



Regione Calabria
Assessorato ai Lavori Pubblici
Autorità di Bacino Regionale



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

RELAZIONE GENERALE

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

COMITATO ISTITUZIONALE AUTORITA' DI BACINO, Delibera n. 13 del 29 ottobre 2001;
GIUNTA REGIONALE, Delibera n. 900 del 31 ottobre 2001;
CONSIGLIO REGIONALE, Delibera n.115 del 28 dicembre 2001.

INDICE

Premessa

Introduzione- Prof. Aurelio Misiti - Assessore LL.PP., Regione Calabria

- Capitolo 1-* Il Piano di Assetto Idrogeologico e la difesa del suolo in Calabria Pag 7
(Arch. Ottavio Amaro - Segretario Generale Autorità di Bacino Regionale)
- Capitolo 2-* Rapporti tra il PAI e le condizioni fisiche della Regione Calabria Pag 18
(Prof. Alberto Prestininzi - Consulente Difesa del Suolo Ass. LL.PP. Regione Calabria)
- Capitolo 3-* Il Rischio di frana in Calabria Pag 22
(Dott. Geol. Tonino Caracciolo – Coordinatore tecnico PAI)
- Capitolo 4-* Il Rischio di erosione costiera in Calabria Pag 30
(Dott. Geol. Tonino Caracciolo – Coordinatore tecnico PAI)
- Capitolo 5-* Il Rischio idraulico Pag 36
(Ing. Salvatore Gabriele – Consulente scientifico CNR IRPI Rende –CS)
- Capitolo 6-* Catasto reticoli idrografici e opere fluviali Pag 46
(Ing. Salvatore Gabriele – Consulente scientifico CNR IRPI Rende -CS)
- Capitolo 7-* Criteri e Procedura di Validazione Pag52
(Prof. Marino Sorriso Valvo – Consulente scientifico CNR IRPI Rende – CS)

Allegati:

N°1-Sintesi dei risultati

N°2-Catasto Bacini idrografici e Sottobacini idrografici (Reticolo idrografico, vedi CD allegato)

N°3-Elenco elaborati

Premessa

Il Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) previsto dal DL 180/98 (Decreto Sarno) è finalizzato alla valutazione del rischio di frana ed alluvione ai quali la Regione Calabria, per la sua specificità territoriale (730 Km di costa), ha aggiunto quello dell'erosione costiera. Il Piano, come sancito dalla legge 11/12/00 n. 365, art. 1bis comma 5, ha valore sovraordinatorio sulla strumentazione urbanistica locale; ciò significa che, a partire dagli elaborati del PAI di pertinenza di ciascun Comune, occorre procedere alle varianti del Piano Regolatore Generale.

Il programma regionale sulla difesa del suolo che ha avviato l'iter del PAI, è stato approvato con delibera della Giunta Regionale n. 2984 del 7 luglio 1999, riportando il coordinamento e la redazione all'interno dell'Autorità di Bacino Regionale.

Gli atti amministrativi che segnano l'iter di adozione e approvazione del Piano sono:

- Delibera di Giunta Regionale n. 3410 del 26 ottobre 1999 , *Legge 13.07.1999 n. 226, art. 9 comma 2. Adempimenti ;*
- Delibera di Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale n. 10 del 27 aprile 2001, *Proposta di adozione del progetto di Piano Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico con le modalità di cui all'art. 20 della L. 18.05.1989, n. 183 e successive modificazioni;*
- Delibera di Giunta Regionale n. 345 del 27 aprile 2001, *L. 11.12.2000 n. 365 – art. 1 bis – Adozione del progetto di Piano Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico - Provvedimenti*
- Delibera di Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale n. 13 del 29 ottobre 2001, *DL 180/98 e successive modificazioni ed integrazioni –Adozione Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)*
- Delibera di Giunta regionale n.900 del 31.10.2001, *DL 180/98 e successive modificazioni ed integrazioni – Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) - Provvedimenti*
- Delibera di Consiglio Regionale n. 115 del 28.12.2001, *DL 180/98 e successive modificazioni. Piano stralcio per l'assetto idrogeologico*

La fase di adozione del Piano ha seguito l'iter previsto dall'art. 1 bis comma 3 L. 365/2000.

E' stata indetta la conferenza programmatica attraverso due momenti distinti: la conferenza pubblica del 10 settembre a Copanello (con mostra, metodologie e risultati); l'incontro diretto con tutti i comuni della Regione e le Amministrazioni Provinciali.

Gli incontri con i comuni si sono svolti nei giorni 1, 5, 8, 10, 12, 16, 19, 24, 25, 26 Ottobre 2001 presso il Centro di Ricerca Agroalimentare di Lametia Terme con l'assistenza dei tecnici ed esperti che hanno lavorato alla redazione del PAI.

L'incontro con le Amministrazioni Provinciali si è svolto giorno 15 ottobre 2001 ed è stato incentrato sulla scala sovracomunale, a partire dai dati di sintesi e dai sistemi infrastrutturali.

Le norme di attuazione del Piano constano di n. 30 articoli e sono state elaborate sotto l'assistenza della commissione nominata all'interno del Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino ed allargata alla partecipazione della protezione Civile regionale e degli Uffici ex Genio Civile.

Gli atti del Piano, depositati presso la sede dell'Autorità di Bacino Regionale sita in via F. Crispi n. 33 di Catanzaro, comprendono:

- 4000 fogli cartografici;
- 413 dossier sui Comuni, di cui 409 dell'ABR Regione Calabria e 4 dell'AdB Regione Basilicata (ricadenti nel Bacino del F. Lao);
- 21 carte tematiche in scala 250.000;
- carte in scala 25.000 e 50.000;
- specifiche tecniche, norme di attuazione e misure di salvaguardia;
- verbali conferenza programmatica.

Informazioni e notizie si possono ricavare dal sito Internet dell'Autorità di Bacino Regionale all'indirizzo WWW.autoritadibacinocalabria.it

Introduzione

La legge sulla difesa del suolo, approvata dal parlamento Italiano nel 1989 con il numero 183 e realizzata sulla base della relazione del più importante gruppo di studiosi della materia coordinato dal compianto Prof. Giulio De Marchi, ordinario d'Idraulica del Politecnico di Milano, ha stabilito tra l'altro di trattare i problemi idrogeologici con una visione nuova fondata sul bacino idrografico e non più sulla singola asta fluviale.

Una tale rivoluzione e visione, stabilite per legge, hanno sancito quanto nei decenni precedenti gli studiosi del ramo avevano elaborato. La stessa legge 183/89 e le successive modificazioni hanno previsto la costituzione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali.

La Regione Calabria avrebbe dovuto costituire l'Autorità di Bacino Regionale già negli anni '90 e non l'ha fatto; ciò ha determinato, così come è avvenuto per le altre Regioni meridionali, un'enorme disparità di trattamento con quelle del Centro-Nord, le quali avendo

costituito le Autorità di Bacino Nazionali hanno acquisito notevoli risorse finanziarie ed hanno permesso un rilevante vantaggio temporale rispetto a quelle meridionali.

In altri termini si è avuto per circa un decennio un ulteriore fattore di divisione tra Nord e Sud della penisola.

Negli ultimi due anni si è proceduto fortemente in modo accelerato, non solo alla costituzione delle Autorità Regionale, ma anche all'attivazione dei Comitati Istituzionale e tecnico, nonché delle strutture tecniche che hanno consentito di recuperare il tempo perduto almeno per quanto riguarda la redazione dei piani di settore, facenti parte del futuro e più generale Piano di Bacino.

La Calabria si è mossa bene e, nonostante i cambiamenti dei governi negli ultimi tre anni, ha avviato con proprie risorse professionali ed economiche la redazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico nel rispetto della tempistica stabilita dalle leggi.

Va notato anche che tale aspetto non ha impedito di realizzare un elaborato tecnico di elevata qualità, che costituisce uno strumento di programmazione territoriale fondamentale per il futuro della Regione Calabria. Basti pensare che tutti i Piani Regolatori Comunali vanno rapportati a tale strumento e nello stesso tempo sono state finalmente definite le perimetrazioni con i quattro livelli di rischio di frana, di alluvione e di erosione costiera, che impediscono per il futuro ogni abusivismo.

I protagonisti di un tale evento, oltre alle Istituzioni Regionali, Provinciali e Comunali, il CNR, i dieci consulenti esterni, sono stati i giovani professionisti dell'Autorità di Bacino Regionale. Trattandosi anche di norme di salvaguardia, va segnalata la serietà con cui i sindaci e le Amministrazioni Comunali, i Presidenti e le Amministrazioni Provinciali, che, superando ogni visione particolaristica, hanno collaborato alla redazione del Piano, e nei relativi ruoli, hanno contribuito alla sua approvazione.

Un particolare riconoscimento va dato al Consiglio Regionale ed al suo Presidente, alla IV Commissione Consiliare, al suo Presidente e *dulcis in fundo* al Presidente della Regione Giuseppe Chiaravalloti che ha sempre incoraggiato gli estensori del Piano, coordinati egregiamente dal Segretario Generale.

Prof. Aurelio Misiti

Cap.1- Il Piano di Assetto Idrogeologico e la difesa del suolo in Calabria

Arch. Ottavio Amaro - Segretario Generale Autorità di Bacino Regionale

“Invero tale problema è così importante, da potersi bene affermare, che la sistemazione idraulica, montana e forestale, e la bonifica di terreni paludosi sia la stessa cosa che la sistemazione della Calabria, sistemazione dalla quale, in massima parte dipende l'avvenire di rigenerazione agricola, industriale e commerciale, che alla patria comune tutti auguriamo.”ⁱ

1. Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) persegue le finalità del DL 180/98 emanato per accelerare quanto già previsto dalla legge organica ed ordinaria sulla difesa del suolo n. 183/89. Il Piano è finalizzato alla valutazione del rischio di frana ed alluvione (come più avanti specificato la Calabria ha aggiunto il rischio erosione costiera).

Al di là delle diverse considerazioni sviluppate intorno al carattere emergenziale, quindi parziale del Decreto Sarno, il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico rappresenta per la Calabria una prima vera occasione per dotarsi di uno strumento unitario sulla difesa del suolo.

Possiamo affermare che esso segue temporalmente il Piano Regolatore di Massima del 1957 scaturito dalla Legge Speciale del 1955 e che in qualche modo aveva superato la storica condizione che, a partire dallo Stato Unitario, ha prodotto relazioni, inchieste, commissioni speciali, sicuramente prive di una visione strutturale ed organica del territorio calabrese.ⁱⁱ Il Piano del 1957 sancito dalla legge per i “Provvedimenti straordinari per la Calabria”, e rapportato ad interventi previsti per un periodo di 12 anni, ha rappresentato fino ad oggi l'unico momento programmatico vasto sulla Regione. Da qui, quindi, la necessità attuale di redigere uno strumento, che sebbene privo dei connotati di organicità del piano di bacino previsto dalla L.183/89, riavvia in maniera efficace la cultura della pianificazione regionale ed innesca l'affermazione di ‘regole’ nella gestione del territorio.

L'approvazione del PAI, infatti, rappresenta per la Calabria un presupposto nuovo per intervenire sul territorio, spesso ‘liquidato’ come difficile ma in realtà poco conosciuto.

Ciò è sicuramente un traguardo per una Regione in cui alla disattenzione del territorio ha corrisposto un notevole avanzamento sul piano amministrativo-istituzionale, sulle professionalità specialistiche, sulla ricerca scientifica, sulle università e centri di ricerca e quindi sulle capacità diffuse, che vanno valorizzate e ottimizzate in un circuito di avanzamento generale.

Tra i presupposti principali quindi del Piano troviamo:

- recuperare il tempo perduto, a partire dalla legislazione più innovativa quale la L. 183/89;
- ridare unitarietà all'azione pianificatoria e programmatoria del territorio;ⁱⁱⁱ
- creare un sistema di conoscenze territoriale su basi scientifiche;
- restituire un ruolo attivo alla Regione attraverso organi quali l'Autorità di Bacino;
- acquisire una coscienza sulla necessità di un territorio più sicuro, base dello sviluppo economico e sociale della Regione;
- valorizzare le risorse ambientali e paesaggistiche;
- promuovere la cultura della previsione, quindi della prevenzione.

Da questo punto di vista possiamo affermare che il Piano costituisce un momento di osservazione nuovo della Calabria, basato su conoscenze tecnico-scientifiche, superando luoghi comuni storicamente determinati secondo cui la condizione del territorio della regione è un limite o tutto al più un momento d'indagine antropologico-culturale.

La Calabria è una realtà caratterizzata da un 'territorio montuoso' ^{iv} rappresentato da un 44% montagna, 49% collina, 7% pianura, da un reticolo idrografico costituito da 1002 corsi d'acqua con superficie > di 0.5 Km², da 409 centri urbani e da 739 Km di costa, suddivisi in 13 aree – programma ^v identificate da condizioni morfologiche ed idrografiche differenti; condizioni non assunte come limite, ma come una vera risorsa capace d'imprimere al territorio identità ambientale e paesaggistica.

L'inversione di tendenza, forse, consiste nel guardare la Calabria ad una scala diversa; per troppo tempo è stata considerata con una visione troppo grande e quindi troppo astratta.

Metaforicamente, e non solo, ci accingiamo ad analizzare la Regione sotto un duplice aspetto che 'significa' in maniera più attenta il territorio: da una parte l'immagine satellitare che individua la Calabria come pezzo di territorio legato all'Europa e posto al centro del Mediterraneo, dall'altra l'immagine in scala 1:1, rilevata dal vero, dove non si perdono i connotati specifici.

Questo, insieme ai valori ed alle risorse, permette d'individuare con più chiarezza anche i problemi che insistono sul territorio e che possiamo sintetizzare in: mancanza d'interventi pianificati in campo ambientale come discariche RSU, depuratori^{vi}; mancanza di manutenzione soprattutto negli alvei dei corsi d'acqua^{vii}, un'urbanizzazione diffusa che causa difficoltà oggettive d'intervento; programmazione frammentaria; risorse finanziarie insufficienti^{viii}; assenza di coordinamento tra gli enti e le diverse competenze territoriali ed istituzionali; una tendenza a rimuovere la memoria sui rischi presenti nel territorio e quindi sulle tragedie che su di esso si sono verificate^{ix}.

Da alcune indagini di piano, come la sovrapposizione della cartografia IGM del 1955 con quella attuale, si evidenzia con chiarezza che i territori già vulnerati, oggetto di alluvioni e di tragedie negli anni '50, sono stati urbanizzati e modificati, spesso anche con la complicità dell'urbanistica pianificata. Soprattutto a partire dagli anni '70 si è assistito ad un progressivo degrado del

suolo in Calabria sotto tutti gli aspetti: il dissesto idrogeologico, l'erosione costiera sono gli ambiti più evidenti.

Le varie ordinanze di Protezione Civile^x e/o ministeriali che si sono succedute nel tempo indicano un tipo d'intervento a carattere emergenziale, incapace di porsi come base strutturale e di tipo preventivo. D'altronde fino ad oggi si è proceduto senza un effettivo sistema di conoscenze puntuali e di previsioni pianificate, all'interno delle quali inquadrare gli interventi. I Piani Regolatori

generali dei comuni si sono spesso rivelati insufficienti da un lato a salvaguardare le zone a rischio e dall'altro a considerare come risorse ambientali le fasce fluviali o le zone costiere.

Le diverse competenze che insistono sul territorio hanno agito non solo senza un'organica legge regionale sulla difesa del suolo ma soprattutto in assenza di un sistema di regole, normative o misure di salvaguardia locali. Per tali presupposti sosteniamo che il PAI rappresenti un'occasione per la Calabria; esso, oltre a rispondere ai requisiti dettati dal Decreto Sarno (DL 180/98), si pone come base strutturale e organizzativa per una politica sulla difesa del suolo.

Tutto il lavoro di creazione di una *banca dati* sul territorio, nonché quello normativo e di previsioni, è stato finalizzato in tale direzione; già la delibera del 7 luglio 1999 n. 2984, aveva individuato tale percorso, riconducendo tutto sotto il coordinamento dell'Autorità di Bacino Regionale^{xi}. Questo ha consentito da un lato di costituire un punto di sintesi regionale sulle diverse problematiche della difesa del suolo, dall'altro di creare il *now-how* necessario a gestire il Piano ed aggiornarlo nelle dinamiche future.

Il primo aspetto affrontato è stato dunque la costruzione una *banca dati* sulla difesa del suolo, presupposto necessario a qualunque tipo di previsione e di pianificazione; all'inizio dell'opera si è partiti da una carenza oggettiva sul piano della dotazione cartografica regionale sia storica che attuale.

A ciò si è sopperito attraverso la ricognizione della cartografia in dotazione agli Enti Locali e, soprattutto, attraverso l'ausilio del Consorzio Telcal, a partire dalla fornitura delle ortoimmagini a colori di tutto il territorio regionale – volo 1998^{xii}, dalla rasterizzazione della "Carta geologica" e della carta IGM in scala 1:25.000, all'archivio delle fonti storiche, ISTAT etc.

La creazione di una *banca dati*, da far confluire nel sistema informativo territoriale sulla difesa del suolo, si è incentrata su due momenti specifici:

- informazioni indirette: archivi nazionali, locali, bibliografie storiche, programmazioni Enti regionali, provinciali e locali, ricognizioni fotografiche storiche;
- informazioni dirette: censimento dati c/o gli Enti Locali, fotointerpretazione, sopralluoghi, rilevamenti diretti.

