

CNR CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

*GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTOFI
IDROGEOLOGICHE*

CONVENZIONE TRIENNALE 1999 - 2001

ALLEGATO TECNICO

Indice

1	Premessa	1
1.1	Articolazione del GNDCI	1
1.2	Libertà di proposizione e competizione	1
1.3	Sintesi della nuova organizzazione	2
1.4	Trasferimento dei risultati e attività di formazione	3
1.5	Articolazione territoriale delle competenze del GNDCI e consulenza istituzionale	4
1.6	Attività del GNDCI finalizzata all'attuazione della legge 225/92	4
1.7	Contenuto del programma triennale	7
2	Pianificazione del territorio e sua caratterizzazione in termini di rischio di inondazione e frana	9

2.1	Progetto 1: Valutazione comparata delle procedure di perimetrazione delle aree a rischio utilizzate dalle Amministrazioni centrali e periferiche. Omogeneizzazione ed innovazione.	10
2.2	Progetto 2: Geomorfodinamica fluviale e di versante	11
2.2.1	Sottoprogetto Colate di fango e di detrito	11
2.2.2	Sottoprogetto Morfodinamica fluviale	13
2.2.3	Sottoprogetto Controllo del trasporto solido nei corsi d'acqua montani	15
2.3	Progetto 3: Collasso di sbarramenti	17
2.4	Progetto 4: Idrogeomorfotipi e regionalizzazione delle piogge efficaci	18
2.5	Progetto 5: Aggiornamento e revisione dei risultati del progetto valutazione delle piene italiane	20
2.6	Progetto 6: FIST - Fenomeni d'instabilità e strutture tettoniche	22
2.6.1	Sottoprogetto FRASIS – Frane sismo-indotte	22
2.6.2	Sottoprogetto DEMAL – Deformazioni pre-rottura di masse lapidee	25
2.7	Progetto 7: COST – Vulnerabilità delle aree costiere	27
2.8	Progetto 8: CIVIC - Condizioni di instabilità lungo le vie di comunicazione e nei centri abitati	28
2.9	Progetto 9: PRERIF – Criteri di previsione e misure di prevenzione del rischio di frana e dei rischi indotti	29
2.9.1	Sottoprogetto TEVAS – Tecniche di valutazione e strategie di mitigazione del rischio di frana	29
2.9.2	Sottoprogetto RIFRAS – Rischio frane di sbarramento	32
2.10	Progetto 10: MOGEM – Modellazione geotecnica e monitoraggio per la gestione dell'emergenza e per la progettazione degli interventi	34
3	Osservazione dei precursori di eventi estremi e gestione del rischio	36
3.1	Progetto 11: Aree Vulnerate Italiane	37
3.1.1.	Sottoprogetto: Integrazione dell'archivio delle aree vulnerate italiane	37

3.1.2	Sottoprogetto: Utilizzazione dell'archivio AVI per la previsione probabilistica degli effetti al suolo sulla base dell'osservazione meteorologica sinottica storica ed in tempo reale	38
3.2	Progetto 12: Meteo-idrologia	39
3.2.1.	Sottoprogetto: Meteo-idrologia e previsione quasi deterministica degli effetti al suolo degli stati estremi	39
3.2.2	Sottoprogetto: Sensori remoti e sviluppo di un radar meteorologico satellitare	39
3.3	Progetto 13: Costituzione della rete nazionale di osservazione: revisione del sistema ARGO ed innovazione tecnologica	40
3.4	Progetto 14: Rischio idraulico connesso alle infrastrutture	41
4	Pianificazione delle risorse idriche sotterranee e identificazione del rischio d'inquinamento degli acquiferi	43
4.1	Progetto 15: RIAS – Rischio di inquinamento delle acque sotterranee	44
4.2	Progetto 16: ISRA - Identificazione e sviluppo delle risorse idriche alternative	47
4.3	Progetto 17: IDAV - Inquinamento industriale	48
4.4	Progetto 18: MIMA - Metodologie integrate di monitoraggio degli acquiferi	49
5	Tabella fabbisogno finanziario	52
6	Sintesi dei prodotti e delle attività previsti per il triennio	54
6.1	Prodotti ed attività previsti per il 1999	54
6.2	Prodotti ed attività previsti per il 2000	56
6.3	Prodotti ed attività previsti per il 2001	59

1. Premessa

1.1 Articolazione del GNDCI

Il Progetto triennale 1999-2001 si articola in modo da poter essere reso indipendente dalla attuale struttura del Gruppo, qualora nel periodo intervenissero mutamenti statutari. Il progetto è infatti suddiviso in progetti di ricerca che costituiscono il quadro generale a cui saranno chiamate a collaborare, anche in modo multiplo in corrispondenza dei contributi specialistici richiesti, sia le Unità Operative attualmente attive, sia nuove Unità costituite presso Enti tecnico scientifici ed Enti di ricerca. Potranno collaborare alle ricerche proposte anche Unità Operative costituite presso qualificati Enti di ricerca non italiani, purché la loro attività sia coordinata nell'ambito di una Unità Operativa guida facente capo ad un Ente di ricerca italiano.

Nell'ambito del progetto esecutivo 1998 fu proposta una riorganizzazione della struttura operativa a carattere sperimentale che qui si ricorda brevemente: ritenemmo infatti di dover tenere in conto sia alcune indicazioni provenienti dall'interno del CNR, sia le più generali indicazioni della necessità di creazione di strutture con una dimensione critica sufficiente per conseguire rapidamente risultati di ricerca, che costituiscono uno degli elementi principali della politica scientifica del Paese in questo periodo.

