona individuata come critica a causa, probabilmente, di una forte riduzione del trasporto solido dei corsi d’acqua che sfociano lungo il litorale e che risultano interessati dalla presenza di opere di sbarramento prossime alla foce, all’eliminazione delle dune e della loro vegetazione spontanea, a causa della realizzazione della S.S. 114.

Inoltre, la realizzazione di muri a parete verticale antistanti le spiagge hanno favorito fenomeni di riflessione del moto ondoso durante le forti mareggiate, con la migrazione dei sedimenti verso fondali profondi.

La zona risulta moderatamente esposta ai venti ed al moto ondoso del 1° e 2° quadrante.

3. *Unità Fisiografica Costiera di Capo Scaletta – Capo Schisò (Giardini)*

Questa unità costiera è caratterizzata principalmente da coste basse sabbiose e ciottolose, con spiagge lunghe e strette rifornite di sedimenti da parte dei corsi d'acqua a carattere stagionale.

Questa area risulta fortemente urbanizzata, con edifici molto vicini alla linea di costa, e interessata da strutture di tipo turistico.

Si individuano alcune zone critiche nei comuni di Marina d'Italia, Alì Marina, S. Teresa di Riva, S. Alessio Siculo, Forza d'Agrò, Letojanni e la zona nord di Capo S. Andrea.

L'arretramento in atto in alcune spiagge di questa unità potrebbe essere causato dalla diminuzione degli apporti solidi dei torrenti per la presenza di opere di sbarramento lungo le aste.

La presenza del molo foraneo nella zona a Sud della baia di Giardini Naxos, ha determinato un accumulo ed avanzamento di spiaggia a discapito della zona centrale.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 1° e 2° quadrante.

4. *Unità Fisiografica Costiera di Capo Schisò (Giardini)- Porto di Catania*

Questa unità costiera è caratterizzata nella parte settentrionale da una lunga spiaggia ciottolosa che si estende fino a Riposto. Verso sud la costa si presenta alta e rocciosa e alcuni tratti di essa possiedono un'alta erodibilità.

Le aree critiche individuate ricadono nelle zone di Fiumefreddo, Torre Archirafi, Pozzillo, Stazzo, S. Tecla e Capo Molini.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 1° e 2° quadrante.

5. *Unità Fisiografica Costiera di Porto di Catania – Punta Castelluzzo*

Questa unità costiera è caratterizzata da una lunga ed ampia spiaggia sabbiosa alimentata principalmente dal Fiume Simeto. La spiaggia risulta stabile e non mostra segni di erosione. In quest'area, pertanto, non sono presenti zone critiche. Va posta, tuttavia, l'attenzione su alcuni interventi presenti lungo l'asta del Fiume Simeto, quali strutture di ritenzione delle acque che potrebbero intrappolare sedimenti e ridurre quindi l'alimentazione alla spiaggia determinando un deficit nel bilancio solido.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 1° e 2° quadrante.

6. *Unità Fisiografica Costiera di Punta Castelluzzo – Isola delle Correnti*

Questa unità costiera è caratterizzata da una morfologia piuttosto variabile, con alternanza di coste rocciose frastagliate e coste basse sabbiose all'interno di insenature naturali.

La presenza di numerosi insediamenti urbani o industriali rende questa zona costiera vulnerabile laddove l'erosibilità risulta elevata.

Alcune aree critiche sono state individuate lungo il litorale di Marina di Melilli, a sud di Capo Murro di Porco, nella zona di Fontane Bianche, nel Comune di Avola e di Noto.

Le problematiche presenti in tale unità costiera consistono in localizzati fenomeni di erosione selettiva ai costoni rocciosi con distacco di massi, in fenomeni più accentuati di scalzamento al piede di falesie soprattutto nella zona a sud di Siracusa che va dal Porto Grande alla Penisola della Maddalena e in Contrada Falconara a Noto Marina.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 1° e 2° quadrante.

7. Unità Fisiografica Costiera di Isola delle Correnti – Punta Braccetto

Questa unità costiera è caratterizzata da coste basse sabbiose soggette ad arretramento a causa della forte esposizione al moto ondoso e alla presenza di insediamenti urbani e agricoli che hanno occupato gli spazi degli antichi cordoni dunali, un tempo presenti lungo la costa.

Le zone critiche vanno da Punta delle Formiche a Punta Castellazzo, lungo la spiaggia di S. Maria del Focallo, Punta del Corvo e Punta Braccetto e i problemi si estrinsecano nella riduzione dell'ampiezza delle spiagge e nella distruzione della fascia dunale retrostante, che rappresenta la naturale riserva di sedimenti nei periodi di aggressione della costa da parte del mare.

In generale, diversi tratti del litorale mediterraneo sono stati soggetti ad intensa erosione per una serie di opere e manufatti costruiti lungo la fascia costiera e all'interno di bacini idrografici.

La distruzione dei cordoni dunali, il prelievo di materiali inerti dagli alvei e dagli arenili hanno fatto sì che la zona dei frangenti si avvicinasse sempre più alla terraferma incrementando la capacità erosiva, anche grazie alla frequenza e dominanza di forti venti provenienti dal 2° e 3° quadrante e delle conseguenti forti mareggiate.

La presenza di sabbie fini e formazioni rocciose tenere favorisce una maggior erosibilità da parte del moto ondoso, cosicché i promontori naturali risultano in genere in condizione di accettabile equilibrio geomorfologico.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 2° e 3° quadrante.

8. Unità Fisiografica Costiera di Punta Braccetto - Licata

Questa unità costiera è caratterizzata da coste basse sabbiose soggette ad arretramento a causa della forte esposizione al moto ondoso e alla presenza di insediamenti urbani e agricoli, che hanno occupato gli spazi degli antichi cordoni dunali, un tempo presenti lungo la costa.

Morfologicamente, la grande piana di Gela termina verso costa con lunghe spiagge sabbiose che si alternano a promontori di roccia tenera facilmente erodibili.

L'intero litorale è da considerarsi vulnerabile all'erosione e in alcune zone vi è una seria minaccia alle infrastrutture presenti.

A causa della distruzione degli antichi cordoni dunali presenti nella zona, per la realizzazione di insediamenti agricoli e industriali, le spiagge risultano in forte arretramento.

Le aree critiche vanno da Punta di Zafaglione a Gela, da Gela a Punta delle Duerocche con fenomeni franosi sui costoni rocciosi e danni alle infrastrutture.

Fenomeni erosivi sono pure segnalati a Scoglitti (Forgia di Cammarana).

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 2° e 3° quadrante.

9. Unità Fisiografica Costiera di Licata – Punta Bianca

Questa unità costiera è caratterizzata da coste alte rocciose e da alcune piccole spiagge. Dal punto di vista geomorfologico, la zona presenta rilievi di tipo collinare ed alture che si protendono verso le zone costiere con costoni e falesie rocciose che, per la natura litologica dei terreni affioranti, presentano fenomeni franosi con distacco di massi o intensi processi erosivi con strutture di tipo calanchivo, erosione per rivoli e fossi, scalzamento al piede del versante e conseguenti crolli.

Le spiagge, in alcuni tratti, sono soggette ad arretramento a causa della forte esposizione agli agenti meteomarinari e per la presenza di interventi antropici sulla fascia costiera.

Una zona da considerare critica è il tratto di costa ricadente presso la Rocca di San Nicola, ma processi erosivi e fenomeni di dissesto si riscontrano anche nel territorio di Licata, nella Spiaggia di Pisciotto e a Torre delle Gaffe.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 2° e 3° quadrante.

10. Unità Fisiografica Costiera di Punta Bianca – Capo Rossello

Questa unità costiera è anch'essa caratterizzata da coste alte rocciose e, soprattutto ad ovest, da alcune piccole spiagge.

La zona si presenta collinare con alture che si protendono verso le zone costiere con costoni e falesie rocciose che, per la natura litologica dei terreni affioranti, presentano fenomeni franosi con distacco di massi argillosi, o intensi processi erosivi con strutture di tipo calanchivo, erosione per rivoli e fossi, scalzamento al piede del versante e conseguenti crolli.

Le spiagge, in alcuni tratti, sono soggette ad arretramento a causa della forte esposizione agli agenti meteomarinari e per la presenza di interventi antropici sulla fascia costiera.

Le zone critiche interessano soprattutto le spiagge ad est di San Leone, la Spiaggia del Caos e la zona ad ovest di Porto Empedocle. Fenomeni franosi, con caduta massi, sono presenti in Contrada Scavuzzo nel Comune di Realmonte, a Scala dei Turchi e a Capo Rossello.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 3° quadrante.

11. Unità Fisiografica Costiera di Capo Rossello – Capo San Marco

L'unità costiera comincia ad est con alcuni tratti a costa bassa sabbiosa e prosegue verso ovest con coste alte rocciose per quasi tutto il litorale fino a Capo S. Marco. Anche questa zona si presenta collinare con alture che si protendono verso la costa con falesie e costoni rocciosi che, per la natura litologica dei terreni affioranti, presentano fenomeni franosi con distacco di massi, o intensi processi erosivi con strutture di tipo calanchivo ed erosione per rivoli e fossi.

Vi sono spiagge ad alta valenza turistica, come quella di Eraclea Minoa, in stato di forte erosione ed arretramento.

Fenomeni franosi con distacco di massi dal costone sono riscontrabili in località Monterosso nel Comune di Realmonte, ove si verificano pure fenomeni di erosione al piede del versante con collasso di materiale argilloso sovrastante. In località Pietre Cadute, nel Comune di Siculiana, si riscontrano fenomeni di instabilità al costone argilloso-marnoso con caduta massi sulla spiaggia antistante. Fenomeni franosi interessanti una costa alta sono presenti in località Giardinello, a Borgo Bonsignore, da Torre Verdura a Torre Makauda nel Comune di Sciacca, dove ad ovest del Porto sono in atto problemi erosivi della spiaggia con locali fenomeni di arretramento.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 2° e 3° quadrante.

12. Unità Fisiografica Costiera di Capo San Marco – Capo Granitola

L'unità è caratterizzata, ad est, da una costa rocciosa erodibile e, verso ovest, da tratti a costa bassa sabbiosa.

La zona collinare, ancora presente ad est con falesie e costoni rocciosi verso il mare, proseguendo verso ovest passa a piane costiere che danno luogo a lunghi tratti di spiaggia.

Nella zona ad est di Porto Palo sono presenti i fenomeni di erosione con arretramento della linea di costa dovuti anche alla realizzazione del Porto, a sua volta soggetto a fenomeni di insabbiamento.

Un'altra zona critica soggetta ad arretramento è localizzata tra la Spiaggia di Marinella e Tre Fontane.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 2° e 3° quadrante.

13. Unità Fisiografica Costiera di Capo Granitola – Capo Feto

L'unità costiera è caratterizzata, nella parte est, da una costa rocciosa erodibile e, verso ovest, da tratti a costa bassa sabbiosa.

Le aree critiche sono localizzate principalmente nei dintorni di Mazara del Vallo, ove le spiagge sono soggette ad arretramento anche per la presenza di opere strutturali prossime alla linea di costa.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 2° e 3° quadrante.

14. Unità Fisiografica Costiera n. 14: Capo Feto – Capo San Vito

Questa unità costiera è caratterizzata da una morfologia irregolare con tratti a costa alta rocciosa e tratti a costa bassa sabbiosa. Vi sono anche alcune zone umide e stagni.

Le aree critiche vanno da Punta Parrino, a Marsala, con significativi fenomeni erosivi, a Petrosino, a San Cusumano nel Comune di Erice, da Punta Barone a Punta del Saraceno ove si verificano fenomeni franosi con distacco di massi dal costone e nel Golfo del M. Cofano (Isolidda).

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 3° e 4° quadrante.

15. Unità Fisiografica Costiera di Capo San Vito – Capo Rama

Questa unità costiera è caratterizzata da due grossi promontori rocciosi alle estremità che racchiudono l'ampia baia sabbiosa del Golfo di Castellammare.

Tutta la spiaggia che va da Castellammare del Golfo a Trappeto è considerata critica, soggetta a forte erosione ed arretramento. Anche la spiaggia di San Vito lo Capo presenta problemi di assottigliamento con affioramento di scogli sommersi.

Le zone di Cala Mazzo di Sciacca, Torre Scopello e Cala Bianca, caratterizzate da scogliere, sono invece soggette a movimenti franosi con distacco di massi dalle pareti a strapiombo, per l'elevata fratturazione dei termini litologici presenti e per l'azione delle acque di ruscellamento.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 4° quadrante.

16. Unità Fisiografica Costiera di Capo Rama – Capo Gallo

Questa unità costiera è caratterizzata principalmente da coste alte rocciose e da un'unica spiaggia: la Baia di Carini.

Tale baia si presenta come area critica per l'elevata urbanizzazione della costa.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 4° quadrante.

17. Unità Fisiografica Costiera di Capo Gallo – Capo Mongebino

Questa unità costiera è caratterizzata da alcuni promontori rocciosi che racchiudono piccole baie sabbiose in corrispondenza del Golfo di Mondello e del Golfo di Palermo.

L'area da considerarsi critica è quella ricadente all'interno della Baia di Mondello fino a Punta di Priola.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 4° e 1° quadrante.

18. Unità Fisiografica Costiera di Capo Mongerbino – Cefalù

Questa unità è rappresentata da una lunga baia a coste rocciose, nella parte occidentale, e da coste basse sabbiose e ciottolose, nella parte orientale, fino al promontorio di Cefalù.

Le aree critiche soggette ad erosione sono ubicate nella zona ovest dell'unità in corrispondenza dei Comuni di Santa Flavia, Casteldaccia e Altavilla Milicia, mentre

nella zona est l'erosione è in atto nel litorale che va da Campofelice di Roccella a Lascari con fenomeni di forte arretramento delle spiagge.

L'area circostante Termini Imerese è fortemente influenzata dalla presenza del Porto, che provoca fenomeni erosivi nel litorale ad est.

Le cause dei fenomeni erosivi sono da ricercare nella diminuzione degli apporti solidi, causata dall'imbrigliamento dei torrenti, e nella presenza di ostacoli naturali (capi e promontori) e artificiali (porti e opere di difesa radente) al trasporto solido litoraneo, che trattengono le sabbie. Recentemente, in seguito alla realizzazione di diversi interventi antropici, quali la costruzione di porti e l'imbrigliamento dei corsi d'acqua, il litorale ha subito un progressivo arretramento della costa.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 4° e 1° quadrante.

19. Unità Fisiografica Costiera di Cefalù – Capo d'Orlando

Questa unità costiera è rappresentata da scogliere alte intervallate da spiagge strette ciottolose. La zona rappresenta la porzione costiera del Monti Nebrodi e delle Madonie, con corsi d'acqua di tipo torrentizio ed a carattere stagionale.

Le aree critiche si trovano ad est di Cefalù, ad est di Marina di Caronia, ad Acquedolci, a Sant'Agata di Militello, a San Marco d'Alunzio e a Capo d'Orlando e sono caratterizzate da notevole arretramento delle spiagge.

In generale, per tutta l'unità fisiografica, le cause del fenomeno erosivo del litorale sono da ricercare nella diminuzione degli apporti solidi, causata dall'imbrigliamento dei torrenti, e nella presenza di ostacoli naturali (capi e promontori) e artificiali (porti e opere di difesa radente) al trasporto solido litoraneo che trattengono le sabbie.

Il Porto di Cefalù, posto all'estremità ovest dell'unità fisiografica, arresta il trasporto solido lungo costa ed i sedimenti provenienti da ovest non entrano più nel bilancio sedimentario costiero del litorale tirrenico messinese.

Il tratto di litorale indagato risulta prevalentemente influenzato dagli apporti solidi della Fiumara di Pollina posta sopraflutto; pertanto, l'erosione è collegata alla diminuzione degli apporti solidi del corso d'acqua; da Castel di Tusa alla Fiumara di Tusa l'erosione è causata dall'intensa urbanizzazione della fascia costiera, che risulta più esposta alle mareggiate.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 4° e 1° quadrante.

20. Unità Fisiografica Costiera di Capo d'Orlando – Capo Calavà

Questa unità costiera risulta molto esposta ai venti dominanti e quindi soggetta all'azione di forti mareggiate. E' rappresentata da scogliere alte intervallate da spiagge strette ciottolose. La zona rappresenta la porzione costiera dei Monti Nebrodi, con corsi d'acqua di tipo torrentizio e a carattere stagionale.

Le aree critiche ricadono nei Comuni di Naso, Brolo, Piraino e Gioiosa Marea e sono caratterizzate da significativo e talora forte arretramento delle spiagge.

In generale, per tutta l'unità fisiografica di appartenenza, le cause del fenomeno erosivo del litorale sono da ricercare nella diminuzione degli apporti solidi, causata dall'imbrigliamento dei torrenti, e nella presenza di ostacoli naturali (capi e

promontori) e artificiali (porti e opere di difesa radente) al trasporto solido litoraneo che trattengono le sabbie.

Il Porto di Capo d'Orlando sottrae gli apporti solidi della maggior parte dei fiumi e torrenti (solamente due sfociano sottoflutto al porto).

Il percorso delle sabbie si arresta, poi, dinanzi al Capo Tindari, dove esse vengono intrappolate e accumulate in flèches.

In particolare, il dissesto delle spiagge di Piraino e di Gioiosa Marea è da imputare al diminuito trasporto solido litoraneo impedito da Capo Piraino, dai numerosi prelievi di inerti dai torrenti e recentemente dagli interventi di arginatura ed imbrigliamento dei corsi d'acqua della zona.

Inoltre, tutta una serie di inadeguate opere marittime di difesa ha intercettato quel poco sedimento in transito accentuando il fenomeno erosivo.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 4° e 1° quadrante.

21. Unità Fisiografica Costiera di Capo Calavà – Capo Milazzo

Questa unità costiera è altamente urbanizzata ed è rappresentata da spiagge ghiaiose e ciottolose.

Le aree critiche sono individuate tra San Giorgio e Mongiovi, Tonnarella, Oliveri e Falcone con fenomeni di arretramento della linea di costa, e ancora tra Barcellona e Milazzo.

Gli apporti solidi dei fiumi e torrenti sono notevolmente diminuiti per i numerosi interventi di imbrigliamento e arginature, ciò ha provocato l'abbassamento dei fondali e dei profili di spiaggia e quindi un più facile attacco da parte del moto ondoso e delle mareggiate.

In particolare, il forte evento eccezionale dell'ottobre '96 ha operato il definitivo dissesto sia della spiaggia emersa che dei terrapieni e dei manufatti retrostanti della Frazione S. Giorgio.

Secondariamente, la presenza della scogliera ANAS, con un effetto di riflessione delle onde, ha allontanato verso il largo una parte delle sabbie in transito, impoverendo ancora il bilancio sedimentario lungo costa.

La zona risulta esposta ai venti ed al moto ondoso del 4° e 1° quadrante.

3.3.2 Il Progetto IFFI in Sicilia

Nel 2001 il Servizio Geologico Nazionale (ora APAT) ha avviato un progetto per riunire ed omogeneizzare i dati raccolti su tutto il territorio nazionale, relativamente ai fenomeni franosi. Il Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani) è stato realizzato, in Sicilia, nel corso degli anni 2002-2003, dal Dipartimento di Geologia e Geodesia dell'Università degli Studi di Palermo, per conto dell'Amministrazione Regionale – Assessorato Territorio e Ambiente.

Nell'ambito del progetto IFFI si sono controllate, tramite fotointerpretazione del volo ATA Sicilia 1997 (scala media 1:20.000), cartografate su base I.G.M.I. in scala 1:25.000 ed informatizzate con software Arcview, tutte quelle frane provenienti dall'archivio dei dati catalogati nei seguenti documenti:

- Perimetrazione dei dissesti del Piano Straordinario del 2000;
- Perimetrazione dei dissesti dell'Aggiornamento del Piano Straordinario del 2002 e del 2003;
- Dati relativi al Progetto AVI;
- Dati relativi al Progetto SCAI;
- Informazioni relative a segnalazioni e comunicazioni in possesso della Regione.

In totale si sono inventariate 3.660 frane, suddivise nelle nove province siciliane come riportato nella Figura 3.3.

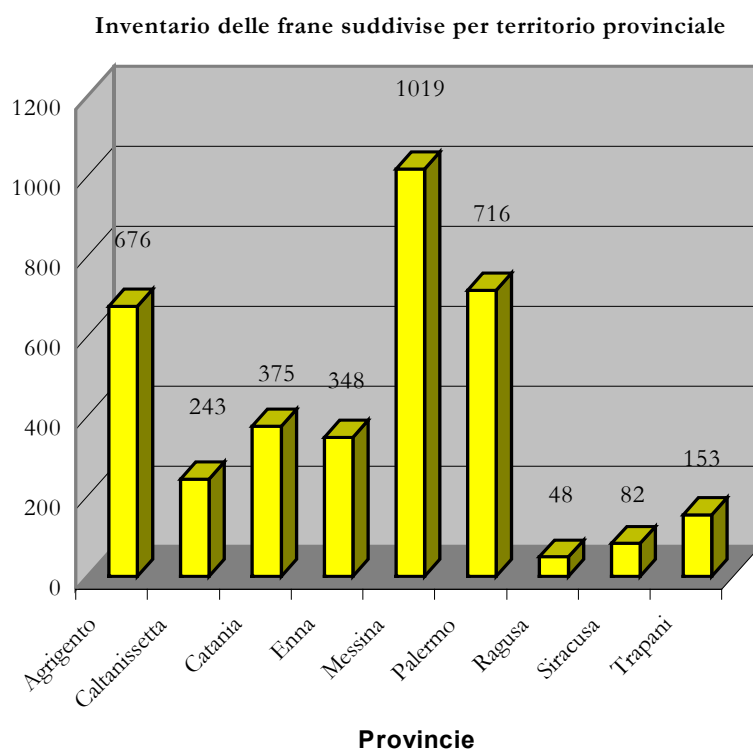


Figura 3.3: Inventario delle frane in Sicilia.

Le frane sono state suddivise in:

- frane puntuali, aventi accumuli di estensione inferiore ad un ettaro;
- frane poligonali i cui accumuli risultano avere estensione superiore ad un ettaro;
- aree soggette a frane diffuse di diversa tipologia (crolli, frane superficiali, Deformazioni Gravitative Profonde di Versante, ecc.).

Per ogni frana è stata redatta una scheda di censimento su base informatica Access. Nella Figura 3.4 vengono riportate le diverse tipologie di frana censite in tutta la Sicilia con i valori riferiti a ciascuna tipologia:

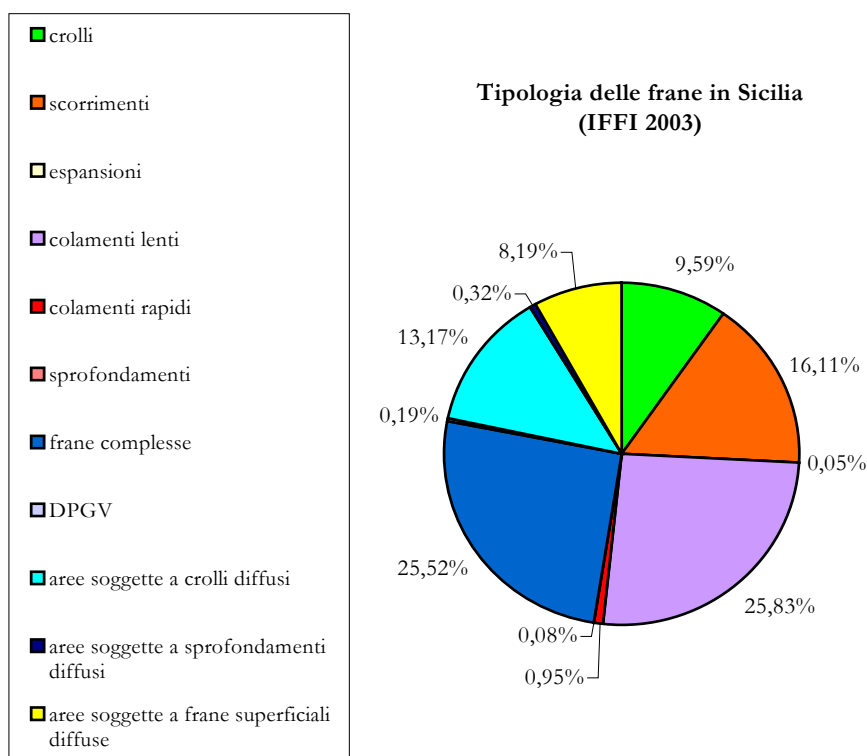


Figura 3.4: Tipologia delle frane in Sicilia.

La Figura 3.5 illustra, in valore percentuale, lo stato di attività delle frane censite con il Progetto IFFI. Tutti i dati fin qui riportati si riferiscono ad informazioni reperite fino al dicembre 2003.

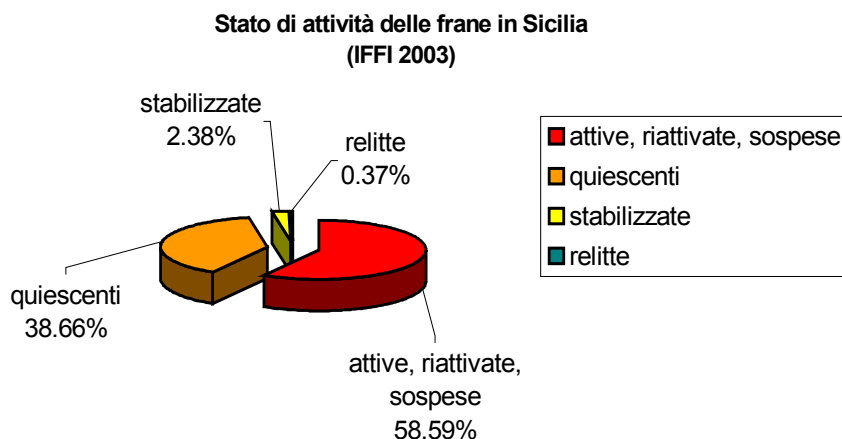


Figura 3.5: Stato di attività delle frane in Sicilia.

3.4 Climatologia

Una indicazione sulle caratteristiche climatiche della regione Sicilia si può ottenere utilizzando i dati pluviometrici e termometrici della capillare rete di stazioni presenti in tutto il territorio siciliano.

Da una prima analisi di tali dati, si ricava che la Sicilia può essere definita come una regione caratterizzata da un clima temperato mediterraneo o, con maggiore precisione, si può parlare di clima temperato caldo con prolungamento della stagione estiva e inverno mite. Le temperature medie invernali sono superiori ai 5 gradi centigradi mentre quelle minime scendono solo raramente al di sotto di 0 gradi. È il caratteristico clima di collina con temperatura media di 16 gradi, in cui il mese più caldo risulta essere Agosto e il più freddo Gennaio. Il mese più soleggiato è Giugno (14,6 ore) mentre il minimo annuo si riscontra a Dicembre (9,4 ore).

In Figura 3.6 si riporta l'andamento medio delle temperature medie mensili relative al periodo 1965-1994, mentre la distribuzione spaziale delle temperature medie annue è riportata in Figura 3.7 (Fonte: Atlante Climatologico Siciliano). La distribuzione spaziale delle temperature medie annue mostra, come è ovvio, una forte correlazione con l'andamento spaziale delle quote.

Dal punto di vista anemometrico, è possibile definire un comportamento medio estivo ed uno invernale (Figura 3.8). Tale comportamento è, ovviamente, differente a seconda delle particolari condizioni geomorfologiche della zona considerata. Nel palermitano, ad esempio, i venti più intensi sono quelli provenienti da NW e da SE durante il periodo estivo mentre, durante l'inverno, i venti più intensi sono quelli provenienti da NW e da SW (Pinna, 1978). Tali venti sono concentrati prevalentemente durante le ore pomeridiane e hanno una velocità compresa tra 15-20 Km/h (nelle giornate meno ventose) e 45-50 Km/h (nelle giornate particolarmente ventose).

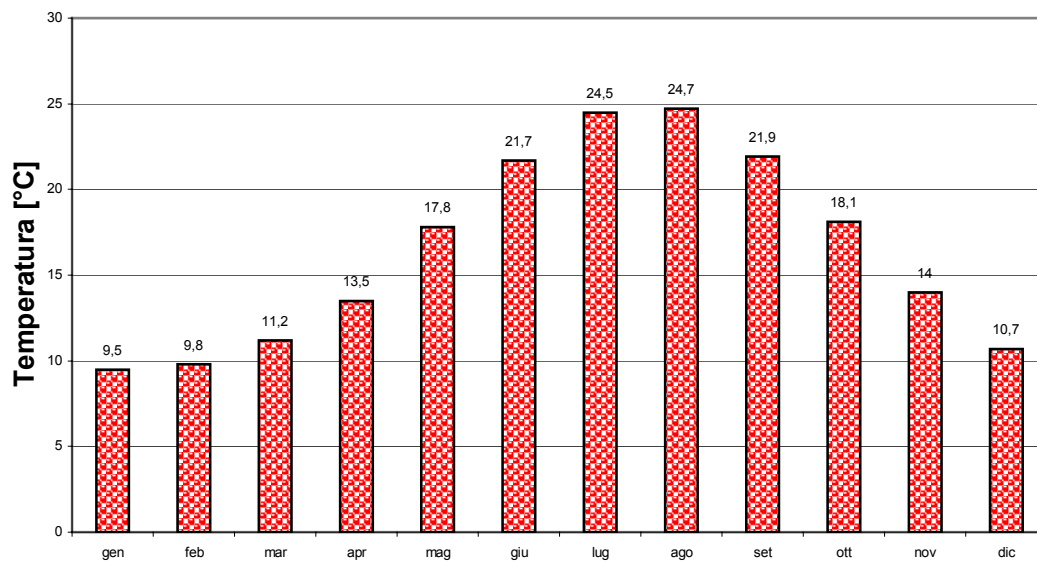


Figura 3.6: Temperature medie mensili (periodo: 1965-1994).