L'attività conoscitiva è stata supportata dal progetto di 'Vigilanza idraulica' avviato dall'Assessorato Regionale ai LLPP e impostato scientificamente dall'Università della Calabria. I corsi d'acqua della Calabria sono stati perlustrati da 180 operatori divisi in 71 squadre coordinate da 5 ingegneri. I risultati ottenuti rappresentano uno spaccato sul degrado delle aste

fluviali calabresi; essi sono racchiusi in 50.000 schede che costituiscono un *database* dal quale si rilevano sezioni critiche, censimento e monitoraggio delle opere idrauliche, stato dei corsi d'acqua, etc.

Sulla base della *banca dati* generale, il Piano si sviluppa su tre problematiche principali: *rischio frane*, *rischio alluvione ed erosione costiera*.

1a. *Rischio frane*

Tenuto conto delle metodologie sancite dal DPCM del 29.9.1998 e descritte in apposito paragrafo^{xiii} (Cap2, paragr. 3), si è giunti alla perimetrazione e quindi alla valutazione del rischio attraverso un percorso incrociato su cui convergono diversi fattori:

- dati di archivio;
- analisi degli strumenti urbanistici;
- scheda di rilevamento a cura degli uffici tecnici comunali;
- fotointerpretrazione in scala 1:10.000;
- sopralluogo di verifica;
- confronto diretto con gli Enti Locali in sede di osservazioni.

Tale azione ha interessato tutti i centri abitati della Regione comprese le frazioni con popolazione superiore ai 200 abitanti.

Ne è scaturita un'indagine su 837 centri abitati (>200 abitanti) con la perimetrazione di circa 8000 aree in frana (i dati più dettagliati vengono esposti nell' apposito paragrafo).

1b. *Rischio alluvione*

In primo luogo è stato messo a punto il catasto del reticolo idrografico regionale, in collaborazione con il CNR-IRPI di Cosenza ed attraverso un protocollo d'intesa tra Autorità di Bacino ed Ufficio Idrografico e Mareografico dello Stato di Catanzaro.

Le aree a rischio sono state perimetrate e valutate attraverso una metodologia che tiene conto delle aree storicamente vulnerate, dei modelli idrologici specifici e dei dati fisici con i punti critici rilevati dai 'sorveglianti idraulici'.

Tale fase, coordinata dal CNR-IRPI di Cosenza, è stata incentrata sulla necessità di applicare metodologie legate alla specificità del territorio calabrese.

1c. *Rischio Erosione costiera*

Anche se non espressamente previsto dal DL180, il PAI della Calabria ha inteso affrontare anche il problema dell'erosione costiera.

Si è partiti cioè da alcune considerazioni fondamentali:

- i 739 KM di costa costituiscono per quantità e condizione di rischio un'emergenza notevole per tutta la regione;

- necessità di rapportare le problematiche della costa con l'intero bacino idrografico, secondo l'ottica di analisi delle relazioni tra erosione e trasporto solido;
- necessità di superare la frammentazione e affrontare in maniera omogenea e per aree fisiografiche le varie problematiche.^{xiv} La Calabria non ha utilizzato importanti risorse finanziarie (vedi ordinanza Prot. Civ. n. 2621/97), per mancanza di studi e progettazione validi in termini strutturali e non solo emergenziali.
- Il raffronto della cartografia del 1955 con le ortofotografie 1998 specifica il livello di erosione intensa a cui sono sottoposte le coste calabresi.

I dati di seguito riportati trovano punto di partenza da un deficit di bilancio tra apporti solidi ed erosione, i quali determinano rispettivamente ripascimento ed arretramento della linea di riva, quantificabile in circa 5 Km² nell'arco di tempo considerato.

1d. Norme di attuazione e misure di salvaguardia

In mancanza di un'organica legge sulla difesa del suolo in Calabria, queste, oltre al loro carattere sovraordinatorio, rappresentano un atto d'indirizzo e normativo fondamentale per la regione. Con esse si supera la fase transitoria operata dalla L.365/00.

La messa in campo di specifiche 'regole' sulla difesa del suolo nella gestione del territorio, si rivela, spesso, più importante degli interventi.

Costituite da 30 articoli e n. 3 titoli (TITOLO I – Soggetti, finalità e contenuti, Metodologia del PAI; TITOLO II – Norme specifiche: assetto geomorfologico, assetto idraulico, assetto erosione costiera; TITOLO III – Piano degli interventi), esse si configurano sia come regolamentazione delle attività inerenti la difesa del suolo e le aree a rischio, sia come un orientamento all'interno delle molteplici competenze e chiarificazione degli aspetti procedurali nei diversi livelli istituzionali.

Le norme sono state pensate in rapporto alla natura specifica di un Piano dinamico, in continuo aggiornamento e monitoraggio, quindi con una gestione che garantisca un'attualizzazione attenta sotto il profilo della conoscenza.

Con tale struttura sintetica, di seguito approfondita sotto gli aspetti metodologici e nei contenuti specifici, è stato redatto il PAI Calabria. In attesa del Piano di Bacino, esso rappresenta un primo importante tassello a servizio del territorio, degli Enti pubblici e privati, per le informazioni, le conoscenze, le indicazioni normative e la salvaguardia dal rischio fornite.

Sicuramente ciò non è sufficiente, se non s'incomincia a raccordare tale strumento urbanistico con altri altrettanto necessari, quali il Piano Paesaggistico, il Piano per la tutela delle acque, i Piani territoriali di Coordinamento provinciali, i Piani di Protezione Civile, i Piani per la Forestazione e l'Agricoltura, i Piani di Bonifica delle discariche etc.

A questo occorre aggiungere la necessità di agganciarsi agli strumenti di programmazione, in un rapporto di piena integrazione e razionalizzazione.

In questa logica possono ritrovare senso parole d'ordine quali, sicurezza, sviluppo, ambiente e valorizzazione delle risorse.

Una regione che vuole riscattarsi, che ha ormai al suo interno le risorse umane, professionali ed intellettuali capaci di guidare lo sviluppo, deve partire dagli elementi che danno specificità ed identità al territorio. In questo senso i suoi 1002 corsi d'acqua, la sua morfologia complessa, le sue coste rappresentano una vera risorsa.

E' per questo che occorre finalizzare gli interventi ad un obiettivo ormai acquisito dal dibattito culturale regionale, che è quello dell'avvio di un vero e proprio *"restauro del paesaggio della Calabria"*.

2. Programma operativo per la redazione del PAI

La Delibera di Giunta Regionale del 7 luglio 1999 n.2984 ha delineato il programma organizzativo per la redazione del Piano.

Tutte le attività previste nelle varie fasi di elaborazione, oltre che di gestione futura, sono state ricondotte sotto il coordinamento dell'Autorità di Bacino Regionale.

L'idea di base è stata quella di creare un vero e proprio laboratorio che, utilizzando professionalità locali interne ed esterne e centri di ricerca, diventasse un momento di elaborazione e produzione concreta, superando logiche che vedono l'Ente Regione in un ruolo marginale e burocratico.

In particolare il programma prevedeva:

- l'assunzione, mediante prova selettiva per titoli ed esame, di 30 tecnici (junior) , - 15 ingegneri e 15 geologi;
- la consulenza di 10 tecnici (senior) – 5 ingegneri e 5 geologi;
- la consulenza scientifica del CNR-IRPI di Cosenza mediante 2 convenzioni per
 - la formazione del personale con stages formativi specialistici sulle metodiche di analisi del rischio idrogeologica,
 - l'elaborazione delle specifiche tecniche di analisi del rischio,
 - la validazione dei risultati ottenuti dalle analisi condotte;

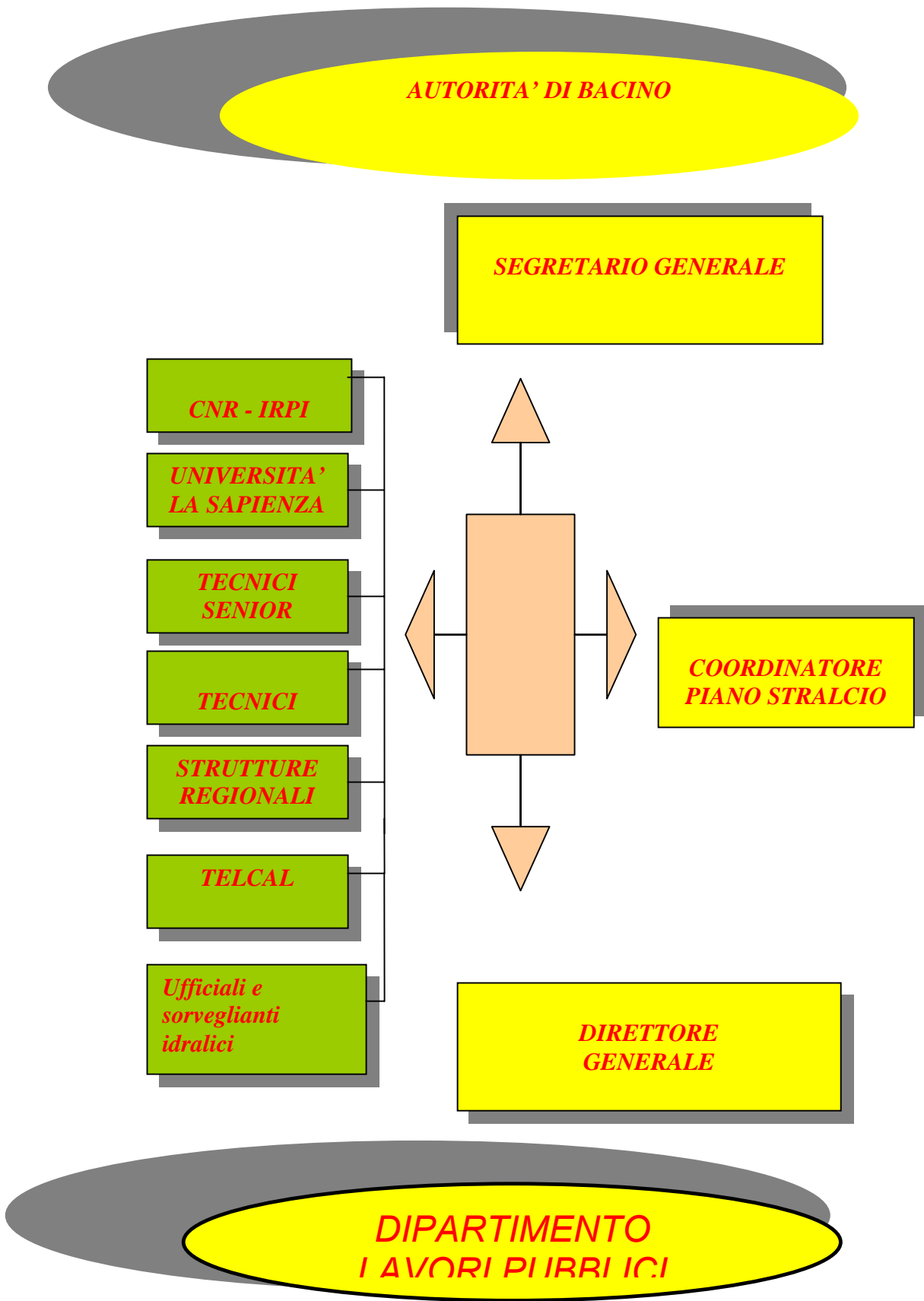
-Il supporto telematico del Consorzio Telcal che ha svolto, tra l'altro, attività di sostegno per la formazione sulle tecnologie GIS.

A questo si è aggiunto l'apporto della struttura di consulenza sui problemi della difesa del suolo dell'Assessorato Regionale ai LLPP.

3. Il Piano straordinario

L'articolo 9 della L. 226 del 1999 imponeva l'approvazione entro il 31 ottobre 1999 di un Piano Straordinario e di un programma di interventi urgenti da redigersi sulla base delle informazioni disponibili.

La Giunta Regionale con delibera n. 3410 del 26 ottobre 1999 ha approvato un Piano straordinario che individua n. 213 siti. Con i dati in possesso all'epoca sono stati indagati nello specifico n. 71 siti a rischio elevato e molto elevato (*vedi Nota Cap.1*).^{xv}, subito oggetto di finanziamenti con i fondi del DL 180/'98, la programmazione ordinaria della L.183/'89 e le economie CIPE disponibili^{xvi}.

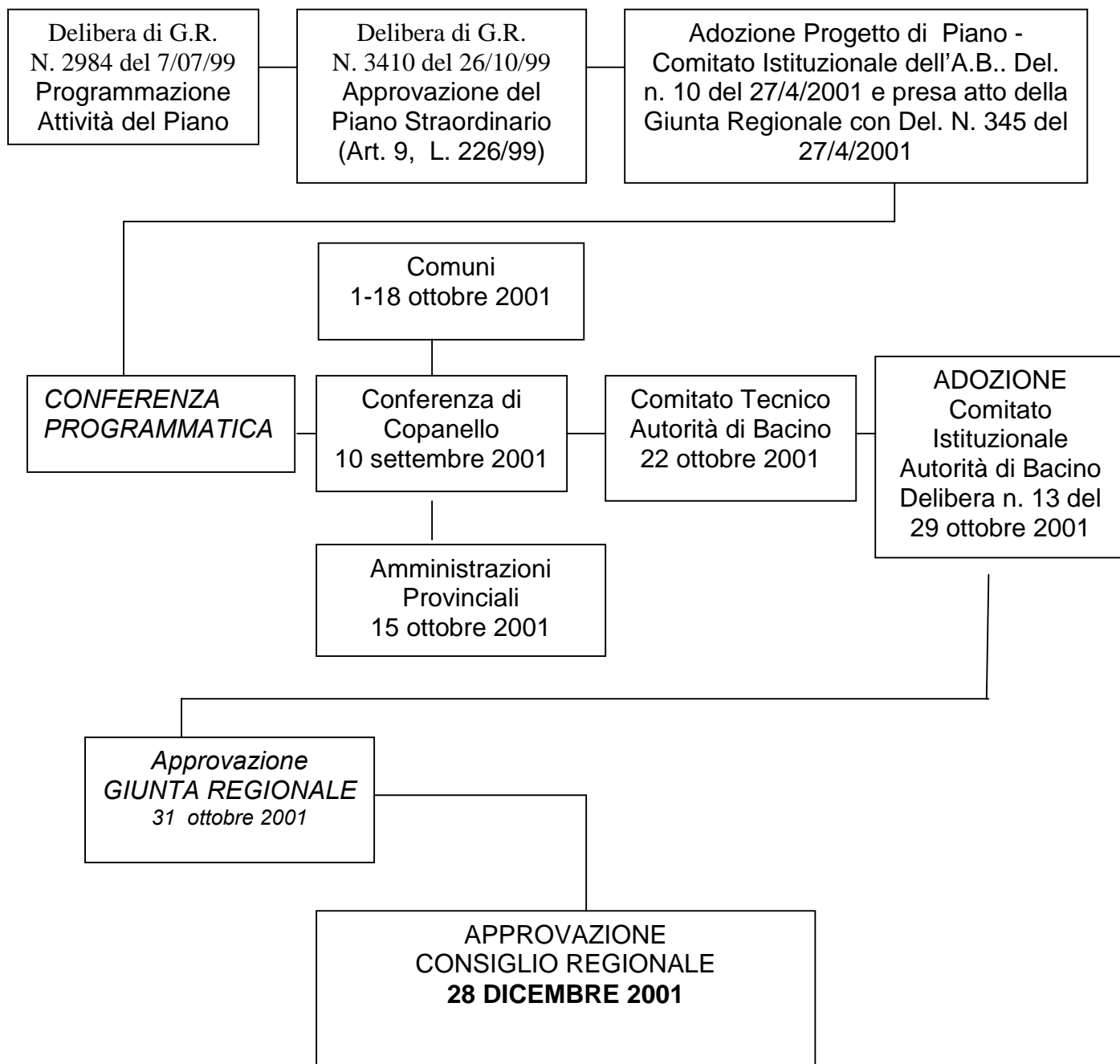


4. L'iter di approvazione del PAI

L'iter di approvazione del PAI (a partire dal Piano straordinario) ha seguito il percorso tracciato dalla L.365/2000, art. 1 bis, a seguito delle alluvioni di Soverato, della Val d'Aosta e del Piemonte.

PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA CALABRIA (D.L.180/'98)

Iter di approvazione



N°	COMUNE	PROV.
1	ACQUAFORMOSA	CS
2	ACRI	CS
3	AGNANA CALABRA	RC
4	AIELLO CALABRO	CS
5	ALESSANDRIA CARRETO	DEL CS
6	AMENDOLARA	CS
7	ANTONIMINA	RC
8	APRIGLIANO	CS
9	BAGNARA	RC
10	BOCCHIGLIRO	CS
11	BORGIA	CZ
12	BOVA	RC
13	CALOVETO	CS
14	CANNA	CS
15	CARDINALE	CZ
16	CARIATI	CS
17	CASSANO IONIO	CS
18	CASTROVILLARI	CS
19	CATANZARO	CZ
20	CATANZARO	CZ
21	CAULONIA	RC
22	CHIARAVALLE	CZ
23	CIVITA	CS
24	CONFENTI	CZ
25	CORIGLIANO CAL.	CS
26	CROPALATI	CS
27	CUTRO	KR
28	DRAPIA	VV
29	FABRIZIA	VV
30	FRANCAVILLA A.	VV
31	GIMIGLIANO	CZ
32	GROTTERIA	RC
33	IOPPOLO	VV
34	LAGO	CS
35	LAMEZIA T	CZ
36	LAMEZIA T	CZ
37	LONGOBUCCO	CS
38	LUNGRO	CS
39	LUZZI	CS
40	MALVITO	CS
41	MARANO MARCHESATO	CS
42	MELICUCCO	RC
43	MELISSA	KR
44	MONTEGIORGANO	CS
45	MORMANNO	CS
46	NICOTERA	VV
47	NICOTERA	VV

48	NOCARA	CS
49	ORIOLO	CS
50	PAPASIDERO	CS
51	PAZZANO	RC
52	PETILIA POLICASTRO	KR
53	PIETRAPAOLA	CS
54	PLATACI	CS
55	POLIA	VV
56	ROCCA DI NETO	KR
57	ROSARNO	RC
58	ROSETO CAPO SPULICO	CS
59	ROSSANO	CS
60	ROTA GRECA	CS
61	SAN BENEDETTO U.	CS
62	SAN FILI	CS
63	SAN LORENZO BELLIZZI	CS
64	SAN LUCA	RC
65	SAN PIETRO IN GUARANO	CS
66	SANTA SEVERINA	KR
67	SCALA COELI	CS
68	TARSIA	CS
69	VALLEFIORITA	CZ
70	VERBICARO	CS
71	VIBO VALENTIA	VV

Cap 2- Rapporti tra il PAI e le condizioni fisiche della Regione Calabria

Prof. Alberto Prestininzi - Consulente Difesa del Suolo Ass. LL.PP. Regione Calabria

L'articolazione territoriale della Calabria, con il 60% circa del suo territorio posto al di sopra della quota di 300 metri s.l.m. e con oltre 1000 bacini idrografici, testimonia l'evoluzione in atto di questo estremo lembo della penisola italiana. L'analisi delle litologie presenti, della loro età e della loro reciproca posizione spaziale insieme alle condizioni climatiche, tipiche del centro mediterraneo, giustificano l'intensa attività geodinamica superficiale che induce l'insorgere di pericoli geologici molto elevati. Del resto, gli eventi naturali che sistematicamente interessano la penisola italiana (terremoti, alluvioni, frane, ecc.) portano ad individuare nel territorio regionale calabrese il "prototipo" che meglio condensa la contemporanea presenza di alti livelli di rischio connesso ai processi geologici.

In questo quadro, importanza fondamentale assume la definizione di documenti di programmazione territoriale, da sempre "tallone d'Achille" di questa regione. Il PAI, così come è stato articolato, rappresenta certamente la risposta di maggiore coerenza alla realtà territoriale calabrese e, nel frattempo, getta le basi per uno sviluppo sociale capace di coniugare benessere e sicurezza.

1. Breve inquadramento fisico

La forma del territorio calabrese, che assume l'andamento ad arco (Arco Calabro-Peleoritano), rappresenta l'attuale stato di massima distorsione della catena Appennino-Maghrebide che raccorda gli assi NW-SE dell'Appennino meridionale con quelli E-W delle Maghrebidi, che comprendono l'area siciliana. Tale torsione, con velocità ed entità di espansione massime nella parte meridionale, è legata all'attività geodinamica profonda (convergenza tra il blocco euro-asiatico e quello africano), che comporta una forte attività tettonica, con l'insorgere di terremoti, un generale sollevamento con la genesi di forti energie di rilievo

In tale contesto, l'edificio tirrenico dell'Arco Calabro risulta formato da una serie di falde sovrapposte che iniziano con un basamento cristallino pre-Mesozoico (con marcate analogie con la struttura Austro-sudalpina) talvolta coperto da una fascia meso-cenozoica con caratteristiche simili a quella delle Alpi. Si tratta di falde derivanti da tale margine alpino impilatesi inizialmente con "direzione europea". Successivamente, la struttura di rocce molto

antiche, è stata trasportata in blocco con "direzione" africana ed incorporata alla catena Appenninico-Maghrebide, in fase di costruzione.

Questa tendenza evolutiva, fortemente attiva nel Paleocene e Miocene, ha avuto forti impulsi nel Quaternario ed è ancora attiva. E' a questa evoluzione che deve essere attribuita la genesi di importanti discontinuità (faglie e fratture), successivamente ereditate dalle masse rocciose, e la formazione *horst* (alti) e *graben* (ampie depressioni, Graben del Crati, di Paola, di Catanzaro, del Mesima ecc.), con la deposizione all'interno di quest'ultimi di terreni sedimentari continentali e marini per lo più sabbioso-argillosi e conglomeratici

Le conseguenze di tale dinamica sono rappresentate, da un lato, dallo sviluppo di elevate energie di rilievo e, quindi, di versanti acclivi e instabili anche a causa del generale decadimento dei caratteri fisici dei terreni e, dall'altro, dalla repentina modifica della circolazione delle masse d'aria, sia di provenienza jonica sia tirrenica, e l'insorgere quindi di condizioni climatiche del tutto peculiari.

Sulla base dei dati ad oggi disponibili, l'Arco Calabro può essere suddiviso in macrozona, separate dalle grandi strutture depressionarie trasversali originatesi a partire dal Plio-Pleistocene:

- Macrozona Catena Costiera-Sila;
- Macrozona Serre-Aspromonte.

1a. Catena Costiera-Sila

Essa è caratterizzata dalla presenza sia di metamorfiti ofiolifere di basso, medio ed alto grado, oggi affioranti dopo una precoce subduzione, sia di lembi del basamento cristallino correlabili alle unità liguri-piemontesi e a quelle austroalpine delle Alpi occidentali. Le forte energie di rilievo e la natura litologica degli affioramenti di questa zona, che comprendono anche argilliti, argilloscisti e filladi, conferiscono un elevato grado di erosione e instabilità che si manifesta con movimenti di massa diffusi e spesso di grandi dimensioni. I corsi d'acqua sono poco evoluti e presentano elevate pendenze dell'alveo: in tali condizioni gli eventi climatici innescano portate di piena molto elevate con forti tassi di erosione nelle zone montane, al di sopra dei 500 m s.l.m., ed esondazioni e alluvionamenti nelle parti poste alle quote più basse.

1b. Serre-Aspromonte

La struttura "Serre-Aspromonte" è costituita dal complesso sia granitico sia metamorfico, il primo predominante nel Massiccio delle Serre, il secondo nel Massiccio dell'Aspromonte, anche se limitati affioramenti di entrambe le formazioni si trovano nei due domini.

Il Massiccio delle Serre è suddiviso in due unità principali: l'Unità di Polia-Copanello caratterizzata dalla presenza di terreni granitoidi, e l'Unità di Stilo, che può essere suddivisa in una subunità. La prima di tipo granitico e la seconda di tipo metamorfico di basso-medio grado.

Il Massiccio dell'Aspromonte, esclusi i lembi dell'Unità di Stilo a Nord, è caratterizzato, prevalentemente, dalla potente Unità del basamento molto antico (Ercinico) formato da rocce metamorfiche di medio-alto grado intruse da rocce granitoidi

2. Rapporti tra caratteri fisici del territorio e attività antropica

I rapidi sollevamenti orogenetici, testimoniati dai gradienti dei versanti e dalle elevate quote delle superfici sommitali (oltre i 1500 m s.l.m.) poste a pochi chilometri dalla linea di riva, insieme allo stato di fratturazione e fagliazione delle rocce che formano tali massicci, sono da considerare i fattori di base del loro generale stato di instabilità. Le Fiumare incassate nei massicci delle Serre e dell'Aspromonte presentano elevate pendenze nella parte medio alta del bacino, e relativamente bassa nella zona di piana dove, il letto molto ampio, testimonia la loro grande pericolosità idraulica a causa degli elevati valori delle portate di piena. In concomitanza di tali eventi, il trasporto solido è molto elevato tanto da assumere in alcune porzioni del suo corso e nei corsi laterali il carattere di debris-flow (colata di detrito).

Nella esigua fascia costiera la morfologia è pianeggiante o collinare ed è legata alla presenza di terreni argillosi, conglomeratici e limo-sabbiosi plio-pleistocenici. Una fascia intermedia di raccordo tra la zona costiera e quella montana risulta interessata prevalentemente da un sistema collinare caratterizzato da acclività variabili e condizionato da terreni argillosi dei cicli sedimentari mio-pliocenici con instabilità diffusa e resistenza all'erosione da moderata a bassa.

Il reticolo idrografico, controllato principalmente dai maggiori lineamenti tettonici, si presenta, invece, piuttosto fitto con presenza di corsi d'acqua in approfondimento (legato al generale sollevamento regionale) che, nelle zone montane, esercitano un'azione di continuo scalzamento e di erosione alla base dei versanti. Nelle zone medio basse, viceversa, le aste principali presentano un andamento normale alla linea di costa e tra loro subparallelo con una distribuzione lungo il perimetro della regione piuttosto regolare.

La dinamica dei versanti, caratterizzata da una distribuzione di frequenza piuttosto elevata di movimenti di massa, insieme alle condizioni climatiche ed alla presenza di un reticolo idrografico poco evoluto, con brevi tratti ad elevata pendenza, è tipica di una regione geologicamente giovane nella quale gli equilibri tra le differenti porzioni di territorio (zona montana, collinare e costiera) risultano estremamente delicati.

Se da un lato questo carattere propone condizioni di straordinaria bellezza naturale (zone montane ad alta quota con boschi poste a pochi chilometri dalla costa, spiagge ampie con sabbie bianche e incontaminate derivanti dallo sfaldamento dei graniti, abbondante presenza d'acqua superficiale e profonda, ecc.), dall'altro l'utilizzo non corretto di una di queste porzioni di

territorio genera effetti negativi rilevanti e, spesso, irreversibili (basti pensare agli effetti delle alluvioni sull'uomo o i suoi beni, all'erosione costiera, ecc.).

Al riguardo, pertanto, gli interventi di bonifica per la riduzione dei livelli di rischio individuati e programmati dal PAI, e che via via i Comuni saranno chiamati ad effettuare sui centri abitati, o lungo le aste fluviali o, ancora, sui litorali, dovranno essere mirati ed attentamente studiati. Questa operazione impone, pertanto, la necessità di coniugare l'esigenza di eliminare, o ridurre, il livello di rischio, con la realizzazione di interventi che dovranno tenere conto del delicato rapporto dinamico esistente tra le differenti porzioni di territorio, per evitare l'insorgere di perturbazioni con conseguenti effetti negativi irreversibili.

Nel caso dei Centri storici, ad esempio, per lo più di età medievale presenti sulle dorsali a quote comprese tra i 400 ed i 1000 metri s.l.m., che gli studi condotti per il PAI hanno mostrato a rischio molto elevato per alti valori percentuali (86 Comuni su 97 per la sola provincia di RC), gli interventi di bonifica dovranno essere progettati tenendo conto sia del modello geologico evolutivo sia dei caratteri storico-artistici dei centri stessi.

Del resto la conoscenza dei caratteri climatici dell'area, che individua periodi di "calma" bruscamente interrotti da eventi piovosi impulsivi ed estremi, le cui frequenze possono essere stimate intorno ai 20-30 anni (Versace, 1989; Prestininzi 1995), consente di valutare gli effetti sul territorio. Questi assumono notevole importanza ai fini della comprensione della morfodinamica dei versanti e, in maniera ancor più rilevante, degli alvei delle fiumare e dei relativi rapporti con la dinamica delle spiagge.

Significativo in tal senso appare l'evento che ha colpito la fascia jonica nel Settembre 2000. Gli studi e le ricerche condotte dall'Autorità di Bacino, di concerto con i ricercatori del CNR-IRPI di Cosenza e dell'Università di Roma La Sapienza, hanno consentito di rilevare in tempo reale sia i rimodellamenti degli alvei delle fiumare e delle spiagge, a seguito di fenomeni meteorici parossistici, sia l'influenza ed il ruolo, spesso negativo, che le attività antropiche pregresse hanno avuto sui livelli di rischio presente.

La comprensione di tali fenomeni, ed il trasferimento delle esperienze acquisite sul piano della programmazione territoriale, porterà, da un lato, ad una migliore e più efficace distribuzione delle opere di difesa idraulica all'interno degli alvei fluviali e, dall'altro, ad un razionale uso delle aree costiere, con effetti positivi sul territorio e sulla sicurezza dei cittadini attraverso una drastica riduzione dei rischi connessi agli eventi meteorici estremi.

E' in questo quadro che l'Autorità di Bacino renderà disponibile ai Comuni i risultati di studi specifici, che si stanno conducendo su bacini sperimentali, e che avranno la valenza di "linee guida" per lo studio connesso alla progettazione di opere di bonifica sia sui Centri storici e sulle aste delle Fiumare sia lungo la linea di costa.

In queste condizioni l'emanazione del PAI testimonia l'importanza di programmare le attività antropiche e di renderle compatibili con le dinamiche evolutive del territorio, e

rappresenta quindi l'operazione più saggia che una moderna comunità può fare, determinando con ciò un'inversione di tendenza che durava ormai da molto tempo.

Cap. 3- Il Rischio di frana in Calabria

Dott. Geol. Tonino Caracciolo –Coordinatore tecnico del PAI

L'elevato indice di franosità regionale e la particolare concentrazione delle frane, soprattutto in taluni distretti morfologici, non hanno consentito di dare luogo al censimento di tutte le frane presenti sul territorio regionale. Ove si consideri che la sola rilevazione di quelle che insistono sui centri abitati ne ha censito circa 8.000, ben si comprende la motivazione per la quale essa è avvenuta prioritariamente per i centri capoluogo di Comune e per i nuclei abitati con popolazione di norma non minore di 200 abitanti. La scelta di priorità è peraltro coerente con le disposizioni normative contenute nel D.L. 180/98 e successive modificazioni ed integrazione e nel DPCM 11.09 1999.

Si tratta in prevalenza di insediamenti collinari e montani soggetti ripetutamente a fenomeni franosi in funzione del contesto geologico e morfologico, delle peculiarità del sistema insediativo e della presenza di strade di terminazione con funzione di accesso unico agli abitati.

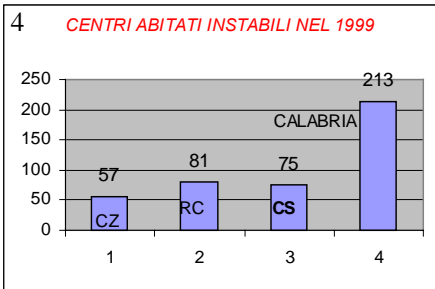
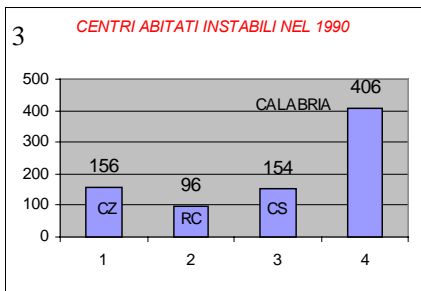
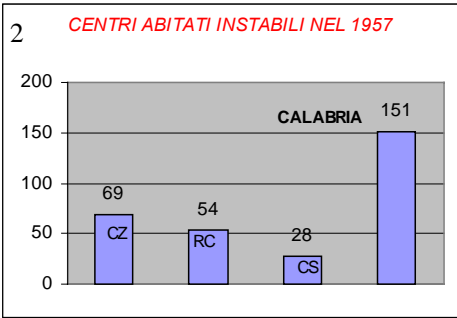
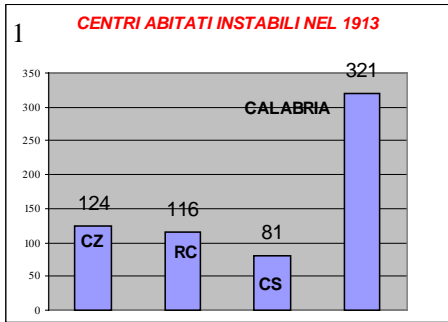
Cause tettoniche, che determinano l'assetto morfostrutturale regionale, e cause antropiche, che tendono a costituire situazioni di rischio su aree a pericolosità elevata, spiegano la frequenza degli eventi catastrofici che, registrati fin dalla fine del primo millennio, assumono rilevanza eccezionale dal XVIII secolo e divengono motivo di studio prima e di attività di mitigazione poi, a partire dall' Unità d'Italia.

1. Dissesto idrogeologico

Molti dei centri predetti sono stati oggetto di provvedimenti di consolidamento e/o trasferimento fin dal 1907, di rapporti di sopralluogo da parte del Dipartimento della Protezione Civile, di Ordinanze Protezione Civile assunte ai sensi dell'art. 5 della legge n.

225/1992 oltre che di studi indagini e segnalazioni di varia natura (ARCHIVIO ABR). Sul complesso di tali attività si forniscono alcuni dati statistici nei grafici che seguono. I dati visualizzati nei grafici, benché eterogenei e differenziati a causa della diversità delle fonti di informazione, evidenziano non solo l'elevato numero di centri abitati sui quali incombe pericolo di frana, ma anche il perdurare sul territorio regionale di una situazione di emergenza, che è fonte di notevole dispendio di risorse finanziarie e che molto spesso si è tradotta in interventi di semplice ripristino di funzionalità senza alcuna rimozione delle cause di pericolo.