E' stato fatto osservare più volte che il numero delle unità operative del GNDCI è molto elevato, e che i finanziamenti pro-capite sono troppo bassi. Inoltre, nella prospettiva del possibile accorpamento del GNDCI e degli IRPI in un unico ente, che continua ad essere l'obiettivo del Consiglio di Presidenza, è necessario disegnare un ruolo delle Unità Operative Universitarie e di altri enti in modo che esse possano avere peso simile agli IRPI stessi, essendo costituite per esempio in Centri di Ricerca riconoscibili direttamente dal CNR come strutture del Gruppo.

1.2 Libertà di proposizione e competizione

D'altra parte la numerosità, e la relativa libertà di proposizione dei temi di ricerca nell'esperienza del GNDCI, sono un valore cui non si deve rinunciare.

Nel 1998 il Consiglio Scientifico ha quindi iniziato a disegnare la transizione morbida dal precedente sistema di piccole Unità Operative, ad un sistema altrettanto dinamico ma in qualche misura più "moderno". La struttura, di cui si è fatto un esperimento per il 1998, e che si intende attuare in modo generale nel prossimo triennio, è mutuata dalla struttura dei contratti di ricerca della DGXII dell'Unione Europea: seguendo le indicazioni del MURST ogni gruppo è

dimensionato attorno ai 300-500 milioni/anno ed è stata individuata una Unità Operativa capofila, cui spetterà fare ricerca in proprio ma anche coordinare l'attività di altre unità, provvedendo anche a contrattare e ad erogare, secondo le indicazioni del Consiglio Scientifico, i finanziamenti.

Ciò è oggi possibile con facilità sia quando i contraenti sono enti universitari o comunque enti di ricerca non CNR, sia quando sono enti CNR; pur non avendo le strutture CNR personalità giuridica propria, l'Amministrazione centrale ha messo in atto un meccanismo di autonomia delle Aree di Ricerca che consente di costituire anche presso il CNR Unità Operative capofila.

Per tener conto delle difficoltà di adattarsi alle innovazioni il programma triennale consentirà ancora per un anno che le richieste di finanziamento siano presentate da Unità Operative singole e che la costituzione dei gruppi di Unità Operative avvenga su base non esaustiva dell'intero finanziamento di ricerca annuale. A partire dal secondo anno del triennio, l'organizzazione prevederà rigidamente, per l'intero finanziamento disponibile, l'organizzazione in gruppi coordinati.

Dal punto di vista amministrativo saranno iscritti nel verbale del Consiglio Scientifico nella misura attribuita a ciascuna Unità Operativa i finanziamenti relativi. Tuttavia, per le Unità coordinate in un gruppo la cui capogruppo abbia autonomia finanziaria le Unità dipendenti non vedranno direttamente il CNR, in termini amministrativi: esse dovranno rendicontare direttamente alla Unità coordinatrice, che provvederà alla rendicontazione al GNDCI ed al CNR.

1.3 Sintesi della nuova organizzazione

Per il triennio 1999-2001 il Consiglio Scientifico ha deliberato di innovare nella procedura di assegnazione di contratti e convenzioni di ricerca alle Unità Operative. Con il progetto triennale qui descritto, Il Consiglio Scientifico ha indicato all'attenzione della Comunità Scientifica italiana i temi di ricerca che ritiene di rilevanza per la gestione del rischio idrogeologico nel Paese, unitamente ad una breve descrizione del progetto e all'importo delle risorse che intende allocare per ciascuno di essi.

Il Consiglio Scientifico valuta che nel breve periodo possano definirsi, anche in competizione, le Unità Operative capofila e i gruppi di Unità Operative coordinate, che intendono rispondere all'offerta di temi di ricerca qui riportata.

La riorganizzazione della struttura operativa del GNDCI prevede di dimensionare ogni progetto di ricerca attorno a 300-500 ML per anno individuando unità capofila per ognuno e unità coordinate.

Ciascuna unità capofila avrà la responsabilità di definire il programma scientifico ed operativo del progetto, individuare le Unità Operative coordinate sulla base dell'eccellenza scientifica e della

specializzazione ed infine proporre l'articolazione dei lavori e la richiesta complessiva di finanziamento con la ripartizione dei fondi.

Il Consiglio Scientifico prevede che sia presentata, al termine dell'attività di ricerca, una unica relazione scientifica, la quale raccoglierà i contributi e i prodotti di ciascuna Unità, ma che raccoglierà anche i frutti dell'interazione scientifica delle diverse Unità aumentandone il grado di efficacia.

1.4 Trasferimento dei risultati e attività di formazione

Il Consiglio Scientifico ha da tempo riconosciuto che uno dei passi cruciali per la formazione della cultura dell'esposizione al rischio del paese, è costituito dal trasferimento delle conoscenze al mondo professionale e della componente tecnica delle strutture di pianificazione e gestione del territorio.

Negli ultimi anni alcune delle unità operative hanno prodotto uno sforzo importante per portare nel circuito dell'informazione tecnica diffusa, sia in termini di pubblicazione su riviste non disciplinari a larga diffusione, sia in termini di rete, i principali risultati.

Ne è risultato che è paradossalmente più semplice raggiungere la cultura del grande pubblico e della componente politica delle amministrazioni centrali e periferiche, piuttosto che la componente tecnica e tanto meno quella amministrativa delle stesse.