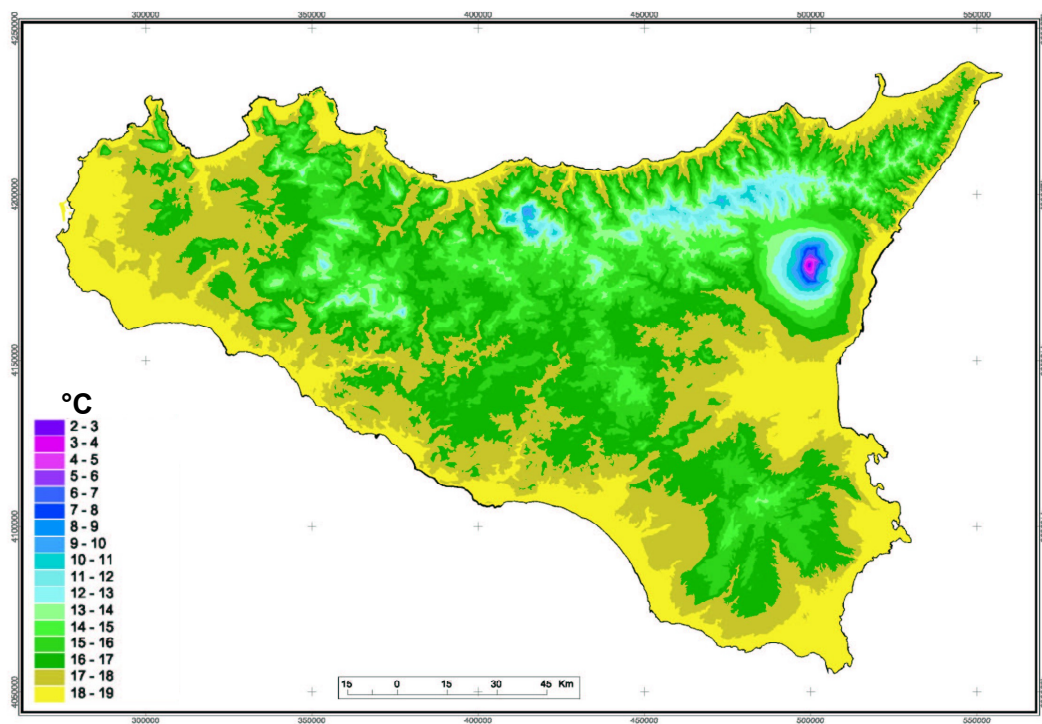


Figura 3.7: Distribuzione delle temperature medie annuali (1965-1994).

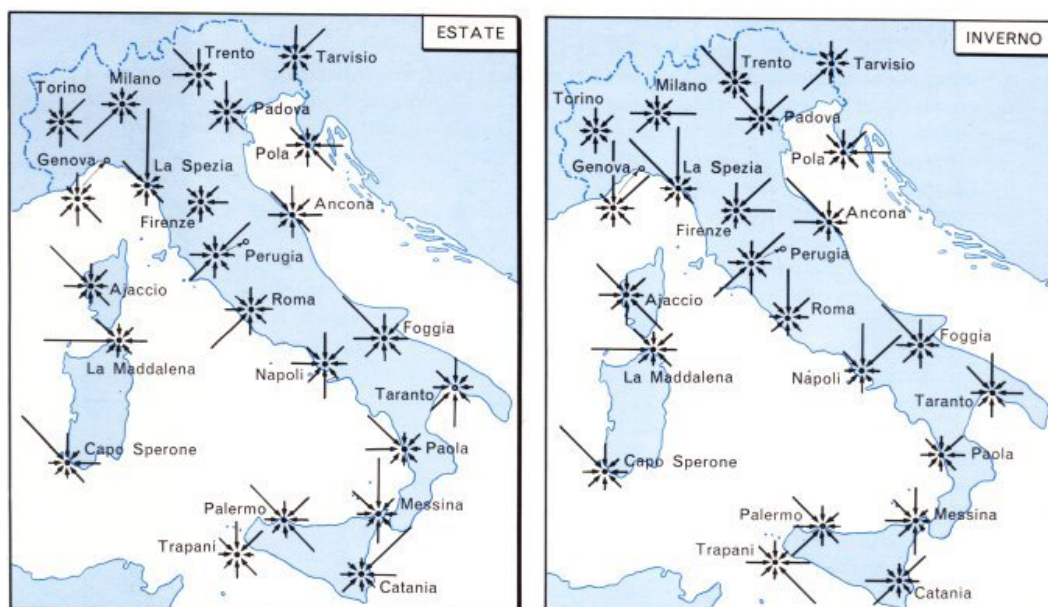


Figura 3.8: Distribuzione di intensità e direzione dei venti in Italia (da *L'atmosfera e il clima*, Pinna M., 1978).

Considerando le condizioni medie dell'intero territorio, la Sicilia, secondo la classificazione macroclimatica di Köppen, può essere definita una regione a clima temperato-umido (di tipo C: media del mese più freddo inferiore a 18°C, ma superiore a -3°C) o, meglio, mesotermico umido sub-tropicale, con estate asciutta, cioè il tipico clima mediterraneo, caratterizzato da una temperatura media del mese più caldo superiore ai 22°C e da un regime delle precipitazioni contraddistinto da una concentrazione delle precipitazioni nel periodo freddo (autunno-invernale).

Tuttavia, questa definizione ha appunto un valore solamente macroclimatico, cioè serve a distinguere, ad esempio, il clima siciliano da quello del Medioriente o dell'Europa centrale.

Se si passa infatti all'analisi di quanto può trovarsi all'interno del clima temperato del tipo C di Köppen, si possono già distinguere diversi sottotipi: clima temperato subtropicale, temperato caldo, temperato sublitoraneo, temperato subcontinentale, temperato fresco, ognuno dei quali è riscontrabile nelle diverse aree del territorio della regione (fonte: Atlante Climatologico Siciliano).

Analizzando in dettaglio i diversi regimi termo-pluviometrici, si nota che la temperatura media annua varia dagli 11°C di Floresta fino ai 20°C di Gela, mentre le precipitazioni totali annue oscillano da un valore medio annuo (mediana) di 385 mm a Gela (CL) fino ai 1192 mm a Zafferana Etnea (CT). Occorre inoltre precisare che tali differenze sono spesso riscontrabili non solo tra zone molto distanti e con altitudine e distanza dal mare profondamente diverse, quali appunto Gela e Zafferana Etnea. Infatti, se confrontiamo quest'ultima località, situata sul versante orientale delle pendici dell'Etna, con un'altra, Bronte, posta invece sul versante occidentale, non molto diversa per altitudine e latitudine, notiamo che le precipitazioni medie annue in quest'ultima sono di appena 548 mm: poco più della metà, rispetto alla precedente località.

Le precipitazioni sono minime in Luglio (con conseguente portata minima dei corsi d'acqua in Agosto) e massime a Dicembre. Si va da 0 mm di pioggia caduta in Luglio agli oltre 76 mm caduti in Dicembre con una media annua di 540 mm, inferiore a quella generale del territorio nazionale pari a 970 mm annui. Con 70 giorni piovosi l'anno, la Sicilia centrale si può considerare una zona a media intensità pluviometrica. L'andamento medio delle precipitazioni medie mensili, calcolate nel periodo 1965-1994, è riportato in Figura 3.9.

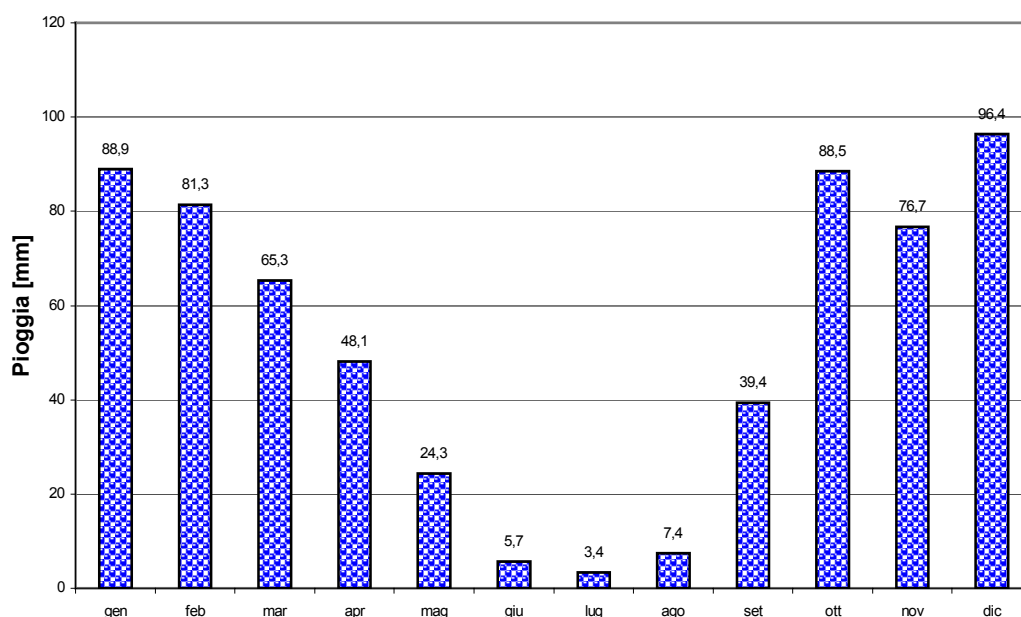


Figura 3.9: Andamento medio delle precipitazioni medie mensili (periodo: 1965-1994).

L'analisi degli afflussi totali annui ragguagliati, mediati su un periodo di 75 anni (1921-1995), mostra come la media degli afflussi è di circa 711 mm, con uno scarto quadratico medio (che esprime la dispersione intorno alla media) di 133 mm. È da sottolineare, quindi, l'estrema variabilità degli afflussi da un anno all'altro (Figura 3.10). Ad esempio, l'afflusso ragguagliato relativo all'anno 1976 era di 1112 mm mentre l'anno successivo era di 391 mm (Fonte: Prof. M. Cannarozzo). L'analisi del grafico di Figura 3.10 mostra, inoltre, come nel periodo 1985-1995 gli afflussi totali annui sono tutti al di sotto del valore medio (711 mm). Sembra, quindi, esistere un trend negativo nella disponibilità della risorsa idrica negli ultimi decenni. Tale trend è confermato anche da recenti studi (Aronica et al., 2002) che hanno dimostrato che, almeno nella zona del Palermitano, esiste una riduzione globale dei totali annui.

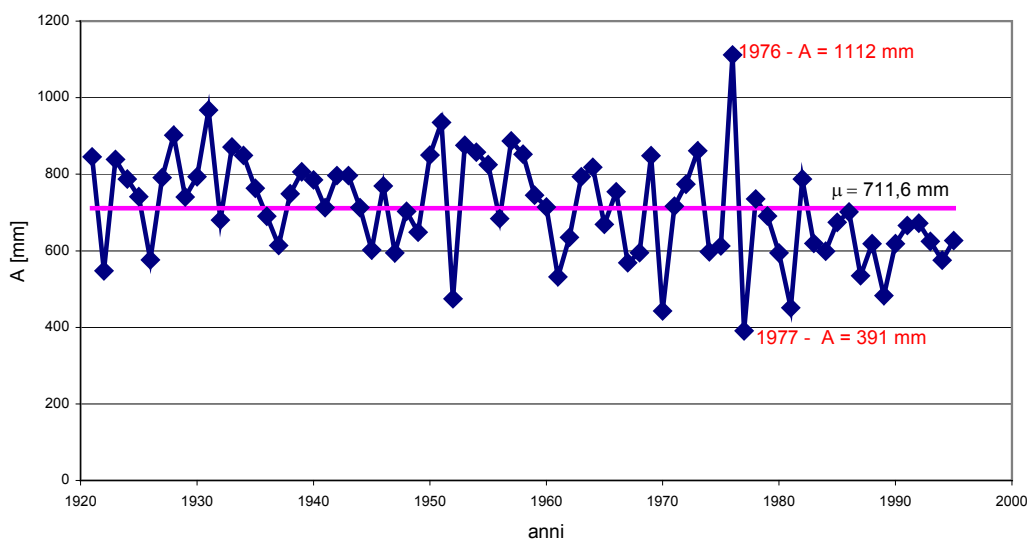


Figura 3.10: Afflussi annui ragguagliati in Sicilia (periodo: 1921-1995).

La distribuzione spaziale della precipitazione annuale media nel periodo 1965-1994 è riportata in Figura 3.11 (fonte: Atlante Climatologico Siciliano). Dall'analisi di tale Figura si evince che le zone più piovose della regione sono quelle nord orientali, quelle dei Nebrodi e delle Madonie. Per contro, le zone centro-meridionali ed estreme occidentali sono caratterizzate da bassi valori di precipitazione media annua.

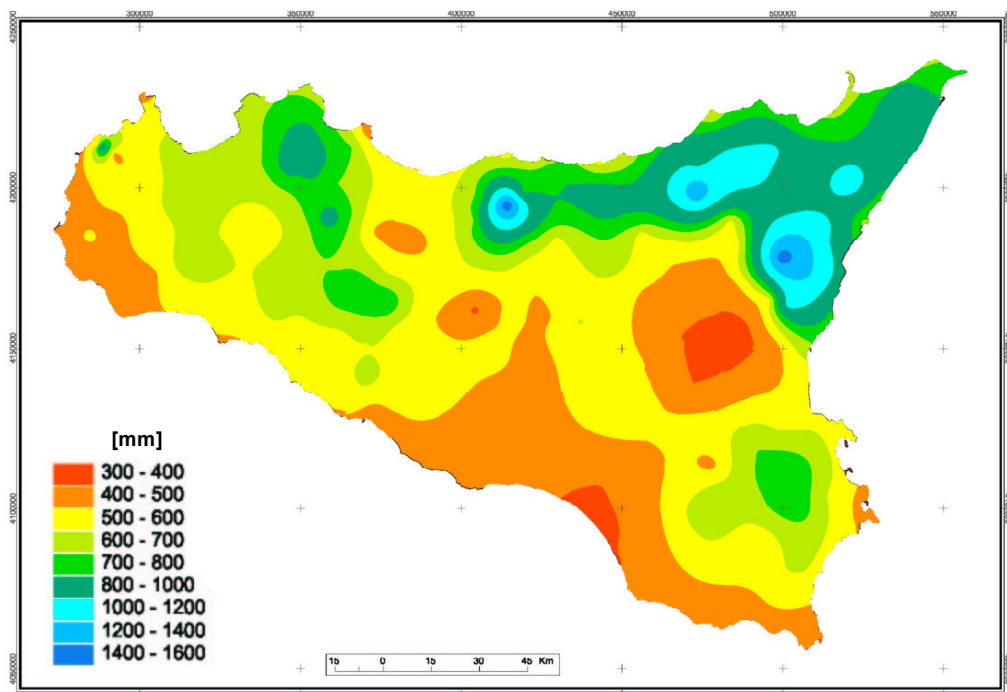


Figura 3.11: Distribuzione spaziale delle precipitazioni medie annuali (periodo: 1965-1994).

La caratterizzazione delle condizioni di siccità, la cui persistenza influisce sul deterioramento delle caratteristiche del terreno, costituisce un aspetto importante della climatologia. Per studiare le condizioni di siccità si costruiscono particolari *Indici di Siccità*. Classicamente per studiare i fenomeni siccitosi si analizza l'andamento dell'evapotraspirazione potenziale secondo il modello di Thornthwaite. In Figura 3.12 è riportato l'andamento medio dell'evapotraspirazione potenziale media mensile (periodo: 1965-1994). La distribuzione spaziale dell'evapotraspirazione potenziale media annua è riportata in Figura 3.13. L'evapotraspirazione potenziale media annua, nel periodo considerato, è di circa 832 mm.

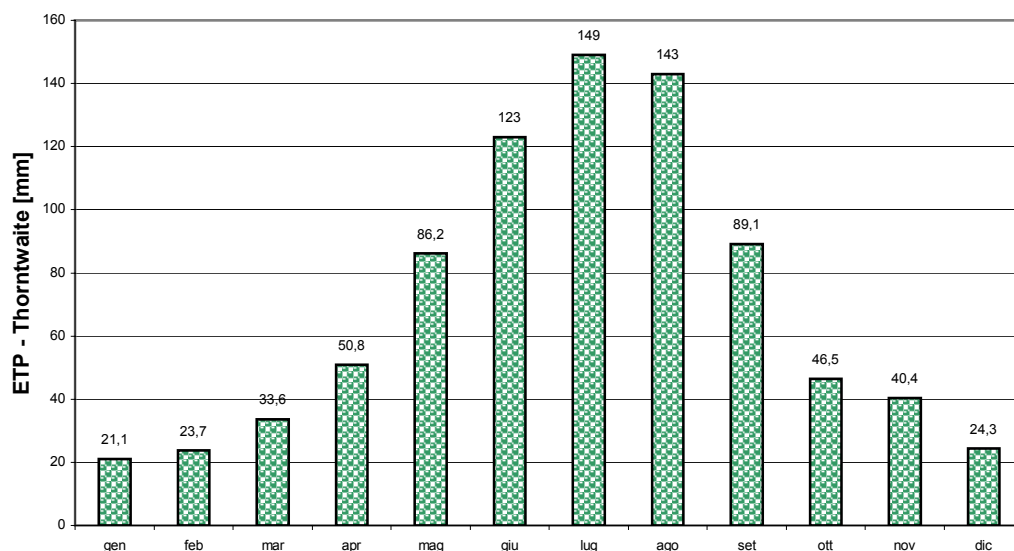


Figura 3.12: Evapotraspirazione potenziale media mensile (periodo: 1965-1994).

Sulla base della distribuzione spaziale dell'evapotraspirazione potenziale media annua e della distribuzione spaziale della precipitazione media annua (Figura 3.11) è possibile calcolare il cosiddetto Humidity Index (HI) secondo la relazione:

$$HI = \frac{P - ET_p}{ET_p} \cdot 100$$

dove: P è la precipitazione media annua ed ET_p è l'evapotraspirazione media annua. L'indice di umidità, così ricavato, è classificato secondo la Tabella 3.4.

Il risultato di questa analisi (Figura 3.14) mostra che circa il 40 % della regione è classificabile come semiarida mentre la restante parte varia tra il Secco e l'Iper umido.

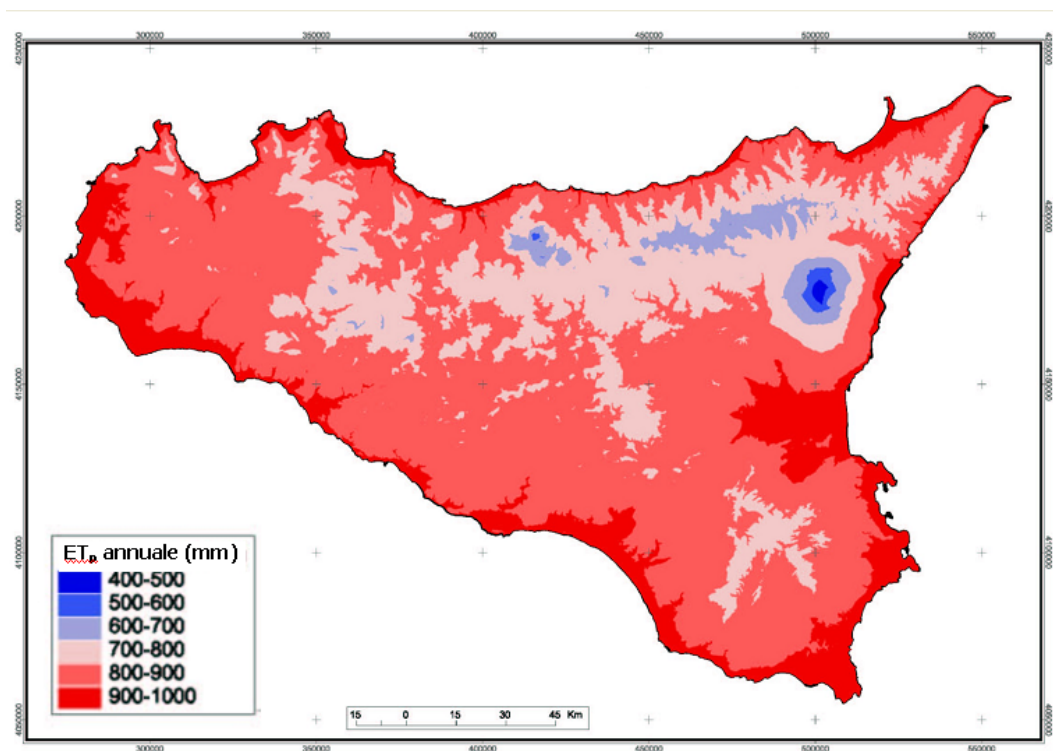


Figura 3.13: Distribuzione spaziale dell'Evapotraspirazione media annuale (periodo: 1965-1994).

Tabella 3.4: Classificazione dell'indice di umidità (Thorntwaite).

Classificazione	Valori Dell'indice Di Umidità
Iperumido	>100
Umido	$100 \div 20$
Subumido - Umido	$20 \div 0$
Secco – Subumido	$0 \div -33$
Semiarido	$-33 \div -67$
Arido	$-67 \div -100$

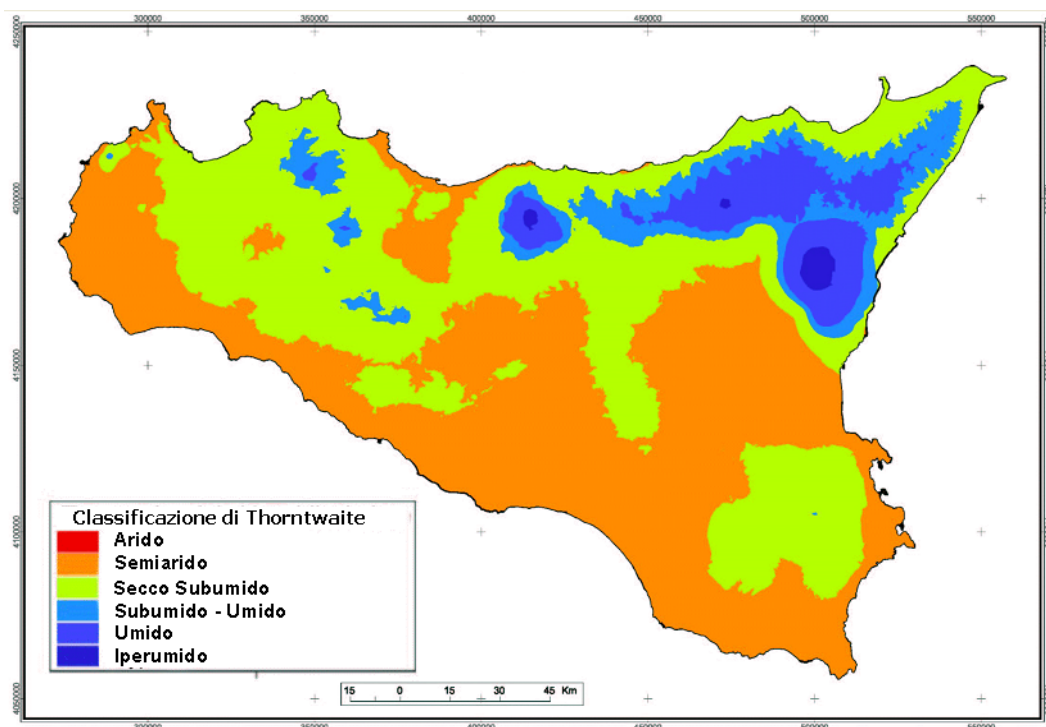


Figura 3.14: Distribuzione spaziale dell'Indice di Umidità globale (periodo: 1965-1994).

Per quanto riguarda l'analisi delle serie di piogge di massima intensità di una certa durata (1, 3, 6, 12, 24 ore), i cambiamenti climatici globali in corso hanno sicuramente una certa influenza sulla frequenza ed intensità di eventi estremi. Tuttavia, in questo caso, non vi sono evidenze statistiche di un trend positivo conclamato. Per contro, il cambiamento dell'uso del suolo in determinate zone e l'estrema urbanizzazione hanno comportato una diminuzione dei tempi di concentrazione che, a parità di evento, comporta un incremento considerevole nella portata di picco.

Per quanto riguarda gli eventi piovosi eccezionali, una analisi svolta da Cannarozzo et al. (1993) mostra che, durante il periodo 1900-1976, sono stati registrati ben 16 eventi alluvionali di grossa entità. Si tratta di alluvioni causate da piogge che hanno interessato per diversi giorni l'intera regione o gran parte di essa, o da piogge estremamente intense che si sono abbattute, per brevissimo tempo, su limitate zone. In quasi tutti i casi gli effetti dell'evento meteorico eccezionale, o per durata o per intensità, è stato amplificato da particolari condizioni morfologiche o da inadeguate opere dell'uomo. Nella seguente Tabella 3.5 sono sintetizzati alcuni dati sui citati eventi.

Tabella 3.5: Eventi alluvionali registrati in Sicilia nel periodo 1900-1976.

Data	Zona Colpita	Vittime
26 ott. 1902	Modica	-
17 nov. 1908	Prov. di: Catania, Siracusa, Messina	10
Novembre 1915	Prov. di Agrigento e Caltanissetta	130
15 nov. 1920	Misilmeri	11
6 ott. 1924	Palermo	-
26 ott. 1925	Palermo	-
27 nov. 1927	Prov. di Catania	-
21, 22, 23 nov. 1931	Intera Regione – Prov. Palermo	12
31 mag. 1939	Intera Regione - Madonie	3
14 sett. 1948	Sicilia Centro orientale	-
15 ott. 1951	Sicilia orientale	23
30 nov. 1959	Bacino del Dittaino	10
2 sett. 1965	Trapani	10
27 sett. 1971	Prov. Caltanissetta e Agrigento	-
31 dic. 1972	Provincia di Messina	15
31 ott. 1976	Prov. Agrigento e Trapani	16

3.5 I bacini idrografici siciliani

Nel Piano Straordinario per l'assetto idrogeologico, approvato con D.A. n. 298/41 del 4/7/00, erano stati individuati nel territorio siciliano n. 57 bacini idrografici principali. Tale suddivisione è stata estrapolata da quella contenuta nel Censimento dei Corpi Idrici – Piano Regionale di Risanamento delle acque, pubblicato dalla Regione Siciliana nel 1986.

Nell'Aggiornamento del Piano Straordinario, approvato con D.A. n. 543 del 22/7/02, erano state individuate le aree territoriali intermedie ai sopraelencati bacini idrografici principali.

In questo paragrafo, vengono elencati i bacini idrografici di tutti i corsi d'acqua aventi sbocco a mare e le aree comprese tra una foce e l'altra, raggruppandoli, dal punto di vista geografico, nei tre versanti siciliani: settentrionale, meridionale ed orientale. Tale suddivisione è stata effettuata sulla base di quella proposta dall'Ufficio Idrografico della Regione Siciliana con nota n. 5686 del 23 Ottobre 2003.

Nella Tavola 3, allegata alla Relazione, è rappresentata la Sicilia suddivisa nei tre distinti versanti, con i relativi bacini idrografici, secondo la numerazione evidenziata nelle tabelle seguenti.

Tabella 3.6 : Bacini idrografici ed aree del versante settentrionale.

VERSANTE SETTENTRIONALE	Numero	Denominazione
	001	Area tra Capo Peloro e T.te Saponara
	002	T.te Saponara
	003	Area tra T.te Saponara e F.ra Niceto
	004	F.ra Niceto
	005	T.te Muto (Gualtieri)
	006	T.te Corriolo(Floripotema), Area tra T.te Corriolo e T.te Muto e Area tra T.te Corriolo e T.te Mela
	007	T.te Mela
	008	T.te Longano, Area tra T.te Longano e T.te Mela e Area tra T.te Longano e T.te Termini
	009	T.te Termini (Rodi) ed Area tra T.te Termini e T.te Mazzarrà
	010	T.te Mazzarrà
	011	T.te Elicona, Area tra T.te Elicona e T.te Mazzarrà e Area tra T.te Elicona e T.te Timeto
	012	T.te Timeto
	013	Area tra T.te Timeto e F.ra di Naso
	014	F.ra di Naso
	015	Area tra F.ra di Naso e F. di Zappulla
	016	F. di Zappulla ed Area tra F. di Zappulla e F. Rosmarino
	017	F. Rosmarino
	018	T.te Inganno e Area tra F. Rosmarino e T.te Inganno
	019	T.te Furiano e Area tra T.te Inganno e T.te Furiano
	020	Area tra T.te Furiano e T.te Caronia
	021	T.te Caronia
	022	Area tra T.te Caronia e T.te di S. Stefano
	023	T.te di S. Stefano ed Area tra T.te di S. Stefano e T.te di Tusa
	024	T.te di Tusa
	025	Area tra T.te di Tusa e F. Pollina
	026	F. Pollina
	027	Area tra F. Pollina e F. Lascari
	028	T.te Piletto (F. Lascari) e Area tra F. Lascari e T.te Roccella
	029	T.te Roccella e Area tra T.te Roccella e F. Imera settentrionale
	030	F. Imera settentrionale
	031	F. Torto ed Area tra F. Imera sett. e F. Torto
	032	Area tra F. Torto e F. San Leonardo
	033	F. San Leonardo
	034	Area tra F. San Leonardo e F. S. Michele e F. S. Michele
	035	F. Milicia
	036	Area tra F. Milicia e F. Eleuterio
	037	F. Eleuterio
	038	Area tra F. Eleuterio e F. Oreto
	039	F. Oreto
	040	Area tra F. Oreto e Punta Raisi
	041	Area tra Punta Raisi e F. Nocella
	042	F. Nocella ed Area tra F. Nocella e F. Jato
	043	F. Jato
	044	Area tra F. Jato e F. San Bartolomeo
	045	F. San Bartolomeo
	046	Area tra F. S. Bartolomeo e Punta di Solanto
	047	Area tra Punta di Solanto e T.te Forgia
	048	T.te Forgia ed Area tra T.te Forgia e F. Lenzi
	049	F. Lenzi
	050	Area tra F. Lenzi e F. Birgi
	051	F. Birgi

Tabella 3.7: Bacini idrografici ed aree del versante meridionale.