CENTRI ABITATI INSTABILI DAL 1907 AL 1999



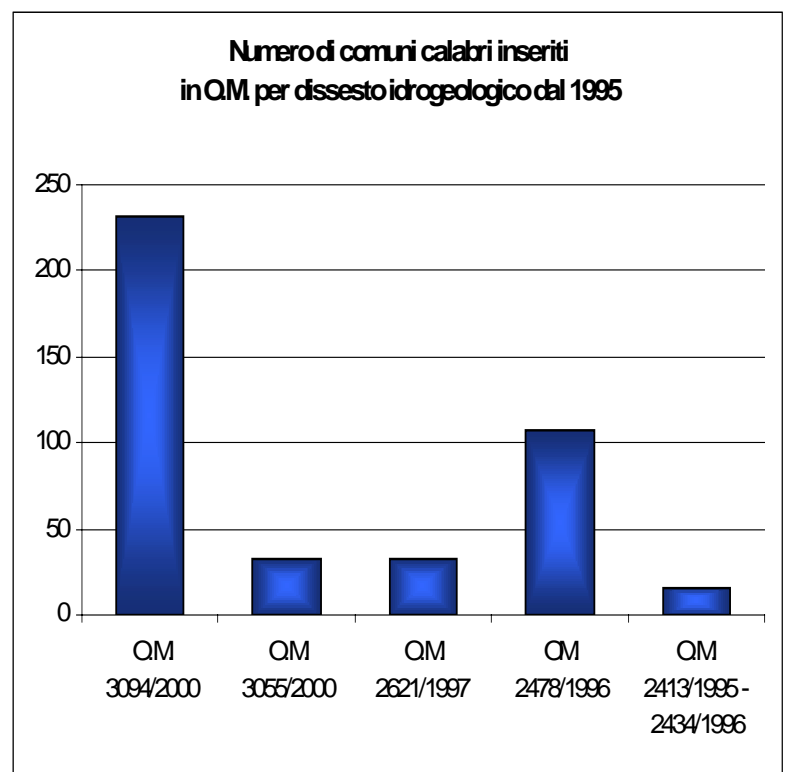
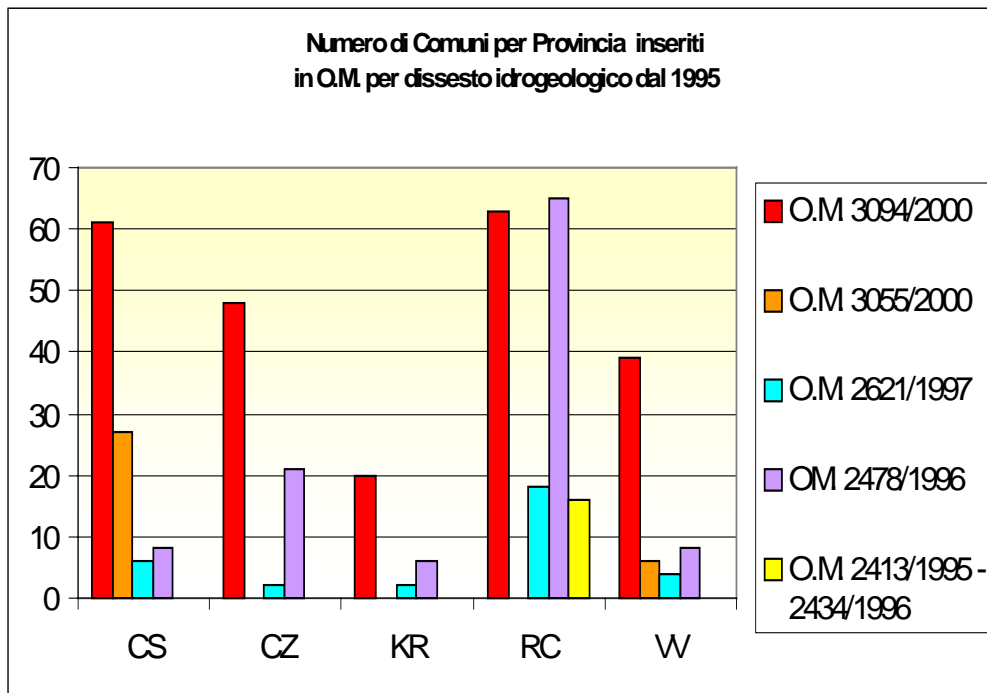
1)M. Ruini –Stato dei lavori pubblici in Calabria in attuazione della legge 245/ 1906, 1913

2)CASMEZ- Piano Regolatore di massima per la Calabria,1957

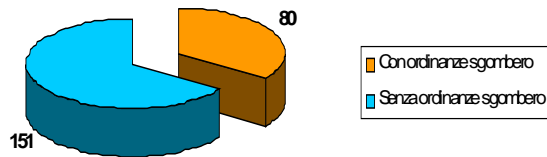
3)Rapporto CNR IRPI ,1990

4)Piano Straordinario DL 180,1999

Comuni coinvolti in attività Protezione Civile

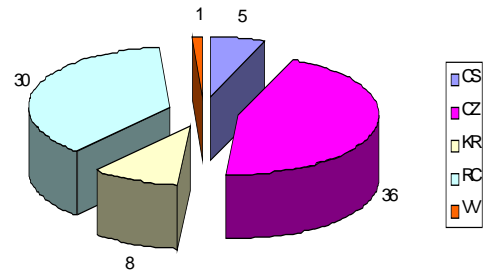


Comuni danneggiati dall'alluvione di settembre 2000
(QM N° 3094/10/11/2000)



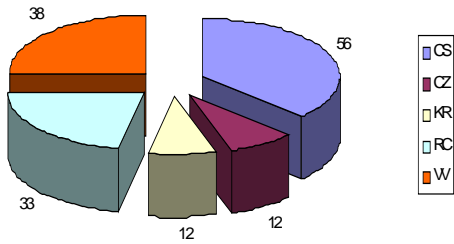
Totale comuni danneggiati = 231

Comuni danneggiati dall'alluvione di settembre 2000
(QM N° 3094/10/11/2000). Con ordinanze sgombero

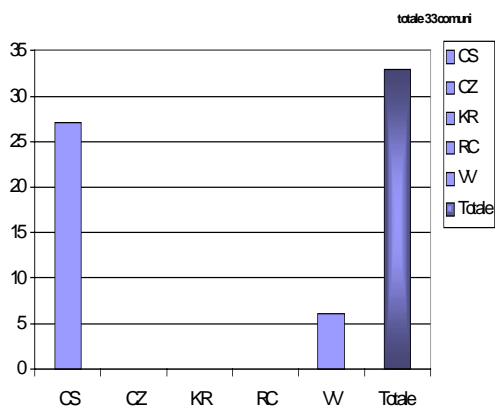


Totale Ord. sgomberi = 80

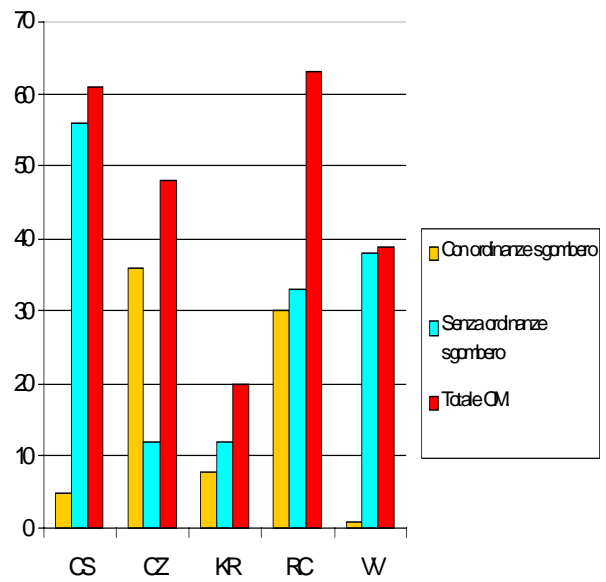
Comuni danneggiati dall'alluvione di settembre 2000
(QM N° 3094/10/11/2000). Senza ordinanze sgombero



Comuni inseriti nella CM 3055/2000



Comuni danneggiati dall'alluvione di settembre 2000
(QM N° 3094/10/11/2000)



2. Metodologie e criteri per la valutazione del Rischio

Le priorità di analisi nella prima fase di elaborazione del PAI sono state riferite ai Comuni con indicatori di rischio di frana da elevato a molto elevato di cui al Piano straordinario adottato ai sensi dell'art. 1 del D.L. 180/1998 (71 Comuni, vedi *Nota Cap.1*); alle aree di accertata pericolosità sulla base dell'elevato indice di franosità (aree programma 3, 9, 10); ai centri abitati soggetti a misure di salvaguardia adottate ai sensi della legge 225/1992. Successivamente l'attività di indagine e valutazione del rischio è stata estesa ai centri abitati di tutti i Comuni calabresi.

In coerenza al disposto del D.L. 180/1998, sono state prese in considerazione le frane già presenti mentre è stata rinviata alla fase successiva all'adozione del PAI l'analisi di quelle di prima generazione.

Gli standard di lavoro e le specifiche adottate sono stati elaborati, sulla base delle disposizioni normative vigenti, in modo da pervenire alla definizione, sia pure qualitativa, dei fattori di rischio in maniera che essi risultino univoci, accurati ed uniformi.

La definizione dei parametri di valutazione è riferita al Rapporto UNESCO di VARNES & IAEG (1984) rielaborato dal CNR GNDICI (1994) oltre che alle metodologie utilizzate e calibrate in altre Regioni (Prestininzi, 2000).

I parametri di rischio sono definiti nel modo seguente:

INTENSITA': (I)=magnitudo del fenomeno distruttivo espressa in scala relativa od in funzione di grandezze che caratterizzano il fenomeno (velocità, volume, energia, ecc.)

PERICOLOSITA': (H)=probabilità che il fenomeno si verifichi in una data area entro un dato periodo temporale.

ELEMENTI A RISCHIO: (E)=persone, attività economiche, reti, beni ambientali e culturali ubicati in una data area esposta a rischio che possono subire danno.

VALORE DEGLI ELEMENTI A RISCHIO: (W)= espresso in termini monetari od in unità degli elementi esposti.

VULNERABILITA': (V)=perdita di valore prodotta dal verificarsi di un evento di data pericolosità ed intensità su uno o più elementi esposti.

DANNO POTENZIALE: (WI)=perdite potenziali prodotte dal verificarsi di un evento di data intensità. $W_L = W(E) V(I,E)$

RISCHIO SPECIFICO: (Rs) = grado di perdite atteso in conseguenza di un dato evento di nota intensità (I) e con probabilità annua per un dato elemento a rischio (E). $R_s(E,I)=H(I) V(I;E)$.

RISCHIO TOTALE: (R)=valore atteso del danno (espresso in costo annuo o unità perse per anno) sul complesso degli elementi a rischio in conseguenza di un dato evento:

$$R(I;E) = H(I) V(I;E) W(E) = R_s (I;E) W(E) = H(I) W_L (I;E).$$

L'atto di indirizzo e coordinamento di cui al DPCM 11 settembre 1998 prevede che gli elementi a rischio da considerare sono in ordine prioritario:

1. l'incolumità delle persone,
2. gli abitati,
3. le aree degli insediamenti produttivi, degli impianti tecnologici di rilievo,
4. le infrastrutture a rete e le vie di comunicazione strategiche,
5. il patrimonio ambientale ed i beni culturali di interesse rilevante,
6. le aree sede dei servizi pubblici e privati, di impianti sportivi e ricreativi, le strutture ricettive e le infrastrutture primarie.

L'ordine di priorità adottato ha consentito la valutazione del rischio di frana per 837 centri abitati della Calabria e di alcuni Comuni della Basilicata (Comuni ricadenti nel Bacino interregionale del Lao, L.R. 34/96) e la valutazione della pericolosità per le reti infrastrutturali fondamentali; Alla successiva fase post adozione, sono demandate le valutazioni a carattere preventivo del rischio correlabile alle frane di prima generazione, mediante sperimentazione e standardizzazione della metodologia su aree campione.

Il DPCM 11 settembre 1998 definisce due fasi di sviluppo dell'analisi di rischio che sono state appositamente pianificate per la Regione Calabria in funzione delle priorità e degli obiettivi oltre che della disponibilità degli elementi conoscitivi, dei supporti di base e dei tempi assegnati:

FASE 1 – individuazione delle aree in frana attraverso le informazioni disponibili;

FASE 2 – valutazione dei livelli di rischio e perimetrazione delle aree.

2.1. Fase 1 – Attività conoscitiva ed analisi di pericolosità

L'organizzazione della prima fase di raccolta di documentazione, in ordine alla pericolosità nelle aree da esaminare prioritariamente, ha riguardato fonti per loro natura eterogenei e diacroniche alle quali di conseguenza è stata attribuita una valenza di sola segnalazione e/o localizzazione o di individuazione, perimetrazione e catalogazione di evento. Basti, al riguardo, considerare che sono state esaminate fonti storiche, giornalistiche, corrispondenze epistolari e pubblicazioni scientifiche.

Si è trattato dunque di:

- raccogliere, sistematizzare e organizzare i dati in *database* alfanumerici e cartografici. Tra le attività di raccolta di informazioni svolte in tale ambito rientra l'invio e la compilazione di una *SCHEDA INFORMAZIONE* da parte dei Comuni che, quasi tutti (380 su 409), hanno fornito utili informazioni e documentazione;
- procedere all'analisi fotointerpretativa dei fenomeni franosi utilizzando le seguenti levate aeree: - IGM 1956 a scala nominale 1:33.000;

- SCAME, 1978, scale nominali 1:18.000 ed 1:9000;
- IGM 1992-94, scala nominale 1:33.000.

I dati rilevati mediante l'uso della *SCHEDA DI FOTOINTERPRETAZIONE*, elaborata dal CNR-IRPI, sono stati rappresentati su ortofotopiano 1:10.000 derivato dalla sovrapposizione delle ortoimmagini digitali a colori 1998/99 (riprese aerofotogrammetriche e produzione CGR s.p.a. per conto di Telcal) con la Carta 1:10.000 Casmez 1956 o carte locali a scala più grande.

I fattori litologici e tettonici sono stati dedotti dalla Carta Geologica a scala 1:25.000 acquisita in formato raster.

L'analisi aerofotografica è stata integrata e completata da rilevazioni in situ e dalla compilazione della *SCHEDA DI RILEVAMENTO*, elaborata dal CNR IRPI e dai tecnici regionali, sulla base della scheda IFFI (Inventario dei fenomeni franosi italiani) dei SS.TT.NN. adattata alla Calabria. Lo sviluppo delle attività sopra elencate ha condotto alla costruzione della "*Carta Inventario dei fenomeni franosi*" a scala 1:10.000 e del relativo *database*.

La validazione dei dati di campagna conclude un processo iterativo di individuazione e perimetrazione delle aree vulnerate e di analisi della pericolosità che ha riguardato 837 centri abitati.

LA CARTA RAPPRESENTA IL LIVELLO DI PRIMA ANALISI DELLA PERICOLOSITA', CHE VIENE DISTINTO DA UNO DI ESTENSIONE A SCALA REGIONALE, SU BASI QUANTITATIVE DI TIPO STATISTICO-PROBABILISTICO, DA COMPIERSI IN SECONDA FASE SECONDO PROCEDURE ANALITICHE STANDARDIZZATE SU AREE CAMPIONE SIGNIFICATIVE.

I diagrammi che seguono in Allegato 1 danno conto delle tipologie e della sequenza delle attività svolte.

L'attività di rilevazione ha comportato l'esame di oltre 11.000 eventi di frana, di DGPV e di elementi morfologici relativi a 837 centri abitati (> 200 abitanti; *vedi Nota Cap. 3*).

L'analisi di un primo campione di essi evidenzia la concentrazione in alcuni ambiti territoriali già noti per gli elevati indici di franosità e nei quali si concentrano i centri abitati instabili della Calabria (alto Jonio Casentino, Jonio Reggino).

Quanto allo stato di attività delle frane rilevate, la maggior parte di esse è risultata quiescente (intendendosi per quiescenti le frane che non mostrano segni di attività al momento della rilevazione ma che hanno elevato probabilità di riattivarsi in un dato arco di tempo) od attiva con tipologia prevalente riferibile a scorrimenti. Solo meno dell'1% delle frane rilevate può essere considerata inattivo; nel senso che si tratta di eventi riferibili ad un ciclo morfoclimatico diverso da quello attuale e che, di conseguenza, hanno esaurito il loro ciclo di vita.

Cap. 4- Il Rischio di erosione costiera in Calabria

Dott. Geol. Tonino Caracciolo – Coordinatore tecnico PAI

La Calabria presenta uno sviluppo costiero di circa 740 Km ed una fisiografia del litorale variabile, con le spiagge (615 km circa) che prevalgono sulla costa alta (125 Km circa). Sul versante Tirrenico sono ubicate le grandi spiagge sabbiose della Piana di Gioia Tauro, di S. Eufemia, di Scalea che trovano sviluppo lungo le pianure costiere situate in corrispondenza della parte terminale rispettivamente dei fiumi Mesima e Petrace, del fiume Amato, del fiume Lao. Spiagge ciottolose sono localizzate in prevalenza lungo la porzione di litorale Jonico che si affaccia sul golfo di Taranto. Su entrambi i versanti si rinvencono, altresì, numerose e variamente distribuite, sottili spiagge sabbiose alimentate dalle fiumare. I litorali con costa alta sono concentrati per il versante Tirrenico, lungo il Promontorio di Capo Vaticano e nel tratto tra Palmi e Scilla, mentre per il versante Jonico, a sud di Crotona, nel tratto compreso tra il Santuario Hera Lacinia e Le Castella, e nei pressi di Soverato.