Lo sforzo di divulgazione deve essere continuato, ma deve essere migliorata la penetrazione nel mondo tecnico e professionale.

Nel triennio di vigenza del presente progetto la Presidenza del GNDCI curerà che siano perseguite con continuità tre linee di attività:

- la prima è relativa all'inserimento nella formazione curricolare degli ingegneri civili ed ambientali, dei geologi e degli architetti di un insieme di corsi afferenti alla quantificazione dei processi estremi ed alla pianificazione eco-sostenibile. Un possibile sbocco di tale attività è la costituzione di scuole di specializzazione o master, in alcune sedi universitarie ove le competenze siano disponibili, orientate al tema;
- la seconda è relativa alla costituzione di alcuni dottorati di ricerca interdisciplinari, nella forma ad esempio dell'attuale dottorato in monitoraggio ambientale, nelle sedi universitarie, anche consorziate, ove siano presenti le competenze per tali azioni;
- la terza è relativa alla realizzazione di percorsi brevi, ma utilizzabili sequenzialmente, di formazione permanente rivolti sia a professionisti attivi sia a tecnici delle amministrazioni.

La Presidenza del GNDCI curerà altresì che l'organizzazione delle competenze sopra ricordate possano avere riconoscimenti formali sia nella qualificazione al fine di gare e contratti sia nella qualificazione di personale ai fini di assunzione e di carriera.

1.5 Articolazione territoriale delle competenze del GNDCI e consulenza istituzionale

E' stato più volte discusso nell'ambito del Consiglio Scientifico del GNDCI su come possa essere efficientemente articolata territorialmente la consulenza istituzionale che è prestata con continuità.

La Presidenza ha sempre curato che, in forma interdisciplinare ma in modo mirato ai problemi, fossero disponibili gruppi di consulenza organizzati per larghe aree del paese.

Gran parte dell'esperienza applicata del GNDCI si è venuta formando attraverso queste attività di consulenza istituzionale, a partire dalle prime esperienze del piano di protezione civile di Firenze fino ai recentissimi casi della Campania e del progetto Sicilia in via di disegno.

E' tuttavia da osservare che l'articolazione territoriale non può scendere fino alla scala delle regioni, poiché non esistono sufficienti risorse intellettuali all'interno del GNDCI per coprire con la massima efficacia e a livello scientifico omogeneo tutte le regioni del paese. La consulenza istituzionale si è infatti venuta sviluppando per grandi aree territoriali, o per grandi insiemi di problemi. Neppure la scala delle Autorità di Bacino di interesse nazionale può essere assunta a parametro di organizzazione, sia per l'elevata numerosità, sia perché in molti casi esse non ricoprirebbero territorialmente alcuni dei problemi più acuti.

La Presidenza potrà piuttosto curare che gruppi di consulenza siano organizzati per macroaree, come ad esempio il bacino del Po e le aree Liguri e del Nord-Est, i bacini dell'Italia centro-settentrionale, i bacini dell'area meridionale e, separatamente od unitamente, i bacini delle isole.

1.6 Attività del GNDCI finalizzata all'attuazione della legge 225/92

Tali attività si colloca trasversalmente a tutti i progetti di ricerca previsti e costituisce attività di servizio e di supporto del GNDCI in ambito istituzionale.

La redazione dei programmi di previsione e prevenzione e dei piani di emergenza previsti dalla legge 225/92 procede in modo diseguale nelle varie aree del Paese, sia perché è diverso lo stato di attuazione sia perché diverse sono le procedure utilizzate.

Le ragioni di questa scarsa omogeneità sono molteplici, tra queste:

- la diversa volontà politica e capacità operativa tra i diversi soggetti attuatori;
- la mancanza di linee guida e procedure standard ufficialmente riconosciute e di facile uso;

- il diverso livello di attuazione degli strumenti previsti dalla legge 183/1989 e successive modificazioni e integrazioni, in particolare di quelli più strettamente connessi ai programmi e ai piani della 125.

Anche il recente decreto legge 180/1998 ha molti punti in comune con la legge 225 e dovrebbe imprimere una positiva accelerazione nel conseguimento di alcuni degli obiettivi da essa previsti. Non è tuttavia da escludere che le differenze tra le varie aree geografiche possono aumentare, rendendo più acuto il divario già esistente. In questo scenario l'attività del Gruppo può risultare molto utile attraverso il potenziamento e la razionalizzazione delle numerose iniziative già intraprese. Deve essere, come accennato precedentemente, estesa e potenziata la già fitta rete delle collaborazioni tra le UU.OO. del Gruppo e le strutture tecniche delle amministrazioni locali. Deve essere intensificata e resa sistematica l'azione di trasferimento del know-how anche attraverso la preparazione di linee guida e la definizione di procedure standard.

E' necessario un maggior raccordo tra le attività svolte nell'ambito dei vari progetti di ricerca, evitando i rischi di parcellizzazione tipici di strutture scientifiche organizzate in modo verticale, e identificando i campi applicativi di comune interesse nei quali fare convergere più competenze disciplinari.

Un caso esemplare e di straordinaria rilevanza è dato dalla definizione del modello di intervento nella gestione dell'emergenza. Occorre infatti definire in modo unitario le fasi in cui articolare l'intervento, le modalità di attivazione e disattivazione delle varie fasi a seconda dello scenario di evento temuto, e della rete di monitoraggio esistente, delle strutture tecniche immediatamente operative, dei modelli di simulazione disponibili. Carattere prioritario riveste l'utilizzazione ottimale ai fini della protezione civile della rete attuale di telemisura del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, individuando per ciascuno strumento i valori soglia per i diversi scenari.