VERSANTE MERIDIONALE	Numero	Denominazione
	052	Area tra F. Birgi e F. Mazzarò
	053	F. Mazzarò ed Area tra F. Mazzarò e F. Arena
	054	F. Arena
	055	Area tra F. Arena e F. Modione
	056	F. Modione ed Area tra F. Modione e F. Belice
	057	F. Belice
	058	Area tra F. Belice e F. Carboj
	059	F. Carboj
	060	Area tra F. Carboj e F. Verdura
	061	F. Verdura ed Area tra F. Verdura e F. Magazzolo
	062	F. Magazzolo
	063	F. Platani
	064	Area tra F. Platani e Fosso delle Canne
	065	Fosso delle Canne
	066	Area tra Fosso delle Canne e F. S. Leone
	067	F. S. Leone ed Area tra F. S. Leone e F. Naro
	068	F. Naro
	069	Area tra F. Naro e F. Palma
	070	F. Palma
	071	Area tra F. Palma e F. Imera meridionale
	072	F. Imera meridionale
	073	Area tra F. Imera merid. e T.te Rizzuto
	074	T.te Rizzuto
	075	T.te Comunelli
	076	Area tra T.te Comunelli e F. Gela
	077	F. Gela ed Area tra F. Gela e F. Acate
	078	F. Acate
	079	Area tra F. Acate e F. Ippari
	080	F. Ippari
	081	Area tra F. Ippari e F. Irminio
	082	F. Irminio
	083	Area tra F. Irminio e T.te di Modica (F. Scicli) e T.te di Modica
	084	Area tra T.te di Modica e Capo Passero

Tabella 3.8: Bacini idrografici ed aree del versante orientale.

VERSANTE ORIENTALE	Numero	Denominazione
	085	Area tra Capo Passero e F. Tellaro
	086	F. Tellaro
	087	Area tra F. Tellaro e F. di Noto (Asinaro) e F. di Noto
	088	Area tra F. Noto e F. Cassibile
	089	F. Cassibile
	090	Area tra F. Cassibile e F. Anapo
	091	F. Anapo
	092	Area tra F. Anapo e F. S. Leonardo (Lentini)
	093	F. S. Leonardo (Lentini) – Area tra Lentini e F. Simeto
	094	F. Simeto
	095	Area tra F. Simeto e F. Alcantara
	096	F. Alcantara
	097	Area tra F. Alcantara e Fiumara Agrò
	098	F.ra d'Agrò ed Area tra F.ra d'Agrò e T.te Savoca
	099	T.te Savoca
	100	T.te Pagliara ed Area tra T.te Pagliara e T.te Fiumedinisi
	101	T.te Fiumedinisi
	102	Area tra T.te Fiumedinisi e Capo Peloro

Alle aree ed ai bacini sopraelencati vanno aggiunti anche i territori delle isole minori (Tabella 3.9).

Tabella 3.9: Isole minori.

Numero	Denominazione
103	Eolie (Lipari, Vulcano, Stromboli, Salina, Panarea, Alicudi, Filicudi)
104	Ustica
105	Egadi (Favignana, Marettimo, Levanzo)
106	Pantelleria
107	Pelagie (Lampedusa Linosa)

Considerata la vastità territoriale della Regione e in conformità a quanto stabilito dall'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89 che ha previsto la facoltà di redigere il Piano di bacino per stralci che possono riguardare sottobacini o settori funzionali, l'Assessore al Territorio e Ambiente ha individuato, con D.A. n. 176/S9 del 4/4/02, ai sensi e per gli effetti dell'art. 130 della Legge regionale 3 maggio 2001 n° 6, i bacini idrografici prioritari dai quali iniziare il progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Con D.A. n. 1213 del 27/10/03 sono stati individuati gli altri bacini idrografici, le aree territoriali intermedie e le isole minori sui quali continuare le attività di redazione degli

stralci di P.A.I.. La scelta dei bacini idrografici e delle aree alle quali è data priorità per la redazione dei Piani Stralcio è stabilita sulla base dei seguenti criteri:

- Situazione generale di più elevato rischio idrogeologico, sulla base delle perimetrazioni effettuate dal Piano Straordinario e relativo Aggiornamento;
- Contiguità territoriale con i bacini idrografici prioritari;
- Appartenenza territoriale a tutte le province siciliane.

La redazione del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico della Regione ha avuto inizio, quindi, con lo studio dei bacini idrografici prioritari. Tale attività ha rappresentato il banco di prova per la caratterizzazione di una metodologia operativa che costituisce uno standard sul quale uniformare lo studio degli altri bacini idrografici.

In primo luogo è stata condotta una ricerca approfondita sulle metodologie adottate dalle altre regioni italiane e autorità di bacino. Effettuata una scelta fra le metodologie più condivisibili, perché più adattabili al territorio siciliano e sotto l'aspetto tecnico più valide, nonché meglio rispondenti alle disposizioni normative, si è stabilito un criterio generale che, nel corso dei mesi, ha subito piccoli aggiustamenti e modifiche, a seconda delle realtà territoriali riscontrate.

E' il caso di precisare che la nostra regione, oltre ad essere molto estesa, rappresenta un mosaico geologico piuttosto variegato che, associato ad un clima di tipo mediterraneo, determina una rilevante variabilità nell'evoluzione geomorfologica dei versanti e delle valli fluviali.

Si può senza dubbio affermare che molti bacini idrografici costituiscono un sistema morfologico ed idraulico con caratteristiche proprie, difforme da ogni altro; pertanto, pur volendo applicare la stessa metodologia ad ogni studio di bacino, ogni piano avrà una sua precisa connotazione rispetto agli altri.

Alla definizione delle metodologie operative per lo studio dei bacini idrografici hanno partecipato, oltre ai Dirigenti del Servizio 4 e al personale tecnico, i referenti P.A.I. degli Uffici del Genio Civile e del Dipartimento Foreste e, per la parte idraulica, i ricercatori del Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università degli Studi di Palermo (come da convenzione stipulata il 9/6/03 ed approvata con D.D.G. n. 711 del 16/6/03). Tutti hanno validamente contribuito alla realizzazione del progetto mettendo a disposizione la loro preparazione tecnica e la loro esperienza nell'Amministrazione pubblica e nella libera professione.

Capitolo 4 PROGETTO DEL P.A.I.

4.1 Finalità ed obiettivi

Per individuare quali siano le finalità del Piano per l'Assetto Idrogeologico occorre innanzitutto specificare cosa viene inteso per "Assetto Idrogeologico". In senso letterale con *assetto* si intende una situazione di ordine, contrapposta ad una situazione di disordine che corrisponde al termine *dissesto*. In questo caso, l'ordine equivale all'equilibrio del territorio e delle acque ed è contrapposto al disordine provocato da quell'insieme di fenomeni a cui ci si riferisce solitamente con il termine "dissesto idrogeologico".

In realtà ciò che comunemente viene inteso come dissesto è la manifestazione dell'evoluzione naturale, a volte indotta, dei versanti o del reticolo idraulico. L'evoluzione geomorfologica, ad esempio, avviene in maniera discontinua e non graduale, senza un regolare tasso di incremento o diminuzione in funzione del tempo: processi quiescenti per lunghi periodi si riattivano improvvisamente in seguito a fattori di innesco casuali o almeno percepiti come tali. Ciò che è negativo, tuttavia, non è il fenomeno in sé quanto, piuttosto, l'interazione che tale evoluzione provoca con le attività produttive, con il tessuto urbanistico, con le infrastrutture e, a volte, con la vita stessa delle persone. Un'inondazione, una frana da crollo, l'erosione laterale di un corso d'acqua non costituiscono di per sé un fenomeno naturale da contrastare o modificare ad ogni costo: il fenomeno diventa dissesto quando condiziona sfavorevolmente l'assetto sociale, culturale ed economico del territorio.

L'obiettivo che ci si prefigge con il P.A.I. è, quindi, quello di predisporre una serie di azioni ed interventi finalizzati ad attenuare il dissesto, contenendo l'evoluzione naturale dei fenomeni entro margini tali da poter garantire lo sviluppo della società.

Si tratta dunque di trovare un equilibrio sostenibile tra l'ambiente e le esigenze di sviluppo socio-economico, considerando quella grande quantità di possibili variabili, scelte, valutazioni e difficili mediazioni che tengano conto del fatto che il raggiungimento delle condizioni di compatibilità con l'assetto idrogeologico assume una valenza differente in dipendenza dei beni o delle attività con cui tale assetto va ad interagire.

Il P.A.I. costituisce il punto di partenza per una pianificazione del territorio che sappia dare delle risposte alla crescente richiesta di protezione da parte delle popolazioni. Affinché, tuttavia, vi sia un governo del territorio realmente efficace, è indispensabile un'accettazione e una condivisione culturale da parte di quegli interlocutori che sono portati, invece, a considerare le azioni di salvaguardia soltanto come un'imposizione volta a limitare l'autonomia locale.

Per questo, un aspetto molto importante nell'attività di redazione del P.A.I. è stato il coinvolgimento delle amministrazioni comunali già nella fase iniziale dello studio e, quando possibile, durante i sopralluoghi effettuati nei siti a rischio più elevato.

Altrettanto importante sarà il ruolo dei Comuni nella fase di approvazione del P.A.I. e, successivamente, nella fase di gestione: è l'Ente Locale ad avere sotto controllo il territorio, a potere informare più correttamente e da vicino la popolazione sull'ubicazione e la natura delle aree a rischio identificate dal P.A.I. e a farsi promotore della risoluzione dei problemi legati al rischio idrogeologico, con la programmazione e l'attuazione degli interventi. Le norme di tutela, necessarie per l'attuazione delle politiche del P.A.I., non sono, infatti, immutabili nel tempo: esse possono essere ridimensionate in seguito ad opportuni interventi di mitigazione o eliminazione delle condizioni di pericolosità.

4.2 Le fasi del P.A.I.

Il P.A.I. è uno strumento dinamico suscettibile, nel tempo, di aggiornamenti e modifiche: ciò permetterà di ridurre gli impatti delle attività antropiche sull'assetto del territorio in maniera progressiva, attraverso fasi susseguenti.

La redazione del presente Piano permette di raggiungere un livello di conoscenza del territorio soddisfacente, anche se sicuramente perfezionabile, e costituisce comunque il primo elaborato a scala di bacino dell'intero territorio regionale, omogeneo per quanto riguarda la qualità delle informazioni ivi riportate e la metodologia di realizzazione, che potrà e dovrà essere aggiornato nel caso di nuovi eventi.

Il P.A.I. ha un fine prevalentemente applicativo e prevede l'acquisizione e l'elaborazione di una grandissima quantità di dati e di informazioni che, per la prima volta, vengono uniformate a scala regionale. Le finalità applicative del P.A.I. hanno, inoltre, un duplice aspetto: se da un lato le aree idrogeologicamente pericolose sono sottoposte a norme specifiche per evitare il peggioramento delle condizioni di rischio, dall'altro si fornisce la trama necessaria sulla quale imbastire la programmazione delle modalità d'intervento più idonee alla messa in sicurezza di tali aree e la quantificazione del fabbisogno economico necessario per l'esecuzione degli interventi.

Per raggiungere concretamente gli obiettivi di mitigazione del rischio idrogeologico oltre a quelli connessi di tutela del territorio e di difesa del suolo, è

indispensabile che il P.A.I. sia considerato come soggetto di riferimento e promuova attività di coordinamento tra i vari livelli di governo nella gestione del territorio. Altro obiettivo del P.A.I. è quello di stimolare e rendere possibile una efficace interazione dei suoi contenuti e delle disposizioni specifiche con le scelte di ciascun piano territoriale, sia a livello provinciale, che comunale e/o specialistico.

L'efficacia delle politiche di compatibilità idrogeologica sarà tanto più alta quanto più sarà possibile superare l'attuale fase metodologica, improntata sul censimento degli eventi di dissesto già avvenuti. Il passo successivo riguarderà infatti l'affinamento della metodologia verso l'uso di strumenti di lettura probabilistica delle dinamiche idrogeologiche attraverso la costruzione di modelli della trasformazione del territorio per individuare le suscettibilità e le criticità dell'assetto idrogeologico.

Seguendo questo percorso, il P.A.I. potrà costituire uno strumento di pianificazione settoriale capace di incidere profondamente sulla tutela del territorio e indirizzare i soggetti, preposti al governo dello stesso, verso scelte di programmazione coerenti con le reali possibilità di uso e trasformazione dello stesso territorio.

È per tale motivo che sono state individuate tre fasi, ognuna delle quali definita da obiettivi specifici, che differenziano le attività dell'intero processo di pianificazione dell'assetto idrogeologico:

1. *Redazione del P.A.I.*
2. *Affinamento delle conoscenze*
3. *Gestione del P.A.I.*

Redazione del P.A.I.

Il progetto di redazione del P.A.I. procede secondo due linee di analisi parallele: una relativa alla valutazione della pericolosità e del rischio geomorfologico e l'altra relativa alla pericolosità e al rischio idraulico.

La prima fase corrisponde alla costruzione della struttura principale del P.A.I., che, con le risorse umane necessarie, si prevede di ultimare entro la fine del 2004. L'obiettivo principale della fase di redazione del P.A.I. è la determinazione omogenea, non più su base comunale ma a scala di bacino idrografico, delle condizioni di rischio idrogeologico, al fine di valutare le necessità per la sua mitigazione, con i criteri in parte già utilizzati per l'aggiornamento del Piano Straordinario.

L'attività principale è stata la predisposizione di un censimento e la catalogazione dei dissesti inseriti in un sistema informativo, quanto più ampio possibile, con maggiori approfondimenti, soprattutto per quanto riguarda il rischio geomorfologico, in corrispondenza dei centri abitati e del sistema viario principale. L'analisi della pericolosità idraulica dei corsi d'acqua è stata effettuata tramite l'utilizzo di modelli matematici mono e bidimensionali. La valutazione del rischio è scaturita dalla procedura definita nelle Linee Guida dell'A.R.T.A..

L'attività parallela di assistenza agli E.E.L.L. per l'individuazione degli interventi necessari e loro compatibilità con le analisi geomorfologiche ed idrauliche, ha ottenuto, nella maggior parte dei casi, il consenso e la partecipazione attiva dei soggetti interessati.

Importante è stato, quindi, iniziare un processo conoscitivo corretto e, soprattutto, dinamico e aggiornabile, che possa assistere i processi decisionali amministrativi, nonché fornire valido supporto agli approfondimenti, anche di carattere scientifico.

Affinamento delle conoscenze

La seconda fase sarà finalizzata all'attività di completamento delle conoscenze territoriali e alla realizzazione di un tavolo di coordinamento istituzionale per ottimizzare la funzionalità e fattibilità amministrativa delle procedure e delle metodologie da applicare in ambito regionale. Saranno, inoltre, predisposte attività di formazione, informazione e dibattito dei temi specifici introdotti dal P.A.I. tra gli attori del governo del territorio, pubblici e privati. Durante questa fase si svilupperanno in particolare, le seguenti attività:

- *Catasto delle opere di difesa idraulica.* Esso prevede il censimento, la caratterizzazione e l'individuazione delle opere trasversali e longitudinali presenti nei tratti fluviali d'interesse. Scopo dell'attività è quello di individuare opere e/o infrastrutture presenti in alveo che assumono particolare significatività agli effetti delle piene e della sicurezza degli alvei e, in particolare, le opere d'attraversamento, le opere di stabilizzazione e le opere di difesa.
- *Catasto delle opere di sistemazione dei versanti.* Unitamente al catasto delle opere di difesa idraulica andrà effettuata la ricognizione delle opere di sistemazione dei versanti, delle aree in frana, sia di tipo intensivo (consolidamenti, reti di monitoraggio, difese attive e passive), che di tipo estensivo (sistemazioni idraulico forestali, rimboschimenti), valutando lo stato di conservazione, il grado di funzionalità e protezione offerto in relazione all'assetto insediativo e alla difesa idrogeologica nonché le esigenze di carattere manutentorio.
- *Redazione della Carta degli interventi realizzati, in corso e programmati.*
- *Redazione della Carta degli insediamenti e infrastrutture regionali.* Sarà realizzata, in collaborazione con il Dipartimento Urbanistica dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente nel quadro delle attività di formazione del Sistema Informativo Territoriale Regionale (SITR) e del Piano Territoriale Urbanistico Regionale (PTUR), al fine di una omogenea valutazione degli elementi potenzialmente soggetti al rischio idrogeologico.
- *Redazione di cartografie di dettaglio delle situazioni critiche.*
- *Sperimentazione di metodologie di calcolo per la valutazione, in aree pilota, della propensione al dissesto.*
- *Attività per la formazione di tecnici specializzati nella pianificazione territoriale* (schede di rilevazione del fabbisogno formativo a cura del Ministero dell'Ambiente).
- *Costituzione di un tavolo di coordinamento istituzionale* per l'individuazione e la programmazione di strategie di politica territoriale finalizzate, in un unico complessivo contesto, al governo del territorio con il coinvolgimento di tutti i

livelli delle Amministrazioni Pubbliche (Regionali, Provinciali, ecc.), dei Servizi Tecnici Nazionali e della Protezione Civile.

- Promozione di un *forum pubblico* per la diffusione, il dibattito e l'assistenza tecnica dei temi introdotti dal P.A.I. sulla gestione del territorio.

Gestione del P.A.I.

La terza fase, riconducibile alla gestione del P.A.I., che potrà svolgersi contemporaneamente alla precedente, avrà i seguenti obiettivi:

- Realizzazione di *cartografie di sintesi* finalizzate alla programmazione degli interventi di riassetto territoriale e alle verifiche di compatibilità idrogeologica nelle scelte di pianificazione territoriale.
- Costituzione del *sistema informatizzato* di riferimento del P.A.I..
- *Aggiornamenti periodici* in seguito a:
 1. Ulteriori studi;
 2. Ulteriori eventi;
 3. Interventi realizzati.
- Definizione di *metodologie d'intervento* su grandi aree tramite indicazioni progettuali e norme d'uso del territorio.
- *Monitoraggio* e verifica sul territorio *degli interventi* di riduzione delle condizioni di pericolosità.
- *Sviluppo di politiche intersettoriali* di intervento pubblico e attività di coordinamento delle azioni di intervento sull'assetto idrogeologico, presenti all'interno delle proposte di programmi e progetti di sviluppo nell'ambito del Quadro Comunitario di Sostegno.

4.3 Le azioni del P.A.I.

Il P.A.I. verrà quindi attuato e gestito attraverso lo svolgimento di azioni, successive alla conoscenza delle tematiche idrogeologiche fondamentali del territorio, tendenti in particolare a:

- ridurre e/o mitigare le condizioni di rischio idraulico e di rischio di frana nelle aree individuate nel P.A.I., mediante un sistema coordinato di interventi strutturali e di interventi non strutturali;
- assicurare la compatibilità degli strumenti di pianificazione e programmazione urbanistica e territoriale con le caratteristiche dei sistemi idrografici e dei versanti;

- promuovere strumenti di monitoraggio dei fenomeni del territorio (idrologici, morfologici e geologici) e l'utilizzo di modellistica avanzata per migliorarne la conoscenza;
- promuovere interventi diffusi di sistemazione dei versanti (tecniche di ingegneria naturalistica);
- promuovere la manutenzione delle opere di difesa e degli alvei, quale strumento indispensabile per il mantenimento in efficienza dei sistemi difensivi e assicurare affidabilità nel tempo agli stessi;
- promuovere la manutenzione dei versanti e del territorio montano, con particolare riferimento alla forestazione e alla regimazione della rete minuta di deflusso superficiale, per la difesa dai fenomeni di erosione, di frana e dai processi torrentizi.

Nel P.A.I. vengono privilegiate azioni ed interventi a carattere preventivo che operano in modo estensivo e diffuso sul territorio intervenendo sulle cause dei dissesti. Tali azioni sono raggruppate in:

1. *Azioni non strutturali*

Comprendono tutte quelle attività di approfondimento delle conoscenze, di regolamentazione del territorio, tramite il controllo e la salvaguardia degli elementi a rischio e la tutela delle aree pericolose, del mantenimento, laddove esistente, delle condizioni di assetto del territorio.

2. *Azioni strutturali*

Comprendono gli interventi di sistemazione e consolidamento delle aree in dissesto con misure di tipo estensivo e/o intensivo.

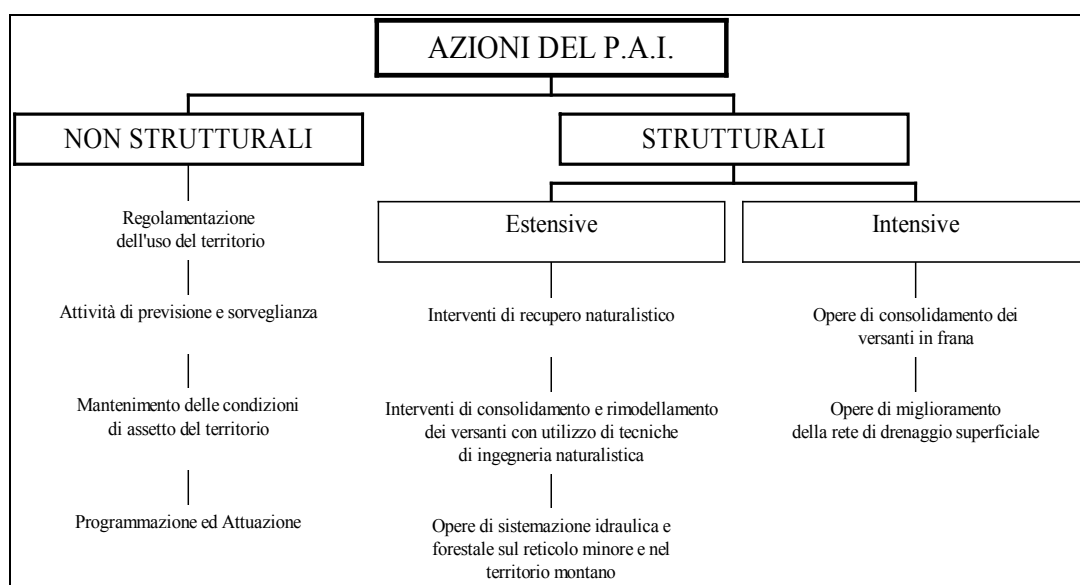


Figura 4.1: Distribuzione delle azioni di attuazione del Piano per l'assetto idrogeologico.

La Figura 4.1 illustra, in maniera sintetica, la distribuzione delle azioni di attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico.

4.3.1 Azioni non strutturali

Comprendono tutte le misure di tipo preventivo finalizzate ad evitare o ridurre i fenomeni di dissesto idrogeologico mediante attività di regolamentazione del territorio, che si esplicano con il controllo e la salvaguardia degli elementi a rischio e la tutela delle aree pericolose e il mantenimento, laddove esistente, delle condizioni di assetto del territorio. Si tratta di misure di competenza non esclusivamente ingegneristica, finalizzate alla riduzione dell'entità dei danni conseguenti ad un fenomeno franoso o ad un'alluvione.

Tali azioni possono esplicarsi tramite i seguenti gruppi di attività:

1. Attività di regolamentazione dell'uso del territorio;
2. Attività di previsione e sorveglianza;
3. Mantenimento delle condizioni di assetto del territorio;
4. Programmazione ed attuazione.

Flood proofing

Con il termine di flood proofing si definisce quell'insieme di azioni di adattamento degli edifici e, più in generale, delle strutture, che possono essere applicate per ridurre i danni conseguenti alle piene. Tali misure cautelative possono essere classificate in tre categorie:

- a) azioni permanenti, che prescindono dall'eventualità di un preavviso dell'evento: esse consistono nell'adozione di materiali da costruzione meno suscettibili ad essere danneggiati dal passaggio dell'acqua o del fango, oppure nel realizzare le costruzioni ad una quota il più possibile elevata rispetto al piano di campagna, così da rendere più difficoltoso l'eventuale ingresso delle acque;
- b) azioni contingenti, da eseguire dopo il recepimento del segnale d'allarme relativo al preannuncio dell'evento di piena: ad esempio, la chiusura delle aperture e l'impermeabilizzazione delle pareti al fine di evitare fenomeni di infiltrazione delle acque;
- c) azioni d'emergenza eseguite durante il passaggio della piena, come l'uso di sacchetti di sabbia per l'innalzamento degli argini.

Attività di regolamentazione dell'uso del territorio

E' costituita dall'insieme delle misure a carattere preventivo finalizzate a minimizzare l'esposizione del territorio al rischio idrogeologico. Nel percorso che ci si propone, quest'attività sarà sviluppata attraverso il progressivo affinamento delle conoscenze delle dinamiche geomorfologiche e dei modelli previsionali sugli eventi di

massima piovosità, per individuare politiche e normative di regolamentazione d'uso via via di maggiore dettaglio e grado di coinvolgimento degli enti competenti.

I temi e gli obiettivi individuati possono essere ricondotti alle seguenti misure:

1. Delimitazione delle fasce fluviali e regolamentazione dell'uso del suolo.
2. Approfondimenti sulla conoscenza dei fattori che influiscono sull'assetto idrogeologico dei versanti per individuarne la propensione al dissesto e proporre una conseguente formulazione di indirizzi per la regolamentazione dell'uso del territorio.
3. Emanazione di normative per la compatibilità idrogeologica degli usi del territorio.

Delimitazione delle fasce fluviali e regolamentazione dell'uso del suolo

L'individuazione delle fasce fluviali si pone l'obiettivo di assicurare la corretta gestione delle aree adiacenti il corso d'acqua, al fine di prevenire situazioni di rischio in relazione alle attuali condizioni d'uso e di perseguire il recupero della funzionalità dei sistemi naturali, nonché la tutela e valorizzazione dei beni ambientali e paesistici.

Tale delimitazione è vincolata dalle seguenti opzioni di fondo, in ragione delle specifiche caratteristiche dei singoli corsi d'acqua:

- identificazione del limite delle aree inondabili rispetto alla piena di riferimento, oggetto di individuazione e progettazione degli interventi di protezione dei centri abitati, delle infrastrutture e delle attività produttive in quanto soggette a rischio;
- delimitazione dell'alveo di piena e delle aree di espansione della stessa, con le relative caratteristiche morfologiche e idrodinamiche, secondo un modello funzionale che consenta di salvaguardare e, ove possibile, ampliare le aree naturali di inondazione nei tratti in cui queste sono compatibili con la presenza di centri abitati e di attività antropiche e consenta di stabilire condizioni di equilibrio tra esigenze di contenimento delle piene, al fine della sicurezza della popolazione e dei luoghi, e di laminazione delle stesse, in rapporto agli effetti sulle condizioni di deflusso nella rete idrografica a valle;
- favorire, ovunque sia possibile, l'evoluzione morfologica naturale dell'alveo del corso d'acqua, riducendo al minimo le interferenze antropiche sulla dinamica evolutiva;
- favorire il recupero e il mantenimento di condizioni di naturalità, salvaguardando le aree sensibili e i sistemi di specifico interesse naturalistico, garantendo la continuità ecologica del sistema fluviale.

Tali attività saranno avviate con la seconda fase del P.A.I. e costituiranno stralci successivi del P.A.I..

Approfondimenti sulla conoscenza dei fattori che influiscono sull'assetto idrogeologico dei versanti per individuare la propensione al dissesto e proporre una conseguente formulazione di indirizzi per la regolamentazione dell'uso del territorio

La caratterizzazione delle aree di propensione al dissesto sarà effettuata nella seconda fase del P.A.I., successivamente all'approfondimento delle conoscenze, a scala regionale, delle peculiarità geomorfologiche del territorio.

Dovrà essere effettuata un'analisi integrata delle conoscenze geomorfologiche, geologiche, geotecniche e geometriche del versante, coadiuvata dalle conoscenze climatologiche, per ricostruire quegli areali di versante aventi uguale probabilità di essere interessati da fenomeni d'instabilità.

Emanazione di normative per la compatibilità idrogeologica degli usi del territorio

Le norme di attuazione (cap. 11 della presente relazione) rappresentano il primo momento della fondamentale attività di regolamentazione dell'uso del territorio che il P.A.I. propone per la mitigazione del rischio idrogeologico.

I suoi contenuti sono attualmente finalizzati alla definizione dei criteri di uso del territorio in funzione del grado di pericolosità degli eventi di dissesto classificati o delle aree di probabile inondazione e degli elementi antropici presenti ed esposti a rischio idrogeologico. Tali norme determinano una gradualità di indirizzi restrittivi in funzione dell'incremento del livello di pericolosità dell'area e definiscono gli ambiti di intervento per la mitigazione degli effetti sulla vita umana e sulle attività antropiche.

Con le successive fasi di approfondimento della conoscenza dell'assetto idrogeologico ed in particolare con la determinazione dei livelli di propensione al dissesto, sarà possibile programmare opportune norme d'uso del territorio finalizzate ad evitare l'aumento dell'instabilità o eventi catastrofici e, successivamente, ampliare le funzioni del P.A.I. nel panorama istituzionale delle attività di programmazione degli usi territoriali.

Attività di previsione e sorveglianza

Consiste in un sistema di misure e controllo dei fenomeni di dissesto idrogeologico. Tali misure andranno coordinate con gli altri enti preposti alla conoscenza e alla tutela del territorio. Si prevede, in particolare:

- Il coordinamento con gli enti preposti al monitoraggio meteoidrologico per la previsione delle piene in tempo reale e per studiare le relazioni fra gli eventi franosi ed il clima (soglie pluviometriche di innesco dei fenomeni franosi). Messa in opera di dispositivi di sorveglianza e/o controllo strumentale di frana attiva o temporaneamente quiescente.
- Attività di ricognizione periodica e sorveglianza dello stato dei luoghi nella rete idrografica, nei tratti a rischio di esondazione e in corrispondenza di attraversamenti e opere di difesa, con particolare riguardo alle specifiche condizioni idrauliche e alle opere di difesa presenti, con il coinvolgimento delle strutture regionali e pubbliche competenti.

- Attività di monitoraggio e controllo dell'attività franosa, soprattutto in corrispondenza di frane che comportano rischi maggiori e per le quali non è proponibile una stabilizzazione di sicura riuscita.
- Formazione del catasto delle opere di difesa idraulica e degli interventi di consolidamento.

Mantenimento delle condizioni di assetto del territorio

L'evoluzione naturale dei corsi d'acqua determina processi attivi come inondazioni, modifiche nell'assetto planimetrico e longitudinale delle aste e fenomeni collegati al trasporto solido che intervengono su un territorio, nella maggior parte dei casi totalmente urbanizzato, generando situazioni di pericolosità che, a seconda degli elementi presenti, possono produrre rilevanti condizioni di rischio.

Le opere idrauliche realizzate nel passato, spesso senza uno schema progettuale unitario e con conoscenze idrologico-idrauliche disomogenee e incomplete, non sempre sono state adeguate a garantire la messa in sicurezza della popolazione e delle infrastrutture presenti. Ora, oltre a dover salvaguardare un valore economico delle infrastrutture sicuramente maggiore del passato, ma in ogni caso secondario rispetto al valore della vita umana, bisogna indirizzare la programmazione degli interventi sul territorio verso un maggiore rispetto per il suo assetto naturale.