1. L'erosione costiera in Calabria

Le modificazioni che subiscono le aree costiere calabresi per effetto dei fenomeni di erosione hanno da tempo destato serie preoccupazioni per il rischio che essi comportano sia per gli insediamenti umani e per le strutture turistiche che per le grandi infrastrutture di trasporto quali la SS 18 e la linea ferroviaria tirrenica.

L'entità dei danni arrecati ripetutamente è rilevante e tale da determinare, tra l'altro, l'emissione di Ordinanze di Protezione Civile ai sensi dell'art. 5 della legge 225/1992 (Ordinanza n.2621 dell'1.07.1997).

Lo studio della mareggiata della notte di S. Silvestro del 1979/80 è stato oggetto di una monografia a cura del CNR (Mercuri, 1980). L'ABR ha prodotto un dossier sui danni della mareggiata del dicembre 2000 lungo il litorale tirrenico settentrionale e la Giunta Regionale ha quantizzato in 195 miliardi il fabbisogno necessario per porre rimedio ai danni arrecati (Delibera G.R. n. 155 del 20.03.2000).

Numerosi studi hanno preso in considerazione il problema dell'erosione costiera da vari punti di vista. L'Atlante delle spiagge italiane (Lupia Palmieri et. al., 1983) e gli studi propedeutici relativi alle aree costiere del limentino e dell'alto tirreno cosentino (Lupia Palmieri et al., 1981, 1982) rappresentano un fondamentale strumento conoscitivo in ordine alle morfologie del litorale calabrese ed alla loro evoluzione.

Altri studi sono stati condotti nell'ambito del POP 1994-99 e da parte dell' Unical e del CNR-IRPI.

In ordine alla valutazione del rischio, importanti documenti di riferimento sono il prodotto per conto della Regione Calabria (Veltri et. al., 2000) a seguito della mareggiata del dicembre 1999 ed il Programma Provinciale di previsione e prevenzione del rischio nella Provincia di Cosenza (Unical, Dip. Difesa del suolo, 1999).

Alla base dei processi erosivi stanno, com'è noto, molteplici fattori. Le notevoli ampiezze delle onde in alcuni periodi dell'anno, i processi di rifrazione del moto ondoso, le variazioni climatiche, i mutamenti dei percorsi fluviali nelle zone di foce, il trasporto longitudinale e trasversale dei sedimenti marini, le trasgressioni marine di tipo eustatico, isostatico, e tettonico, portano a vistose, anche se lentissime, invasioni del mare. Si tratta tuttavia, a parte le variazioni delle ampiezze d'onda e del trasporto solido aventi carattere di stagionalità, di fenomeni relativamente lenti, soprattutto se rapportati alla vita umana che difficilmente possono essere contrastati, dal punto di vista applicativo.

Le cause antropiche dell'erosione delle coste hanno, invece, effetti commensurati alle attività dell'uomo. Basti citare al riguardo i lavori estensivi di rimboschimento nei bacini montani, i rinfoltimenti, la sistemazione ed il rivestimento vegetale di terreni franosi, le escavazioni in alveo di sabbia e ghiaia che depauperano gli apporti detritici dei fiumi al mare; la costruzione di manufatti lungo i litorali, che allontanano i getti di foce dalla spiaggia e impediscono i trasferimenti lungo le coste; l'estrazione incontrollata di acqua dal sottosuolo, che determina effetti di subsidenza; la costruzione di casse di espansione delle piene che sottraggono sedimenti fluviali al mare; la distruzione di barre sabbiose naturali sommerse e delle dune costiere, che espone le spiagge all'azione violenta del moto ondoso.

Tra le cause antropiche è opportuno ricordare gli stessi interventi strutturali con barriere frangiflutti e pennelli, messi in opera per contrastare l'erosione stessa. Tali opere, progettate spesso su indicazioni di studi insufficienti e carenti della comprensione dei meccanismi della dinamica meteomarina, se, da un lato, hanno sortito l'effetto voluto per le aree interessate dall'intervento, dall'altro hanno accentuato, se non addirittura innescato, i processi erosivi lungo tratti di litorale contigui.

2. Metodologie e criteri per la valutazione del Rischio

Alla data odierna non si dispone ancora di adeguate conoscenze di dettaglio in ordine alla batimetria, al trasporto longitudinale e trasversale dei sedimenti marini; mancano le reti di monitoraggio relativi alla mareografia, peraltro poco diffuse in tutto il Paese; scarse sono le conoscenze relative alla morfologia ed alla sedimentologia marina.

Per questi motivi la Regione Calabria, nel corso di quest'anno, ha avviato la realizzazione di una "Indagine conoscitiva dello stato delle conoscenze delle coste calabresi, predisposizione di

una banca-dati dell'evoluzione del litorale e individuazione delle aree a rischio e delle tipologie di intervento – studi su aree campione e previsione delle relative opere di difesa”. L'indagine ha previsto lo studio particolareggiato per 26 siti campione, con rilievi topografici e batimetrici per uno sviluppo complessivo di litorale di 100 Km nonché indagini di vario tipo tra cui quelle sedimentologiche. In particolare è stato previsto lo studio dei climi di moto ondoso al largo e sottocosta; lo studio del trasporto litoraneo; lo studio del regime del litorale e l'individuazione delle zone critiche; la realizzazione di un sistema informativo; la individuazione e programmazione di interventi.

Il problema dell'erosione costiera richiede dunque un approccio sistemico all'analisi delle dinamiche fluviali e marine nell'ottica dell'unitarietà del bacino idrografico e degli ambiti costieri sottesi, che esula dalle finalità specifiche del PAI. Ciononostante, in conseguenza delle considerazioni predette, la quantificazione dei processi di variazione della linea di costa e la valutazione del rischio ad essi connesso, benché non espressamente previsti dalla normativa vigente, sono stati assunti come obiettivi del PAI.

E' stato realizzato pertanto un primo dossier sul rischio di erosione costiera che ha alla sua base la definizione qualitativa delle matrici di pericolosità, dedotta dall'analisi dell'evoluzione della linea di riva, e di vulnerabilità, sulla base delle informazioni relative ai danni arrecati dalle mareggiate ed alla loro frequenza. Da queste è stata dedotta la matrice di rischio.

La valutazione quantitativa delle modificazioni delle aree costiere è stata condotta attraverso l'analisi delle variazioni della linea di riva espresse in termini di avanzamento/arretramento nell'arco temporale 1954 -1998.

La ricostruzione geometrica della linea di riva è stata dedotta dalla cartografia a scala 1:10.000 CASMEZ, 1956 (volo IGM 1954), dalle ortoimmagini digitali a colori della CGRA del 1998, nonché dalla levata aerea SCAME 1978 realizzata dalla Regione Calabria.

Le variazioni della linea di riva hanno consentito di valutare il bilancio apporti/ prelievi che risulta positivo o negativo, a seconda che i materiali che costituiscono le spiagge, depositati nelle fasi di sedimentazione, siano superiori o inferiori ai materiali asportati nelle fasi di evacuazione.

Particolare attenzione è stata posta all'individuazione della linea di separazione spiaggia asciutta/spiaggia bagnata che consente di superare la difficoltà connessa alle periodiche variazioni del livello del mare ed alla univoca determinazione della linea di riva. Il problema ha trovato soluzione attraverso l'osservazione delle variazioni di tono nelle ortoimmagini digitali a colori del 1998.

L'operazione successiva è consistita nel raffronto con la linea di riva 1954 dedotta dalla Carta Tecnica 1:10.000. Controlli intermedi sono stati eseguiti per raffronto sia con documentazione a carattere storico (rilievi delle Ferrovie del 1875) che con fotogrammi della ripresa aerea eseguita dalla Regione Calabria nel 1978.

Il raffronto digitale mediante overlap tra i due strati informativi predetti, riferiti al medesimo sistema di coordinate, ha consentito la misurazione di lunghezze di tratti in erosione od in

ripascimento utilizzando il software GIS Geomedia professional. Il grado di approssimazione è stato sufficiente per il livello di analisi prescelto e per la scala adottata (1:10.000).

L'analisi multitemporale dell'evoluzione della linea di riva ha riguardato l'intero perimetro costiero calabrese e fa seguito agli studi già avviati dalla stessa Regione Calabria (Veltri, 1999) i cui risultati hanno rappresentato la base di partenza.

2a. La raccolta e la catalogazione delle fonti di informazione ha costituito la fonte di maggiore interesse per conoscere la successione cronologica delle mareggiate che hanno arrecato danni, la frequenza degli eventi, nonché tutte le informazioni deducibili sulle altezze d'onda e l'entità dei danni.

L'analisi ha preso in considerazione quattro principali fonti informative:

1. bibliografiche, riferite alle pubblicazioni di carattere scientifico,
2. giornalistiche, riferite alla stampa quotidiana regionale,
3. progettuali, riferita ai progetti prodotti per opere marittime od in ambito di protezione civile,
4. scheda informativa dell'ABR richiesta ai Comuni.

Alle informazioni sono state rilevate attraverso controlli tecnici diretti, eseguiti dall'ABR per le aree di maggiore attenzione.

Di seguito si forniscono le classi di pericolosità e di vulnerabilità adottate e la matrice del rischio.

1. CLASSI DI PERICOLOSITA':

<i>Pericolosità (Stato di attività)</i>	<i>Classi di pericolosità (qualitativa)</i>	
<i>In arretramento P1</i>	<i>Molto elevata</i>	<i>P1₃</i>
	<i>elevata</i>	<i>P1₂</i>
	<i>media</i>	<i>P1₁</i>
	<i>bassa</i>	<i>P1₀</i>
<i>In equilibrio e/o in avanzamento P0</i>	<i>Nulla</i>	<i>P0</i>

2. CLASSI DI VULNERABILITA':

<i>ELEMENTI ESPOSTI</i>	<i>classe</i>
<i>1 Aree urbane</i>	<i>V4</i>
<i>2 Case sparse</i>	<i>V2</i>
<i>3 Insediamenti produttivi – AREE ASI E PIP</i>	<i>V3</i>
<i>4 Impianti tecnologici di rilievo (centrali, dighe, depuratori, serbatoi d'acquedotto, impianti ad alto rischio)</i>	<i>V2</i>
<i>5. gasdotti, oleodotti, acquedotti adduttrici, elettricità alta e media tensione</i>	<i>V3</i>
<i>6. ospedali, scuole, caserme, stazioni ferroviarie centrali, aeroporti</i>	<i>V3</i>
<i>7 Beni culturali rilevanti e beni ambientali</i>	<i>V2</i>
<i>8 Servizi di rilevante interesse sociale</i>	<i>V2</i>
<i>9 Autostrade, Strade G.C., Strade Statali, Strade di terminazione, ferrovie</i>	<i>V4</i>
<i>10 Impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive</i>	<i>V2</i>

3. MATRICE DEL RISCHIO:

	<i>V2</i>	<i>V3</i>	<i>V4</i>
<i>PI₃</i>		<i>R3</i>	<i>R3</i>
<i>PI₂</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R2</i>
<i>PI₁</i>	<i>R1</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>
<i>PI₀</i>	<i>R1</i>	<i>R1</i>	<i>R1</i>

Nei tratti di spiaggia in arretramento, ove sussistono quindi condizioni di pericolo, sono state introdotte classi di pericolosità differenziate sulla base della frequenza delle mareggiate, dedotta dalle fonti di informazioni disponibili.

L'analisi di dettaglio dei Comuni con livelli di rischio da medio ad elevato è stata condotta a scala 1:10.000 ed ha riguardato n.116 Comuni. I risultati sono evidenziati nella seguente tabella e nei relativi diagrammi illustrati in *Allegato1*, dove si riportano anche le tabelle dei dati analitici relativi a tutti i Comuni presi in esame, distinti per Provincia di appartenenza.

Nelle suddette tabelle i Comuni sono stati distinti per livelli di rischio ed aree erose.

Le tavole grafiche, alla scala 1:10.000, sono allegate al PAI e riguardano i Comuni con le aree a rischio R3.

NUMERO COMUNI A RISCHIO DI EROSIONE COSTIERA PER PROVINCE

	<i>R3</i>	<i>R2</i>
<i>CATANZARO</i>	3	22
<i>COSENZA</i>	19	18
<i>CROTONE</i>	3	5
<i>REGGIO CALABRIA</i>	15	22
<i>VIBO VALENTIA</i>	5	4
<i>CALABRIA</i>	45	71

La costruzione di briglie, gli interventi di difesa idraulico-forestale e le sistemazioni di alcuni fenomeni franosi hanno grandemente ridotto il volume di materiale solido disponibile per il trasporto ad opera delle correnti incanalate. Vediamo, infatti, che tutti i sistemi di briglie sono colmi e che in alcuni tratti montani sono stati costruiti più ordini di briglie per realizzare un letto sovralluvionato, riducendo così l'erosione torrentizia. Ma ciò ha causato quello che ora tutti lamentano: una forte erosione delle spiagge incrementata, non tanto per azione marina, ma per diminuzione degli apporti solidi dall'entroterra. D'altronde, la spiaggia è un ambiente estremamente dinamico, con grandi energie e capacità di trasporto, che risente immediatamente di pur minime variazioni dei termini del bilancio di massa. A questi interventi un po' miopi si è aggiunto il fatto che dal 1973 non è si è verificato, in Calabria, un evento alluvionale estremo a scala regionale o quasi, fatta eccezione di quelli del settembre e ottobre 2000; eventi che lungo il versante ionico meridionale hanno trasportato sulle spiagge notevoli volumi di detriti (anche urbani, purtroppo), utili per il ripascimento naturale di queste spiagge. Diversa è la condizione della costa tirrenica, soprattutto quella settentrionale, dove ricorrenti e massicci apporti detritici sono stati presenti fino ai primi anni del secolo XX (ANTRONICO &

SORRISO-VALVO, 1996; SORRISO-VALVO et al., 1998), capaci di costruire imponenti conoidi, ora non più attive e intensamente antropizzate. Resta il problema di stabilire quanta parte, in tutto ciò, abbia avuto l'attività antropica e quanta possa essere addebitata a variazioni climatiche, che sicuramente ci sono state già alla fine del secolo XIX con il termine della Piccola Età Glaciale.

Cap. 5 - Il Rischio Idraulico

Ing. Salvatore Gabriele – Consulente scientifico CNR IRPI Rende (CS)

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) prodotto dall'Autorità di Bacino Regionale (ABR) della Calabria si conforma a quanto espresso nell'«Atto di indirizzo e coordinamento», approvato con D.P.C.M. 29/09/98,¹ relativo all'adozione, da parte delle Autorità di Bacino e delle Regioni,² di Piani Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico, che contengano in particolare l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, e all'adozione in tali aree di misure di salvaguardia.

Nell'Atto suddetto si premette che, visto il «carattere emergenziale» del D.L. n.180/1998, l'«individuazione e perimetrazione sia delle aree a rischio», «sia di quelle dove la maggiore vulnerabilità del territorio si lega a maggiori pericoli per le persone, le cose e il patrimonio ambientale», «vanno perciò intese come suscettibili di perfezionamento, non solo dal punto di vista delle metodologie di individuazione e perimetrazione, ma anche, conseguentemente, nella stessa scelta sia delle aree collocate nella categoria di prioritaria urgenza, sia delle altre».

«L'individuazione esaustiva delle possibili situazioni di pericolosità dipendenti dalle condizioni idrogeologiche del territorio può essere realizzata attraverso metodologie complesse, capaci di calcolare la probabilità di accadimento in aree mai interessate in epoca storica da tali fenomeni. Tuttavia, i limiti temporali imposti dalla norma per realizzare la perimetrazione delle aree a rischio consentono, in generale, di poter assumere, quale elemento essenziale per la 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.

Per quanto attiene la valutazione del rischio dipendente da tali fenomeni di carattere naturale, si fa riferimento alla sua formulazione ormai consolidata in termini di rischio totale», considerando «il prodotto di tre fattori:

- 1) pericolosità o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso;

¹ G.U. Serie Generale Anno 140° n.3, 05/01/99.

² Secondo quanto stabilito dal D.L. 11/06/1998 n.180, convertito nella legge 03/08/1998 n.267.

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

Si dovrà far riferimento a tale formula solo per la individuazione dei fattori che lo determinano, senza tuttavia porsi come obiettivo quello di giungere a una valutazione di tipo strettamente quantitativo.»

«In assenza di adeguati studi idraulici e idrogeologici, la individuazione delle aree potrà essere condotta con metodi speditivi, anche estrapolando da informazioni storiche oppure con criteri geomorfologici e ambientali, ove non esistano studi di maggiore dettaglio.»

Pertanto, la valutazione del rischio è stata conseguita utilizzando:

- 1) i risultati di modelli idrologico-idraulici, che hanno permesso di individuare le sezioni di esondazione per portate di piena con assegnati tempi di ritorno, usualmente pari a $T=20\div50$, $100\div200$ e $300\div500$ anni;
- 2) criteri geomorfologici, per tener conto dell'andamento plano-altimetrico degli alvei fluviali e delle evidenze relative ai depositi alluvionali conseguenti a fenomeni di trasporto dei materiali solidi;
- 3) le informazioni storiche, da cui si è dedotto per i vari eventi alluvionali in quali località si siano verificate le inondazioni;
- 4) le aerofotogrammetrie, utili per l'osservazione delle tracce di piena.