Alla luce di queste considerazioni si ritiene che il GNDCI debba operare nel prossimo triennio cercando di conseguire i seguenti obiettivi:

- effettuare un monitoraggio sistematico e continuo dello stato di attuazione dei programmi di previsione prevenzione e dei piani di emergenza previsti dalla legge 225;
- favorire lo stretto raccordo tra le Unità Operative del Gruppo che all'interno di diverse linee e progetti di ricerca si trovano ad operare sulla medesima realtà territoriale;
- approfondire gli aspetti metodologici, di rilevanza per i programmi di previsione e prevenzione e per i piani di emergenza, comuni a più linee e progetti di ricerca;

- fornire un supporto agli altri progetti per definire in modo puntuale criteri metodologici, procedure standard, linee guida di immediata applicabilità per gli operatori esterni;
- favorire il trasferimento del know-how del Gruppo verso le strutture tecniche centrali e periferiche e il mondo professionale;
- fornire un supporto operativo alle aree geografiche che manifestano il maggiore ritardo nell'applicazione della legge 225.

Il conseguimento degli obiettivi sarà perseguito attraverso le seguenti attività:

- censimento dello stato di attuazione dei programmi di previsione e prevenzione e dei piani di emergenza a livello regionale e provinciale. Si prevede la realizzazione di una banca dati e di una carta mosaico che consentono di identificare per i diversi aspetti le aree interessate da tali attività per i livelli di attuazione raggiunti;
- monitoraggio continuo di tale attività al fine di aggiornare banca dati e carta mosaico;
- coordinamento a livello regionale o di bacino idrografico delle attività svolte da Unità Operative diverse sullo stesso territorio, individuando per ciascuna unità territoriale di riferimento, una Unità Operativa di raccordo;
- costituzione di gruppi di lavoro intersettoriali e interdisciplinari per l'analisi di aspetti metodologici trasversali, con particolare riferimento alle soglie da utilizzare nella gestione del modello di intervento di protezione civile. Tale attività potrà essere svolta all'interno di altri progetti di ricerca;
- pubblicazione di manuali e linee guida che indichino i risultati applicativi conseguiti dal Gruppo. Si prevede la realizzazione di una collana di volumi da editare attraverso il Poligrafico dello Stato. Questa attività sarà svolta in stretta collaborazione con i Servizi Tecnici Nazionali;
- iniziative di divulgazione a vario livello delle attività del Gruppo. Sarà effettuato un censimento delle iniziative in corso e quindi attraverso un programma quadro sarà definito un sistema articolato di corsi di formazione di aggiornamento, di specializzazione da erogare presso Università ed Enti di ricerca per diplomati o per laureati, potenziando e integrando la rete attualmente esistente. In particolare sulla base delle esperienze avviate in varie sedi universitarie si individueranno moduli formativi da inserire nel quadro della più complessiva ridefinizione delle griglie dei saperi e del riordino degli studi universitari ai vari livelli (diploma, laurea, specializzazione, dottorato). La formazione permanente potrà essere definita anche attraverso accordi quadro con gli ordini professionali e con le amministrazioni centrali e periferiche, da conseguire, quest'ultima, attraverso intese nell'ambito della Conferenza Stato-Regioni;

- collaborazione con province e regioni delle aree geografiche che manifestano il maggior ritardo nell'attuazione della legge 225, partecipando attraverso apposite convenzioni, e con un eventuale cofinanziamento, alla preparazione dei programmi di previsione e prevenzione e dei piani di emergenza.

1.7 Contenuto del programma triennale

I progetti sono raggruppati in tre grandi aree relative rispettivamente alla pianificazione del territorio e alla sua caratterizzazione in termini di rischio di inondazione e frane, alla osservazione dei precursori di eventi estremi e alla gestione del rischio in tempo reale ed infine alle risorse idriche ed alla vulnerabilità degli acquiferi.

Ogni progetto fa principalmente capo ad una delle attuali linee di ricerca, che qui si richiamano:

1. previsione e prevenzione di eventi idrologici estremi e loro controllo;
2. previsione e prevenzione di eventi franosi a grande rischio;
3. valutazione del rischio idraulico-geologico e zonazione; strategie di intervento per la mitigazione degli effetti degli eventi estremi;
4. valutazione della vulnerabilità degli acquiferi.

Nel seguito i progetti sono sinteticamente descritti articolandoli in relazione alla "Pianificazione del territorio e alla sua caratterizzazione in termini di rischio di inondazione e frana" al capitolo 2, alla "Osservazione dei precursori di eventi estremi e alla gestione del rischio in tempo reale" al capitolo 3, ed alla "Pianificazione delle risorse idriche sotterranee e identificazione del rischio d'inquinamento degli acquiferi" al capitolo 4.

Per ridurre il rischio di frammentazione del programma di attività i 18 progetti previsti dal programma triennale potrebbero essere raccordati in 8 gruppi generali:

I. Piene fluviali

- Sotto progetto 2.2: Morfodinamica fluviale;
- Sotto progetto 2.3: Controllo del trasporto solido nei corsi d'acqua montani;
- Progetto 4: Idrogeomorfotipi e regionalizzazione delle piogge efficaci;
- Progetto 5: Aggiornamento e revisione dei risultati del progetto valutazione delle piene italiane;
- Progetto 3: Collasso di sbarramenti.