Conformemente alle linee d'intervento della L. 183/89, il P.A.I. intende indirizzare le sistemazioni idrauliche verso il rispetto di tutti gli aspetti naturalistici del territorio e verso il riconoscimento dell'importanza dell'ambito fluviale e l'esigenza di mantenere o restituire al fiume le sue aree di pertinenza.

La manutenzione del territorio, infatti, deve costituire un aspetto essenziale delle politiche di governo e tutela del territorio. Nella giurisprudenza nazionale e regionale, nonché in numerosi accordi di programma nazionale ed internazionale, sono rintracciabili diverse disposizioni che riconoscono ed evidenziano il ruolo fondamentale dell'attività di manutenzione quale strumento essenziale per la prevenzione del rischio idrogeologico.

Limitandosi alla sola normativa nazionale, si ritiene opportuno segnalare:

- La legge 226/93: "Interventi urgenti a sostegno dell'occupazione";
- Il D.P.R. 14 aprile 1993: "Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale";
- Il D.L. 180/98 che stabilisce che nei programmi d'intervento urgenti per la riduzione del rischio idrogeologico vanno inserite anche le azioni di manutenzione dei bacini idrografici;
- L'art. 2 della legge 365/2000 con cui s'individua l'attività di manutenzione come strumento per costruire un diffuso sistema di protezione idrogeologica con conseguente miglioramento delle condizioni di rischio.

In questo capitolo, pertanto, si ritiene interessante soffermarsi sull'attività di manutenzione del reticolo idrografico e dei versanti quale strumento essenziale per

assicurare il progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza e qualità ambientale del territorio. Tale attività prevede di mantenere:

- in buono stato ambientale il reticolo idrografico, eliminando ostacoli al deflusso delle piene ;
- in buone condizioni idrogeologiche ed ambientali i versanti;
- in piena funzionalità le opere di difesa essenziali alla sicurezza idraulica ed idrogeologica.

La manutenzione, attuata in maniera sistematica e diffusa a livello di bacino, costituisce una scelta di governo del territorio e uno strumento essenziale per garantire adeguati livelli di protezione dell'ambiente, di sicurezza del territorio montano e di quello di pianura dai fenomeni di rischio idrogeologico, nonché per la riqualificazione ambientale del territorio.

La manutenzione si distingue in *ordinaria* e *straordinaria*:

- per **manutenzione ordinaria** si intende lo svolgimento di attività periodiche volte ad assicurare l'efficienza dei manufatti, la stabilità delle sponde e l'officiosità dei corsi d'acqua senza ricorrere a interventi strutturali di qualche importanza;
- per **manutenzione straordinaria** si intendono gli interventi finalizzati alla riparazione, alla ricostruzione, al miglioramento e completamento delle opere nonché al recupero e al ripristino delle condizioni ambientali dei corsi d'acqua e relative pertinenze e dei versanti.

Le attività di manutenzione principali riguardano gli interventi da effettuarsi direttamente nei corsi d'acqua regimati e non, sulle opere di difesa idraulica e sui versanti.

Per quanto riguarda gli interventi sui corsi d'acqua, vengono riportate di seguito le principali tipologie:

- a. rimozione dei rifiuti solidi e taglio di alberature in alveo, intesi come eliminazione, dalle sponde e dagli alvei dei corsi d'acqua, dei materiali di rifiuto provenienti dalle varie attività umane e loro collocazione in discarica autorizzata; rimozione dalle sponde e dagli alvei attivi delle alberature che sono causa di ostacolo al regolare deflusso delle piene ricorrenti, con periodo di ritorno orientativamente trentennale, sulla base di misurazioni e/o valutazioni di carattere idraulico e idrologico, tenuto conto dell'influenza delle alberature sul regolare deflusso delle acque, nonché delle alberature pregiudizievoli per la difesa e conservazione delle sponde, salvaguardando, ove possibile, la conservazione dei complessi vegetali che colonizzano in modo permanente gli habitat ripari e le zone di deposito alluvionale adiacenti;
- b. rinaturazione delle sponde, intesa come protezione al piede delle sponde dissestate od in frana con strutture flessibili spontaneamente rinaturabili; restauro dell'ecosistema ripariale, compresa l'eventuale piantumazione di essenze autoctone. Per quanto è possibile, gli interventi non devono essere realizzati contemporaneamente su entrambe le sponde, in modo da facilitare

la colonizzazione spontanea della sponda opposta e conservare l'ecosistema fluviale preesistente;

- c. ripristino della sezione di deflusso inteso come eliminazione, nelle tratte critiche per il deflusso delle portate idriche, dei materiali litoidi, trasportati e accumulati in punti isolati dell'alveo, pregiudizievoli al regolare deflusso delle acque. La sistemazione degli stessi, di norma, deve avvenire nell'ambito dello stesso alveo. Solo in casi eccezionali o di manifesto sovralluvionamento può essere prevista l'asportazione dall'alveo del materiale estratto, nel rispetto delle vigenti normative;
- d. sistemazione e protezione spondale, intesa come risagomatura e sistemazione di materiale litoide collocato a protezione di erosioni spondali; sostituzione di elementi di gabbionata metallica deteriorata od instabile od altra difesa artificiale deteriorata o in frana, utilizzando tecnologie di ingegneria ambientale;
- e. ripristino della funzionalità di tratti tombati, tombini stradali, ponticelli ecc., inteso come ripristino del regolare deflusso sotto le luci dei ponti, con rimozione del materiale di sedime e vano accumulato nei sottopassi stradali, nei tombini, nei sifoni, sulle pile od in altre opere d'arte;
- f. ripristino della stabilità dei versanti, inteso come ripristino della stabilità dei versanti prospicienti le sponde di corsi d'acqua, mediante tecniche di ingegneria ambientale;
- g. manutenzione delle arginature e loro accessori, intesa come taglio di vegetazione sulle scarpate, ripresa di scoscendimenti, ricarica di sommità arginale, interventi di conservazione e ripristino del paramento, manutenzione di opere d'arte e manufatti connessi al sistema arginale (chiaviche scolmatori, botti a sifone, ecc.), manutenzione e ripristino dei cippi di delimitazione e individuazione topografica delle pertinenze idrauliche e delle aree demaniali per una attiva individuazione dei tratti fluviali.

Per quel che riguarda gli interventi sui versanti, si individuano le seguenti tipologie:

- a. miglioramento del patrimonio forestale esistente (rimboschimento, reimpianti di cespugliamento, semina di prati e opere a verde);
- b. sistemazioni idraulico-agrarie e idraulico-forestali sul reticolo idrografico minuto;
- c. rimodellamento e chiusura delle fessure di taglio;
- d. disgaggio massi;
- e. opere di sostegno a carattere locale e di modeste dimensioni;
- f. rimboschimenti;

- g. sistemazione con interventi di ingegneria naturalistica di versanti in erosione.

Per quel che riguarda gli interventi di manutenzione sulle opere di difesa idraulica, si individuano le seguenti tipologie:

- a. ripristino e manutenzione delle reti di drenaggio superficiali e non;
- b. ripristino e manutenzione di opere d'ingegneria naturalistica.

Programmazione ed attuazione

Per l'attuazione degli interventi si prevede la loro programmazione a scala di bacino. I programmi di manutenzione saranno redatti dalle amministrazioni regionali competenti per ciascun bacino o sottobacino, sentite anche le proposte degli enti locali e degli altri uffici competenti.

I programmi di manutenzione saranno redatti secondo i contenuti e le direttive emanate dall'Assessorato Territorio e Ambiente di concerto con le Amministrazioni Regionali competenti e costituiranno parte integrante del programma triennale di interventi strutturali per la mitigazione del rischio idrogeologico del bacino idrografico di riferimento di cui all'art. 21 della legge 183/89.

4.3.2 Azioni strutturali per la mitigazione del rischio geomorfologico

Le azioni *strutturali* per la riduzione o l'eliminazione del rischio geomorfologico comprendono interventi di sistemazione e consolidamento delle aree in dissesto con misure di tipo estensivo e intensivo.

In base a quanto stabilito dalla normativa nazionale di riferimento, i criteri generali da seguire nella scelta degli interventi sono i seguenti:

- limitare le opere di difesa attiva e/o passiva soltanto dove si manifestano condizioni di più elevato rischio, intervenendo invece in modo preventivo nelle porzioni di bacino ove tali fenomeni si originano;
- scegliere gli interventi il più possibile compatibili con le peculiarità paesaggistico-ambientali del contesto territoriale in cui si collocano.

Ciò comporta la scelta di non intervenire su tutte le forme di dissesto presenti nel territorio esaminato, in quanto molte di esse sono le naturali manifestazioni dei processi geomorfologici che regolano l'evoluzione del territorio, dei rilievi e dei corsi d'acqua. E' necessario intervenire solo dove i dissesti comportano in modo diretto un rischio per le popolazioni o gli insediamenti abitativi e soprattutto se tra le cause di dissesto si è riscontrata una componente antropica.

Nella definizione degli interventi si devono scegliere quelli più compatibili con l'ambiente stesso e quindi a minore impatto ambientale, privilegiando quelli propri dell'ingegneria naturalistica soprattutto nelle aree più sensibili.

Misure strutturali di tipo estensivo e/o diffuse

Sono interventi a largo raggio che mirano, nel caso delle frane, a ridurre i fattori predisponenti il dissesto (infiltrazione delle acque meteoriche, erosione superficiale, ecc.).

Gli interventi di carattere estensivo si realizzano sull'intera superficie dei versanti interessati da fenomeni erosivi e mirano a ricostruire la copertura vegetale e forestale, con funzioni protettive ed, in subordine, produttive. Essi consistono essenzialmente nel rivestimento vegetale, forestale o agrario del terreno e nella disciplina del deflusso idrico a mezzo delle cosiddette opere minori.

Con gli *interventi di rivestimento*, la copertura vegetale che si pone a protezione del terreno migliora il bilancio dell'umidità e del calore favorendo lo sviluppo della vita vegetale sia nel terreno che nello strato aereo prossimo al suolo, accrescendo, in definitiva, la resistenza del terreno all'erosione.

Gli *interventi stabilizzanti*, essenziali per il consolidamento di pendii di frana, agiscono tramite la penetrazione delle radici nel terreno producendo la riduzione del deflusso idrico. Essi sono costituiti da arbusti ed alberi, o anche dalla relativa ramaglia con capacità di propagazione vegetativa, disposti linearmente o in modo puntiforme. Sistemazioni di questo tipo vengono di norma integrate da interventi di rivestimento per migliorare la resistenza del terreno all'erosione.

Per il sostegno ed il consolidamento di scarpate e di pendii instabili vengono utilizzati gli *interventi combinati* con integrazione di materiali da costruzione vivi (piante e parti di piante) con materiali inerti (sassi, calcestruzzo, legno, acciaio, materiale sintetico). In questo modo si consegue anche una maggiore durata dei manufatti costruiti.

Gli *interventi complementari* comprendono il rimboschimento e gli interventi silvo-pastorali di miglioramento dei boschi e dei pascoli degradati; hanno lo scopo di arricchire, consolidare ed accelerare lo sviluppo della vegetazione impiantata nella fase iniziale.

Misure strutturali di tipo intensivo e/o localizzate

La Tabella 4.1 riporta l'individuazione delle principali opere strutturali intensive e localizzate:

Tabella 4.1: Principali opere intensive e localizzate.

Opere di contenimento	Muri di sostegno, paratie, gabbionate, ecc.
Opere di drenaggio	Trincee drenanti, drenaggi superficiali, canali, canalette, ecc.
Sistemazioni superficiali	Gradinate, viminate, fascinate, graticciate, palizzate in legname, sistemazioni con reti di juta, biostuoie, ecc.
Sistemazione dei costoni rocciosi	Reti metalliche, barriere paramassi, stabilizzazioni, imbragaggio di massi, ecc.

Misure strutturali e tipologia di dissesto

Per l'individuazione delle scelte progettuali per la mitigazione o eliminazione del rischio geomorfologico si ritiene utile fornire un quadro, anche se schematico, delle tipologie d'intervento strutturale di tipo intensivo ed estensivo sulla base dei dissesti individuati.

Dissesti per erosione accelerata

Con questo termine vengono indicate tutte quelle situazioni di continua asportazione di suolo e roccia alterata con fenomenologie molto localizzate e variabili di trasporto di massa, crollo o scorrimento della porzione di terreno disgregata o instabile alle forze di gravità. Spesso queste aree sono connesse al corso di un torrente dove si esplica fortemente l'erosione di fondo e di sponda, soprattutto nelle parti altimetricamente più elevate del bacino.

Tale fenomeno rappresenta un processo naturale di evoluzione dei versanti e della rete idrografica. Tuttavia, in alcune situazioni e soprattutto per cause antropiche, il fenomeno diventa talmente intenso che necessita di interventi migliorativi.

L'effetto dell'erosione lungo le aste si manifesta, oltre che con lo scalzamento al piede e il franamento dei versanti, anche con l'alimentazione del trasporto solido.

Gli interventi devono essere previsti, tuttavia, soltanto per quelle situazioni che comportano rischio per le aree antropizzate. La scelta deve essere subordinata ad uno studio integrato geologico-idrologico-idraulico-forestale che evidenzi le caratteristiche geomorfologiche, litologiche, idrauliche di copertura del suolo e le interferenze tra la dinamica torrentizia e la stabilità dei versanti. Sulla base di tali studi, sarà possibile localizzare con precisione i tratti dove è significativo limitare o impedire l'erosione, in relazione alle ripercussioni che ciò può produrre principalmente a monte e in relazione a dissesti geomorfologici più gravi.

Calanchi

I calanchi sono processi di erosione severa su versanti acclivi con prevalente componente argillosa. Riconoscibili per la caratteristica forma a ventaglio con alternanza fitta di creste e incisioni, comportano degrado ambientale che non consente la fruizione del territorio, nemmeno a scopo colturale e, talvolta, situazioni di rischio per strutture e abitazioni presenti in prossimità dei fenomeni.

Se non contrastato, tale degrado tende ad acuirsi sempre più, sia estendendosi arealmente che approfondendosi con implicazioni sulla stabilità dei versanti.

Gli interventi, se necessari, devono essere finalizzati all'inversione del processo di asportazione del materiale superficiale favorendo anche strutturalmente la formazione di suolo ed il successivo impianto di essenze vegetali (cespugliamento).

Deformazioni superficiali lente (creep e soliflusso)

Sono forme di dissesto areale che interessano soprattutto la coltre più superficiale dei terreni rappresentata dal suolo (orizzonte A e B) e dalla fascia di alterazione del substrato (orizzonte C), quando questo risulta poco permeabile. Si manifesta con un lento (inferiore al metro per anno) movimento gravitativo della massa superficiale che

“fluisce” verso valle senza una precisa superficie di scivolamento, ma con comportamento viscoso rispetto al substrato integro. Un ruolo determinante è quello della saturazione idrica dei suoli e la presenza di coltri detritiche alloctone, che appesantiscono lo strato superficiale, spesso alimentate da superiori pareti rocciose soggette a crolli.

Sono consigliati gli interventi di tipo estensivo accoppiati ad un drenaggio delle zone maggiormente imbibite durante il periodo piovoso. E' preferibile una risagomatura del versante per suddividerlo in unità fisiografiche elementari, in modo da ridurre le spinte tangenziali. Importante sarà predisporre una copertura dei suoli e, successivamente, l'impianto di arbusti ed essenze arboree.

Aree a franosità diffusa

Comprende l'insieme di fenomeni di limitata estensione areale, spesso non cartografabili singolarmente, distribuiti in un versante e caratterizzati da un limitato spessore (entro 2-3 metri al massimo).

In genere, in queste aree, è opportuno favorire un uso del suolo che non inneschi l'azione erosiva delle acque superficiali e che non lasci lo stesso esposto all'erosione durante i periodi più piovosi.

Gli interventi devono essere mirati a migliorare le condizioni di stabilità, agendo soprattutto sulla regolarizzazione e il drenaggio delle acque superficiali ed il rinverdimento delle scarpate e delle aree denudate.

In ogni caso, per le aree a franosità diffusa, l'edificazione deve essere subordinata all'esecuzione di approfonditi studi geologico-geotecnici di dettaglio (cfr. cap.10 - Norme di attuazione).

Nelle situazioni di dissesto prossime ai centri abitati, nuclei o frazioni, devono essere previsti interventi ed opere di modesto impegno, soprattutto a scopo preventivo, perché, anche se tali situazioni non costituiscono attualmente un rischio, potrebbero ampliarsi ed acuirsi determinando, in futuro, locali situazioni di criticità. Anche in questo caso è necessaria un'indagine geologico-geotecnica per la definizione dei caratteri geometrici, cinematici e di possibile evoluzione del fenomeno finalizzata a valutare la necessità di interventi specifici di stabilizzazione, nonché eventuali limitazioni dell'uso del suolo.

In genere si tratta di situazioni di non particolare gravità e gli interventi possono limitarsi ad opere di miglioramento delle condizioni di equilibrio del pendio, mirate soprattutto alla costituzione di un ordinato reticolo di drenaggio superficiale delle acque.

Anche nel caso in cui tale tipologia di dissesto coinvolga strade e/o ferrovie, si tratta di situazioni di non particolare gravità e gli interventi possono limitarsi ad opere di miglioramento delle condizioni di equilibrio del pendio; sono comunque necessarie indagini per verificare le reali condizioni di pericolosità del dissesto.

Colamento lento

Le frane di colamento in litotipi pelitici sono caratterizzate da un'estensione areale ben definita sul terreno (a parte l'eventuale possibilità di arretramento della nicchia) e da una velocità di movimento generalmente bassa. In presenza di abitati a monte della nicchia possono essere effettuati interventi di stabilizzazione di tipo attivo (opere di sostegno di vario tipo) oltre al controllo delle acque di scorrimento superficiale.

Espansione laterale – Deformazioni gravitative profonde di versante

E' opportuno approfondire la conoscenza del fenomeno e la relativa pericolosità, per mezzo di un monitoraggio geodetico prolungato. In questo tipo di movimenti franosi, caratterizzati da una bassa intensità del movimento e da superfici molto estese, risulta più conveniente effettuare interventi localizzati sui movimenti più ridotti che avvengono al loro interno, quando la copertura rigida originaria viene smantellata e rimane il substrato plastico su cui si instaurano, in genere, fenomeni gravitativi di tipo colamento e/o scorrimento.

Frana complessa

In questi casi gli interventi vanno rivolti al controllo delle acque di scorrimento superficiale ed ai sistemi drenanti profondi; la presenza di centri abitati o infrastrutture importanti a monte della nicchia di distacco può richiedere opere di stabilizzazione di tipo attivo.

Scorrimento rotazionale e/o traslativo

Gli interventi vanno in genere rivolti al controllo, a monte, delle acque di scorrimento superficiale e ai sistemi drenanti profondi; nel caso di movimenti superficiali possono essere sufficienti opere di sistemazione a carattere estensivo.

La presenza di centri abitati o infrastrutture importanti a monte della nicchia di distacco può richiedere opere di stabilizzazione di tipo attivo; è consigliabile intervenire anche con opere di contenimento, come muri di sostegno o gabbionate, atte a contrastare la spinta delle masse di terreno.

Sprofondamento e subsidenza

Al fine di mitigare o eliminare la pericolosità delle aree soggette a sprofondamenti dovuti a cavità sotterranee è consigliabile intervenire con opere di drenaggio, realizzate a monte delle zone interessate, e opere di consolidamento delle cavità, come sostegni o iniezioni di riempimento. Nel caso dei fenomeni di subsidenza, sarà necessario prevedere gli opportuni accorgimenti in relazione alle cause che li hanno indotti, considerando che gli effetti risultano di gran lunga differenti a seconda che le cause primarie siano di ordine naturale (movimenti lentissimi con tempi altrettanto lunghi) o di tipo antropico (effetti immediati con compromissione delle opere ed attività umane interessate).

Crollo e/o ribaltamento

Per le frane di crollo, nella fase di emergenza, occorre adottare soluzioni che abbiano lo scopo di eliminare il rischio imminente (azioni di disgreggio dei massi pericolanti). Successivamente, gli interventi adottabili per la mitigazione del rischio sono:

- interventi puntuali di grado diverso (disgreggio periodico e, talora, decespugliamento delle pareti rocciose; rivestimento delle pareti con reti metalliche rinforzate con funi; chiodature);

- combinazione di limitazioni d'uso del territorio e di interventi di protezione con opere di tipo passivo (reti deformabili ad elevato assorbimento d'energia; barriere elastiche e rigide; valli e rilevati; rilevati in terra rinforzata) per tutte quelle situazioni in cui la parete instabile si trova a notevole distanza (altimetrica e planimetrica) dall'area da proteggere.

4.3.3 Azioni strutturali per la mitigazione del rischio idraulico

Sono interventi strutturali quelli che basano la loro azione sulla presenza di infrastrutture artificiali, realizzate allo scopo di ridurre la probabilità di inondazione di particolari aree all'interno del bacino di un corso d'acqua, aumentando il valore del tempo di ritorno della portata di esondazione. Tali interventi limitano l'allagamento delle zone a rischio con differenti azioni: per esempio, i serbatoi attenuano i colmi di piena, gli argini rendono gli alvei sufficienti al convogliamento delle correnti di piena, gli scolmatori e i diversivi limitano il valore della portata che deve essere convogliata in alvei a sezione rigida, come avviene, ad esempio, nell'attraversamento di centri urbani.

Di seguito si riportano i principali tipi di interventi strutturali:

Inalveazione

Questo metodo di difesa dalle inondazioni mira a ridurre i livelli di piena incrementando la capacità di convogliamento del corso d'acqua e la capacità di invaso delle aree inondabili per contenere in alveo la portata di piena di fissato tempo di ritorno.

L'inalveazione viene effettuata secondo tre diverse modalità:

1. per solo scavo;
2. per sola arginatura;
3. di tipo misto.

Serbatoi di piena

Il metodo più diretto per il controllo delle piene è senz'altro rappresentato dall'invaso dei deflussi nella parte montana del bacino. A questo fine, i serbatoi di piena costituiscono uno degli interventi strutturali maggiormente utilizzati per la gestione degli eventi di piena. La funzione principale di un serbatoio è quella di provvedere alla detenzione dei volumi di piena e di rilasciarli in maniera controllata.

Casse d'espansione

Un'alternativa, rispetto ai serbatoi, nella creazione di capacità finalizzate al controllo delle piene, è rappresentata dalle casse d'espansione. La differenza tra i due tipi di opere risiede nel fatto che il serbatoio è realizzato sbarrando una sezione del corso d'acqua e, pertanto, è sempre attraversato dalla corrente, sia di magra sia di piena, mentre la cassa d'espansione è generalmente realizzata lateralmente all'asta fluviale con



un collegamento in parallelo ed entra in funzione solo durante gli eventi di piena. Lo scopo di questi manufatti è quello di ottenere l'allagamento preordinato e razionale degli spazi golenali o, comunque, delle zone limitrofe al corso d'acqua, talvolta naturalmente predisposte a contenere i volumi in arrivo, in altri casi delimitate da apposite arginature se la loro conformazione non risulta adatta al contenimento dei volumi idrici.

Deviazione dei volumi di piena

Nel caso non sia possibile e/o conveniente realizzare una capacità per il contenimento delle piene, la riduzione dei colmi di portata è ottenibile tramite l'allontanamento di una parte, anche rilevante, dei volumi di piena. Le portate allontanate vengono poi canalizzate per giungere ad una depressione topografica in prossimità del fiume, dove l'acqua ha la possibilità di infiltrarsi nel terreno o di evaporare, oppure per essere rimesse in un lago o in un fiume, non appartenenti al sistema idrico in considerazione, o, ancora in mare. Un metodo, spesso utilizzato, è quello di ribassare gli argini per un certo tratto in modo da consentire la deviazione delle portate in eccesso in zone disabitate a basso valore agricolo.

Capitolo 5

METODOLOGIA OPERATIVA PER L'ANALISI E LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

La metodologia utilizzata per l'analisi dei dissesti e la valutazione del rischio idrogeologico conseguente è il risultato di un lungo dibattito, tra le figure coinvolte nel progetto, sulle scelte più opportune per rappresentare le differenti problematiche a scala regionale in modo più omogeneo possibile.

Il raffronto tra i risultati dell'analisi delle fonti di informazione, dell'analisi aerofotogrammetrica e dei sopralluoghi è stato molto proficuo poiché si è avuta cognizione della grande variabilità di dati presente nel territorio regionale. Di grande aiuto è stato il confronto con quelle amministrazioni comunali più solerti che sono state coinvolte direttamente nel percorso di conoscenza delle loro realtà territoriali.

Durante la redazione del P.A.I. ci si è resi conto, tuttavia, della carenza di informazioni sul territorio: la cartografia geologica aggiornata, omogenea sull'intero territorio, è un progetto avviato (Progetto CARG) ma ancora in itinere; pochi e frammentari sono gli esempi di carte geomorfologiche, a fronte di una notevole complessità e variabilità delle dinamiche di versante.

Si è, inoltre, compreso che una corretta pianificazione per la mitigazione del rischio idrogeologico non può basarsi solo sulle scelte metodologiche individuate dall'Atto di indirizzo e coordinamento del D.P.C.M. '98, anche se queste costituiscono senza dubbio un punto di partenza indispensabile.

L'inventario dei dissesti legati ai fenomeni franosi, con il censimento delle loro specifiche caratteristiche, fornisce importanti indicazioni soltanto se e quando le modalità operative adottate sono accurate ed attendibili. Tale accuratezza è dunque

indispensabile per pervenire ad una corretta valutazione della pericolosità dell'evento franoso e, di conseguenza, del rischio attuale. Non permette tuttavia una efficace stima della suscettibilità del territorio al verificarsi dei dissesti ed in particolare in quelle aree in cui il censimento è deficitario o in cui, ad esempio, non si sono registrati da lungo tempo eventi pluviometrici particolarmente intensi.

Da qui l'interesse allo sviluppo di tecniche e metodologie adatte alla determinazione della pericolosità e della suscettibilità da frana che possano dare indicazioni attendibili anche in quelle aree non direttamente interessate da fenomeni di dissesto conosciuti e che possano fornire, soprattutto, il necessario contributo alle politiche di prevenzione.

Questo dibattito su differenti tematiche ha determinato le attuali scelte metodologiche che hanno guidato il processo di elaborazione del presente Piano.

La metodologia applicata si è articolata in più momenti, che possono essere così schematizzati:

- Raccolta dati
- Analisi
- Informatizzazione
- Valutazione della pericolosità e del rischio.

5.1 Raccolta dati

Per la definizione del quadro conoscitivo relativo ai fenomeni franosi sono state consultate numerose fonti, che vengono qui di seguito riportate:

- Letteratura e pubblicazioni scientifiche;
- Dati storici;
- Schede di censimento frane del Progetto Studio Centri Abitati Instabili (SCAI) promosso dal G.N.D.C.I. (1986);
- Dati archiviati dal Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R., nell'ambito del progetto Aree Vulnerate Italiane (AVI) – (dicembre 1998- 2° Ed.) - (Tali elementi sono stati tratti dall'analisi di testate giornalistiche nazionali e locali, da pubblicazioni scientifiche, da rapporti tecnici e da elenchi amministrativi e sono relativi al periodo dal 1918 ai giorni nostri);
- Verbali dei sopralluoghi effettuati da esperti del Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche in occasione di movimenti franosi rilevanti;
- Ordinanze di protezione civile (n. 2621) per dissesti franosi nei centri abitati;
- Studi geologici a supporto dei Piani Regolatori Generali dei comuni;

- Studi per l'istituzione di aree naturali protette (parchi e riserve);
- Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico, approvato con Decreto A.R.T.A. n. 298/41 del 04/07/2000, basato su studi e segnalazioni da parte di diversi Enti (fino al 1998);
- Segnalazioni da parte degli Enti Locali agli Organi Regionali e Nazionali (Protezione Civile, Assessorato Territorio e Ambiente, Uffici del Genio Civile) di fenomeni avvenuti (dal 1998 ad oggi);
- Studi e segnalazioni provenienti dalle Province Regionali, Anas, Consorzi ecc. (dal 1998 ad oggi);
- Aggiornamento del Piano Straordinario, pubblicato con Decreto A.R.T.A. n. 543 del 20/7/2002;
- Studi di bacino effettuati dal Dipartimento Foreste dell'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Siciliana (dal 2000 ad oggi);
- Censimento delle frane effettuato dal Dipartimento di Protezione Civile per la redazione dei Piani di emergenza (1999-2003);
- Schede di censimento frane del Progetto IFFI, promosso dal Servizio Geologico Nazionale (ora APAT) per riunire ed omogeneizzare i dati raccolti su tutto il territorio nazionale, realizzato dal Dipartimento di Geologia e Geodesia dell'Università degli Studi di Palermo (2001-2003), per conto dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente;
- Progetti relativi a interventi di consolidamento effettuati e in corso di realizzazione.

Tutte le informazioni tratte dall'analisi delle fonti sopracitate sono state riportate sulla Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000.

5.2 Analisi

L'analisi dei dati raccolti e la loro omogeneizzazione è stata la principale attività svolta in questa fase; essa ha comportato non poche difficoltà poiché spesso le informazioni acquisite dalle varie fonti si sono mostrate difformi le une dalle altre sia a causa delle diverse metodologie utilizzate, sia a causa delle finalità per le quali determinati lavori o studi sono stati redatti.

Tali differenze si sono tradotte, nel presente lavoro, in lacune sostanziali che sono state via via colmate.

Tra i limiti riscontrati si ricorda la situazione di disomogeneità delle analisi geomorfologiche all'interno delle relazioni geologiche di supporto ai P.R.G., poiché spesso tali studi risultano redatti precedentemente all'emanazione della circolare assessoriale n. 2222/95 che ne ha uniformato i contenuti.

Molto lacunosa è anche la determinazione della tipologia del movimento franoso segnalato in caso di danni dagli Enti Locali; gli stralci planimetrici allegati individuano spesso soltanto la zona dove si sono registrati i danni e non segnalano gli aspetti peculiari dei fenomeni.

Gli stessi studi per l'aggiornamento del Piano Straordinario, proposti dalle Amministrazioni Comunali, presentano difformità nell'individuazione del rischio e poca accuratezza nella delimitazione cartografica dei dissesti.