1. Modello idrologico-idraulico

Nei bacini in cui si disponeva della necessaria mole di dati (rilievi topografici di dettaglio, altezze di precipitazione registrate, etc.), si è proceduto alla caratterizzazione morfometrica del bacino e del reticolo idrografico (area, perimetro, curva ipsografica e altitudine media, profilo longitudinale con lunghezza e pendenza media dell'asta principale, fattori di forma), al calcolo del tempo di corrivazione del bacino, all'adozione di un modello idrologico per la stima della massima portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno e di un modello idraulico per la localizzazione delle sezioni trasversali degli alvei fluviali insufficienti al convogliamento della suddetta portata e per la delimitazione delle aree inondabili.

Il modello idrologico utilizzato per la definizione delle massime portate al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno parte dalla procedura di Valutazione delle Piene (VAPI)³ per quanto riguarda l'inferenza statistica relativa alle piogge, in modo da risalire alle portate attraverso un metodo di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi superficiali. Tale scelta si è resa necessaria in quanto, allo stato attuale delle conoscenze, l'informazione idrologica disponibile

per le piene in Calabria risulta fortemente carente e, di conseguenza, l'inferenza statistica delle portate, pur teoricamente raccomandabile, fornisce risultati giocoforza meno attendibili rispetto all'analisi delle precipitazioni.

Per quanto riguarda il modello idraulico, nella maggior parte dei casi si è ricorsi a un modello monodimensionale, le cui approssimazioni sono risultate largamente accettabili in alvei incassati e con pendenze significative, in cui la componente longitudinale del vettore velocità prevale su quelle trasversali. Infatti, nella realtà calabrese, l'organizzazione dei reticoli idrografici è fortemente condizionata dall'orografia, per cui si riscontra un elevato numero di piccoli bacini in cui piene improvvise si propagano rapidamente a valle, interessando aree golenali solitamente ben definite.

1.a Aggiornamento modello regionale piogge TCEV

Per lo studio delle precipitazioni, sono stati acquisiti i dati di pioggia, registrati alle stazioni del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), aggiornati all'anno 2000.

La legge di distribuzione probabilistica prescelta per la variabile casuale h_t , massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata oraria o suboraria t , è la *Two Component Extreme Value* (TCEV),⁴ secondo cui i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali e un'altra degli eventi eccezionali (*outliers*), legati a differenti fenomeni meteorologici.

La funzione di distribuzione di probabilità della h_t è funzione di 4 parametri: Λ_1 , θ_1 , Λ_2 e θ_2 , che esprimono il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori a una soglia delle due popolazioni (Λ_1 e Λ_2) e il loro valore medio (θ_1 e θ_2). Se si pone $\theta^* = \theta_2/\theta_1$ e $\Lambda^* = \Lambda_2/\Lambda_1^{1/\theta^*}$, si può considerare la quaterna di parametri Λ^* , θ^* , Λ_1 e θ_1 .

La stima dei parametri può avvenire a differenti livelli:

- 0) livello di regionalizzazione zero, in cui i parametri sono tutti stimati dalla singola serie di dati, qualora se ne possiedano nel sito d'interesse;
- 1) livello di regionalizzazione uno, in cui i parametri Λ^* e θ^* sono stimati regionalmente e i parametri Λ_1 e θ_1 sono stimati puntualmente;
- 2) livello di regionalizzazione due, in cui i parametri Λ^* , θ^* e Λ_1 sono stimati regionalmente e il parametro θ_1 è stimato puntualmente;
- 3) livello di regionalizzazione tre, in cui tutti i parametri sono stimati regionalmente.

Il valore $h_{t,T}$ corrispondente a un *tempo di ritorno* T (durata media fra due superamenti consecutivi) si ricava in funzione di T e dei quattro parametri comunque stimati.

³ Versace P., Ferrari E., Gabriele S., Rossi F., *Valutazione delle piene in Calabria*, bozza finale, CNR-IRPI Rende – Geodata 30, Cosenza, dicembre 1989.

⁴ Rossi F., Versace P. (1982), *Criteri e metodi per l'analisi statistica delle piene*, Valutazione delle piene, C.N.R. – P.F. Conservazione del suolo, 165, 63-130.

Nel VAPI l'analisi delle piogge giornaliere ha portato alla verifica dell'ipotesi che la Calabria sia una regione pluviometricamente omogenea, ossia nella quale si possa ritenere costante il coefficiente di asimmetria; ciò implica la costanza dei parametri $\Lambda^*=0,418$ e $\theta^*=2,154$. Si sono, quindi, individuate tre sottozone in cui si ritiene costante il coefficiente di variazione e di conseguenza il parametro Λ_1 (sottozona tirrenica, T: $\Lambda_1=48,914$; sottozona centrale, C: $\Lambda_1=22,878$; sottozona ionica, I: $\Lambda_1=10,987$). Infine, sono state delimitate 13 aree omogenee, in ciascuna delle quali si ritiene valido un legame di correlazione tra la media delle altezze di pioggia giornaliere massime annuali e la quota sul mare.

Ritenendo valida la suddivisione in sottozone e aree omogenee del VAPI anche per le piogge di breve durata t , si è proceduto a effettuare l'analisi delle stesse, pervenendo alla valutazione dei parametri Λ^* , θ^* e Λ_1 per le diverse durate, $t=1, 3, 6, 12, 24$ ore (Tabella 1), attraverso il metodo della massima verosimiglianza (*Maximum Likelihood*, ML).⁵

Tabella 1. Valori dei parametri Λ^* , θ^* e Λ_1 della TCEV per durate orarie

Durata (ore)	Calabria zona omogenea		Λ_1 per sottozone omogenee (Calabria)		
	Λ^*	θ^* (mm)	tirrenica	centrale	ionica
1	0.1997	2.0735	13.03	12.84	12.26
3	0.2614	2.4100	21.26	17.77	14.02
6	0.2834	2.3103	25.17	18.97	14.17
12	0.2915	2.2148	31.85	17.60	12.91
24	0.3610	1.9420	31.54	13.42	10.26

Per le 13 aree omogenee, si è ricercato un legame di correlazione multipla tra il valor medio delle intensità di pioggia massime annuali di breve durata, μ_i , la durata della pioggia, t , e la quota sul mare della stazione di misura, H . Partendo dall'espressione:

$$\mu_i(t, H) = \frac{i_0}{(1 + t/t_{car})^{C+D \cdot H}}$$

in cui i_0 è il valore finito dell'intensità di pioggia per durate tendenti a zero, t_{car} è una durata caratteristica che rende massimo il coefficiente di correlazione multipla, C e D sono dei coefficienti, per ciascuna delle 13 aree pluviometricamente omogenee si sono stimati i_0 , C e D attraverso un'operazione di regressione lineare multipla.

Al terzo livello di regionalizzazione, partendo da tale espressione si può pervenire alla stima di $\theta_1(t)$, al variare della durata della pioggia, per ciascun bacino di una prefissata area omogenea, di cui si conosca l'altitudine media. Essendo già stati stimati, infatti, i parametri $\Lambda^*(t)$, $\theta^*(t)$ e $\Lambda_1(t)$, ciò consente di caratterizzare completamente la distribuzione TCEV.

Interpolando le altezze di pioggia $h_{1,T}$, $h_{3,T}$, $h_{6,T}$, $h_{12,T}$ e $h_{24,T}$ ottenute dalla legge TCEV, per ciascun bacino d'interesse sono state ricavate le curve segnalatrici di probabilità pluviometrica per i diversi tempi di ritorno (es., Torrente Fiumarella, Fig. 1).

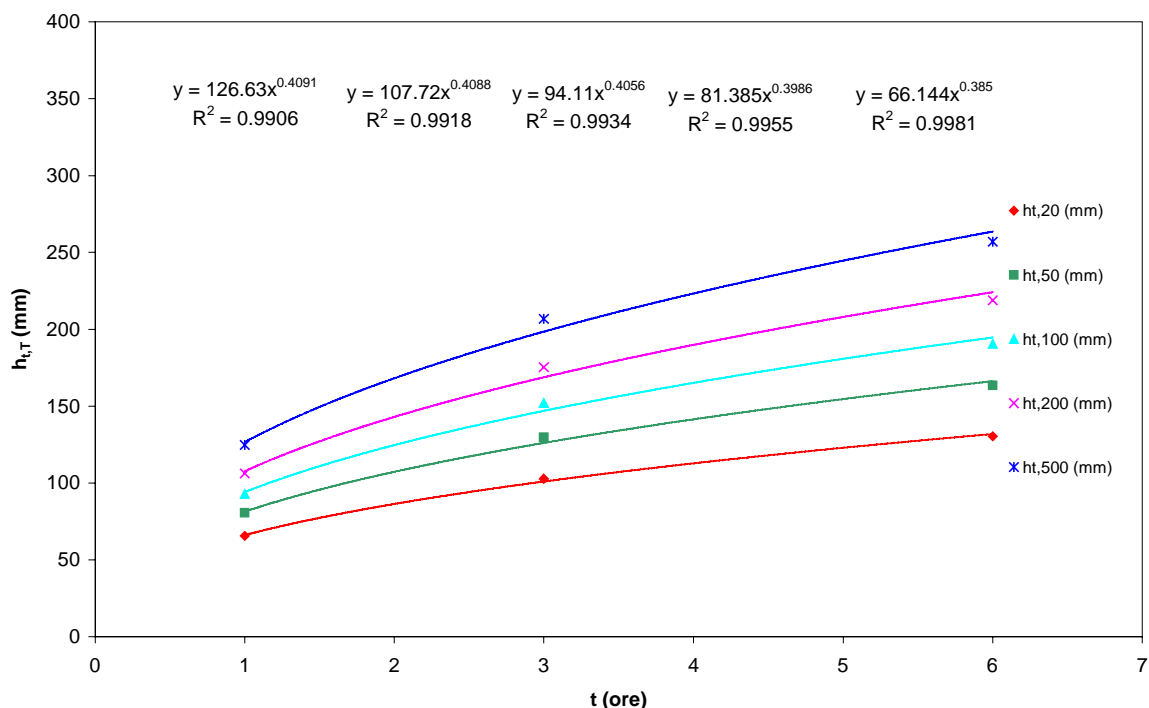


Fig. 1. Curve segnalatrici di probabilità pluviometrica per il bacino del Torrente Fiumarella. Stimato il tempo di corrivazione del bacino in istudio, attraverso le curve segnalatrici di probabilità pluviometrica è stato possibile ricostruire i pluviogrammi di calcolo per i diversi tempi di ritorno, che costituiscono il principale dato d'ingresso del modello afflussi/deflussi.

1.b Stima della massima portata al colmo di piena

Per la trasformazione degli afflussi meteorici (pluviogrammi di calcolo) in deflussi superficiali, si è utilizzato il programma di calcolo HEC-1 *Flood Hydrograph Package* del *US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center*.

La procedura descritta nel prosieguo è stata adottata e ritenuta valida per i piccoli bacini, di estensione inferiore a circa 250 km², presupponendo che gli eventi estremi di piena avvengano in condizioni di terreno pressoché saturo, per precedenti precipitazioni, e, considerando che tali condizioni siano omogenee su tutto il bacino, vista la ridotta estensione dello stesso.

Analogamente, gli afflussi vengono considerati uniformemente distribuiti sull'intero bacino, tenendo conto di coefficienti di riduzione areale per i bacini maggiormente estesi. Dapprima gli afflussi vengono depurati per ottenere le piogge nette; infatti, non tutto il volume affluito si trasforma in deflusso, poiché parte di esso viene intercettata dalla vegetazione, parte evapotraspira, parte s'invasa nelle piccole depressioni superficiali del suolo e parte s'infiltra nel terreno.

Il calcolo delle piogge nette è stato effettuato col metodo del *Curve Number (CN)* del *Soil Conservation Service (SCS)*, considerando una perdita iniziale (*initial abstraction*), antecedente

⁵ Gabriele, S., Iritano, G., *Alcuni aspetti teorici ed applicativi nella regionalizzazione delle piogge con il modello TCEV*, , GNDICI – Linea 1 U.O. 1.4 – Pubblicazione n. 1089, CNR-IRPI Rende (CS), maggio 1994.

all'inizio dei deflussi.

Per la scelta del *Curve Number*, CN, variabile tra 0 e 100 e tabulato dal SCS secondo la capacità di deflusso del terreno e l'uso del suolo, esso è stato scelto ritenendo, cautelativamente, umide le condizioni antecedenti di umidità del suolo (*Antecedent Moisture Conditions*, AMC, di tipo III, secondo la classificazione delle tabulazioni del SCS). È stata realizzata una mappa regionale di CN, sulla base delle informazioni fornite dalla carta dell'infiltrabilità dei suoli del PAI e della carta del Progetto CORINE per l'uso del suolo.

Adoperando il metodo dell'idrogramma unitario istantaneo del SCS e adottando per ogni bacino un opportuno tempo di ritardo (t_{lag} : tempo che separa i baricentri del pluviogramma efficace e dell'idrogramma, posto pari a una percentuale del tempo di corrivazione del bacino), sono state trasformate le piogge nette in idrogrammi di piena e sono stati valutati i valori della massima portata al colmo di piena, Q_c , del contributo di piena per km^2 , $q_c=Q_c/A$, del volume affluito, W_P , del volume defluito, W_Q , del coefficiente di afflusso, $C_a=W_Q/W_P$.

È stata, infine, effettuata una comparazione tra le portate ottenute col metodo afflussi/deflussi e le portate desunte dalle più note formule empiriche, semi-empiriche e analitiche presenti in letteratura (formule di Scimemi, Gherardelli e Marchetti, Forti, metodo razionale).

È risultato appropriato, infine, considerare, ai fini dello studio idraulico per la delimitazione di aree inondabili, le stime della massima portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno derivanti dal modello afflussi-deflussi SCS-CN, con cui sostanzialmente concorda il metodo razionale.

1c. Modello idraulico

La ricostruzione dei profili della superficie libera per i tratto fluviali analizzati è stata effettuata, nel caso monodimensionale, col programma di calcolo *River Analysis System* del *US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center* (HEC-RAS).

Le ipotesi alla base del modello sono quelli di condizioni di moto permanente unidimensionale, corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si è 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.

La quota della superficie libera della corrente è stata riportata su carta topografica in scala 1:5000. Sono state individuate le sezioni trasversali insufficienti al convogliamento della massima portata al colmo di piena per i diversi tempi di ritorno e sono state considerate inondabili tutte le aree a quota inferiore a quella della superficie libera dell'acqua, procedendo dalle sezioni di esondazioni verso valle.

Laddove le componenti trasversali della velocità sono non trascurabili, è necessario utilizzare un modello bidimensionale. Si è scelto di adoperare il software *TELEMAC 2D*, prodotto dal

Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNH, Francia) e commercializzato da *HR Wallingford Ltd* (Regno Unito).

2. Criteri geomorfologici

Nei casi in cui non è stato possibile, per carenza di dati (in particolare di rilievi topografici), procedere con la metodologia sopra descritta e in assenza di documentazioni storico-cronachistiche relative a eventi di piena, si è adottato il criterio geomorfologici di seguito esposto.

- 1) Sono state considerate a rischio le aree alluvionali, di cui alla cartografia allegata **C5-RI**, comprendenti l'intero alveo di magra dei tronchi pedemontani e terminali, in quanto la presenza dei depositi alluvionali stessi induce a ritenere tali aree soggette al passaggio di piene non contenibili nell'alveo di magra, anche con concomitanti fenomeni di trasporto solido. Sono state escluse da questa categoria, qualora perimetrata, le aree esterne ad argini ritenuti insormontabili rispetto a piene con $T=200$ anni.
- 2) Sono state considerate aree a rischio le aree di conoidi pedemontane attive o di recente formazione, di cui alla cartografia allegata **C5-RI**, ove è manifesta la presenza di un alveo fluviale. Sono state escluse da questa categoria, qualora perimetrata, le aree protette da opere di sistemazione idraulica ritenute insormontabili rispetto a piene con $T=200$ anni.
- 3) Sono state considerate a rischio le aree individuate sulla base di analisi aerofotointerpretativa, dalla quale sono risultati riconoscibili i fenomeni di inondazione causati dal corso d'acqua. Sono state escluse le aree ove sono stati effettuati interventi di sistemazione successivi alla data del volo aereo analizzato e interpretato, tali da garantire il contenimento di una piena con $T=200$ anni.

3. Criterio storico

Sulla base della documentazione storico-cronachistica disponibile negli archivi AVI del GNDCl e SIRICA dell'Autorità di Bacino Regionale, nonché contenuta nelle informative dei Comuni, sono stati individuati tratti fluviali interessati in passato da eventi alluvionali, che hanno causato danni a persone o cose. In mancanza di calcoli idraulici, per tali tronchi si è stabilito un criterio di delimitazione delle aree a rischio, secondo che essi siano privi o dotati di argini o attraversamenti.

- 1) Esondazione in caso di alvei privi di argini e attraversamenti.
Si è considerata a rischio l'area comprendente il corso d'acqua delimitata dall'intersezione tra il terreno e un piano orizzontale tracciato a una quota superiore di 7 metri a quella del punto più depresso della sezione trasversale. L'area a rischio non sarà in ogni caso estesa per più di L

metri, essendo L il prodotto dell'ordine di Horton dell'asta considerata (desumibile dal CD del Catasto dei reticoli fluviali) per 15, a destra e a sinistra delle sponde dell'alveo ordinario.

2) Esondazione in caso di presenza di argini.

Si è considerata a rischio l'area comprendente il corso d'acqua delimitata dall'intersezione tra il terreno e un piano orizzontale tracciato a una quota superiore di 1 metro a quella del punto più elevato delle arginature. L'area a rischio non sarà in ogni caso estesa per più di L metri, essendo L il prodotto dell'ordine di Horton dell'asta considerata (desumibile dal CD del Catasto dei reticoli fluviali) per 10, a destra e a sinistra delle sponde dell'alveo ordinario. Sono state escluse da questa categoria le aree esterne ad argini, ritenuti insormontabili rispetto a piene con tempo di ritorno $T=200$ anni.