II. Colate di fango e di detrito

- Sottoprogetto 2.1: Colate di fango e di detrito.

III. Movimenti franosi

- Progetto 6: FIST - Fenomeni d'instabilità e strutture tettoniche;
- Progetto 9: PRERIF - Criteri di previsione e misure di prevenzione del rischio di frana e dei rischi indotti;
- progetto 10: MOGEM - Modellazione geotecnica e monitoraggio per la gestione dell'emergenza e per la progettazione degli interventi.

IV. Aree costiere

- Progetto 7: COST - Vulnerabilità delle aree costiere.

V. Aree inondabili

- Progetto 1: Valutazione comparata delle procedure di perimetrazione delle aree a rischio utilizzate dalle Amministrazioni centrali e periferiche. Omogeneizzazione ed innovazione;
- Progetto 11: Aree Vulnerate Italiane.

VI. Sicurezza della rete infrastrutturale

- Progetto 8: CIVIC - Condizioni di instabilità lungo le vie di comunicazione e nei centri abitati;
- Progetto 14: Rischio idraulico connesso alle infrastrutture.

VII. Reti di monitoraggio e gestione dell'emergenza

- Progetto 12: Meteo-idrologia;
- Progetto 13: Costituzione della rete nazionale di osservazione: revisione del sistema ARGO ed innovazione tecnologica.

VIII. Risorse idriche e vulnerabilità degli acquiferi

- Progetto 15: RIAS - Rischio di inquinamento delle acque sotterranee;
- Progetto 16: ISRA - Identificazione e sviluppo delle risorse idriche alternative;
- Progetto 17: IDAV . Inquinamento industriale;
- Progetto 18: MIMA - Metodologie integrate di monitoraggio degli acquiferi.

Al capitolo 6 è riportata una sintesi dei finanziamenti che il Consiglio Scientifico ritiene di dover attivare per ogni progetto di ricerca.

Infine nel capitolo 7 sono presentati in modo schematico e riepilogativo i prodotti e le attività previste nell'ambito di ciascun progetto di ricerca in ognuno dei tre anni di validità della convenzione.

2. Pianificazione del territorio e sua caratterizzazione in termini di rischio di inondazione e frana

Impostazione generale

Questa parte del programma triennale è sostanzialmente dovuta ai progetti presentati dal Prof. Fabio Rossi per quanto riguarda la Linea 1 e dal Prof. Paolo Canuti per quanto riguarda la Linea 2. Alcune importanti collaborazioni sono messe in evidenza in relazione ai diversi progetti.

L'attività della Linea 1 è, in particolare, relativa ai progetti dall'uno al sei: essi riguardano il completamento e il miglioramento di attività di ricerca già svolte nei trienni precedenti, ma anche alcune attività innovative che sono richieste per colmare le carenze di conoscenze messe in luce recentemente dagli eventi catastrofici del 1997 e 1998.

Per quanto riguarda la Linea 2 il programma rappresenta la continuità sostanziale con quello elaborato per il periodo precedente, ma indirizza con una maggior finalizzazione ai problemi di prevenzione e di emergenza l'attività delle Unità Operative afferenti. Questo naturalmente sulla base delle esperienze del passato triennio e precedenti, che hanno visto l'attività della Linea impegnata in numerose situazioni di emergenza: Piemonte meridionale, Versilia, Appennino Emiliano, regione salernitana.

Parimenti risente di questa accentuazione dell'attività in funzione della prevenzione e dell'emergenza il riunire tematismi che abbiano funzionali connessioni disciplinari, quali ad esempio la modellazione geotecnica ed il monitoraggio per l'emergenza, ritenendo con ciò che una visione esplicita dell'obiettivo da perseguire in condizioni di emergenza debba condizionare le azioni di ricerca e di controllo da svolgere (Progetto MOGEM). Dello stesso tipo è la riunione del rilevamento delle condizioni di instabilità nei centri abitati e lungo le vie di comunicazione, come indispensabile scenario entro cui impostare i provvedimenti di emergenza da prendere quando eventi disastrosi colpiscono i centri abitati e/o la viabilità (Progetto CIVIC).

Parimenti, con una connessione allargata ai problemi della dinamica fluviale e conseguenti eventi di inondazione e quindi in raccordo con le Linee ad indirizzo idraulico – idrologico, è stato considerato il programma relativo a flussi detritici rapidi e frane lungo le aste fluviali (Progetto CODAC) e quello comprendente le frane di sbarramento come potenziali sorgenti di rischio indotto (Progetto PRERIF).

Oltre queste considerazioni, va ricordato il fatto che l'attività di ricerca di numerose Unità Operative presenta sviluppo geografico regionale, in funzione del rilevamento degli eventi, e anche partecipazione ad un non unico programma di ricerca. Questo deriva anche dall'interconnessione dei problemi che nella specifica realtà si presentano, ma è comunque

obiettivo della Linea specializzare dette attività e tendere quindi a ridurre all'indispensabile tali partecipazioni, per rendere più efficace il contributo cui una U.O. può essere chiamata a fornire quando condizioni critiche conseguenti a fenomeni franosi si sviluppano nel nostro paese. Sembra opportuno ribadire che se la convivenza con eventi disastrosi di frana sia una necessità ineludibile in Italia, altrettanto deve essere, in corrispondenza di quelle, disponibile la capacità tecnico – scientifica delle UU.OO. ad operare.