Pertanto, si è dovuta operare un'analisi approfondita dei dati che, per i tempi limitati, in questa fase è stata necessariamente più accurata nelle situazioni di rischio elevato e molto elevato, cioè nelle aree relative ai centri abitati e alla viabilità principale, rispetto a quegli ambiti territoriali poco urbanizzati e/o protetti.

Nelle aree urbane le documentazioni raccolte sono state verificate con l'assistenza degli Uffici Tecnici Comunali, eseguendo sopralluoghi e riunioni per identificare correttamente tutte le eventuali correlazioni tra il costruito e le dinamiche geomorfologiche naturali o indotte. Alcuni centri abitati presentano situazioni molto complesse per cui le informazioni a disposizione non sono risultate sufficienti a definire completamente il quadro di riferimento delle dinamiche del dissesto; in questi casi, soprattutto per i movimenti lenti, si è consigliato, nella fase di programmazione degli interventi, di approfondire gli studi con specifici progetti di monitoraggio.

Nel caso dei dissesti in aree poco urbanizzate si è proceduto ad un controllo della perimetrazione su base morfologica, con l'ausilio delle ortofoto, al fine di individuare correttamente la zona del dissesto, mentre nelle situazioni con informazioni insufficienti, si è proceduto ad un'analisi aerofotogrammetrica sui fotogrammi dei voli 1986 a colori e 1997 in b/n.

Il controllo finale è stato condotto confrontando le informazioni ottenute nella fase precedente con quelle provenienti dalle schede di censimento degli interventi, compilate dalle Amministrazioni Comunali in risposta alla Circolare n. 1/2003.

E' stato possibile così definire l'inventario dei dissesti, tramite una scheda di censimento opportunamente predisposta dall'ARTA e riportata nel par. 7.2.

Per la determinazione della tipologia del fenomeno franoso sono state utilizzate le Linee guida dell'A.R.T.A., trasmesse, nella fase dell'Aggiornamento, a tutti gli Uffici del Genio Civile dell'Isola e pubblicate con la Circolare n. 1/2003.

La determinazione della tipologia delle frane è stata effettuata tenendo in considerazione la velocità di accadimento del fenomeno, ovvero la rapidità di evoluzione del processo di rottura, secondo la seguente classificazione:

- T1:** deformazioni gravitative profonde in roccia, creep, espansione laterale, colate lente;
- T2:** frane complesse, scorrimenti e colamenti in roccia, detrito e terra;
- T3:** scivolamenti rapidi in roccia, detrito e terra, crolli, colate rapide di fango.

Alle tipologie di fenomeni franosi classiche (colate, scorrimenti, crolli, movimenti gravitativi superficiali o profondi) si è scelto di aggiungere quei fenomeni repentini che si esplicano in corrispondenza di profondi processi di erosione idrica e che determinano una condizione di asportazione dei suoli e di rocce incoerenti, o che possono provocare il crollo di rocce coerenti per scalzamento al piede di sottostanti terreni erosivi.

Si è osservato, infatti, che tali fenomeni interessano direttamente le pendici di molti centri abitati della Sicilia ubicati sulle alture; l'erosione, in questi casi, provoca una

lenta ma inesorabile asportazione dei terreni di sottofondazione, determinando un rischio per le abitazioni ubicate lungo i cigli delle pendici. L'identificazione di questi processi può individuare aree critiche soggette a processi erosivi estesi che, spesso, degenerano in dissesti franosi veri e propri.

Tra le forme di erosione idrica sono stati considerati soprattutto i fenomeni di asportazione del suolo e di rocce incoerenti derivanti dall'erosione in rivoli e fossi ed i conseguenti scalzamenti al piede di versanti più o meno estesi.

I calanchi sono stati considerati a parte mentre tutte le altre forme di dissesto, quali l'erosione a solchi, il rotolio di pietrame lungo pendii poco vegetati, lo scalzamento al piede nei tratti esterni ai meandri torrentizi e fluviali e le rapide asportazioni per ruscellamento diffuso in terreni argillosi, sono state indicate in cartografia con un unico simbolo, comprese nella voce "dissesti dovuti ad erosione accelerata" ed inseriti nella tipologia T1, in quanto fenomeni a pericolosità variabile, ma potenzialmente bassa.

5.3 Valutazione della pericolosità e del rischio

La metodologia di valutazione del rischio è stata riferita alla definizione di rischio data dal D.P.C.M. 29/9/98 (Atto di indirizzo e coordinamento), cui si rimanda per completezza.

Secondo tale definizione il rischio è il risultato del prodotto di tre fattori:

- **pericolosità** o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso;
- **valore degli elementi a rischio** (intesi come persone, beni localizzati, patrimonio ambientale);
- **vulnerabilità degli elementi a rischio** (che dipende sia dalla loro capacità di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento, sia dall'intensità dell'evento stesso).

Già nel rapporto UNESCO di Varnes & Iaeg (1984) vengono date precise definizioni relative alle diverse componenti che concorrono nella determinazione del rischio di frana:

- **Pericolosità (H)**: probabilità che un fenomeno potenzialmente distruttivo di determinata intensità si verifichi in un dato periodo di tempo ed in una data area. E' espressa in termini di probabilità annuale o di tempo di ritorno. La pericolosità definita in questo modo è pertanto riferita ad una determinata intensità del fenomeno: $H=H(I)$;
- **Elementi a rischio (E)**: popolazione, proprietà, attività economiche, inclusi i servizi pubblici;
- **Vulnerabilità (V)**: grado di perdita prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi esposti a rischio risultante dal verificarsi di un fenomeno naturale di una data intensità;
- **Rischio totale (R)**: atteso numero di perdite umane, feriti, danni alle proprietà, interruzione di attività economiche, in conseguenza di un particolare fenomeno naturale.

Il rischio totale è pertanto espresso dal prodotto:

$$R = H * V * E.$$

La definizione di *Pericolosità Geomorfológica*, ma soprattutto il metodo per caratterizzarla cartograficamente, è una questione affrontata da ricercatori di tutte le nazionalità. Non esiste una visione comune ed organica dell'argomento né un'unica metodologia di riferimento, in quanto la combinazione dei numerosi fattori che influenzano la pericolosità che si determina in natura, deve essere affrontata ed analizzata caso per caso.

In questa sede, in accordo con quanto sostenuto da *Crescenti* (1998), non si ritiene adeguato far coincidere la pericolosità con la probabilità di accadimento di un fenomeno franoso, ma si preferisce collegare la pericolosità all'effettivo stato di pericolo in un sito per la presenza di un fenomeno franoso. Questa scelta risulta necessaria a causa della incompletezza d'informazioni sulle caratteristiche delle aree in frana nel censimento dei dissesti effettuato, che non permette una valutazione probabilistica dell'evoluzione dei versanti. Si prevede, tuttavia, di analizzare la questione relativa alla propensione dei versanti al dissesto nella seconda fase del P.A.I.

Nella valutazione della pericolosità da frana svolgono un ruolo determinante:

- ***l'intensità o magnitudo (M)*** intesa come "severità" meccanica e geometrica del fenomeno potenzialmente distruttivo. Può essere espressa in una scala relativa oppure in termini di una o più grandezze caratteristiche del fenomeno;
- ***lo stato di attività***, che fornisce una valutazione di tipo temporale e quindi della propensione; la presenza di interventi di sistemazione comportano una diminuzione del valore della pericolosità.

Per quanto riguarda altri tipi di catastrofi naturali, quali gli eventi meteorologici estremi, le piene o i terremoti, la definizione dell'intensità di ogni evento è immediata in quanto può essere fatta corrispondere, rispettivamente, all'altezza di precipitazione, alla portata al colmo di piena o all'intensità macrosismica. Per i fenomeni franosi la definizione dell'intensità è più problematica; infatti, la severità di una frana dipende da una serie di fattori di difficile valutazione. Tra questi i più rilevanti, nella determinazione dell'intensità di un evento, sono la velocità del movimento, le dimensioni del fenomeno franoso e l'energia cinetica sviluppata dalla frana.

Per quanto riguarda la velocità del movimento, una sua stima approssimata può essere ottenuta dalla tipologia del fenomeno opportunamente considerata. Risulta assai problematica, invece, la stima dell'energia sviluppata da una frana: essa, infatti, può essere calcolata sulla base di modelli la cui applicazione non risulta né agevole, né immediata.

Si è dunque ritenuto che una stima dell'intensità di una frana potesse essere effettuata, in questa fase, in maniera speditiva definendola come relazione intercorrente tra le dimensioni areali del dissesto (o il suo volume nel caso delle frane da crollo) e la sua tipologia. In effetti, sarebbero anche altri gli scenari da quantificare per valutare l'intensità di un fenomeno, come l'acclività del pendio, la rapidità dei processi di preavviso, il rapporto tra area di frana e area di ricoprimento, ecc.

Per dare una stima dell'intensità del fenomeno franoso, si è utilizzata la *matrice di magnitudo* di Tabella 5.1, ove sono state messe in relazione l'estensione e/o volumetria

della frana e la sua tipologia. Gli elementi della matrice individuano i valori di magnitudo per i diversi “incroci” possibili.

Tabella 5.1: Matrice di magnitudo.

		Tipologia di frana		
Estensione (mq)	Volume (mc)	T1	T2	T3
< 10 ⁴	< 1	M1	M2	M3
10 ⁴ ÷ 10 ⁵	> 1	M2	M3	M4
10 ⁵ ÷ 10 ⁶	> 1	M2	M3	M4
> 10 ⁶	> 1	M3	M4	M4

La valutazione della magnitudo per ciascun dissesto censito è stata effettuata nella fase successiva alla informatizzazione dei dissesti, poiché la perimetrazione dei poligoni corrispondenti ad ogni dissesto con il software impiegato, ha permesso di valutarne, con rapidità, l'estensione areale.

La classificazione adottata per determinare lo stato di attività dei fenomeni franosi è stata la seguente¹⁹:

- **attiva o riattivata:** se è attualmente in movimento;
- **inattiva**²⁰: se si è mossa l'ultima volta prima dell'ultimo ciclo stagionale;
- **quiescente:** se può essere riattivata dalle sue cause originali; se si tratta di fenomeni non esauriti di cui si hanno notizie storiche o riconosciuti solo in base ad evidenze geomorfologiche;
- **stabilizzata artificialmente o naturalmente:** se è stata protetta dalle sue cause originali da interventi di sistemazione o se il fenomeno franoso si è esaurito naturalmente, ovvero non è più influenzato dalle sue cause originali.

Le frane di crollo, per quanto riguarda lo stato di attività, vengono considerate in modo differente rispetto alle altre tipologie di dissesto. Ritenendo tali fenomenologie fra le più imprevedibili e quindi più pericolose, si è stabilito di considerarle “attive” delimitando, tuttavia, l'effettiva area sorgente dei distacchi rocciosi.

Dalla correlazione fra magnitudo e stato di attività è possibile ricavare una valutazione indicativa della pericolosità secondo lo schema di Tabella 5.2.

¹⁹ Servizio Geologico-Dipartimento Servizi Tecnici Nazionali della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Progetto IFFI – Scheda di rilevamento luglio 2000 (semplificata e modificata in parte).

²⁰ Per rendere più applicativa, ai fini del rischio, la classificazione dello stato di attività, al termine *inattiva* è stato attribuito, in questa sede, un significato intermedio fra lo stato *sospeso*, ovvero “se la frana si è mossa entro l'ultimo ciclo stagionale, ma attualmente non è attiva” e lo stato *inattivo* propriamente detto che, in altre classificazioni, come quella del Progetto IFFI, comprende, invece, tutti i vari stadi di inattività di una frana, dalla quiescente alla relitta.

Tabella 5.2: Pericolosità del fenomeno franoso.

Stato di Attività	Magnitudo			
	M1	M2	M3	M4
Stabilizzata naturalmente o artificialmente	P0	P0	P0	P1
Quiescente	P0	P1	P1	P2
Inattiva	P1	P1	P2	P3
Attiva o riattivata	P1	P2	P3	P4

Vengono, pertanto, individuate 5 classi di pericolosità, da P0 a P4, che ne rappresentano un'intensità via via crescente:

Tabella 5.3: Classi di pericolosità.

P0	Pericolosità bassa
P1	Pericolosità moderata
P2	Pericolosità media
P3	Pericolosità elevata
P4	Pericolosità molto elevata

La perimetrazione cartografica della pericolosità di frana, eccetto che per le frane da crollo, coincide con la perimetrazione relativa al dissesto, poiché per le rimanenti tipologie, l'areale eventualmente coinvolto nell'evoluzione del fenomeno risulta, in assenza di informazioni sufficienti (litologia, pendenza, soglie pluviometriche, ecc.), difficile da stimare.

Per le frane di crollo è stata, invece, calcolata, in termini cautelativi e laddove non sono presenti particolari situazioni, una fascia di ampiezza pari a m. 20 che corrisponde, a monte, alla zona di potenziale pericolo per arretramento del fronte roccioso a seguito di fenomeni di distacco, mentre, a valle, è stata individuata l'area di propagazione dei massi distaccati, ipotizzata in base alle caratteristiche morfologiche dei luoghi a valle e in base alla distribuzione dei massi crollati, ovvero ai dati, quando disponibili, derivanti dal calcolo statistico di tutte le possibili traiettorie. Nel caso in cui siano presenti opere di difesa passiva, non è stato modificato lo stato di attività, ma è stato attribuito un valore moderato P1 alla pericolosità nell'area a valle dell'opera di difesa.

Nel caso, invece, si tratti di eventi accaduti la delimitazione dell'area interessata dall'evento e la rilevazione dei danni subiti rendono abbastanza facile la valutazione dell'areale di pericolosità.

Nel caso che le conoscenze sui fenomeni siano tali da ritenere opportuna una analisi del rischio potenziale, si è cercato di effettuare una valutazione in termini comparativi dei fattori *pericolosità, valore, vulnerabilità*.

Per giungere poi alla valutazione finale del rischio, attraverso lo studio di numerose pubblicazioni al riguardo, tra cui le Linee Guida che hanno condotto alla redazione dei Piani di Bacino delle altre Regioni o Autorità di bacino nazionali, nonché le “Considerazioni sulla valutazione del rischio di frana” del CNR-GNDICI-Regione Emilia Romagna, si è cercato dapprima di pervenire ad una definizione e valutazione degli elementi vulnerabili che fosse di facile applicazione e adattabile alla realtà territoriale siciliana.

Nella definizione di danno atteso, infatti, entrano in gioco:

- gli *elementi a rischio* (E), rappresentati dalla popolazione, dalle abitazioni, dalle attività economiche e dai beni culturali che possono subire danni in conseguenza del verificarsi del fenomeno;
- la loro *vulnerabilità*, intesa come grado di perdita prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi esposti al rischio, risultante dal verificarsi di un fenomeno naturale di una data intensità.

La stima della vulnerabilità è estremamente complessa; essa infatti deve tenere conto dei seguenti elementi:

- probabilità che l'elemento a rischio sia interessato dal dissesto;
- presunta aliquota del valore dell'elemento a rischio che può essere persa nel caso che questo venga coinvolto;
- possibilità che sia messa in pericolo la vita di persone.

Ognuno degli elementi a rischio è caratterizzato da un certo valore e da una diversa predisposizione a subire un danno in conseguenza del fenomeno stesso.

Pertanto, nella definizione di danno atteso, si è ritenuto opportuno individuare 4 classi di elementi a rischio, da E1 a E4, a vulnerabilità crescente (Tabella 5.3), considerando un valore di danno atteso conforme alle disposizioni dell'Atto di indirizzo e coordinamento. La suddetta tabella riporta alcune differenze, non sostanziali, rispetto a quella pubblicata con le Linee Guida allegate alla citata Circolare n. 1/03 che, tuttavia, permettono una più immediata identificazione dell'elemento coinvolto.

Per le denominazioni “centro abitato”, “nucleo abitato” e “case sparse” si fa riferimento alle definizioni ISTAT, che si riportano qui di seguito:

- **Centro abitato:** La località abitata caratterizzata dalla presenza di case contigue o vicine con interposte strade, piazze e simili, o comunque brevi soluzioni di continuità, caratterizzate dall'esistenza di servizi o esercizi pubblici costituenti la condizione di una forma autonoma di vita sociale;
- **Nucleo abitato:** la località abitata caratterizzata dalla presenza di case contigue o vicine con almeno cinque famiglie e con interposte strade, sentieri, spiazzzi, aie, piccoli orti, piccoli incolti e simili, purchè l'intervallo tra casa e casa non superi i 30 metri e sia in ogni modo inferiore a quello intercorrente tra il nucleo stesso e la più vicina delle case sparse e perché sia priva del luogo di raccolta che caratterizza il centro abitato;
- **Case sparse:** la località abitata caratterizzata dalla presenza di case disseminate nel territorio comunale a una distanza tale tra loro da non poter costituire né un nucleo né un centro abitato.

Tabella 5.4: Elementi a rischio.

Classe	Descrizione
E1	Case sparse - Impianti sportivi e ricreativi - Cimiteri - Insediamenti agricoli a bassa tecnologia - Insediamenti zootecnici.
E2	Reti e infrastrutture tecnologiche di secondaria importanza e/o a servizio di ambiti territoriali ristretti (acquedotti, fognature, reti elettriche, telefoniche, depuratori,...) - Viabilità secondaria (strade provinciali e comunali che non rappresentino vie di fuga) - Insediamenti agricoli ad alta tecnologia - Aree naturali protette, aree sottoposte a vincolo ai sensi del D. L.vo 490/99.
E3	Nuclei abitati - Ferrovie - Viabilità primaria e vie di fuga - Aree di protezione civile (attesa, ricovero e ammassamento) - Reti e infrastrutture tecnologiche di primaria importanza (reti elettriche e gasdotti) - Beni culturali, architettonici e archeologici sottoposti a vincolo - Insediamenti industriali e artigianali - Impianti D.P.R. 175/88.
E4	Centri abitati - Edifici pubblici di rilevante importanza (es. scuole, chiese, ospedali, ecc.).

All'interno delle aree di pericolosità, sono stati individuati gli elementi a rischio presenti, sulla base delle informazioni contenute sulle cartografie raster o vettoriali e con un ulteriore controllo sulle ortofoto per la ricerca di nuovi insediamenti o infrastrutture, edificati posteriormente alla data di rilevamento della documentazione cartografica. Resta, tuttavia, la necessità di accertamenti continui al fine di inserire anche quegli elementi che non sono rappresentati in cartografia (fognature, acquedotti, ecc.) o che sono stati realizzati nel corso degli ultimi anni, essendo tutta la documentazione a disposizione aggiornata fino al 1998. Nelle norme del P.A.I. viene indicata la procedura per l'aggiornamento continuo degli elementi a rischio.

Può succedere, quindi, e non è raro, che all'interno di un'area pericolosa vengano rappresentate diverse zone a classi di rischio differenti.

Attraverso dunque la combinazione dei due fattori **pericolosità P** ed **elementi a rischio E**, si arriva alla determinazione del rischio. Conviene ricordare che il rischio così calcolato non può essere inteso in termini assoluti, ma è un elemento che, consentendo la comparazione di più situazioni, permette il raggruppamento in più classi dei vari dissesti in funzione del rischio relativo.

Inoltre, la condizione di rischio di un'area è strettamente legata alla presenza di elementi a rischio: infatti, un'area in "frana attiva" è sicuramente un'area "pericolosa" ma, se non vi insistono infrastrutture, non è un'area a rischio; viceversa, un'area in frana quiescente e quindi a più bassa pericolosità, sulla quale insista però un centro abitato, è un'area a rischio.

Da questo discende che se una situazione risulta appartenere ad una classe di rischio basso, ciò non implica che la situazione non sia "rischiosa" in termini assoluti ma

piuttosto che, in una scala di priorità dipendente dalla presenza di elementi, essa è di ordine inferiore rispetto a situazioni che definiscono categorie di rischio alto.

La Tabella 5.4 mostra le possibili combinazioni fra **P** ed **E**.

Tabella 5.5: Individuazione delle classi di rischio.

		Elementi a Rischio			
		E1	E2	E3	E4
Pericolosità	P0	R1	R1	R1	R1
	P1	R1	R1	R2	R2
	P2	R2	R2	R3	R4
	P3	R2	R3	R4	R4
	P4	R3	R3	R4	R4

In via qualitativa, il significato delle classi di rischio individuate è riconducibile alle stesse definizioni dell'Atto di indirizzo e coordinamento, che esprimono le conseguenze attese a seguito del manifestarsi dei dissesti; queste ultime sono richiamate nella Tabella 5.5.

La metodologia seguita nella redazione delle carte della pericolosità e del rischio geomorfologico non è e non vuole rappresentare un ferreo codice di azioni da applicare per la corretta valutazione dei livelli di rischio geomorfologico. Presenta sicuramente delle limitazioni, superabili comunque con le conoscenze e l'esperienza di un bravo rilevatore. Essa vuole essere, piuttosto, una guida per garantire, il più possibile, l'uniformità dei dati e delle situazioni rappresentate nel Piano.

Tabella 5.6: Classificazione del rischio.

R1	RISCHIO MODERATO: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.
R2	RISCHIO MEDIO: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.
R3	RISCHIO ELEVATO: per il quale 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.
R4	RISCHIO MOLTO ELEVATO: per il quale 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.

Nel corso della redazione dei primi stralci di Piano, ad esempio, si è riscontrato che il concetto di *Magnitudo*, che vuole fornire una misura della pericolosità attraverso la *severità* del fenomeno atteso, ovvero una sorta di prodotto tra vulnerabilità e pericolosità, di fatto implica alcune restrizioni nella valutazione della reale pericolosità degli eventi franosi. Ad esempio, le DPGV sono, generalmente, frane di grande estensione alle quali è associata, correttamente, una velocità di accadimento bassa (T1). La grande estensione conduce, però, ad una classificazione di magnitudo elevata (da M2 ad M3) che, associata ad uno stato attivo del fenomeno, produce una pericolosità da P2 a P3 e, di conseguenza in aree urbanizzate, livelli di rischio molto alti, pur non essendo realmente in gioco la vita delle persone. Di contro, una piccola colata rapida che non si è mossa nell'ultimo ciclo stagionale produce livelli di rischio moderati anche se coinvolge nuclei o centri abitati. Tali limitazioni nell'applicazione del termine *magnitudo* potranno essere superati da un'analisi più dettagliata dei fenomeni e da un'eventuale suddivisione dei corpi di frana lenti e molto estesi nei più intensi e ristretti fenomeni attivi al loro interno. Nel caso di piccoli movimenti disastrosi, aventi parvenza di fenomeni *inattivi*, sarà il caso di procedere ad una valutazione di pericolosità che tenga conto del fatto che un anno non significa nulla ai fini dell'attribuzione dell'attività quando si tratta di fenomeni ciclici: osservazioni quantitative, infatti, dimostrano che la percentuale di frane riattivate è molto più alta, di vari ordini di grandezza, rispetto a quella di frane neoformazionali.

In ogni caso, lo scopo primario di una corretta valutazione della pericolosità di un fenomeno franoso è la salvaguardia della vita delle persone ed è in questa direzione che si rivolgerà il nostro costante impegno.

Nel caso in cui nelle carte della pericolosità e del rischio siano presenti aree indicate come *siti di attenzione*, questi vanno intesi come aree su cui approfondire il livello di conoscenza delle condizioni geomorfologiche e/o idrauliche in relazione alla potenziale pericolosità e rischio e su cui comunque gli eventuali interventi dovranno essere preceduti da adeguate approfondite indagini.

Capitolo 6

METODOLOGIA OPERATIVA PER L'ANALISI E LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI EROSIONE COSTIERA

Nel presente capitolo sono esposti i criteri e le metodologie che sono state adottate nell'analisi che ha condotto all'individuazione ed alla successiva perimetrazione delle aree costiere soggette al rischio di erosione.

Lo studio del problema dell'erosione costiera non può prescindere da un approccio integrato e sistemico ai fenomeni di dinamica fluviale e marina; l'indagine sulle cause e sui rimedi al problema deve essere condotta con il criterio multidisciplinare per una conoscenza approfondita dei numerosi parametri che intervengono nella genesi del fenomeno erosione, quali le caratteristiche fisiche, sedimentologiche, di moto ondoso, etc. delle diverse località, non disponibili, allo stato attuale, con sufficiente dettaglio.

L'analisi approfondita del problema di arretramento dei litorali siciliani e dei rimedi per la loro salvaguardia è quindi l'obiettivo più ambizioso che la Regione Siciliana intende perseguire con la redazione del "Piano Regionale per la Difesa del Litorale Marino" come previsto dall'art. 13 della Legge Reg.le 65/81.

Tuttavia, nella redazione del P.A.I. e nel rispetto di quanto previsto dal DPCM del 29 settembre 1998, si sono individuate le aree caratterizzate dal rischio di erosione costiera, definendo così un primo livello di analisi della complessa problematica dell'arretramento dei litorali.

La definizione del livello di rischio di erosione di un tratto di costa, è stata effettuata mediante l'utilizzo di una matrice costruita sul grado di pericolosità e sul livello del valore del "bene" spiaggia.

La caratterizzazione del livello di pericolosità di un'area costiera è normalmente legata al concetto di probabilità di accadimento degli eventi distruttivi, che deriva a sua volta dalla combinazione di numerosi parametri. Allo stato attuale non è possibile effettuare una valutazione probabilistica del pericolo, basata su tempi di ritorno degli eventi dannosi. La pericolosità non è stata determinata quindi come la probabilità di accadimento di un fenomeno di mareggiata e/o inondazione del retroterra, ma si collega all'effettivo stato di pericolo in un sito per la presenza di un fenomeno erosivo della fascia costiera e per la frequenza dei fenomeni censiti. Si prevede, tuttavia, di analizzare la questione in termini probabilistici nella seconda fase del P.A.I..

Nella valutazione dello stato di pericolosità per erosione costiera di un tratto di costa (alta o bassa) sono stati presi in considerazione i seguenti parametri:

- ***l'intensità o magnitudo (M)***, intesa come "severità" del fenomeno erosivo delle spiagge basse e/o di arretramento delle falesie. Può essere espressa in una scala relativa oppure in termini di una o più grandezze tipiche del fenomeno;
- ***lo stato di sollecitazione***, inteso come numero di eventi di mareggiata che hanno interessato il tratto di costa.

Per i fenomeni di erosione costiera la definizione dell'*intensità* è stata legata a due fattori ritenuti più rilevanti: la velocità o gradiente di arretramento e la larghezza media della fascia costiera attuale.

Per quanto riguarda la velocità di arretramento, si è proceduto ad una stima approssimata sulla base dell'analisi diacronica delle linee di riva storiche.

Per dare una stima dell'intensità del fenomeno erosivo costiero, si è utilizzata la matrice di magnitudo rappresentata nella Tabella 6.1, ove sono state messe in relazione la larghezza media della spiaggia emersa²¹ e la velocità di arretramento. Gli elementi della matrice individuano i valori di magnitudo per i diversi "incroci" possibili.

La metodologia adottata per la ricostruzione della linea di riva ha seguito i seguenti passi:

1. Acquisizione ed archiviazione dei dati cartografici ed aereofotogrammetrici;
2. Ricostruzione geometrica delle linee di riva dei dati cartografici ed aereofotogrammetrici;
3. Sovrapposizione digitale delle linee di riva riferite al medesimo sistema di coordinate.

²¹ Per "*spiaggia emersa*" si intende la zona litoranea soggetta all'azione dei marosi: si estende dalla linea di riva verso l'entroterra fin dove vi è un cambiamento marcato dei materiali o nella fisiografia, o fino alla linea di vegetazione permanente. Il limite interno della spiaggia emersa può essere costituito dal piede del primo cordone di dune litoranee, o da una parete rocciosa (falesia) o da una struttura artificiale.

Tabella 6.1: Matrice di Magnitudo.

		Larghezza Media Spiaggia		
		L <10 m	10m < L <50 m	L >50m
Velocità di Arretramento	V < 1 m/anno	M3	M2	M1
	1<V<5 m/anno	M4	M3	M2
	V>5 m/anno	M4	M4	M3

I dati cartografici di riferimento sono costituiti dalla Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000, redatta in un arco temporale variabile, a seconda delle zone, tra il 1977 ed il 1997. Sono state utilizzate le aereofotogrammetrie dell'Assessorato Reg.le Beni Culturali, relative ad un volo effettuato nel 1994, le Ortofoto a colori del volo 1998 e le foto aeree del volo 2003 dell'Assessorato Reg.le Territorio e Ambiente.

Dalla Cartografia IGMI, in scala 1:25000 (edizioni varie anni '60), sono state ricostruite geometricamente anche le linee di riva.

Particolare attenzione è stata posta nell'individuazione della linea di separazione terra-mare. La procedura messa a punto per il tracciamento della linea di riva e dei punti di riferimento sui fotogrammi si è articolata nelle seguenti fasi:

- utilizzando un software di grafica, sono stati evidenziati i punti di riferimento e la linea di riva operando variazioni della luminosità e del contrasto tra i distinti toni cromatici;
- gli elementi evidenziati nella fase precedente sono stati estratti sotto forma di immagine;
- le immagini sono state riportate sulla base cartografica di riferimento in ambiente CAD e, mediante polilinee, sono stati digitalizzati gli elementi estratti.

In definitiva, i possibili errori legati all'individuazione della linea di riva e del "contorno bagnato" delle opere a mare possono quantificarsi con l'ordine di grandezza di un pixel (corrispondente ad un'approssimazione di circa 2÷3 m per fotogrammi aventi una scala 1:10.000).

L'operazione successiva è stata la sovrapposizione delle linee di riva ricostruite per il raffronto digitale dei quattro strati informativi.

A seguito di questo raffronto, si è proceduto:

1. all'analisi dell'evoluzione nel tempo della posizione della linea di riva ed alla definizione dello stato di avanzamento o arretramento;
2. all'analisi quantitativa dell'avanzamento e dell'arretramento, mediante misurazione della lunghezza dei tratti interessati dal fenomeno e dalla

larghezza media dell'arenile in avanzamento o arretramento, nonché alla valutazione della quantità di sedimenti apportati o depositati;

3. alla valutazione del gradiente di avanzamento o arretramento e definizione della tendenza evolutiva.

In base a queste ultime informazioni è stato possibile determinare la classe di intensità dei fenomeni di arretramento per ciascuna area, individuabile nella matrice di magnitudo. L'analisi dell'evoluzione della linea di riva ha riguardato l'intero perimetro della Regione Siciliana.