3) Esondazioni causate dalla presenza di attraversamenti.

Si è considerata a rischio l'area comprendente il corso d'acqua delimitata dall'intersezione tra il terreno e un piano orizzontale tracciato a una quota superiore di 1 metro a quella del punto più elevato dell'estradosso dell'impalcato dell'attraversamento. L'area a rischio non sarà in ogni caso estesa per più di L metri, essendo L il prodotto dell'ordine di Horton dell'asta considerata (desumibile dal CD del Catasto dei reticoli fluviali) per 10, a destra e a sinistra delle sponde dell'alveo o delle spalle del ponte, qualora questa condizione risulti più cautelativa. Sono state escluse da questa categoria le aree esterne a tratti d'alveo in cui siano presenti attraversamenti ritenuti insormontabili rispetto a piene con tempo di ritorno $T=200$ anni. Restano valide le prescrizioni di cui al precedente punto in presenza di arginature.

Sono stati, altresì, considerati a rischio le aree e i punti critici indicati nel Piano di Protezione Civile per la provincia di Catanzaro e nel Piano di Previsione e Prevenzione del Rischio di Cosenza.

Sono state, infine, riportate nella cartografia, allegata al PAI, le aree soggette a onde di sommersione a valle di opere di ritenuta. Tali aree, comunque a rischio, non rientrano nella classificazione di cui al D.P.C.M. 29/09/98.

4. Criteri generali per l'assegnazione delle classi di rischio

Nella scelta delle classi di rischio, si è tenuto conto dei seguenti elementi:

- 1) se il calcolo idraulico ha mostrato esondazioni in specifiche sezioni trasversali, in sponda destra o in sponda sinistra o in entrambe, il livello di rischio è stato valutato in maniera inversamente proporzionale al tempo di ritorno e proporzionale all'importanza degli elementi esposti. Nelle sezioni risultate critiche per $T=20\div 50$ anni, e in presenza di edifici, strutture viarie principali e aree industriali, si è stabilito un livello di rischio R4. Analogamente, nel caso di esondazioni per $T=100\div 200$ anni, si è scelto il livello di rischio R3. Infine, per $T=500$ anni, il rischio è stato valutato come R2 o R1;
- 2) nelle sezioni in cui il calcolo idraulico non ha mostrato esondazioni, ma per le quali risulta

dalle informazioni storiche e aerofotogrammetriche che le stesse esondazioni sono occorse, per rotture di argini o sormonti, si è preferito operare delle scelte di classi di rischio cautelative. Ciò tiene in considerazione i limiti del calcolo idraulico. Pertanto, nel caso di informazioni tratte da documentazione storico-cronachistica riguardante località soggette a inondazioni negli eventi del passato, il livello di rischio adottato varia da R1 (aree allagate o allagabili in base all'andamento altimetrico della zona) a R2 (aree inondate con danni economici meno rilevanti) a R3 (aree inondate con danni economici più rilevanti).

Nel caso in cui la perimetrazione effettuata secondo i criteri sopra esposti abbia condotto alla delimitazione di aree a rischio di notevole estensione, non si può escludere, comunque, che all'interno di queste vi siano delle sub-aree con livello di rischio differente da quello adottato. Il perfezionamento della procedura di classificazione del rischio, secondo il dettato della legge, potrà avvenire con studi idraulici più approfonditi, basati su rilievi topografici areali di dettaglio, in particolare per le zone ritenute allagabili con l'utilizzo di modelli bidimensionali.

5. Elaborati grafici

Gli elaborati cartografici, in generale, sono stati prodotti in scala 1:5'000 o 1:25'000.

A. Quando si è adottato il criterio idrologico-idraulico, confrontato con quello storico, sono stati prodotti cinque elaborati:

il primo (denominato C1), in scala 1:5'000, è relativo alla perimetrazione delle aree vulnerate negli eventi del passato, corredata da indicazioni puntuali di situazione di crisi (rotture di argini, crolli di attraversamenti quali ponti, etc.);

il secondo (C2), in scala 1:5'000, localizza le sezioni di esondazione (secondo quanto ottenuto dai calcoli idraulici), i punti di crisi rilevati in situ (interruzioni di argine, occlusioni di luci di ponti, etc.) e i punti di scatto del rilievo fotografico;

il terzo (C3), in scala 1:5'000, evidenzia quali siano gli elementi esposti (edifici, strutture viarie, etc.);

il quarto (C4), in scala 1:5'000, contiene la perimetrazione delle aree a rischio, da R1 a R4;

il quinto (C5), infine, è una raccolta monografica per Comune, composta da due carte in scala 1:25'000 (ciascuna carta, a sua volta in una o più tavole secondo l'estensione del territorio comunale). La prima carta (denominata AV) indica le aree vulnerate e gli elementi a rischio, con informazioni derivanti da tutte le fonti disponibili (AVI, SIRICA, Piano di Protezione Civile per la provincia di Catanzaro, Piano di Previsione e Prevenzione del Rischio di Cosenza, aree soggette a onde di sommersione a valle di opere di ritenuta, piani ASI, piani PIP, siti archeologici, informative dei Comuni areali e puntuali); la seconda carta (denominata RI) riporta la perimetrazione delle aree a rischio idraulico.

B. In mancanza di studio idrologico-idraulico, non essendo state valutate aree di esondazione a diversi tempi di ritorno e, quindi, aree a rischio, è stato prodotto soltanto

l'elaborato C5, in cui la carta RI riporta, però, *aree, punti e zone di attenzione*, secondo il dettato dell'art. 24 delle Norme di attuazione del PAI emanate dall'Autorità di Bacino Regionale. Le aree di attenzione derivano, pertanto, dall'utilizzo del criterio geomorfologico e, in presenza di dati storici, del criterio storico.

Cap. 6- *Catasto reticoli idrografici e opere fluviali*

Ing. Salvatore Gabriele – Consulente scientifico CNR IRPI Rende (CS)

1. Catasto reticoli idrografici e opere fluviali

Nell'ambito delle attività conoscitive necessarie alla redazione del PAI, particolare attenzione è stata riservata alla realizzazione del catasto dei reticoli idrografici ed all'attività di informatizzazione ed elaborazione dei risultati della attività di monitoraggio idraulico dei corsi d'acqua e di rilievo delle opere d'arte esistenti (*vedi Allegato 1 e 2*).

Riguardo al catasto dei reticoli idrografici, si è proceduto assumendo come punto di partenza il lavoro già eseguito dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (S.I.M.N.) limitato ai principali corsi d'acqua regionali. Si è quindi proceduto al completamento del suddetto catasto, delimitando tutti i bacini ricadenti nel territorio della Regione Calabria.

A cura dei sorveglianti e degli ufficiali idraulici è stato eseguito il monitoraggio idraulico dei corsi d'acqua che, attraverso sopralluoghi e misurazioni, ha censito e catalogato dieci elementi significativi ai fini del PAI. Le informazioni raccolte sono state organizzate, previa validazione, in un *data base* relazionale.

Nell'ambito dell'attività conoscitiva, è stato eseguito un rilievo sistematico di tutti gli attraversamenti fluviali e di tutti i tombini, che sono stati oggetto di specifiche misure mediante una scheda di rilevazione.

Nei paragrafi seguente sono dettagliatamente illustrate le suddette attività.

1a. Catasto dei reticoli idrografici

Allo scopo di raccogliere e archiviare in modo coerente e completo le informazioni riguardanti tutti i fiumi calabresi, è stato realizzato il "catasto" dei reticoli fluviali, identificando ciascun tronco compreso tra due confluenze, assegnando un codice univoco a scala regionale. Analogamente, ciascun bacino è stato identificato da un codice utilizzato successivamente quale prefisso per i sottobacini di appartenenza, secondo una semplice regola gerarchica. Un prima classificazione dei fiumi calabresi era stata effettuata dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (S.I.M.N.), Ufficio di Catanzaro, anche se limitatamente ad alcuni bacini.

Il S.I.M.N., utilizzando le tavolette in scala 1:25?000 dell'I.G.M., ha effettuato una perimetrazione dei principali bacini e sottobacini calabresi. Per questi 45 bacini sono state

inoltre, estratte ed elaborate tutte le *blue-line* riportate sulle tavolette. Le informazioni in tal modo rilevate sono state digitalizzate e organizzate in file compatibili con *AutoCad*.

Sulla base di questi dati, il S.I.M.N. di Catanzaro ha prodotto una cartografia che riproduce in 7 tavole, corredate di una serie di dati, i 45 bacini suddetti.

Per ciascuno di essi sono disponibili le seguenti informazioni:

Dati geometrici

- limiti del bacino
- limiti dei sottobacini
- reticolo fluviale (insieme di tratti elementari caratterizzati da congruenza nodale)
 - ✓ ID (per ciascun tronco)
 - ✓ Ordine secondo Horton-Strahler
 - ✓ Indice foce

Files ASCII

- Nomi bacini
- Nomi sottobacini
- Nomi tronchi fluviali

Il gruppo di lavoro di cui al D.L.180 ha proceduto al completamento delle attività sopra descritte operando su 26 aree, corrispondenti alle zone comprese tra i 45 bacini idrografici già disponibili.

In tal modo è stato coperto l'intero territorio calabrese.

Fasi realizzative

Per completare le informazioni necessarie alla realizzazione del catasto dei reticoli idrografici sono state necessarie tre ulteriori operazioni:

- a) l'informatizzazione dei reticoli e nuovi bacini individuati;
- b) l'elaborazione dei dati morfometrici;
- c) l'inserimento dei dati all'interno di un *data base* relazionale.

Informatizzazione dei reticoli e dei nuovi bacini individuati

I dati resi disponibili dal S.I.M.N. coprivano il 70% del territorio regionale e si riferivano soltanto ai bacini più estesi. L'elaborazione delle informazioni relative al restante 30% del

territorio regionale è stata curata dai tecnici regionali; le elaborazioni si riferiscono a bacini rilevati per la maggior parte sulla cartografia CASMEZ 1:10?000.

L'approccio è consistito nelle seguenti fasi operative:

- Acquisizione di tutte le tavolette in scala 1:25?000 e carte 1:10?000;
- Rappresentazione sulla cartografia di riferimento dei limiti di bacini già disponibili.
- Perimetrazione di tutti i bacini con Superficie superiore ai 0.5 km²;
- Assegnazione dei codici e nomenclatura;
- Verifica e riesame dei dati;
- Digitalizzazione dei bacini e dei reticoli idrografici individuati attraverso operazioni di *scanning* e di vettorializzazione automatica;
- Elaborazione e processing dei dati;
- Aggiornamento del *data base*

Elaborazione dei dati morfometrici relativi ai bacini

Al fine di poter rendere disponibili i dati relativi a reticoli e bacini idrografici a ciascun elemento, oltre alle caratteristiche geometriche, sono state essere associate le informazioni derivate dal DEM dell'I.G.M..

Per ogni bacino e per ciascun sottobacino sono state desunte le seguenti informazioni:

- superficie;
- perimetro;
- pendenza media;
- quota media;
- quota minima;
- quota massima.
- curva ipsografica

Informatizzazione dei dati relativi ai reticoli idrografici

Tutti i reticoli idrografici sono stati organizzati in una forma topologica congruente, orientando da monte verso valle ciascun tratto compreso tra due confluenze.

Per Ogni tronco fluviale, identificato da un nodo iniziale, da un nodo finale e da un ID progressivo, esistono le seguenti informazioni:

- ID progressivo;
- Nodo Iniziale (monte);
- Nodo Finale (valle);
- Quota Iniziale;
- Quota Finale (quota **F** sempre < di quota **I**);
- Quota media (media delle quote di tutti i nodi);
- Pendenza media (media dei singoli elementi);
- Lunghezza.
- Ordine Horton

Tutti i dati sopra descritti sono contenuti in un CD distribuito dall'Autorità di Bacino. I dati sono organizzati secondo le 13+1 aree programma in cui è suddiviso il territorio calabrese; il formato di distribuzione è Shapefile della ESRI.

1b.. Attività di monitoraggio idraulico dei corsi d'acqua ed informatizzazione dei dati

Nel periodo compreso tra la fine dell'anno 1999 e Novembre 2000, è stata condotta una campagna tesa al monitoraggio idraulico dei fiumi calabresi.

Nell'ambito di tale iniziativa sono state rilevate, a cura dai sorveglianti idraulici, circa 50?000 schede relative allo stato di tutti i corsi d'acqua della nostra regione.

Sono state compilate una serie schede sintetiche opportunamente predisposte ed allegate in coda alla presente relazione, successivamente le indicazioni raccolte sono state riportate con accuratezza su idonea cartografia anche attraverso l'indicazione dei punti di riferimento per l'esatta individuazione di:

- presenza di materiale alluvionale di accumulo, indicando la natura del materiale (granulometria e descrizione), l'origine dell'accumulo (frana o trasporto) la posizione dell'accumulo rispetto alla sezione, l'estensione areale del banco (ove possibile fornendo anche una dimensione qualitativa dello stesso), l'eventuale presenza di arginature (quando possibile indicando anche l'altezza residua dell'argine rispetto alla sommità dell'accumulo), la presenza, l'entità ed eventualmente l'epoca dei segni di prelievo riscontrati.

- Scarichi esistenti, indicandone la tipologia (domestica, industriale, agricola, zootecnica, di origine meteorica), le caratteristiche costruttive (tubazione o canale) e dimensionali, , la provenienza del refluo (impianti di depurazione, fognature, abitazioni, insediamenti industriali e produttivi), l'aspetto visivo del liquido scaricato (presenza di schiuma, aspetto torbido o oleoso, presenza di vapori), la presenza di odori.
- Discariche abusive, indicando la tipologia di rifiuto prevalente (materiale di risulta di costruzioni, demolizioni e scavi, rifiuti solidi urbani, rifiuti di origine industriale, materiali in disuso) oltre che le dimensioni indicative della discarica (superficie, altezza, volume).
- Opere idrauliche longitudinali, riportando la tipologia costruttiva (argine in terra, sponde in calcestruzzo, pietrame, gabbioni, protezioni spondali generiche), le dimensioni significative, le caratteristiche del materiale di rivestimento, lo stato di conservazione e manutenzione dell'opera, segnalando l'eventuale presenza di fenomeni di dissesto e l'entità dello stesso (localizzato, esteso o grave), la presenza e l'ampiezza di varchi e recinzioni abusive.
- Opere idrauliche sporgenti (pennelli), indicandone il numero, la distanza, l'ubicazione rispetto alla sponda, il materiale costruttivo, il grado di conservazione, l'eventuale tipologia di dissesto riscontrato.
- Opere idrauliche trasversali, riportando le dimensioni, l'eventuale presenza del gradino di fondo, il materiale costruttivo, il grado di conservazione dell'opera, la tipologia di dissesto.
- Prelievi di acqua, avendo cura di indicare le modalità di derivazione, l'eventuale presenza di sbarramenti in alveo , riportando anche le caratteristiche costruttive ed il grado di conservazione degli stessi, segnalando la presenza e l'entità di fenomeni di dissesto, la tipologia della condotta di derivazione e le sue dimensioni, indicando anche l'eventuale presenza di griglie, paratoie, vasche di carico e saracinesche, la presenza di impianti di pompaggio fissi e mobili.
- Attraversamenti, indicandone la tipologia (acquedotto, fognatura, gasdotto, canali a pelo libero, cavi elettrici), segnalando la presenza e l'entità di eventuali fenomeni di dissesto riscontrati.
- Ponti, riportando la tipologia (stradale, pedonale o ferroviario), le caratteristiche strutturali (tipo campata e numero di luci) la presenza di ostruzioni significative, lo stato di conservazione della struttura, la presenza di briglie di protezione.
- Occupazioni di alveo, indicando la tipologia (baracche, costruzioni, impianti, coltivazioni) e la posizione rispetto al letto del fiume.

- Confluenze o le variazioni planimetriche d'alveo, segnalando la presenza di deviazioni, isole o meandri, l'uso del suolo nella zona (presenza di vegetazione ripariale, di terreni coltivati, di costruzioni).
- Vegetazione locale, indicando la tipologia (alto fusto, arbusti, erbe), la posizione rispetto all'alveo ed alle sponde, la possibilità di causare ostruzioni.
- Caratteristiche dello sbocco a mare, segnalando anche l'eventuale presenza di dune.

In molti casi sono stati realizzati una serie di dettagliati servizi fotografici allo scopo di meglio descrivere le principali situazioni riscontrate in fase di sopralluogo.

La successiva fase operativa è consistita nella informatizzazione di tutti i dati rilevati dagli operatori fluviali. Allo scopo è stato realizzato un *data base* relazionale, denominato SCHEDITOR, per archiviare e processare le informazioni disponibili in attesa di realizzare il sistema informativo del Piano.

Dalle informazioni disponibili è stata preparata una dettagliata cartografia tematica ove sono stati riportati, per ogni corso d'acqua ricadente in un singolo bacino, le opere censite. Ogni bacino è stato scomposto in tronchi individuando univocamente:

- a) Nome del corso d'acqua
- b) Ambito territoriale (Comuni interessati)
- c) Limiti del tronco (Monte e Valle)
- d) Lunghezza del tronco
- e) Cartografia di riferimento

Inoltre per ogni singolo tronco è stata riportata la facilità d'ispezione (alveo percorribile interamente, alveo percorribile a tratti , alveo difficilmente accessibile) oltre che tutta una serie di indicazioni relative alle cause che rendono difficile o addirittura impossibile l'accesso: folta vegetazione, ripidità di sponda, presenza di briglie, ecc.