[2.1 Progetto 1: Valutazione comparata delle procedure di perimetrazione delle aree a rischio utilizzate dalle Amministrazioni centrali e periferiche. Omogeneizzazione ed innovazione.](#)

Il progetto ha il fine di incentivare, sviluppare e coordinare la ricerca sulle problematiche che vanno emergendo nel processo di razionalizzazione delle procedure di Previsione e Prevenzione del Rischio Idrogeologico e che sono di diretto interesse per il Dipartimento della Protezione Civile.

Nella disciplina nazionale, delle Autorità di Bacino e delle Regioni che operano attivamente nel settore della difesa del suolo, la determinazione delle aree a rischio si fonda, per quanto riguarda il rischio di inondazione, sulla determinazione delle fasce fluviali; le stesse sono determinate in relazione a portate cui sono idrologicamente assegnati periodi di ritorno diversi.

Il programma prevede che le Unità Operative propongano una attività di ricerca applicata finalizzata a valutare, anche mediante simulazione idrologica ed idraulica, l'effettivo impatto economico in diverse aree del Paese delle possibili perimetrazioni delle aree a rischio.

L'attività sarà attinente alle seguenti tematiche: criteri, metodi e procedure per la individuazione delle aree a rischio.

I risultati saranno utilizzati ad integrazione del previsto Rapporto tematico "Linee guida per la redazione dei piani di emergenza per il rischio di inondazione"; saranno altresì utilizzati per la integrazione del progetto AVI, per definire i criteri di valutazione degli interventi e di destinazione delle fasce fluviali.

In particolare, si curerà la formazione di Cataloghi regionali delle aree inondate provvedendo ai necessari aggiornamenti dei cataloghi esistenti, alla redazione eventuale di rapporti di evento, mediante l'integrazione con il ricorso ad altre fonti e l'informatizzazione e l'assistenza alla consulenza per le Pubbliche Amministrazioni.

Obiettivo generale dell'attività è rendere omogenei nelle diverse realtà del Paese i criteri di identificazione delle aree a rischio di alluvione.

2.2 Progetto 2: Geomorfodinamica fluviale e di versante

2.2.1 Sottoprogetto Colate di fango e di detrito

A seguito degli eventi franosi verificatosi in Campania il 4-5 maggio 1998 la comunità scientifica nazionale è stata fortemente sollecitata per indicare le linee guida da seguire, da un lato per l'effettuazione di interventi per la riduzione del rischio nelle aree colpite, e dall'altro per un'opera di previsione e prevenzione nelle aree suscettibili di essere sottoposte a fenomeni analoghi.

Una rapida inchiesta sullo stato delle conoscenze su fenomeni di "debris e mud flows", peraltro ancora in corso, ha evidenziato una condizione di generale incertezza e carenza di dati disponibili sui meccanismi di comportamento fondamentali di tali tipi di fenomeni, in particolare per quanto riguarda processi avvenuti in Italia.

Tale carenza e la necessità di ulteriori studi ed approfondimenti era già stata messa in evidenza dal rapporto del GNDCI su "Debris flows: meccanica, controllo e previsione" a cura dei Proff. Seminara e Tubino che faceva il punto sulle conoscenze a tutto il 1992.

E' istituito quindi un progetto di ricerca finalizzato ad una migliore comprensione dei meccanismi di base al fine di consentire la messa a punto di modelli interpretativi per la previsione e prevenzione di tale tipo di fenomeni.

La ricerca dovrà necessariamente essere svolta con un approccio multidisciplinare a largo spettro, tra i diversi settori interessati (geologico, geotecnico ed idraulico).

Il progetto di ricerca persegue le seguenti finalità:

- modellare i processi idrologici, modellare le condizioni di distacco, modellare la reologia, e modellare il deflusso e l'arresto della colata;
- modellare la risposta globale a scala di versante anche utilizzando determinazioni stocastiche dei parametri essenziali;
- definire, qualora possibile precursori osservabili e soglie di allarme per diverse aree morfologiche, i quali possono essere utilizzati per interventi preventivi di Protezione Civile;
- individuare schemi di intervento strutturale ed i criteri di dimensionamento di opere per la mitigazione del rischio.

Per il raggiungimento di tali obiettivi i contributi potranno eventualmente essere suddivisi secondo quattro moduli:

1. idrologico;
2. idraulico;

3. meteorologico;
4. geologico.

Il modulo idrologico dovrà investigare di massima i seguenti aspetti:

- studio dei regimi pluviometrici per l'individuazione, in aree morfologicamente omogenee, delle caratteristiche critiche per l'innescio di frane o colate di fango;
- definizione, sulla base di una opportuna caratterizzazione topografica, di un modello evolutivo a scala di versante, fornendo ove possibile l'interpretazione della meccanica del distacco e i criteri per le progettazioni di opere mirate a diminuire il rischio di formazione della colata.

Il modulo idraulico dovrà investigare di massima i seguenti aspetti:

- caratteristiche reologiche delle masse in movimento;
- fenomeni di trasporto;
- rallentamento e deposizione.

I risultati del modulo idraulico dovrebbero fornire ove possibile i parametri necessari a determinare l'impatto della colata e i criteri per la individuazione e progettazione di opere per la mitigazione del rischio derivante dalla colata.

Il modulo meteorologico dovrà, ove possibile, fornire gli elementi necessari per la previsione a breve termine degli stati atmosferici critici per l'eventuale emissione di allerte.