Si definisce *stato di carico o sollecitazione* la condizione di pressione esercitata dal clima meteomarinico sul litorale: questa variabile è indicativa della frequenza con cui gli eventi dannosi hanno interessato un tratto di costa. Per individuare lo stato di sollecitazione ci si è basati sul numero di eventi, di cui si ha notizia, che hanno interessato ogni tratto di costa nell'ultimo decennio.

Per la raccolta delle notizie di questi eventi sono state prese in considerazione quattro principali fonti informative:

1. bibliografiche, riferite alle pubblicazioni di carattere scientifico;
2. giornalistiche, riferite alla stampa quotidiana regionale;
3. progettuali, riferite ai progetti prodotti per opere marittime od in ambito di protezione civile;
4. scheda informativa richiesta agli Enti Locali;
5. segnalazione pervenute da Capitanerie di Porto, Comuni rivieraschi o altri Enti pubblici e soggetti privati.

Per dare una stima dello *stato di carico o sollecitazione*, si è utilizzata la matrice di sollecitazione di Tabella 6.2.

Tabella 6.2: Classi di sollecitazione.

Classe di sollecitazione	Scala	Mareggiate nell'ultimo decennio
Molto alta	S ₃	Più di 8 mareggiate
Alta	S ₂	Da 6 a 8 mareggiate
Media	S ₁	Da 3 a 5 mareggiate
Bassa o nulla	S ₀	Da 0 a 2 mareggiate

Dalla correlazione fra magnitudo e stato di carico (o sollecitazione) è possibile ricavare una valutazione indicativa della *pericolosità*, intesa come prodotto della magnitudo per la sollecitazione, ($P = M_x \cdot S_x$) secondo lo schema di Tabella 6.3.

Tabella 6.3: Matrice di Pericolosità.

			Magnitudo			
			M1	M2	M3	M4
Stato di Sollecitazione	Molto alto	S3	P3	P3	P4	P4
	Alto	S2	P2	P3	P3	P4
	Medio	S1	P1	P2	P3	P3
	Basso o nullo	S0	P0	P1	P2	P3

Vengono pertanto individuate 5 classi di pericolosità, da P0 a P4, che rappresentano un'intensità via via crescente, come indicato nella Tabella 6.4.

Tabella 6.4: Classi di pericolosità.

P0	Pericolosità Nulla
P1	Pericolosità Bassa
P2	Pericolosità Media
P3	Pericolosità Elevata
P4	Pericolosità Molto elevata

Per giungere poi alla valutazione finale del rischio, si è cercato dapprima di pervenire ad una definizione e valutazione degli elementi vulnerabili, ritenendo opportuno classificare i beni esposti al pericolo in quattro classi, da E1 a E4, a valore crescente (cfr cap.5). La classificazione degli elementi a rischio fornita nel precedente cap. 5 è stata integrata inserendo, tra i beni da proteggere, anche le spiagge, secondo il criterio definito nella Tabella 6.5.

Tabella 6.5: Elementi a rischio.

Classe	Descrizione
E2	Spiagge e coste alte.
E3	Spiagge ed aree costiere di alta valenza turistico- ambientale.

Attraverso dunque la combinazione dei due fattori pericolosità P ed elementi a rischio E, si arriva alla determinazione del rischio.

La Tabella 6.6 mostra le possibili combinazioni fra P ed E.

Tabella 6.6: Individuazione delle classi di rischio.

		Elementi a Rischio	
		E2	E3
Pericolosità	P1	R1	R2
	P2	R2	R3
	P3	R3	R4
	P4	R4	R4

A completamento dell'analisi dello stato attuale dei litorali siciliani, dopo aver distinto le zone a diversa tipologia costiera (coste basse, sabbiose, ciottolose, coste alte), si è provveduto all'individuazione di tutte le opere portuali, marittime e di difesa esistenti e di quelle opere che risultano in corso di progettazione o realizzazione.

Capitolo 7

METODOLOGIA OPERATIVA PER L'ANALISI IDRAULICA E LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER INONDAZIONE

L'indagine per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio per inondazione è stata svolta secondo un approccio metodologico analitico e omogeneo su tutto il territorio siciliano, tenendo in debito conto le peculiari problematiche.

L'assetto idraulico del territorio risulta negativamente influenzato dall'alta densità della popolazione residente, dall'elevata urbanizzazione, spesso caratterizzata da un'alta percentuale di abusivismo, da insediamenti produttivi (agricoli ed industriali) frutto di una pianificazione che ha tenuto in scarsa considerazione la loro negativa incidenza sul territorio.

Più in generale le problematiche della sicurezza idraulica possono interessare l'intero reticolo idrografico, essendo connesse ai processi morfologici di erosione, trasporto e sedimentazione presenti lungo il reticolo, oltre che agli interventi antropici. Lo studio idraulico condotto per i tratti vallivi dei bacini idrografici, è stato, pertanto, integrato con l'individuazione di eventuali situazioni critiche ai fini della sicurezza idraulica lungo l'intera asta fluviale.

Nell'ambito delle attività svolte per la redazione del P.A.I., lo studio idraulico è stato finalizzato sia alla valutazione delle capacità di convogliamento dei diversi tratti d'alveo nelle loro condizioni attuali, sia all'individuazione dell'estensione delle aree di allagamento, nei tratti soggetti ad esondazione.

Necessaria è stata la costruzione di un quadro conoscitivo di base dell'ambiente fisico oggetto di studio; pertanto, oltre alla definizione del reticolo idrografico, dei limiti

del bacino principale e dei sottobacini, è stata effettuata una prima caratterizzazione delle aste fluviali. Parallelamente a tale attività, sono stati acquisiti tutti gli elementi conoscitivi utili all'individuazione delle aree potenzialmente inondabili attraverso informazioni storiche e analisi di tipo territoriale.

Si è proceduto, così, allo studio idrologico dei vari bacini e sono state stimate le massime portate relative alle sezioni di interesse del corso d'acqua (in dipendenza delle aree potenzialmente inondabili prima individuate) e la probabilità associata che tali portate vengano raggiunte o superate.

Nella fase successiva, attraverso lo studio idraulico, sono state determinate, in ogni sezione scelta, i livelli idrici associati agli eventi di piena precedentemente definiti e, conseguentemente, sono state perimetrate le aree inondabili.

Infine, sono stati valutati la pericolosità ed il rischio. Si sottolinea che, nella metodologia adottata per determinare il rischio per inondazione, poiché la valutazione quantitativa del danno richiede, oltre a una conoscenza dettagliata degli elementi esposti al rischio sul territorio, anche la stima della vulnerabilità, valutabile tramite analisi territoriali, sociali ed economiche da svolgersi a un livello di dettaglio che trascende le scale proprie della pianificazione di bacino, nell'ambito del P.A.I. il rischio è stato valutato considerando soltanto due fattori. In particolare si è tenuto conto del *valore degli elementi a rischio* presenti nell'area in esame e della *pericolosità idraulica*.

La classificazione degli elementi a rischio è stata effettuata secondo quanto riportato nella citata Circolare A.R.T.A. 7 marzo 2003, n.1, "Redazione del Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico", ai sensi del decreto legge n. 180/98 e successive modifiche ed integrazioni, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale del 24/04/2003 n.19. Già questa Circolare introduceva il concetto di pericolosità idraulica, valutata in funzione del tempo di ritorno della piena, dell'estensione dell'area inondabile e della distribuzione spaziale dei tiranti idrici sulla stessa area.

Nell'ambito della redazione del P.A.I., sulla scorta delle ulteriori esperienze sin qui maturate, è stata definita una nuova Tabella per la definizione della pericolosità che, pur non producendo rilevanti cambiamenti rispetto a quella contenuta nelle linee guida redatte dall'A.R.T.A., fornisce una classificazione più accurata delle classi di pericolosità, sulla base dei tempi di ritorno ed, eventualmente, della distribuzione spaziale delle altezze idriche all'esterno dell'alveo. In particolare, per quanto riguarda la classificazione degli elementi a rischio, essa è avvenuta facendo riferimento a 4 classi di importanza crescente, individuate e mappate direttamente sulle aree in studio, che sono già state riportate nella Tabella 5.3.

Gli studi suddetti, condotti per i tempi di ritorno $T=50$, 100 e 300 anni, si possono pertanto articolare nelle seguenti fasi fondamentali:

- Individuazione e caratterizzazione dell'ambiente fisico oggetto di studio;
- Analisi storico-inventariale (raccolta dati) e analisi territoriale;
- Studio idrologico;
- Studio idraulico;
- Perimetrazione delle aree a diversa pericolosità di inondazione e valutazione del rischio idraulico.

La fase di individuazione e caratterizzazione dell'ambiente fisico, oggetto di studio, è stata analiticamente sviluppata nel capitolo 3 della presente relazione; le fasi successive sono invece trattate nei paragrafi seguenti.

7.1 Analisi storico-inventariale (raccolta dati) e analisi territoriale

Al fine di localizzare e caratterizzare tutti gli eventi avvenuti nel passato che hanno causato danni a cose o persone, sono state raccolte le segnalazioni sui dissesti trascorsi. Inoltre, sono state reperite informazioni su studi esistenti.

La raccolta dei sopracitati dati è avvenuta, analogamente a quanto già rappresentato nel precedente capitolo 5, attraverso la consultazione delle seguenti fonti:

- Letteratura e pubblicazioni scientifiche;
- Dati storici;
- Dati archiviati dal Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R. nell'ambito del progetto Aree Vulnerate Italiane (AVI) – (dicembre 1998- 2° Ed.) - (Tali elementi sono stati tratti dall'analisi di testate giornalistiche nazionali e locali, da pubblicazioni scientifiche, da rapporti tecnici e da elenchi amministrativi e sono relativi al periodo dal 1918 ai giorni nostri);
- Ordinanze di protezione civile (n. 2621) per fenomeni di inondazione nei centri abitati;
- Studi geologici a supporto dei Piani Regolatori Generali dei comuni;
- Studi per l'istituzione di aree naturali protette (parchi e riserve).
- Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico, approvato con Decreto A.R.T.A. n. 498/41 del 04/07/2000, basato su studi e segnalazioni da parte di diversi Enti (fino al 1998);
- Segnalazioni da parte degli Enti Locali agli Organi Regionali e Nazionali (Protezione Civile, Assessorato Territorio e Ambiente, Uffici del Genio Civile) di fenomeni avvenuti (dal 1998 ad oggi);
- Studi e segnalazioni provenienti dalle Province Regionali, ESA, EAS, ANAS, Consorzi ecc.;
- Aggiornamento del Piano Straordinario, approvato con Decreto A.R.T.A. n. 543 del 20/7/2002;
- Studi di bacino effettuati dal Dipartimento Foreste dell'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Siciliana (dal 2000 ad oggi);
- Censimento delle aree inondate effettuato dal Dipartimento di Protezione Civile per la redazione dei Piani di emergenza (1999-2003);

- Progetti relativi ad interventi di consolidamento effettuati e in corso di realizzazione.

La consultazione di tutte le informazioni tratte dall'analisi delle fonti sopracitate, debitamente riassunte e organizzate, ha consentito l'acquisizione di informazioni utili alle elaborazioni successive.

L'analisi territoriale ha permesso l'individuazione di ulteriori elementi potenzialmente a rischio tramite l'esame della cartografia di base correlata ad un supporto aereofotogrammetrico.

Inoltre, lo studio geomorfologico ha consentito di prendere in considerazione tutti gli elementi che possono ulteriormente definire le aree potenzialmente inondabili (andamento plano-altimetrico dell'alveo, presenza di depositi alluvionali conseguenti a fenomeni di trasporto solido, evidenze relative a precedenti tracce di esondazione, ecc.).

L'analisi storico-inventariale e territoriale viene completata con l'esecuzione di sopralluoghi e la compilazione di apposite schede di rilevamento (vedi paragrafo 7.2.2).

Attraverso la sintesi e l'elaborazione delle sopracitate informazioni sono stati selezionati i casi maggiormente significativi e sono state restituite, in tabelle riepilogative, le situazioni caratterizzate da una maggiore pericolosità.

Si sottolinea che nel territorio siciliano, dall'esame delle situazioni indagate, i fenomeni di dissesto idraulico più frequenti sono riferibili alle seguenti tipologie:

- fenomeni di **esondazione** per cause morfologiche e/o antropiche. Si tratta solitamente di aree a limitata altezza rispetto all'alveo, nelle quali l'esondazione è favorita, in alcuni casi, dall'accumulo locale di sedimenti. In particolare, i fenomeni di esondazione sono caratterizzati generalmente da allagamenti delle aree prossime alla sponde dell'alveo o dei canali artificiali per effetto di:
 1. insufficienza idraulica dovuta a riduzione delle sezioni idriche utili causate dalla presenza di fitta vegetazione in alveo, dall'apporto di detriti ovvero da materiale sversato impropriamente negli alvei;
 2. crisi idrauliche localizzate dovute a restringimenti di sezione (tombini, ponticelli, ecc.) e regimentazione idraulica non adeguata;
 3. cedimenti di arginature e muretti spondali;
 4. utilizzo improprio degli alvei come sedi viarie (alvei-strada), soprattutto in prossimità dei centri urbani;
 5. aree urbane ad elevata suscettibilità di allagamento ubicate al piede di valloni e per le quali non sono state previste opere di raccolta e allontanamento delle acque provenienti da monte;
- fenomeni di **crisi idraulica da alluvionamento**: oltre ai fenomeni di allagamento dovuti alla esondazione di volumi prevalentemente liquidi dai corsi d'acqua, dovrebbero essere presi in esame i fenomeni di crisi idraulica da alluvionamento, che possono verificarsi al piede dei valloni incisi e che danno luogo ad un trasporto sia liquido che solido. Infatti, numerosi valloni, generalmente incisi, spesso non recapitano in un reticolo idrografico vero e proprio, ma sversano le acque nelle zone di contatto con le aree pianeggianti. Fenomeni di alluvionamento si hanno anche lungo le aste montane incise con

tratti di possibile crisi per piene repentine, colate detritiche e alluvioni di conoidi;

- **presenza di attraversamenti** che restringono la sezione di deflusso (favorita dalla mancanza di regolare manutenzione dell'alveo e dalla generale mancanza delle distanze di rispetto idraulico dai corsi d'acqua e dalle aree demaniali). Inoltre, molto spesso, gli attraversamenti sono interessati da dissesti causati da scalzamento-incisione delle pile e da scarsa manutenzione dell'alveo lungo la sezione limitrofa;
- **tratti d'alveo artificiali e alvei coperti:** alle tipologie naturali dei corsi d'acqua è opportuno aggiungere, in questa sede, per le problematiche inerenti la sicurezza idraulica che essi producono, i tratti d'alveo artificiali e, soprattutto, gli alvei coperti. Quest'ultima tipologia, purtroppo, risulta molto frequente a ridosso dei centri urbani, soprattutto in corrispondenza di piccoli torrenti che possono, in occasione di intensi eventi pluviometrici, costituire un serio pericolo per la pubblica incolumità. I tratti tombati, infatti, risultano molto spesso ostruiti, interrati, con scarsa manutenzione oppure facilmente ostruibili dal materiale solido e galleggiante trasportato da monte durante gli eventi di piena.

Inoltre, si nota in genere, sia in alveo che sulle sponde, la presenza diffusa di vegetazione (morta o viva), anche con tronchi di notevoli dimensioni, che in caso di piena favorisce lo sviluppo di rigurgiti o di erosioni di sponda.

Come già detto precedentemente, lo studio idraulico è stato finalizzato sia alla valutazione delle capacità di convogliamento dei diversi tratti d'alveo nelle loro condizioni attuali, sia all'individuazione dell'estensione delle aree di allagamento, nei tratti soggetti ad esondazione. L'analisi del rischio idraulico è stata condotta in dettaglio sui tratti vallivi delle aste fluviali principali, interessati dalla presenza di centri abitati, per i quali si dispone di rilievi morfologici trasversali dell'alveo.

Tutti gli altri casi in cui la caratterizzazione del livello di pericolosità richiede studi su scala di maggiore dettaglio, utilizzando modelli idraulici appropriati (le cui specifiche sono da dettagliare), saranno attenzionati nella seconda fase del progetto di P.A.I. In particolare, in ambito urbano, sarà da valutare l'eventuale applicazione di modelli di tipo bidimensionale.

7.2 Studio Idrologico

L'obiettivo ultimo dello studio idrologico è quello di stimare la massima portata relativa alla sezione fissata del corso d'acqua in esame e la probabilità associata che tale portata venga raggiunta o superata.

L'approccio utilizzato per portare a termine questo studio è dunque di tipo probabilistico. Ma poiché, in genere, per un corso d'acqua manca un campione rappresentativo di osservazioni di portate (o di altezze idrometriche), si è scelto di utilizzare un approccio probabilistico indiretto. Tale approccio consiste nello stimare la portata di piena di progetto attraverso un'analisi probabilistica preliminare delle

precipitazioni nel bacino interessato e la simulazione successiva del processo della loro trasformazione in deflussi.

Lo studio è stato effettuato per i valori del tempo di ritorno di 50, 100 e 300 anni, assumendo che la portata abbia il medesimo tempo di ritorno della pioggia che l'ha generata (linearità della trasformazione); è possibile così valutare le portate per i medesimi tempi di ritorno.

Le fasi dello studio sono state le seguenti:

1. Studio della piovosità al fine di condurre il calcolo dei parametri statistici necessari per la costruzione delle CPP (curve di probabilità pluviometrica);
2. Studio della capacità di assorbimento del terreno, tramite costruzione di uno strato informativo sul CN (*Curve Number*) riguardante il bacino, per la determinazione delle perdite idrologiche e successiva costruzione dello ietogramma di progetto;
3. Determinazione del trasferimento della pioggia netta alla sezione di chiusura del bacino mediante tracciamento delle aree isocorve e convoluzione tra ietogramma di progetto e aree isocorve.

Lo studio idrologico è stato effettuato avvalendosi delle tecniche proprie dei Sistemi Informativi Geografici (GIS) e di un modello di pubblico dominio: l'HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) dell' Hydrologic Engineering Center.

Dati pluviometrici disponibili

Per la costruzione delle CPP, si è fatto riferimento alle stazioni pluviografiche ricadenti nel territorio regionale siciliano ed aventi almeno dieci anni di funzionamento anche non consecutivo.

Per ciascuna di queste stazioni si è proceduto alla raccolta delle altezze di pioggia massime annuali per assegnate durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore dalla parte I degli Annali del Servizio Idrografico della Regione Siciliana relativi al periodo 1929-1998. Per ciascuna stazione e per ogni durata si è provveduto al calcolo della media e dello scarto quadratico medio. Inoltre, sempre per ogni stazione, si è calcolato il valore dei coefficienti a ed n della relazione:

$$\mu_t = at^n \quad (6.1)$$

dove μ_t è la media della precipitazione osservata per una durata di t ore. Infine si è anche calcolato il coefficiente di variazione rappresentativo della stazione (CVS), nell'ipotesi di invarianza di scala delle distribuzioni di probabilità delle altezze di pioggia relative alle diverse durate utilizzando la seguente formula:

$$CVS = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_{tot}} \frac{1}{N_{tot} - 1} (1 - w_i)^2} \quad (6.2)$$

dove N_{tot} è pari al prodotto della numerosità campionaria per il numero di durate osservate (di solito pari a 5) e w_i è l'altezza di pioggia adimensionalizzata rispetto alla media della durata corrispondente.

L'ipotesi di invarianza di scala per le precipitazioni estreme esprime il concetto che le distribuzioni di probabilità delle altezze di pioggia di due diverse durate coincidono a meno di un fattore di scala pari al rapporto tra le due durate elevato ad n . Studi condotti da Supino (1964) e da Rosso e Burlando (1990, 1995) hanno dimostrato, sulla base della verifica condotta su una lunga serie di eventi storici, che i nubifragi sono caratterizzati da questa proprietà, che risulta sostanzialmente ancora verificata qualora si prendano in esame i casi critici, vale a dire i massimi relativi delle osservazioni sperimentali di pioggia ottenuti da eventi anche diversi.

Per la determinazione delle CPP si è utilizzata la legge di distribuzione di probabilità del massimo valore EV1, meglio nota come legge di Gumbel. Nell'ipotesi che le precipitazioni seguano la legge di invarianza di scala temporale, le CPP, espresse attraverso la legge di Gumbel, si possono scrivere nella seguente forma:

$$h_{t,T} = K_T a t^n \quad (6.3)$$

in cui $h_{t,T}$ è l'altezza di pioggia di durata t e tempo di ritorno T , mentre K_T è il coefficiente di scala, detto coefficiente di crescita, che dipende dal tempo di ritorno T e dal coefficiente di variazione della stazione CVS attraverso la seguente relazione:

$$K_T = 1 - CVS \left\{ 0.450 + 0.779 \ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\} \quad (6.4)$$

I valori di a , n e CV sopra riportati sono stati interpolati tramite *kriging* (Matheron, 1971) su tutto il territorio regionale creando delle carte dei valori di a , n e CV riportate nelle Tavole 4, 5 e 6 allegate. L'algoritmo utilizzato per l'interpolazione, il *kriging*, meglio conosciuto come metodo dell'interpolazione ottimale, si basa sul fatto che la grandezza regionale da interpolare è troppo irregolare perché sia modellata da funzioni matematiche regolari ma può essere descritta da una superficie stocastica. L'interpolazione prevede una prima fase nella quale si indagano gli aspetti stocastici delle variabili regionalizzate ed una fase successiva di modellazione vera e propria. Il successo del *kriging* consiste nella validità di importanti assunzioni che si fanno sulla natura statistica della variazione, assunzioni che sono contenute nella teoria delle variabili regionalizzate. Questa assume che la variazione spaziale di una qualsiasi grandezza può essere espressa come somma di tre componenti:

1. una componente strutturale, associata ad un valor medio costante o ad un trend ben definito;
2. una componente random, spazialmente correlata;
3. una componente di errore residuo o rumore casuale (random noise).

Dalle carte così ottenute, tramite l'utilizzo del software ArcView, è possibile risalire al valore medio areale di tali coefficienti senza fare ricorso al classico metodo dei topoi.

Si è deciso inoltre di non effettuare il ragguaglio spazio-temporale necessario per tener conto del fatto che il centro di scroscio si verifichi proprio in corrispondenza dell'ubicazione dello strumento di misura. In letteratura si trovano infatti studi (Paoletti, 1988) che avanzano dei dubbi sulla correttezza di tale operazione nel caso di determinazione di portate di progetto, in quanto già l'ipotesi di pioggia uniforme su tutto il bacino porta ad una sottostima della massima portata risultante.

La ricostruzione degli ietogrammi sintetici lordi a partire dalle CPP è stata effettuata utilizzando il modulo *Meteorological Models* del modello HEC-HMS. Questo modulo permette di definire la pioggia di progetto e tenere conto, eventualmente, del fenomeno dell'evapotraspirazione. Tra i metodi proposti vi è la possibilità di considerare delle serie storiche di pioggia, registrate nelle stazioni pluviografiche ricadenti nell'area di studio, ovvero ricostruire ietogrammi sintetici a partire dai dati di altezze di pioggia di massima intensità e fissata durata registrati.

Ai fini di quest'applicazione, il modello meteorologico scelto è il *Frequency Storm* che permette di ricostruire ietogrammi sintetici di progetto di tipo "Chicago" per fissato tempo di ritorno e fissata durata critica. Tale durata critica viene posta pari al tempo di corrivazione del bacino in esame.

La determinazione di questo parametro viene eseguita calcolando il rapporto tra il percorso idraulicamente più lungo, determinato con le tecniche GIS più avanti esposte e una velocità di trasferimento media posta pari a 1-1,5 m/s.

Modello di formazione del deflusso di piena

I modelli di formazione del deflusso superficiale permettono di depurare lo ietogramma delle piogge lorde $i(t)$ dagli effetti dell'intercettazione da parte della copertura vegetale, della detenzione superficiale nei piccoli invasi naturali, dell'infiltrazione del terreno e dell'effetto di saturazione dello stesso, per valutare l'intensità di pioggia netta $p(t)$ che contribuisce al deflusso di piena.

Per quanto riguarda la scelta del modello di formazione del deflusso di piena, questa è stata effettuata utilizzando il modulo *Subbasin loss methods* di HEC-HMS. Tale modulo offre la possibilità di scegliere tra i più comuni modelli di pioggia netta.

La scelta è caduta su di un modello empirico a base fisica che si presta ad un utilizzo con dati spazialmente distribuiti: il metodo Curve Number (CN-SCS) del Soil Conservation Center (U.S. Dept. Agric., Soil Conservation Service, 1972). Tale metodo assume che, in un evento di piena, il volume specifico del deflusso superficiale P , sia proporzionale a quello precipitato I , depurato dall'assorbimento iniziale I_a , in ragione del rapporto tra volume specifico infiltrato F , e un volume specifico S , che caratterizza la massima ritenzione potenziale del terreno.

$$P = (I - I_a) F / S \quad (6.5)$$

Sostituendo ad F l'espressione ottenuta dall'equazione di continuità:

$$F = I - I_a - P \quad (6.6)$$

Si ottiene la relazione che fornisce il deflusso superficiale P :

$$P = \frac{(I - I_a)^2}{I - I_a + S} \quad (6.7)$$

Il parametro S dipende fundamentalmente dalla combinazione di due fattori: la natura geopedologica del terreno e l'uso/copertura del suolo. L'effetto combinato di questi due fattori viene rappresentato globalmente dal parametro adimensionale CN ($0 < CN < 100$), legato a S dalla relazione:

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (6.8)$$

La stima del parametro CN è stata effettuata tramite acquisizione, all'interno di un GIS, degli strati informativi riguardanti la geologia, la pedologia, e l'uso/copertura del suolo (Tavola 2). Unendo le informazioni provenienti dalla geologia e dalla pedologia si è classificato il bacino in quattro tipi idrologici di suoli, caratterizzati da permeabilità sempre minori:

- A - Sabbie profonde, terriccio marnoso profondo, aggregati limosi e sabbiosi;
- B - Sabbie argillose, terriccio marnoso sottile;
- C - Argille sabbiose, suoli poveri di contenuti organici, ricchi di componenti argillose;
- D - Suoli con tendenza al rigonfiamento, argille plastiche, suoli salini.

Il valore di CN si ottiene per incrocio fra le caratteristiche idrologiche del suolo secondo i tipi A – B – C – D e le caratteristiche di uso prevalente del suolo. Si ottiene così una carta dei valori di CN (Tavola 7), dalla quale si può ricavare, sempre con tecniche proprie dei Sistemi Informativi Geografici, il valore medio di CN per ciascun bacino.

L'altro parametro da stimare è I_a che rappresenta il volume specifico di pioggia sottratto, a priori, al bilancio idrico. Dati sperimentali (U.S. Dept. Agric., Soil Conservation Service, 1972) indicano che questo parametro è sempre proporzionale a S , per cui si è stabilito di porlo pari a cS con c pari a 0,2.

Idrogrammi di piena

Il calcolo degli idrogrammi di piena è stato effettuato con il metodo della corrivazione per le diverse sezioni di chiusura dei sottobacini di cui è composto il bacino idrografico principale. Disponendo di nuovi e potenti strumenti come i GIS, non si è fatto ricorso alla classica ipotesi del Viparelli che fa coincidere le linee isocorive con le isoipse, ma si è provveduto al tracciamento delle isocorive, utilizzando il DEM (*Digital Elevation Model*) prodotto dall'Assessorato Regionale BB.CC.AA. e P.I. Tale DEM, caratterizzato da una maglia quadra di dimensione 100 m, consente la derivazione automatica dei percorsi di drenaggio e la conseguente individuazione automatica del reticolo idrografico e delle lunghezze delle linee di drenaggio. Se a queste ultime si associa una velocità di scorrimento superficiale (supposta per semplicità costante) è possibile ottenere una carta che evidenzia le aree isocorive. Da tale carta è possibile ricavare la curva area-tempi $A(t)$ dei sottobacini in esame. Tale curva riporta in ascisse il

valore del tempo di concentrazione e in ordinata il valore dell'area che contribuisce al deflusso superficiale al tempo t ; naturalmente per $t=t_c$ (tempo di corrivazione) la superficie contribuyente è data dall'intero bacino.

A questo punto l'idrogramma uscente attraverso la sezione di chiusura del generico sottobacino è dato dall'integrale di convoluzione tra l'intensità di pioggia netta $p(t)$ e la funzione idrogramma unitario istantaneo (IUH), secondo la seguente espressione:

$$u(t) = \frac{1}{A} \frac{dA(t)}{dt} \quad (6.9)$$

L'idrogramma alla sezione di chiusura di ciascun bacino è dato da:

$$Q(t) = \int_0^t p(\tau) u(t - \tau) d\tau = p(t) \cdot u(t) \quad (6.10)$$

Tale espressione, formulata in termini discreti, assume la seguente forma:

$$Q_k = \frac{1}{A} \sum_{m=1}^k p_m \Delta A_{k-m+1} \quad (6.11)$$

dove:

$$\Delta A_n = A_n - A_{n-1} \quad (6.12)$$

Il calcolo dell'idrogramma di piena in ogni sezione di interesse è stato effettuato utilizzando il modulo *User-Specified Unit Hydrograph* del modello HEC-HMS.

I diversi sottobacini e, quindi, le diverse sezioni di chiusura, sono collegati tra loro da elementi che rappresentano dei canali lineari. Per semplicità si è ipotizzata una semplice traslazione delle onde di piena dalle sezioni di monte sino alla sezione a valle. Un tratto di alveo nel quale si verifica esclusivamente il fenomeno della traslazione dell'onda di piena si può schematizzare per mezzo di un canale lineare, che ha quindi l'effetto di ritardare la portata uscente rispetto a quella entrante di un intervallo di tempo detto *lag* (ritardo). A seguito di questa considerazione il calcolo dell'onda di piena risultante nella sezione di chiusura del bacino principale è stato effettuato utilizzando il modulo *Routing Method Lag* di HEC-HMS. In questo caso l'unico dato di input è costituito dal tempo di ritardo (*lag*), variabile in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua (lunghezza, pendenza, scabrezza) e della corrente. Per semplicità è stato calcolato come rapporto tra la lunghezza dell'asta fluviale da modellare e la velocità di propagazione della corrente, fissata pari a 1-1,5 m/s.