2. Attività di rilievo degli attraversamenti fluviali e dei tombini

Al fine di censire e rilevare gli attraversamenti fluviali (pedonali, stradali, ferroviari ed impiantistici) e dei tratti tombati esistenti sono state elaborate due tipologie di schede.

Obiettivo di tale attività era il rilievo di:

- geometria della struttura, per il calcolo del passaggio di una corrente tra le pile, nel caso dei ponti

- geometria dell'estradosso del ponte per il calcolo nell'ipotesi di sormonto
- geometria di spechi e tratti tombati , per valutare la capacità in termini di portata transitabile

La scheda per il rilievo degli attraversamenti è stata organizzata in sette diverse sezioni. In ogni sezione sono riportate informazioni relative ai seguenti punti:

- localizzazione e gestione dell'opera d'arte;
- tipologia dell'opera;
- opere d'arte aggiuntive collegate al ponte;
- geometria della sezione e misure dell'impalcato;
- rilievi obbligatori per ciascuna tipologia di ponte;

La scheda per il rilievo dei tombini è stata invece organizzata in tre diverse sezioni. In ogni sezione sono riportate informazioni relative a.

- localizzazione e gestione dell'opera d'arte (sez. A)
- informazioni riguardanti la conformazione e lo stato di manutenzione del canale di monte (sez.B)
- geometria della sezione del tombino e del tratto tombato (sez.C).

Unitamente alle schede sopra descritte, sono state preparate delle specifiche sulle modalità di esecuzione delle misure, delle indicazioni per il corretto utilizzo degli strumenti da utilizzare oltre che una serie di norme di sicurezza per i rilevatori.

Al momento è in fase di elaborazione un *data base* relazionale per l'informatizzazione delle migliaia di schede già rilevate.

I dati, una volta processati saranno codificati secondo i parametri del Catasto dei Reticoli Fluviali, per confluire all'interno del sistema informativo del PAI.

Capitolo 7- Criteri e Procedura di Validazione

Prof. Mario Sorriso Valvo – Consulente scientifico CNR IRPI Rende (CS)

1. La Validazione

La validazione è il complesso delle operazioni che effettuano al fine di verificare se il prodotto di una processo di produzione, in qualsiasi ambito economico o sociale appartenga, risponde ai requisiti richiesti.

La validazione più severa consiste nel controllare sia le caratteristiche del prodotto finale sia quelle di fasi intermedie, qualora queste siano univocamente determinabili, al fine di individuare quali fasi produttive devono essere modificate perchè il prodotto finale sia conforme ai requisiti qualitative e quantitativi richiesti.

In questo caso è previsto il controllo qualitativo.

Tranne che nel caso in cui il prodotto da controllare è la capacità di un sistema di apparecchiature o di uno o più operatori, il controllo qualitativo non può essere esteso a tutto il prodotto, altrimenti si dovrebbe ripetere la produzione della totalità degli elaborati da validare. Nel caso specifico, non solo non ci sarebbe il tempo, ma soprattutto non si capirebbe perché il lavoro non sia stato effettuato sin dall'inizio dai ricercatori dell'IRPI, incaricati di effettuare la validazione. Si adotterà quindi un criterio di validazione a campione, descritto più avanti nel testo.

2. Oggetto della validazione

Oggetto della procedura di validazione sono gli elaborati redatti dai tecnici regionali adibiti all'individuazione e cartografazione dei fenomeni di movimento in massa, alla valutazione del livello di pericolo e alla perimetrazione delle aree soggette a pericolo, alla definizione delle aree soggette a rischio.

Gli elaborati da validare consistono quindi in:

- 1 – carta dei fenomeni di movimento in massa (trasporto in massa, frane, deformazioni gravitative profonde di versante)
- 2 – carta della pericolosità (elaborato intermedio non presentato in ambito PAI)
- 3 – carta della zonazione del rischio (R1, R2, R3, R4) da fenomeni di movimento in massa.

Tali elaborati sono prodotti attraverso un procedimento a più fasi. Pertanto, la validazione deve riguardare le varie fasi di produzione che non siano prettamente automatizzate. In particolare, la validazione riguarderà la carta dei fenomeni franosi, e la

zonazione del pericolo.

2.1 Caratteristiche dei documenti da validare.

Prima di illustrare le procedure adottate per la validazione, è importante illustrare alcune caratteristiche intrinseche dei documenti soggetti a validazione, caratteristiche che derivano dalle procedure adottate per la produzione di detti documenti.

Carta e scheda dei fenomeni di movimento in massa.

La produzione della carta attraverso la procedura, ormai ampiamente consolidata, di integrazione della aereofotointerpretazione e del rilievo di campagna, presenta pregi e limitazioni che influenzano la qualità del lavoro.

In particolare, l'aerofotointerpretazione consente di:

1 – riconoscere il fenomeno e il tipo di deformazione in atto.

2 - determinare con elevata precisione la posizione sul terreno dei limiti dei fenomeni che presentano chiari elementi diagnostici.

3 – individuare, sebbene con diverso grado di approssimazione, fenomeni la cui estensione areale è troppo grande o troppo defilata per consentire una visione d'insieme da terra del fenomeno. Soprattutto i fenomeni di deformazione gravitativa profonda di versante, rilevanti per diffusione in Calabria (Sorriso-Valvo, 1984; Sorriso-Valvo & Tansi, 1995), sono individuabili tramite le foto aeree meglio di quanto lo siano dal rilievo a terra.

4 – riconoscere le aree in cui si presentano ricorrenti elementi morfologici indicatori di potenzialità elevata per alcuni fenomeni particolari (p. es. colate detritiche rapide) che non lasciano segni a lunga permanenza, rilevabili tramite le foto aeree, sul territorio.

5 – riconoscere fenomeni la cui morfologia è stata molto modificata dalla morfogenetica susseguente o la cui morfologia o presenza sono unusuali per le zone esaminate.

Il grado di precisione dipende, a parità di altre condizioni, dal grado di nettezza delle forme del terreno che consentono di “diagnosticare” la presenza della deformazione da movimento in massa.

La fotointerpretazione si presta però all'individuazione in eccesso, rispetto alla realtà, di aree soggette ai fenomeni di movimento in massa per diversi motivi, fra i quali prevale la convergenza morfologica .

Un problema diverso è rappresentato dalle conoidi alluvionali, molte delle quali sono state generate da ripetute frane del tipo colata di detrito. In questo caso bisogna

individuare le tracce non sempre evidenti delle colate che le hanno generate (Sorriso-Valvo, 1988; Antronico & Sorriso-Valvo, 1997).

Per questi motivi, è indispensabile il controllo sul terreno.

Con l'integrazione dei due sistemi (foto area e rilievo di campagna) si raggiunge nella stragrande maggioranza dei casi, una soddisfacente precisione nell'individuazione e nella determinazione delle caratteristiche del fenomeno.

Al fine di rendere le capacità dei rilevatori quanto più omogenee possibile si è effettuato un corso di formazione per i tecnici.

Studi specifici confortano l'esperienza di chi scrive, circa la variabilità e l'attendibilità degli elaborati. Secondo alcuni Autori (Carrara et al., 1995; van Westen, 1993; Fookes et al., 1991), l'errore nel cartografare fenomeni franosi da foto aeree può oscillare dal 50% all'80%, con il massimo valore ottenuto quando si adottano metodi differenti. Il metodo di confronto riguarda le differenze tra due elaborati, non la differenza tra elaborato e la realtà. Pertanto, la valutazione di errore rimane sovrastimata.

In effetti, comparazioni effettuate nell'ambito di attività dell'IRPI di Cosenza, riferiti a situazioni poi verificate, portano ad una percentuale di circa il 25-30% di differenza. Questo valore scende ancora se gli operatori appartengono allo stesso gruppo di lavoro da almeno due anni e se alla fotointerpretazione si aggiunge il rilievo di campagna.

In definitiva, diversi operatori di abilità comparabile raggiungono risultati che possono divergere sostanzialmente se ci si basa solo sulla fotointerpretazione e se si usano tecniche diverse (scala e tipo dei fotogrammi, importanza del controllo di campagna). Gli errori sono dovuti ai casi dubbi, in cui il corpo della frana risulta poco evidente o obliterato da vegetazione fitta o da attività antropica, mentre i fenomeni conclamati vengono cartografati ed individuati con precisione. Dato che lo scopo del lavoro è soprattutto l'individuazione delle aree a pericolosità elevata, i fenomeni poco evidenti sono, nella stragrande maggioranza dei casi, quiescenti o del tutto inattivi, quindi presentano livelli di pericolo meno elevati.

Carta della pericolosità

Questo documento deriva strettamente dal primo, ma oltre alle aree direttamente interessate dai fenomeni di interesse, andrebbero considerate le aree che possono essere raggiunte da frane caratterizzate da elevata velocità di movimento: crolli, colate detritiche e di fango veloci, valanghe di detrito. Il problema delle aree di possibile invasione è molto rilevante e va trattato con estrema cautela, soprattutto per i fenomeni che rappresentano elevati volumi di materiale, in quanto è dimostrato che la dinamica dei fenomeni diventa

sempre più indipendente dalla morfologia dei luoghi coinvolti, quanto maggiore è il volume delle masse in movimento. Tali fenomeni si sono verificati di recente in Calabria (Sorriso-Valvo, 1984) e un potenziale fenomeno di valanga di detrito minaccia, per fortuna ancora con bassa possibilità di attivazione in tempi brevi, l'abitato di Platì (Sorriso-Valvo, 1984; Nicoletti & Sorriso-Valvo, 1991).

Questo problema, non previsto dalla procedura del DL180/98, verrà affrontato in un secondo tempo.

La determinazione delle aree soggette a pericolo è comunque basata su procedure semiautomatiche, in cui la soggettività dell'operatore è ridotta rispetto a quella delle carte dei fenomeni franosi.

La carta del rischio si ottiene incrociando la carta della zonazione del pericolo con la carta degli elementi a rischio.

3. Specifiche e procedura

La validazione viene eseguita a campione sul 15% del territorio regionale perimetrato dai tecnici dell'AdB.

Date le enormi ristrettezze temporali, l'AdB ha deciso di effettuare la zonazione delle aree a rischio di frana non su tutto il territorio, ma limitatamente ai centri abitati sedi municipali e delle frazioni con almeno 200 abitanti, anche se ha scelto la più impegnativa (ma molto più utile) scala al 10.000 rispetto a quella minima consentita del 25.000. Rispetto ai 409 comuni, si raggiunge il numero di oltre 1000 centri abitati. La selezione del campione da validare viene effettuata sulla base dei comuni. Le carte (ortofotopiano a colori) delle zone rilevate comprendono ognuna circa 10kmq, ma per diversi comuni si sono dovute utilizzare più di una carta al 10.000.

Un primo criterio di selezione dei centri abitati da validare consiste nello scegliere i comuni da selezionare fra quelli riconosciuti come a maggior rischio in precedenti documenti dell'AdB, nelle prime fasi di attuazione del DL 180.

Tali centri abitati a maggiore rischio sono 213. Fra questi, è stata effettuata un'ulteriore selezione basata sui risultati della perimetrazione dei fenomeni franosi, eliminando i centri abitati in cui il livello di rischio non raggiunge R4. L'esclusione non riguarderà comunque le città capoluogo di Provincia e le città con oltre 30.000 abitanti.

Individuati i centri con almeno una zona R4, tramite il loro numero di posizione dell'elenco alfabetico per ogni provincia, si sono estratti tanti numeri quanti corrispondono al 15% di tutti i centri abitati della stessa provincia.

Un secondo criterio consiste nel considerare soggetti da validare le aree in cui i Comuni presenteranno osservazioni non immediatamente accoglibili. In questo caso il controllo avviene su indicazione della struttura tecnica dell'ADB, e viene eseguito insieme ai tecnici incaricati a questo fine.

In un primo momento, si era concordato con l'AdB che la validazione avvenisse presso l'IRPI, su copia della documentazione utilizzata o prodotta per ogni centro abitato.

Tale procedura avrebbe consentito un razionale svolgimento del lavoro che sarebbe risultato guidato sin dalle prime fasi successive a quelle di formazione, svolte presso l'IRPI stesso.

Alla luce delle prime esperienze, e in conseguenza delle ulteriori ristrettezze temporali imposte dalla Legge Soverato, è stato necessario modificare il procedimento, in quanto è parso subito evidente che il tempo non sarebbe bastato a presentare il lavoro richiesto sull'intero ambito regionale, fatto necessario perché richiesto dal DL e dalle leggi successive.

Una volta validata la perimetrazione dei fenomeni franosi, per gli stessi centri abitati selezionati si procede a validare la stima della pericolosità e del rischio, i quali sono basati su procedure relativamente oggettive, pertanto meno soggette ad errori di interpretazione.

4. Bibliografia

- Antronico L. & Sorriso-Valvo M. (1997): *Un contributo alla definizione della pericolosità delle conoidi della costa tirrenica settentrionale, Calabria.*- Atti di Alba '96, CNR-IRPI, Torino.
- Carrara A., Cardinali M., Guzzetti F. & Reichembach P. (1995): *GIS technology in mapping landslide hazard.* –in: A. Carrara and F. Guzzetti (eds.): Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards, p. 135-175, Kluwer Academic Publ.
- Fookes P. G., Dale S. G. and Land J. M. (1991) : *Some observations on a comparative aerial photography interpretation of a landslipped area.* Quart. Journ. Engin. Geol., 24, p. 249-265.
- Nicoletti P. G. & Sorriso-Valvo M. (1991): *Geomorphic control of the shape and mobility of rock avalanches.*- Geol. Soc. America Bull., 103, p.1365-1373.
- Sorriso-Valvo M. (1984): *Deep-seated gravitazionale slope deformations in Calabria.* Coll. Mouvements de Terrain, Caen, mars 1984, Série Documents du B. R. G. M., n. 83, p. 81-90.
- Sorriso-Valvo M. (1988): *Landslide-related fans in Calabria.* – Catena, S. B. 13, p. 109-121.
- Sorriso-Valvo M. & Tansi C. (1996): *Grandi frane e deformazioni gravitative profonde di versante della Calabria. Note illustrative della carta al 250.000.*- Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 19, p. 395-408.
- van Westen C. J. (1993): *Application of Geographic Information Systems to landslide hazard zonation.* – I.T.C. Publ. N. 15, ITC Enschede, 245 pp.

ⁱ Francesco Arcà, (parlamentare della provincia di Reggio Calabria,) *Calabria Vera – Appunti statistici ed economici sulla Provincia di Reggio all'inizio del '900*, 1907

ⁱⁱ La stessa relazione del 1957 cita tra le proprie fonti l'inchiesta parlamentare Jacini del 1882; l'inchiesta Faina del 1900; i lavori parlamentari per i provvedimenti speciali 1905-1908; la relazione Ruini del 1913, la Commissione parlamentare per l'inchiesta sulla disoccupazione e sulla miseria in Italia del 1953

ⁱⁱⁱ Il Documento "Schema Previsionale e Programmatico" emanato successivamente alla L.183/89, riportava un elenco d'interventi staccati da qualsiasi ipotesi di piano organico e basato su un sistema di conoscenze 'empirico' e frammentario.

^{iv} Usiamo l'affermazione di 'territorio montuoso' nel significato attribuito da L. Gambi nel volume 16 – Le Regioni d'Italia – la Calabria, pag. 9, 1978

^v Le aree-programma dell'Autorità di Bacino regionale previste dalla L.R. n. 35/96 sono 13. Ad esse si aggiungono le due aree del Sinni-Noce e del Lao considerate dalla L. 183/89 come Autorità interregionali con la Basilicata.

^{vi} Solo dal 1997 si è partiti con un'azione commissariale in tali campi

^{vii} La chiusura della Cassa per il Mezzogiorno ha causato un vuoto di competenze e d'intervento costante di manutenzione sia delle opere costruite lungo e nei corsi d'acqua che delle presenze obsolete ed ostative del deflusso delle acque.

^{viii} Da questo punto di vista vanno radicalmente modificati i criteri di ripartizione dei finanziamenti nazionali,(vedi 183/89) che consideravano il rapporto demografico come principale parametro.

^{ix} A partire dagli anni '50 gli avvenimenti catastrofici si verificano con cadenza quasi quinquennale.

^x Dal 1970 troviamo n. 7 Ordinanze.

^{xi} L'Autorità di Bacino Regionale è stata istituita dalla Legge Regionale di attuazione n. 35/96. L'attivazione completa dei suoi organi è stata avviata dal novembre 1999.

^{xii} Si tratta del volo Ferretti 1998 (Produzione CGR S.p.A. per conto TELCAL).

^{xiii} A questo proposito si vedano le specifiche tecniche adottate dal comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Reg. il 27 aprile 2001

^{xiv} A tal proposito esiste un primo studio generale del 1999(prof. P. Veltri, ing. Ricca, ing. Marciànò) approntato dall'Assessorato regionale ai LLPP , finalizzato a trattare gli interventi in un rapporto organico e strutturale.

^{xv} Tale elenco è stato approfondito e completato dagli studi complessivi e sicuramente più approfonditi nel prosieguo dell'elaborazione del PAI.

^{xvi} Complessivamente sono stati impegnati £ 113.053.537.550.