Allo stato della conoscenza si ritiene che sia perseguibile l'adattamento di modelli LAM e micrometeorologici, presumibilmente il tipo non idrostatico, all'orografia delle zone esposte a rischio di colata di fango o di detrito. Ciò permetterebbe un definitivo miglioramento, sia della comprensione della struttura spaziale e temporale delle precipitazioni, sia della qualità delle previsioni, e permetterebbe di porre le basi di un sistema di preallarme in tempo reale per le situazioni locali a rischio idrogeologico.

Il modulo geologico dovrà approfondire i seguenti problemi, che si segnalano per i rilevanti riflessi applicativi:

- valutazione del volume dei materiali che possono essere depositati durante un singolo evento (magnitudo) e della frequenza dei fenomeni;
- delimitazione delle aree a rischio nelle zone di deposizione delle colate detritiche;
- scelta e definizione delle misure strutturali e non strutturali per l'attenuazione del rischio da debris flow (Monitoraggio e contromisure).

Nel prossimo triennio appare, pertanto, proponibile una prosecuzione della raccolta di dati su magnitudo e frequenza delle colate detritiche in zone dove questa è già stata intrapresa (ad

esempio i bacini montani dell'Italia Nord-orientale), nonché l'avvio della raccolta dati in altre regioni. Si sottolinea che l'elaborazione di tali dati storici, intrinsecamente imprecisa in quanto basata su campioni solitamente di piccole dimensioni, può fornire solo indicazioni di larga massima per la quantificazione dei fenomeni. Anche queste valutazioni approssimative appaiono comunque di notevole interesse nel guidare la scelta delle misure di attenuazione.

Per quanto riguarda le misure di attenuazione, uno studio critico delle soluzioni adottate o da adottare in riferimento ad alcuni debris flow avvenuti in anni recenti, anche in bacini oggetto di misure sperimentali, potrebbe rivestire notevole interesse in vista del trasferimento delle conoscenze ad altre aree. In particolare, un tema meritevole di attenzione è costituito dai sistemi di allarme che iniziano ad essere installati ed utilizzati nella regione alpina per contribuire alla sicurezza della viabilità in corrispondenza dell'attraversamento di torrenti interessati da colate detritiche: aspetti tecnici e implicazioni gestionali meritano di essere approfonditi al fine di indirizzare e promuovere questo tipo di intervento.

2.2.2 Sottoprogetto Morfodinamica fluviale

La ricerca ha come oggetto in particolare lo studio dei processi gravitativi che si verificano in corrispondenza di sponde o rilevati arginali ovvero dei movimenti di massa che si trovano in stretta relazione con i fenomeni della dinamica fluviale.

L'instabilità di alvei fluviali è un problema comune a molti corsi d'acqua italiani, dove diversi fattori (variazioni di uso del suolo, estrazioni di inerti, dighe) hanno causato una fase di incisione e conseguenti fenomeni di instabilità delle sponde. Questi ultimi sono responsabili di danni ad infrastrutture o perdite di terreni adiacenti agli alvei e di una conseguente alimentazione di grandi volumi di sedimenti ai tratti di valle del sistema fluviale con eventuali fenomeni di sedimentazione e pericolo di esondazione connessi.

La ricerca sarà incentrata su quattro temi (tre più propriamente di carattere idraulico ed il quarto di carattere geologico).

Da un lato, con riferimento ai tratti montani e pedemontani dei corsi d'acqua, di norma caratterizzati da correnti veloci o prossime alle condizioni critiche, da un letto in ghiaia e configurazione "a barre" o "intrecciata", si analizzeranno le modalità di innesco e di propagazione dei fenomeni di sovralluvionamento d'alveo che, determinando una riduzione delle sezioni trasversali dei corsi d'acqua, possono determinare un cospicuo incremento del rischio di esondazione e provocare il danneggiamento di opere trasversali quali ponti.

D'altro lato, con riferimento ai tratti di pianura, usualmente a debole pendenza ed interessati da correnti lente, andamento meandriforme, sezioni incassate all'interno di una piana alluvionale costituita da materiali dotati di coesione e da un letto in sabbia, si studierà l'evoluzione morfologica, di breve e medio periodo, sia del fondo che delle sponde, onde individuare, nel primo caso (evoluzione a breve scala temporale), le interazioni tra le correnti di piena, il materiale solido in arrivo dai tratti a monte e la geometria dell'alveo e, nel secondo caso (evoluzione a media scala temporale) gli effetti, sulla dinamica evolutiva di tali tronchi, di interventi antropici volti a mitigare il rischio di esondazione, quali drizzagni, scolmatori, casse di espansione, arginature e risagomature d'alveo.

Inoltre, con riferimento ai tratti terminali dei corsi d'acqua (foci e lagune), si studieranno le interazioni tra il moto ondoso e le maree con il deflusso delle correnti liquide defluenti in alveo, individuando le analogie e le differenze esistenti, sia dal punto di vista geomorfologico che morfometrico, tra tali tronchi e quelli di pianura di cui si è detto in precedenza. In particolare, sarà tenuta in debito conto l'influenza esercitata dalla presenza del cosiddetto "cuneo salino", soprattutto per quanto riguarda l'incremento delle possibilità di sedimentazione dei sedimenti più fini trasportati dalla corrente e di formazione di barre focali. Le ricerche saranno condotte sia con approcci teorici che sperimentali, avvalendosi, nel primo caso, di modelli teorici e numerici di tipo sia monodimensionale che multidimensionale, nel secondo caso, di modelli fisici in scala ridotta e di osservazioni ed analisi di campo.