Gli eventuali invasi naturali (ad es. lago) o artificiali (ad es. diga) presenti all'interno del bacino idrografico possono essere modellati tramite l'elemento *Reservoir* di HEC-HMS. In base al tipo di dati disponibili è possibile ricostruire le portate uscenti dall'invaso in funzione del solo legame funzionale tra il volume accumulato (o tirante a monte dello sbarramento o superficie dello specchio liquido) e la portata uscente,

ovvero tenere conto delle caratteristiche costruttive e idrauliche delle opere di scarico di superficie e di fondo.

7.3 Studio idraulico

Lo studio della propagazione delle onde di piena, ricavate per i diversi tempi di ritorno fissati, è essenzialmente finalizzato alla determinazione della capacità di convogliamento dell'alveo e dei relativi manufatti di attraversamento. I modelli idraulici di propagazione giocano un ruolo fondamentale in questo tipo di analisi fornendo la possibilità di determinare l'andamento dei livelli idrici associati a differenti condizioni di moto.

L'analisi del rischio idraulico è stata condotta in dettaglio sui tratti vallivi delle aste fluviali principali, interessati dalla presenza di centri abitati, per i quali si dispone di rilievi morfologici trasversali dell'alveo. Si è ritenuta di scarsa utilità proseguire l'indagine verso monte, in quanto gli eventi di piena sono, talvolta, qui contenuti dai versanti prospicienti e non vi sono, solitamente, consistenti elementi a rischio nelle zone golenali, salvo limitate opere puntuali.

Gli idrogrammi di piena per gli assegnati tempi di ritorno, ricavati come visto precedentemente, sono stati utilizzati come dati di ingresso dei modelli idraulici impiegati per lo studio della propagazione della piena nei corsi d'acqua.

I modelli idraulici di propagazione utilizzati sono differenti a seconda della qualità della cartografia disponibile e dei rilievi eseguiti lungo le sezioni trasversali.

Nel caso in cui la cartografia disponibile è tale da non consentire un'affidabile ricostruzione delle sezioni trasversali e della valle fluviale circostante, il modello idraulico di propagazione utilizzato è l'HEC-RAS (*River Analysis System*) sviluppato dall'*Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers*. L'applicazione di tale software permette di ottenere l'andamento dei profili di rigurgito, in condizione di moto stazionario, potendo quindi individuare l'entità e l'estensione delle zone di allagamento, sia all'interno dell'alveo che nelle zone contigue, valutando l'influenza di eventuali ponti o di vari ostacoli sul normale deflusso della corrente.

Le ipotesi alla base del modello sono quelle di condizioni di moto permanente unidimensionale, corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si risente della presenza di strutture, quali i ponti), pendenze longitudinali del fondo dell'alveo non eccessive. La soluzione dell'equazione di conservazione dell'energia, ottenuta per iterazione, fornisce l'altezza d'acqua in una assegnata sezione trasversale.

Per il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto monodimensionale si può utilizzare il software HEC-RAS, il quale permette il calcolo delle altezze idriche nell'ipotesi che la portata rimanga costante nel tempo in tutte le sezioni del fiume.

La valutazione del profilo si basa sulla semplice equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e \quad (6.13)$$

dove H_1 (m) ed H_2 (m) sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco considerato, h_f (m) sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde, mentre h_e (m) sono le perdite di carico dovute agli allargamenti e ai restringimenti della corrente.

In particolare, h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f L \quad (6.14)$$

con j_f pendenza motrice del tratto di lunghezza L (m).

Il calcolo di j_f è in funzione della pendenza motrice J in corrispondenza delle sezioni d'inizio e fine di ciascun tratto. Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la seguente formula:

$$J = \left[\frac{Q}{K} \right]^2 \quad (6.15)$$

dove Q (m³/s) è la portata di calcolo e K (denominato conveyance) è ricavabile attraverso la classica espressione di Chezy:

$$K = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} \quad (6.16)$$

dove A (m²) è l'area della sezione liquida, R (m) il raggio idraulico e n (m ^{$\frac{-1}{3}$} · s) è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

Il termine h_e dipende dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse, ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \left| \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} - \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} \right| \quad (6.17)$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione, v_1 e v_2 (m/s) sono i valori delle velocità medie nelle sezioni 1 e 2, α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello suddivide la sezione in più zone ad ognuna delle quali assegnare un valore diverso del parametro n di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso e due zone laterali golenali.

Per l'implementazione del modello sono state utilizzate le sezioni degli alvei reperite presso i vari Enti competenti e quelle appositamente rilevate in occasione di questo Piano. Si è inoltre tenuto conto della presenza dei principali manufatti di attraversamento delle aste fluviali in studio; questi, infatti, costituiscono elementi di perturbazione delle condizioni di deflusso delle correnti di piena di una certa entità in relazione alle sezioni disponibili e alla presenza di pile in alveo. E' stato, pertanto,

necessario valutare la capacità di convogliamento di ciascuno di questi manufatti di attraversamento.

Come condizioni idrauliche al contorno, sono stati utilizzati i valori di picco degli idrogrammi corrispondenti sempre ai tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni, ricavati nell'ambito dello studio idrologico come specificato nel paragrafo precedente. Note le condizioni idrauliche al contorno e le caratteristiche morfologiche dei tratti in termini di sezioni trasversali d'alveo e di sezioni in corrispondenza dei manufatti significativi, per ciascuna delle stesse la procedura individua i valori massimi raggiunti per i livelli, le velocità e le portate. Il confronto tra tali livelli e le quote dei rilievi trasversali evidenzia il contenimento dei deflussi nelle zone d'alveo e golenali oppure la loro fuoriuscita e la possibilità di interessamento di zone abitate.

L'ampiezza della corrente idrica, desumibile dalle sezioni trasversali, viene posizionata in corrispondenza delle tracce planimetriche delle sezioni stesse. Il raccordo tra i punti successivi individuati viene condotto facendo riferimento alle curve di livello e ai punti quotati presenti sulle C.T.R. alla scala 1:10.000. Qualora i livelli non siano contenuti nelle zone spondali o nelle arginature, la delimitazione delle zone inondabili è stata condotta in base all'andamento plano-altimetrico dell'area in esame, desumibile dalla C.T.R. stessa.

I risultati delle simulazioni effettuate risultano, quindi, attendibili nel caso di alvei incassati, per i quali il deflusso è contenuto dagli argini o nel caso di sezioni trasversali all'alveo stesso tali da contenere la portata esondata. Infatti, nel caso di zone esterne agli argini particolarmente pianeggianti non è possibile definire, in modo corretto, l'area di contenimento del volume esondata soprattutto per aree urbanizzate lungo le sponde che non consentono di definire in modo esatto le superfici interessate da fenomeni di allagamento.

Inoltre, la presenza di ostacoli lungo gli alvei (ponti, restringimenti, tratti tombati, vasche, zone di accumulo di sedimenti e discariche, arginature e muri di contenimento danneggiati, costruzioni abusive in alveo) rende molto difficile la ricostruzione geometrica del corso d'acqua e quindi, praticamente impossibile l'impiego corretto del modello idraulico utilizzato per la propagazione delle piene.

Tra l'altro, soprattutto con riferimento agli eventi di elevato tempo di ritorno (300 anni) presi in considerazione dal P.A.I., per i quali è minore l'influenza delle incertezze circa la morfologia del fondo alveo ed i coefficienti di scabrezza, nelle aste interessanti le pianure alluvionali, l'ordine di grandezza dell'approssimazione nella stima dei livelli massimi è di qualche decina di centimetri, a parità di geometria dell'alveo e delle singolarità in esso presenti. Anche se tale incertezza potrebbe apparire ridotta, ne potrebbero derivare grossi problemi nei siti caratterizzati da terreni d'esonazione pianeggianti, ove a poche decine di centimetri di livello idrometrico corrispondono incertezze talvolta di centinaia di metri sull'estensione dell'area inondata.

In tutti questi casi, per i quali il modello idraulico monodimensionale HEC-RAS trova notevoli difficoltà applicative, è necessario ricorrere a modelli più sofisticati. In particolare gli approcci seguiti sono stati due: utilizzo del "metodo dei volumi statici" e l'uso di un modello bidimensionale.

Il primo metodo consiste nel valutare il volume d'acqua che fuoriesce dall'alveo nel tratto di esonazione e nel determinare l'estensione delle zone prossime al suddetto tratto dove l'acqua esondata si dispone in funzione delle informazioni ricavate da un modello digitale del terreno dell'area in esame suddiviso in celle di dimensioni uniformi. La propagazione dei livelli idrici nelle celle avviene sulla base della conservazione della

massa e, dunque, utilizzando la sola equazione di continuità. A tale scopo è necessario considerare il volume accumulato nella singola cella e le sue variazioni dovute agli scambi di portata con le celle circostanti. Pertanto, ad ogni passo temporale, l'equazione di continuità impone il bilancio tra i volumi netti transitati attraverso la cella e la variazione di volume locale, sotto le ipotesi che il volume accumulato in ciascuna cella è univocamente correlato all'altezza idrica nella cella stessa e le portate scambiate sono funzione dei livelli a monte e a valle delle connessioni idrauliche.

Il trasferimento dei volumi di esondazione, sia dall'alveo alle celle di accumulo, sia tra le stesse celle, avviene tramite soglie sfioranti. Il fenomeno dell'allagamento di ciascuna area avviene in modo sincrono, cioè non viene messo in conto il tempo effettivo connesso alla reale propagazione sul terreno dei volumi esondati. L'approssimazione adottata è tanto più accettabile quanto maggiore è il numero di celle in cui vengono suddivise le aree complessivamente soggette a esondazione. Infatti, in tal modo, il riempimento di ciascuna cella è regolato dalle caratteristiche degli sfioratori di collegamento tra le celle che, in funzione della quota e della lunghezza, influenzano la velocità di riempimento della cella successiva. Si trascurano, comunque, gli effetti della non stazionarietà e bidimensionalità connessi al fenomeno di propagazione del fronte di inondazione.

La simulazione del fenomeno di esondazione si basa inoltre sulle ipotesi che i volumi idrici di inondazione si generano esclusivamente per tracimazione delle sommità arginali del corso d'acqua. Non sono dunque considerati altri fenomeni quali, ad esempio, il collasso delle strutture arginali o fenomeni di rigurgito.

In funzione delle quote idriche raggiunte nelle aree di potenziale inondazione, in corrispondenza degli eventi con diverso tempo di ritorno, sono state dapprima individuate, mediante l'uso di DEM, le aree di invaso statico allocando, in base alla morfologia del territorio definita dal modello digitale del terreno, i volumi di esondazione desumibili dal modello idraulico nelle aree di potenziale inondazione. Le aree così definite rappresentano pertanto, su base esclusivamente morfologica, le zone ove appare ragionevole ritenere che si accumulino, per tempi significativamente superiori a quelli caratteristici dell'evento, i volumi provenienti dalle sezioni di tracimazione del corso d'acqua.

Sulla base dei risultati ottenuti in questa fase e attraverso il confronto con le informazioni derivanti dal modello digitale del terreno, le diverse aree di accumulo sono state tra loro raccordate. Questa operazione è avvenuta delimitando le aree soggette a prevalenti fenomeni di trasferimento, per le quali cioè i volumi tracimati dal corso d'acqua transitano sino a raggiungere un'area di accumulo.

Nel caso in cui la modellazione idraulica è supportata da elementi conoscitivi di dettaglio (cartografia 1:2000 e/o sezioni trasversali rilevate in loco) si è utilizzato un modello bidimensionale (Aronica et al., 1998). Lo schema adottato si basa sulle classiche equazioni del moto e di continuità per una corrente bidimensionale, associate ad un'opportuna equazione per la stima delle dissipazioni energetiche di tipo distribuito. Le equazioni, nella loro formulazione generale di De Saint Venant, esprimono le caratteristiche idrauliche, portata, altezza d'acqua e velocità, in funzione del tempo e dello spazio e nell'ipotesi di distribuzione idrostatica della pressione, distribuzione uniforme delle velocità sulla verticale, piccole pendenze di fondo e piccole accelerazioni convettive; esse si possono scrivere nella forma:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \quad (6.17a)$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + gh \frac{\partial H}{\partial x} + gh J_x = 0 \quad (6.17b)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + gh \frac{\partial H}{\partial y} + gh J_y = 0 \quad (6.17c)$$

nelle quali $H(t,x,y)$ è la quota piezometrica, $p(t,x,y)$ e $q(t,x,y)$ sono le componenti della portata specifica (per unità di larghezza) rispettivamente nella direzione x e nella direzione y , h è l'altezza idrica, J_x e J_y sono le resistenze sempre nelle direzioni x ed y , g è l'accelerazione di gravità. In particolare, adottando la formula di Manning, queste ultime si esprimono con:

$$J_x = \frac{n^2 p \sqrt{p^2 + q^2}}{h^{10/3}} \quad J_y = \frac{n^2 q \sqrt{p^2 + q^2}}{h^{10/3}} \quad (6.18)$$

nelle quali n è il coefficiente di scabrezza di Manning.

Le (6.16) sono state risolte utilizzando un reticolo triangolare agli elementi finiti assumendo, all'interno di ogni elemento, una variazione lineare delle altezze idriche ed un valore costante delle portate specifiche p e q .

La soluzione viene pertanto ottenuta solo nei punti di discretizzazione (e non con continuità su tutto il dominio) per quanto riguarda le altezze idriche e nei singoli elementi per quanto riguarda le velocità della corrente.

7.4 Perimetrazione delle aree a diversa pericolosità di inondazione e valutazione del rischio idraulico

La stima della pericolosità costituisce il presupposto essenziale per la valutazione del rischio sul territorio. Essa è stata valutata in maniera differente a seconda delle informazioni disponibili e dell'affidabilità della ricostruzione delle aree inondabili. Nel caso in cui la scala della cartografia disponibile e le connesse sezioni trasversali della valle fluviale non consentissero di ottenere un'affidabile distribuzione spaziale delle altezze idriche all'interno dell'area inondata (ottenuta peraltro utilizzando modelli monodimensionali, oppure bidimensionali semplificati), si è fatto riferimento ad una metodologia, cosiddetta "semplificata", che valuta la pericolosità soltanto in funzione del tempo di ritorno. Nel caso in cui, invece, i risultati della modellazione idraulica fossero supportati da elementi conoscitivi di dettaglio (cartografia 1:2000 e/o sezioni trasversali rilevate in loco), atti a consentire una notevole affidabilità relativa al calcolo della distribuzione spaziale delle grandezze idrauliche (ottenute tramite l'uso di modelli mono/bidimensionali o quasi-bidimensionali), si è fatto ricorso ad una metodologia

“completa” che valuta la pericolosità incrociando le informazioni relative al tempo di ritorno con quelle relative alla distribuzione spaziale delle altezze idriche.

Metodologia semplificata

In questo caso gli elementi di conoscenza disponibili non sono stati giudicati sufficienti per determinare in modo affidabile la distribuzione spaziale delle altezze idriche all'interno dell'area inondabile: la pericolosità è stata allora valutata soltanto in funzione del tempo di ritorno e, in particolare, in modo inversamente proporzionale allo stesso.

Per quanto riguarda la scelta dei tempi di ritorno ai quali fare riferimento per la valutazione della pericolosità e quindi del rischio, il D.P.C.M. del 29/09/98, nella fase 2 di perimetrazione e valutazione dei livelli di rischio, indica che dovranno essere identificate sulla cartografia aree caratterizzate da tre diverse probabilità di evento e, conseguentemente, da diverse rilevanze di piena:

- aree ad alta probabilità di inondazione (con tempi di ritorno di 20-50 anni);
- aree a moderata probabilità di inondazione (con tempi di ritorno di 100-200 anni);
- aree a bassa probabilità di inondazione (con tempi di ritorno di 300-500 anni).

In particolare nell'ambito del presente P.A.I. sono stati selezionati tempi di ritorno pari a 50, 100 e 300 anni, cioè gli estremi inferiori degli intervalli proposti per le probabilità di inondazione moderata e bassa e, a vantaggio di sicurezza, l'estremo superiore per alta probabilità di inondazione. La pericolosità, così come già detto prima, è stata valutata in modo inversamente proporzionale al tempo di ritorno stesso (Tabella 6.1):

Tabella 7.1: Calcolo della pericolosità idraulica secondo la metodologia semplificata.

T	P
50	P3
100	P2
300	P1

Sulla base della suddetta tabella è possibile ricavare la carta di pericolosità idraulica per l'area in studio. Le classi di rischio sono dunque determinate dalla sovrapposizione di questa carta con gli elementi a rischio risultanti dalle informazioni derivate dalla CTR in scala 1:10.000 e dalle ortofotocarte alla medesima scala. Mediante l'incrocio del dato relativo all'elemento con quello della classe di pericolosità, si può pertanto risalire agevolmente al grado di rischio (Tabella 6.2). Il valore del rischio si è assunto, in via convenzionale e qualitativa, crescente con l'indice della classe di appartenenza.

Tabella 7.2: Valutazione del rischio idraulico secondo la metodologia semplificata.

Rischio	E1	E2	E3	E4
P1	R1	R1	R2	R3
P2	R1	R2	R3	R4
P3	R2	R2	R4	R4

Le diverse condizioni di rischio sono state dunque aggregate in quattro classi a gravosità crescente alle quali sono attribuite le definizioni riportate nel precedente capitolo.

Metodologia completa

Nel caso in cui i risultati della modellazione idraulica, supportati da una buona qualità dell'informazione cartografica e morfologica disponibile, fornissero informazioni spazialmente distribuite delle altezze idrauliche, ricavate con l'applicazione attendibile di modelli mono/bidimensionali o quasi-bidimensionali, si è fatto ricorso ad una metodologia "completa" che valuta la pericolosità incrociando le informazioni relative al tempo di ritorno e alla distribuzione spaziale delle altezze idriche stesse.

Altri parametri come la velocità dell'acqua e il tempo di permanenza della stessa non sono stati considerati a causa della difficoltà di ottenere, in tutti i casi, delle valutazioni sufficientemente attendibili.

In relazione alle precedenti considerazioni si è individuato un metodo per la definizione dei livelli di pericolosità, con riferimento all'entità delle inondazioni valutate in base al valore dei tiranti idrici e del tempo di ritorno. Il calcolo della pericolosità è definito nella Tabella 6.3.

Per quanto riguarda il valore del tirante idrico è evidente che esso influisce sull'entità dei danni e, quindi, sulle potenzialità d'uso del territorio. Un livello di inondazione dell'ordine di poche decine di cm comporta danni limitati e qualche piccolo disagio alle persone, mentre livelli di inondazione superiori procurano disagi e danni notevolmente maggiori, che difficilmente possono essere sopportati dalle popolazioni. Si può ritenere che sino a 0.3 m i danni e i disagi siano ancora contenuti, mentre per livelli di inondazione più elevati vi sia un notevole incremento sia dei danni sia del disagio percepito.

Tabella 7.3: Calcolo della pericolosità idraulica secondo la metodologia completa.

Battente Idraulico	Tempo di Ritorno		
	50	100	300
H<0.3 m	P1	P1	P1
0.3<H<1 m	P2	P2	P2
1<H<2 m	P4	P3	P2
H>2 m	P4	P4	P3

Le classi di rischio sono dunque determinate dalla sovrapposizione della carta della pericolosità con gli elementi a rischio determinati sulla base della cartografia disponibile. Mediante l'incrocio del dato relativo all'elemento a rischio con quello della classe di pericolosità, si può risalire agevolmente al grado di rischio. La valutazione del rischio si è così effettuata sulla base della matrice riportata nella Tabella 6.4.

Tabella 7.4: Valutazione del rischio idraulico secondo la metodologia completa.

Rischio	E1	E2	E3	E4
P1	R1	R1	R2	R2
P2	R1	R2	R3	R3
P3	R2	R2	R3	R4
P4	R2	R3	R4	R4

Capitolo 8

INFORMATIZZAZIONE E BANCHE DATI

8.1 Informatizzazione

L'informatizzazione dei dati sull'assetto idrogeologico del territorio siciliano è stata condotta con il software ArcGis della ESRI. Tale programma ha permesso la costruzione di un Sistema Informativo Territoriale (SIT), cioè di un sistema che, attraverso l'uso di strumenti informatici, consente l'acquisizione, in forma digitale, dei dati cartografici e offre la possibilità di integrare l'informazione geografica con quella di tipo descrittivo.

Le funzioni principali nella costruzione del SIT sono state:

- Acquisizione delle informazioni;
- Analisi dei dati;
- Produzione degli elaborati.

La prima fase dell'informatizzazione ha riguardato la raccolta dei dati informatizzati già in possesso dell'Amministrazione e la verifica della loro precisione rispetto ad una scala di rappresentazione 1:10.000. I dati cartografici e tematici di base reperiti sono i seguenti:

Cartografia di base

- Cartografia I.G.M.I. in scala 1:50.000, in coordinate UTM, georeferenziate in Gauss-Boaga in formato raster (TIFF).

- Sezioni della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000, in coordinate Gauss-Boaga, prodotte dal Dipartimento Regionale Urbanistica dell'A.R.T.A. E' stata utilizzata, per la maggior parte delle sezioni, l'edizione in formato raster, in quanto soltanto gli ultimi lotti (ed. 2001) sono stati prodotti direttamente su supporto vettoriale.
- Ortofoto digitali a colori della Regione Siciliana - Progetto IT 2000, volo anno 1998-99, in coordinate Gauss-Boaga.

Carte Tematiche

- Carte del Dissesto in scala 1:50.000, Piano straordinario per l'Assetto Idrogeologico-anno 2000, in formato raster.
- Carte del Rischio in scala 1:50.000, Piano straordinario per l'Assetto Idrogeologico-anno 2000, in formato raster.
- Carte del dissesto in scala 1:10.000, Aggiornamento del Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico-anno 2002, in formato raster.

Dati Vettoriali

Tali dati sono disponibili in formato SHP e GRID.

- Limiti dei bacini idrografici e idrografia del territorio siciliano su base cartografica in scala 1:100.000, realizzati per il Piano Territoriale Paesistico Regionale dell'Assessorato Regionale Beni Culturali e Ambientali e Pubblica Istruzione;
- Confini comunali ISTAT;
- Aree a diverso uso del suolo, delimitate su base cartografica in scala 1:100.000 (ARTA – Dipartimento Urbanistica);
- Dissesti geomorfologici delle province siciliane, delimitati su base cartografica in scala 1:25.000, nell'ambito del Progetto IFFI;
- Aree a rischio idrogeologico, su base cartografica 1:10.000, Aggiornamento del Piano Straordinario per l'assetto idrogeologico, anno 2002;
- DEM (Digital Elevation Model) della Sicilia, con risoluzione 100 x 100 m, in coordinate Gauss-Boaga (ricampionato dal Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università di Palermo a partire dal DEM prodotto dall'Assessorato Regionale BB.CC.AA. e P.I.);
- Distribuzione spaziale dei parametri della legge di Gumbel: a,n,cv in coordinate Gauss-Boaga (Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università di Palermo);
- Distribuzione spaziale del parametro CN (Curve Number) in coordinate Gauss-Boaga (Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università di Palermo).

La precisione dei dati digitali, riguardanti la delimitazione dei bacini idrografici, la rete idrografica ed i confini comunali, è risultata insufficiente rispetto alla scala 1:10.000 scelta per la rappresentazione dei dati territoriali d'interesse. Si è resa quindi necessaria una nuova delimitazione dei temi suddetti (per i bacini prioritari), partendo da una base cartografica costituita dalle Carte Tecniche Regionali.

Le informazioni digitalizzate sono state opportunamente suddivise in più "shape file" omogenei in base alle caratteristiche dei dati. La tipologia degli shapefile (puntuale, lineare, areale) è stata decisa, in base all'estensione degli oggetti e alla scala di acquisizione e successiva rappresentazione, secondo il seguente schema:

- Shapefiles puntuali: dati puntuali relativi al valore del tirante idrico nelle sezioni di calcolo, per ogni portata al colmo di piena;
- Shapefiles lineari: reticolo idrografico e rappresentazione delle ubicazioni delle sezioni trasversali dei corsi d'acqua per le verifiche idrauliche;
- Shapefiles areali: confini comunali, bacini idrografici, dissesti geomorfologici, pericolosità geomorfologica, pericolosità idraulica, rischio geomorfologico, rischio idraulico.

I dati sopradescritti costituiscono il nucleo centrale del SIT: essi, oltre all'informazione sulla posizione degli elementi geografici, contengono altre informazioni di attributo che descrivono ciò che l'oggetto rappresenta. Le informazioni sulla posizione geometrica sono archiviate in una struttura dati di tipo vettoriale ed i corrispondenti attributi sono archiviati in una serie di tabelle correlate agli elementi relativi.

L'analisi dei dati archiviati è stata condotta attraverso diverse operazioni rese disponibili dal programma:

- sovrapposizione topologica di informazioni geografiche diverse;
- aggregazione dei dati secondo criteri definiti;
- stime di parametri (es: lunghezza aste fluviali, superficie dissesti);
- elaborazioni per ottenere nuovi dati che soddisfacessero specifici requisiti.

I dati ottenuti tramite funzioni di analisi quali la stima delle superfici di poligoni (dissesti, uso del suolo, bacini idrografici, territori comunali, ecc.) sono stati esportati in formato tabellare ed utilizzati per effettuare ulteriori operazioni di analisi e rappresentazione con il foglio elettronico Excel della Microsoft.

Tabella 8.1: Schematizzazione del sistema informatico - IDRAULICA.

Shapefiles		
RISCHIO	PERICOLOSITA'	AREA ESONDAZIONE PER COLLASSO DIGA

Tabella 8.2: Schematizzazione del sistema informatico - GEOMORFOLOGIA.

Shapefiles			
Attributi	DISSESTI	RISCHIO	PERICOLOSITA'
	BACINO	BACINO	BACINO
	COMUNE	COMUNE	COMUNE
	LOCALITA'	LOCALITA'	LOCALITA'
	SIGLA	COLLEGAMENTO_DISSESTO	COLLEGAMENTO_DISSESTO
	CODICE_TIPOLOGIA	RISCHIO	PERICOLOSITA'
	CODICE_ATTIVITA'	ELEMENTO A_RISCHIO	AREA
	CODICE_RIFERIMENTO_FONTE	AREA	NOTE
	AREA	NOTE	
	NOTE		

8.2 Le banche dati

8.2.1 La scheda di censimento dei dissesti

La scheda utilizzata per censire i dissesti geomorfologici deriva dalla preesistente scheda raccolta dati pubblicata nella Miscellanea VII del Servizio Geologico (Amanti et alii, 1996) e dalla scheda utilizzata per l'inventario delle frane del Progetto IFFI.

Rispetto alle precedenti, risultano assenti gli aspetti relativi alla posizione della frana sul versante, all'esposizione e alla pendenza del versante stesso, all'idrogeologia dell'area di riferimento. Questi elementi, già censiti con il Progetto IFFI, costituiranno le conoscenze di base per avviare la seconda fase del progetto del P.A.I. e, in particolare, la redazione delle carte di propensione al dissesto.

In questa fase si è preferito, invece, strutturare una scheda che ampliasse il concetto di frana, prendendo in considerazione anche le forme di erosione severa, per finalizzare il censimento all'individuazione della pericolosità e alla valutazione del livello di rischio geomorfologico.

Tale scheda, per la sua semplicità, sarà quindi facilmente utilizzabile da tutti gli Enti e Uffici che dovranno segnalare, in futuro, nuovi dissesti avvenuti nel proprio territorio.

Al fine di interpretare correttamente quanto, per ovvii motivi di spazio, è stato sintetizzato e abbreviato nella scheda stessa, per un suo uso corretto è stata redatta una guida alla compilazione.

Rischio geomorfologico

SCHEDA DISSESTI

SCHEDA RIEPILOGATIVA DEI DISSESTI GEOMORFOLOGICI - pag. 1

COMPILAZIONE		LOCALIZZAZIONE	
ID	Data compilazione	Bacino idrografico	Provincia
Sigla	Compilatore	Comune	Codice ISTAT
Data evento	Eventi prec 1	Località	IGM 1: 50000 CRT 1: 10000

CLASSIFICAZIONE FRANA		ATTIVITA'	
Crollo e/o ribaltamento	☐	Attiva o riattivata	☐
Colamento rapido	☐ T 3 ☐	Inattiva	☐
Sprofondamento	☐	Quiescente	☐
Scorrimento	☐	Stabilizzata naturalmente o artificialmente	☐
Frana complessa	☐ T 2 ☐		
Espansione laterale-DGP	☐		
Colamento lento	☐		
Area a franosità diffusa	☐		
Deformazioni superficiali lente (creep o soliflusso)	☐ T 1 ☐		
Calanchi	☐		
Dissesti per erosione accelerata	☐		

MORFOMETRIA FRANA	
Lunghezza max (m)	
Larghezza max (m)	
Profondità max (m)	

USO DEL SUOLO		GEOLOGIA	
Aree Urbanizzate	☐ Mosaici colturali ☐	Terreni di riporto	☐ Marne ☐
Aree Verdi Urbane	☐ Incolto roccioso ☐	Detrito	☐ Sequenze flisciodi ☐
Aree Archeologiche	☐ Bosco Naturale ☐	Alluvioni	☐ Calcareni ☐
Seminativo	☐ Rimboschimento ☐	Conglomerati e breccie	☐ Rocce carbonatiche ☐
Seminativo Arborato	☐ Pascolo ☐	Sabbie	☐ Rocce gessose ☐
Culture Specializzate	☐ Macchia ☐	Argille	☐ Tufi e piroclastiti ☐
Culture in serra e tendoni	☐ Zone umide ☐	Arenarie	☐ Altre Rocce magmatiche ☐
Legnose agrarie miste	☐	Argille sabbiose	☐ Filladi ☐
			☐ Altre Rocce Metamorfiche ☐

Rischio geomorfologico

SCHEDA DISSESTI

SCHEDA RIEPILOGATIVA DEI DISSESTI GEOMORFOLOGICI - pag. 2

ID

Sigla

ELEMENTI A RISCHIO

Servizi Pubblici e Privati	☐		Nucleo Abitato	☐	
Impianti Sportivi e Ricreativi	☐		Insediamenti Artigianali ed Industria	☐	
Case Sparse	☐	E 1	Impianti D P R 175/88	☐	
Insediamenti Agricoli e Zootecnici	☐		Gasdotti, elettrodotti	☐	
Cimiteri	☐		Autostrade	☐	E 3
Vie di comunicazione secondarie	☐		Strade Statali	☐	
Acquedotti	☐	E 2	Linee Ferroviarie	☐	
Fognature	☐		Patrimonio Ambientale	☐	
Impianti di Depurazione e trattamento rifiuti	☐		Beni storici/architettonici	☐	
			Centro Abitato	☐	E 4

INTERVENTI REALIZZATI

Movimento terra	☐
Sostegno	☐
Mitigazione dei danni	☐
Drenaggio	☐
Protezione	☐
Sistemazione idraulico-forestale	☐
Rinforzo	☐

FONTI DI DOCUMENTAZIONE

Censimento AVI	☐	Pubblica Amministrazione	☐
Censimento SCAI	☐	Pubblicazioni	☐
Sopralluoghi GNDCl	☐	Piano Straordinario 2000 ed aggiorn.	☐
Sopralluoghi ed Ord. Protezione Civile	☐	Interpretazione foto aeree	☐
Strumenti Urbanistici	☐	Sopralluoghi PAI	☐
Altri strumenti di pianificazione	☐		

PARAMETRI MAGNITUDO

AREA	VOLUME MASSI
< 10.000 mq ☐	< 1 mc ☐
10.000 - 100.000 mq ☐	
100.000 - 1.000.000 mq ☐	> 1 mc ☐
> 1.000.000 mq ☐	

PERICOLOSITA'

P 0	bassa	☐
P 1	moderata	☐
P 2	media	☐
P 3	elevata	☐
P 4	molto elevata	☐

RISCHIO

R 1	moderato	☐
R 2	medio	☐
R 3	elevato	☐
R 4	molto elevato	☐

NOTE

Rischio geomorfologico

GUIDA ALLA COMPILAZIONE

Scheda dissesti

COMPILAZIONE	
In questa sezione vengono inserite le prime informazioni riguardanti la compilazione della scheda.	
ID:	Numero progressivo di inserimento che il programma inserisce automaticamente nella scheda.
Data compilazione:	Riportare la data di censimento del fenomeno.
Sigla:	Nel campo va inserito un codice alfanumerico identificativo del dissesto: R 19 identifica la Regione Sicilia, i primi numeri individuano il distretto idrografico, successivamente, all'interno dello stesso distretto, la I individua il bacino idrografico vero e proprio, mentre la A individua un'area territoriale intermedia; segue una lettera che inquadra il versante di appartenenza del bacino; un numero che corrisponde alla provincia di appartenenza; le successive lettere individuano il comune nel cui territorio ricade la frana e la numerazione finale avviene progressivamente per ogni territorio comunale.
Compilatore:	Inserire la qualifica e il nome del compilatore
Data evento:	Inserire esattamente il giorno/mese/anno in cui si è manifestato il fenomeno censito
Eventi precedenti 1:	Inserire la data dell'evento immediatamente precedente a quello censito, se avvenuto.
Eventi precedenti 2:	Inserire la data di altri eventi di cui si ha conoscenza, se avvenuti.

LOCALIZZAZIONE	
Fornisce le informazioni necessarie alla localizzazione del dissesto. La squadra di rilevatori potrà compilare questo campo sulla base dei dati rilevabili dalla cartografia allegata alla scheda.	
Bacino idrografico:	Indicare il bacino idrografico all'interno del quale ricade il fenomeno franoso.
Provincia:	La provincia nel cui territorio ricade il fenomeno franoso.
Comune:	Il comune nel cui territorio ricade il fenomeno franoso.
Codice ISTAT:	Il codice ISTAT del Comune.
Località:	Il toponimo della cartografia ufficiale più vicino all'ubicazione del fenomeno.
IGM 1:50.000:	Indicare il Foglio della Cartografia IGMI.
CTR 1:10.000:	Indicare la sezione della CTR utilizzata per cartografare il fenomeno

Rischio geomorfologico

GUIDA ALLA COMPILAZIONE

Scheda dissesti

CLASSIFICAZIONE FRANA	
Questa parte della scheda è finalizzata alla definizione della tipologia dell'evento franoso. La sezione andrà compilata, sulla base dei dati rilevabili dalle foto aeree e/o ortofoto digitali e in base al rilievo di campagna. Di seguito sono elencate e descritte le voci presenti sulla scheda con le relative definizioni: è indispensabile seguirle per garantire l'omogeneità del censimento.	
Tipologia T3:	Crollo e/o ribaltamento: non viene fatta alcuna distinzione tipologica tra i due tipi di movimento in quanto spesso il ribaltamento evolve in crollo ed è difficile, durante un sopralluogo successivo all'evento, stabilire il tipo di movimento originario. La massa si muove prevalentemente nell'aria, per caduta libera, per salti, rimbalzi e per rotolamento, frantumandosi in diversi elementi di dimensioni variabili ed è generalmente caratterizzata da movimento estremamente rapido. Colamento rapido: il colamento è un movimento spazialmente continuo, in cui le superfici di taglio sono molto ravvicinate e generalmente non si conservano. La velocità della massa dislocata è paragonata a quella dei fluidi viscosi; esiste inoltre una notevole differenziazione della velocità del movimento in funzione di diversi fattori, fra i quali il contenuto d'acqua della massa, la mobilità del materiale, l'evoluzione del movimento e la pendenza del versante. Nella tipologia T3 andranno classificate le colate con elevata velocità del movimento che interessano per lo più terreni sciolti in presenza di un significativo contenuto d'acqua. Si tratta di fenomeni, in genere di dimensioni non rilevanti, che si innescano in seguito a precipitazioni intense e coinvolgono i terreni sciolti di copertura in versanti caratterizzati da pendenze piuttosto elevate. Sprofondamento: peculiare tipo di dissesto che si manifesta qualora avvenga il crollo della volta di una cavità sotterranea di sufficienti dimensioni, antropica o naturale, che provochi risentimenti al piano campagna. In superficie si osservano strutture tipiche chiamate camini di collasso (sinkhole). Subsidenza: indica un lento e graduale abbassamento del suolo, determinato da cause di ordine geologico o di tipo antropico, correlato alla compressibilità del terreno, con particolare riferimento ai depositi non cementati.
Tipologia T2:	Scorrimento rotazionale o traslativo: anche in questo caso non viene fatta alcuna distinzione tra i due tipi di movimento. Per entrambi vi è uno spostamento lungo una o più superfici ove viene superata la resistenza al taglio. Queste frane sono facilmente riconoscibili e ben distinguibili quando la massa dislocata non ha dimensioni rilevanti. Nel caso di frane di grandi dimensioni, ove sia difficile distinguere la tipologia prevalente di movimento, è preferibile classificarle tra le frane complesse. Frana complessa: il movimento risulta dalla combinazione di due o più movimenti precedentemente descritti. Tipica frana complessa è uno scorrimento rotazionale che, nella sua parte terminale, evolve a colamento.
Tipologia T1:	Espansione laterale: è definita come un movimento di estensione di terreno coesivo, che si frattura e disarticola in più parti, sopra a materiale tenero, non coesivo che subisce fenomeni di liquefazione, fluimento ed estrusione. Questi movimenti sono generalmente molto complessi e caratterizzati da una velocità estremamente bassa. Per questo motivo, sono stati associati ai movimenti di Deformazione gravitativa profonda di versante o D.G.P.V.: movimento di massa molto complesso che si attua attraverso una deformazione lenta e progressiva della massa rocciosa, senza che siano apprezzabili superfici di rottura continue. Il processo deformativo avviene per spostamenti differenziali estremamente lenti che si sviluppano lungo serie di giunti e piani di discontinuità variamente orientati o per deformazioni dell'ammasso roccioso concentrate lungo fasce di maggior debolezza localizzate a diversa profondità ed aventi differenti spessori. Ciò determina un mutamento delle condizioni di stabilità generale di ampi settori di versante, coinvolgendoli spesso dagli spartiacque fino, talora, al fondovalle per profondità che superano facilmente il centinaio di metri, causando spostamenti di volumi rocciosi di parecchie decine di milioni di m³ verso il basso e verso l'asse della valle. Le evidenze morfologiche più significative si osservano sulle parti sommitali dei versanti, caratterizzati dalla presenza di contropendenze e trincee (trench), nonché di veri e propri avvallamenti trasversali al versante o lungo le dorsali spartiacque. Molto spesso in questi settori di compressione e assorbimento delle dislocazioni sovrastanti si originano grandi frane per scivolamento o per crollo. Colamento lento: i movimenti sono generalmente caratterizzati da bassa velocità e coinvolgono terreni ad elevato contenuto argilloso e per lo più a basso contenuto d'acqua. Si tratta di fenomeni, anche di grandi dimensioni che interessano prevalentemente versanti non molto ripidi. Aree a franosità diffusa: con questo termine sono classificati tutti quei settori di versante sottoposti a fenomenologie di instabilità diffusa e superficiale sul territorio, contraddistinte dall'associazione o dalla ripetizione nel tempo di singoli processi. Deformazioni superficiali lente: comprendono le fenomenologie di creep e soliflusso che interessano principalmente la coltre di alterazione superficiale sovrastanti terreni a bassa permeabilità. I movimenti sono molto lenti e condizionati dallo stato di saturazione del terreno al punto che, in periodi siccitosi, si attenuano gli effetti. Calanchi: processi di erosione severa su versanti acclivi con prevalente componente argillosa. Riconoscibili per la caratteristica forma a ventaglio con alternanza fitta di creste e incisioni. Dissesti per erosione accelerata: dissesti conseguenti a fenomenologie di erosione accelerata dei corsi d'acqua che si esplicano sul fondo dell'alveo, sulle sue pareti e diffusamente (per rivioli).

Rischio geomorfologico

GUIDA ALLA COMPILAZIONE

Scheda dissesti

ATTIVITA'	
Stabilire lo stato di attività di un fenomeno presuppone un rilievo di campagna; solo un esperto fotointerprete può farlo su foto aeree recenti ed a scala di dettaglio (non oltre il 20.000).	
Attiva o riattivata:	Quando sul terreno si vedono con chiarezza i segni di un movimento in atto, quali fessurazioni aperte, rigonfiamenti e ondulazioni del terreno, denudamenti nella copertura vegetale, ristagni d'acqua, evidenti lesioni a manufatti e viabilità, sconnessioni nella copertura boschiva etc. Quando le evidenze morfologiche presenti costituiscono, nel loro insieme, una marcata e fresca anomalia in senso gravitativo, nel contesto della normale evoluzione morfologica del versante.
Inattiva:	Quando i suddetti indicatori sono ancora visibili, ma si ha cognizione di una interruzione del movimento nell'ultimo ciclo stagionale.
Quiescente:	Quando i suddetti indicatori cinematici non sono più marcatamente visibili, ma la morfologia del versante lascia ancora intravedere o intuire tracce e testimonianze di una precedente attività. Rappresenta un evento in cui le cause sono ancora presenti e quindi è possibile una sua riattivazione.
Stabilizzata naturalmente o artificialmente:	Quando il dissesto è visibile nelle sue forme principali, ma non sussistono più le cause che l'hanno provocato per ragioni naturali (clima meno piovoso o riassetto delle geometrie del versante) e/o antropiche (consolidamenti, eliminazione delle cause). Spesso la corrispondente area è vegetata o oggetto di significative forme di antropizzazione.

MORFOMETRIA DISSESTO	
Si tratta di dati numerici per la caratterizzazione dimensionale del fenomeno..	
Lunghezza max: (m)	Corrisponde alla lunghezza della frana misurata, dal punto più alto della corona fino al punto più basso dell'unghia, sulle carte topografiche.
Larghezza max: (m)	Corrisponde alla larghezza della superficie di rottura.
Profondità max: (m)	E' la profondità massima ipotizzata o misurata della massa spostata.

Rischio geomorfologico

GUIDA ALLA COMPILAZIONE

Scheda dissesti

USO DEL SUOLO	
In questa sezione vengono inserite le informazioni sull'utilizzo antropico e agro-silvo-pastorale del versante su cui si è innescato il fenomeno franoso.	
Aree urbanizzate:	Territorio urbanizzato con caratteri di continuità, comprendente sia gli insediamenti residenziali, pubblici, commerciali e industriali che le infrastrutture.
Aree verdi urbane:	Aree non urbanizzate all'interno di centri abitati
Aree archeologiche:	Siti vincolati per la presenza di testimonianze storiche.
Seminativo:	Terreni interessati da coltivazioni erbacee avvicendate.
Seminativo arborato:	Terreni in cui la coltura arborea è secondaria rispetto a quella erbacea poiché non ne ostacola il normale avvicendamento.
Colture specializzate:	Colture arboree con disposizione ordinata che rappresentano la coltura principale del terreno anche se possono essere associate a colture erbacee.
Colture in serra e tendoni:	Colture protette in serra e/o tendoni.
Legnose agrarie miste:	Frutteti e uliveti.
Mosaici culturali:	Orti e frutteti di limitata estensione
Incolto roccioso:	Aree denudate o di affioramento della roccia nuda.
Bosco naturale:	Bosco di origine naturale.
Rimboschimento:	Soprassuolo artificiale caratterizzato dalla giovane età e da un limitato sviluppo delle piante.
Pascolo:	Terreni a vegetazione erbacea permanente adibita a pascolo.
Macchia:	Aree cespugliate, aree a macchia mediterranea.
Zone umide:	Aree di ristagno idrico superficiale per affioramento della falda idrica o recapito naturale delle acque superficiali.

GEOLOGIA
Questo campo fa riferimento alla litologia dei terreni coinvolti nel fenomeno franoso. Occorre indicare il litotipo prevalente.

ELEMENTI A RISCHIO
In questo campo occorre indicare gli elementi coinvolti dal fenomeno franoso, facendo riferimento alle indicazioni contenute nel cap. 5 della Relazione Generale.

Rischio geomorfologico

GUIDA ALLA COMPILAZIONE

Scheda dissesti

INTERVENTI REALIZZATI	
Indicare se sono stati realizzati interventi per contenere il fenomeno franoso e la tipologia di tali interventi.	
Movimenti di terra:	Riprofilature, gradonature, riduzione carichi in testa o incremento carichi al piede, disaggio massi.
Opere di sostegno	Gabbionate, muri di sostegno, paratie, palificate, terre armate rinforzate.
Opere per la mitigazione dei danni:	Consolidamento edifici, demolizioni, evacuazioni, sistemi di allarme.
Drenaggio:	Canalette superficiali, trincee drenanti, pozzi drenanti, dreni suborizzontali, gallerie drenanti.
Opere di protezione:	Reti paramassi, spritz-beton, rilevati paramassi, trincee paramassi, strutture paramassi.
Sistemazione idraulico-forestale:	Inerbimento, rimboschimento, disboscamento selettivo, vimate, fascinate, graticciate, briglie, difese di sponda.
Opere di rinforzo:	Chiodature, tiranti, imbracature, iniezioni, reticoli micropali.

FONTI DI DOCUMENTAZIONE
Nel caso si tratti di un fenomeno segnalato o di un evento storico, si indichi la fonte dell'informazione.

PARAMETRI MAGNITUDO
I parametri relativi alla superficie del dissesto o al volume, nel caso di frane da crollo, correlati alla tipologia dell'evento permettono di stabilirne la magnitudo. Per determinare la magnitudo di un evento occorre utilizzare le matrici contenute nel cap. 5 della Relazione Generale.

PERICOLOSITA'
Dalla relazione tra magnitudo e stato di attività del fenomeno, si definisce la pericolosità dello stesso, sulla base della matrice contenuta nel cap. 5 della Relazione Generale.

RISCHIO
Intersecando la pericolosità con la classificazione degli elementi a rischio del cap. 5 si arriva alla determinazione della categoria di rischio per quegli elementi interessati dal dissesto.

NOTE
Indicare per esteso tutte le informazioni che non rientrano nei campi previsti dalla scheda oltre ad eventuali approfondimenti.

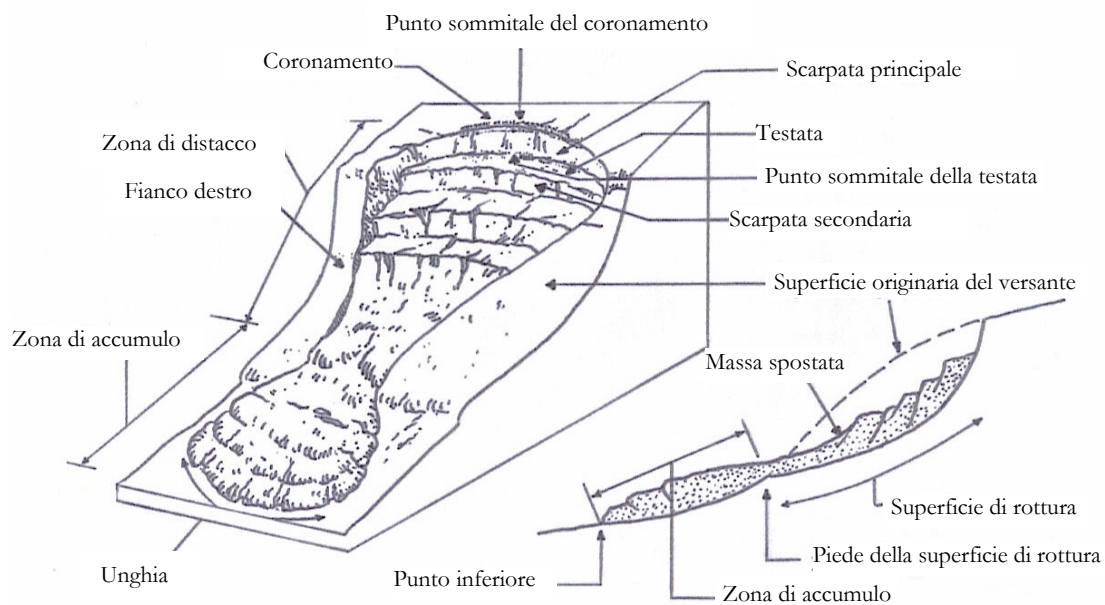


Figura 8.1: Nomenclatura degli elementi di un dissesto franoso. (Amanti M. et alii, 2000 - ridisegnata da F.Guccione).

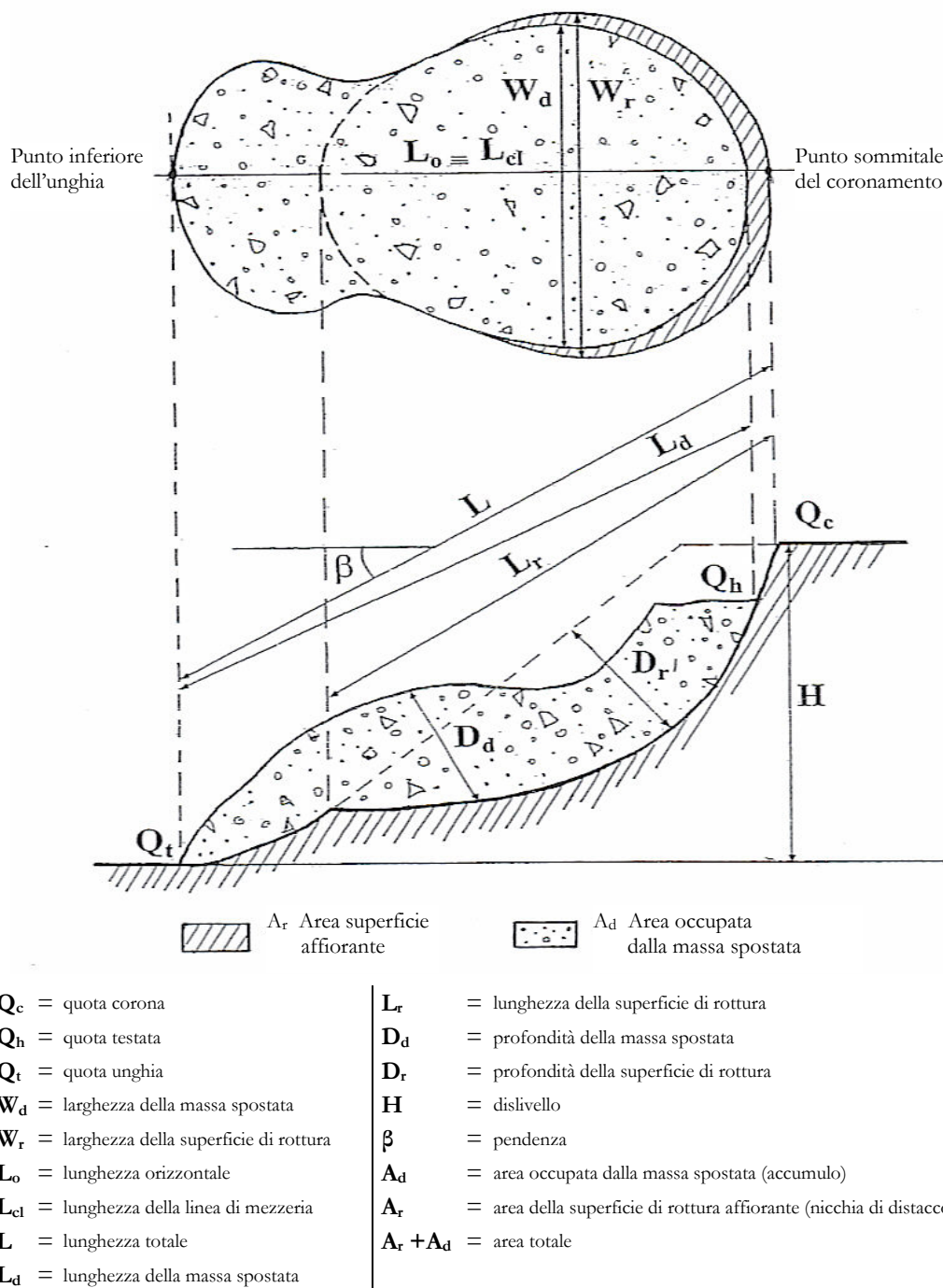


Figura 8.2: Principali parametri morfometrici di una frana visti sia in pianta che in sezione trasversale. (Amanti M. et alii, 2000 - ridisegnata da F.Guccione).



8.2.2 La scheda per la caratterizzazione dei tronchi fluviali

La scheda *RI-C "Scheda per la caratterizzazione dei tronchi fluviali"* trova applicazione nello studio idrologico ed idraulico dei bacini.

A seguito della fase conoscitiva dello stato di fatto delle reti idrografiche, sono stati individuati i tronchi fluviali (sezioni critiche) in cui si possono verificare fenomeni di esondazione e sono state acquisite, tramite la suddetta scheda, tutte le informazioni integrative alla costruzione di un modello matematico che ha consentito di valutare il comportamento idraulico dei corsi d'acqua e individuare le aree suscettibili di inondazione.

I dati rilevati, registrati sulla scheda (supporto cartaceo), verranno successivamente informatizzati all'interno di un DB relazionale.

Al fine di garantire informazioni omogenee e confrontabili su tutto il territorio regionale sono state fornite anche le modalità di compilazione della scheda

Rischio per esondazione

SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DEI TRONCHI FLUVIALI

Rischio Idraulico		SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DEI TRONCHI FLUVIALI	
 Regione Siciliana Assessorato Territorio e Ambiente Dipartimento Territorio e Ambiente	Scheda RI-C	Rev. 1	ID
LOCALIZZAZIONE DEL TRONCO FLUVIALE			
Bacino 	Cod. bacino 	Corso d'acqua 	Cod. corso d'acqua
Cod. tronco 	Gerarchia (Horton) 	Comune 	Provincia
N. sez. 	Località 	Cod. ISTAT 	Caratteristiche Località ⁽¹⁾
Monte 	Valle 	Denominazione 	Gauss Boaga X Y
IGM 	CTR 	N. sezione 	
Scala 			
Riff. Cataloghi Sezioni 			
DATI GEOMETRICI ed IDRAULICI			
Quota (m) 	Tipologia e Dimensioni ⁽²⁾ 	Caratteristiche principali ⁽³⁾ 	processo morfo-dinamico del tronco fluviale
Monte 	Valle 	Configurazione principale ⁽⁴⁾ 	Facilità di ispezione ⁽⁵⁾
Lunghezza (m) 	Pendenza 	erosione 	trasporto
Tipologia materiali presenti in alveo ⁽⁶⁾ 	di fondo 	laterale 	deposito
Pag. 1 di 7			

Rischio per esondazione

SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DEI TRONCHI FLUVIALI

SEZ. C			
INFRASTRUTTURE INTERFERENTI			
Tipologia ⁽⁷⁾	Denominazione	Tipo di servizio ⁽⁸⁾	Descrizione sintetica

SEZ. D			
OPERE DI DIFESA IDRAULICA ESISTENTI			
Tipologia ⁽⁹⁾	Descrizione sintetica e principali dimensioni	Stato consistenza ⁽¹⁰⁾	Funzionalità ⁽¹¹⁾
			Effetti ⁽¹²⁾

SEZ. E			
ELEMENTI DI DISTURBO DEL DEFLUSSO			
Tipologia	Ostruzioni in alveo Origine	Posizione	Altro
		Instabilità argini ⁽¹³⁾	

SEZ. F		SEZ. G	
DATI STORICI (ESONDAZIONI)		AREE CLASSIFICATE A RISCHIO	
Anno	Documentazione di riferimento	Classe	Documentazione di riferimento

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	

Rischio per esondazione

SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DEI TRONCHI FLUVIALI

NOTE		Squadra Rilevatori		Firma	Data rilievo
		Nome	Cognome		
(1)	Aree disabitate o improduttive, case sparse, infrastrutture viarie minori, zone agricole o a verde pubblico, nuclei abitati, insediamenti industriali, infrastrutture viarie, beni culturali, patrimonio ambientale.				
(2)	Vedi Allegato 1-a e Allegato 1-b.				
(3)	Vedi Allegato 2.				
(4)	Vedi Allegato 3.				
(5)	Sabbia sciolta, sabbia compatta, argilla, dretro di falda, roccia.				
(6)	Sponde percorribili, sponde percorribili a tratti, sponde difficilmente percorribili. In quest'ultimo caso indicarne anche il motivo: folta vegetazione, ripidità di sponda, ecc.				
(7)	Ponte, tombino, ecc.				
(8)	Stradale, ferroviario, acquedotto, gasdotto, fognatura, cavi elettrici, ecc.				
(9)	Briglie, gabbioni, pennelli, argini (in calcestruzzo, terra, pietrame), drizzagni, rivestimenti, altro.				
(10)	Integro, ammalorato, dissestato.				
(11)	Buona, sufficiente, scarsa, assente.				
(12)	Migliorativi, parzialmente migliorativi, inefficaci, dannosi, gravemente dannosi.				
(13)	Rotta per sfiancamento, rotta per corrosione, rotta per filtrazione.				

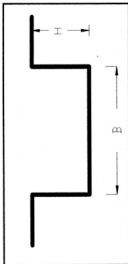
Pag. 3 di 7

Rischio per esondazione

SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DEI TRONCHI FLUVIALI

Allegato 1-a Tipologia e dimensione della sezione di monte

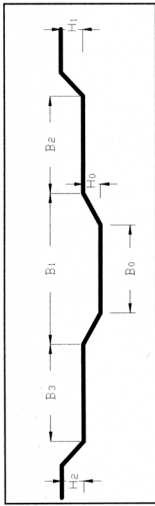
Retangolare



$B \text{ (m)} =$

$H \text{ (m)} =$

Composta



$B_0 \text{ (m)} =$

$B_1 \text{ (m)} =$

$B_2 \text{ (m)} =$

$B_3 \text{ (m)} =$

$H_0 \text{ (m)} =$

$H_1 \text{ (m)} =$

$H_2 \text{ (m)} =$

Naturale (disegnare e riportare le principali dimensioni)

Pag. 4 di 7

Rischio per esondazione

SCHEDE DI CARATTERIZZAZIONE DEI TRONCHI FLUVIALI

Allegato 1-b Tipologia e dimensione della sezione di valle

Rettangolare

$B \text{ (m)} =$

$H \text{ (m)} =$

Composta

$B_0 \text{ (m)} =$

$H_0 \text{ (m)} =$

$B_1 \text{ (m)} =$

$H_1 \text{ (m)} =$

$B_2 \text{ (m)} =$

$H_2 \text{ (m)} =$

$B_3 \text{ (m)} =$

Naturale (disegnare e riportare le principali dimensioni)

Pag. 5 di 7

Rischio per esondazione

SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DEI TRONCHI FLUVIALI

Allegato 2

Caratteristiche principali delle sezioni

MONTE	canale di magra		piani golenali		argini laterali	
	fondo	pareti	destro	sinistro	destro	sinistro
Calcestruzzo						
Terra						
Pietrame o massi						
Gabbioni						
Inerbimento						
Coltivi						
Vegetazione rigida						
Vegetazione flessibile						

VALLE	canale di magra		piani golenali		argini laterali	
	fondo	pareti	destro	sinistro	destro	sinistro
Calcestruzzo						
Terra						
Pietrame o massi						
Gabbioni						
Inerbimento						
Coltivi						
Vegetazione rigida						
Vegetazione flessibile						

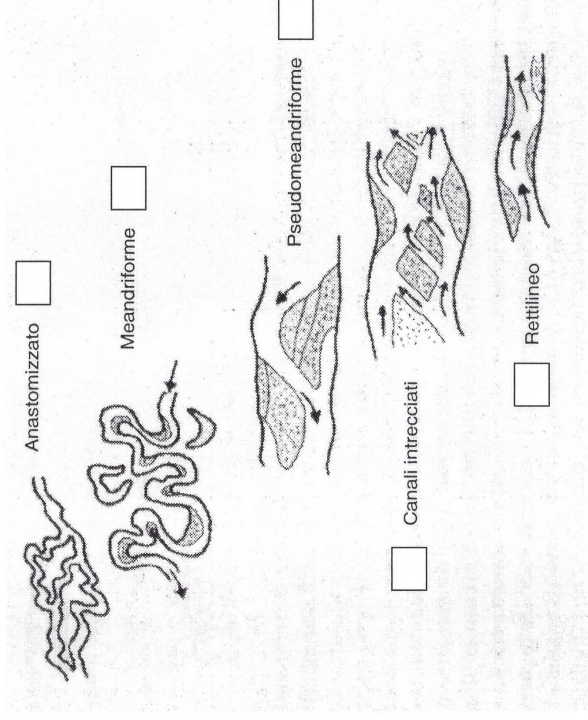
Pag. 6 di 7

Rischio per esondazione

SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DEI TRONCHI FLUVIALI

Allegato 3

Configurazione principale del tronco fluviale



Pag. 7 di 7