Infine, occorre di mettere a punto metodologie per l'identificazione e l'analisi delle condizioni di instabilità, che siano in grado di individuare i tratti più instabili nel sistema fluviale, prevedere le condizioni di innesco e l'entità dei processi, le possibili tendenze evolutive, accertare e valutare il modo in cui i fenomeni di instabilità possano interagire con infrastrutture e altre attività umane. L'attenzione crescente verso gli effetti spesso negativi ed imprevisti indotti dalle tecniche tradizionali di sistemazione idraulica sta nel frattempo portando ad un crescente interesse verso metodi alternativi di gestione e ristabilizzazione di alvei, nell'ambito dei quali un contributo fondamentale è rappresentato da un approccio basato sulla interpretazione ed analisi dei processi in atto e delle possibili tendenze evolutive. Fra le attività più direttamente connesse con i problemi di Protezione Civile un ruolo particolarmente rilevante svolge il monitoraggio, inteso come controllo puntuale dell'evoluzione del dissesto nelle sponde finalizzato alla calibrazione di modelli previsionali. Il principale problema aperto è rappresentato dalla necessità di implementare un modello per l'analisi accoppiata idraulica-geotecnica del corso d'acqua per permettere la previsione dei dissesti spondali tenendo conto delle complesse interazioni fra livelli idrometrici,

pressioni interstiziali, erosione fluviale, movimenti di massa e bilancio di sedimenti. Per quanto riguarda gli sviluppi futuri delle ricerche ed i risultati attesi è prevista la prosecuzione delle attività già in corso e l'estensione della ricerca ad altri corsi d'acqua rappresentativi delle diverse condizioni geomorfologiche sul territorio nazionale. In particolare i dati raccolti durante il monitoraggio verranno utilizzati per la calibrazione di modelli per la previsione della distribuzione delle pressioni interstiziali all'interno della sponda durante gli eventi di piena.

L'applicazione di un modello idraulico-geotecnico per l'analisi accoppiata dei processi di erosione della corrente e della stabilità geotecnica della sponda permetterà di verificare le mutue interrelazioni fra i due processi di destabilizzazione.

2.2.3 Sottoprogetto Controllo del trasporto solido nei corsi d'acqua montani

I danni provocati da eventi estremi sono spesso legati al considerevole trasporto solido proveniente dai tratti montani dei corsi d'acqua. Risulta, pertanto, di fondamentale importanza riuscire a controllare tale fenomeno, da una parte valutando il grado di erodibilità dei bacini e il quantitativo di materiale mobilizzabile e dall'altra localizzando gli interventi necessari a ridurre il rischio nelle zone maggiormente colpite.

Allo stato attuale delle conoscenze, e data la scarsità dei dati disponibili, risulta però difficoltoso associare ad un determinato evento di trasporto solido un tempo di ritorno. Diventa perciò molto incerto il dimensionamento delle opere di difesa e la valutazione del livello di rischio di un'area. È quindi fondamentale, per svolgere un'efficace azione di difesa del territorio dal rischio idrogeologico, partire da una migliore conoscenza del fenomeno.

Occorre approfondire, inoltre, le problematiche relative alla progettazione di opere di ingegneria naturalistica utili per limitare l'erosione dei versanti e trovare i criteri per ottimizzare il dimensionamento dei bacini di accumulo per il controllo del trasporto solido nei corsi d'acqua montani.

Il sottoprogetto di ricerca si articolerà in due parti:

1. Raccolta dati, individuazione dei parametri significativi per la stima dell'erodibilità di un'area e conseguente mappatura del territorio montano.
 - I dati oggi a disposizione della comunità scientifica nazionale circa il trasporto di materiale solido sono rari e disomogenei, non permettendo una loro elaborazione ed interpretazione in senso statistico. Da qui la necessità di raccogliere dati in maniera mirata e di individuare parametri che maggiormente influenzano il fenomeno; sarà così possibile definire, per aree omogenee, relazioni che permettano una stima, seppure

approssimata, del trasporto solido del bacino ed individuare indici omogenei secondo cui interpretare i dati e mappare il territorio, determinandone le zone più critiche. I dati di maggiore importanza sono quelli relativi all'erosibilità media annua e quelli corrispondenti ad eventi di eccezionale intensità: in alcuni casi gli eventi di piena eccezionali possono movimentare i volumi di materiale solido che risultano pari a quelli trasportati in media in più anni; il confronto di tali dati può essere pertanto di notevole importanza per la valutazione del rischio in un territorio.

- L'attività di ricerca prevede poi l'individuazione dei bacini e dei tratti fluviali rappresentativi del fenomeno del trasporto solido, nei quali verranno istituite delle reti di monitoraggio. Si dovrà definire una standardizzazione di tali reti, in modo da poter confrontare i risultati ottenuti. Lo scopo principale è quello di tenere sotto controllo l'andamento del trasporto solido nel tempo e di valutare i volumi di materiale eroso e trasportato, in relazione alle caratteristiche del bacino considerato.

Questa prima fase della ricerca dovrà necessariamente essere svolta con approccio multidisciplinare, in modo da cogliere tutti gli aspetti interconnessi (idraulico, idrologico, geologico, geotecnico, meteorologico).

2. Indicazione delle linee guida da seguire per ottimizzare il dimensionamento degli interventi intensivi ed estensivi maggiormente adatti al controllo del trasporto solido.

- Gli interventi estensivi si attuano sull'intera superficie dei versanti interessata dai fenomeni erosivi e mirano a ricostruire la copertura vegetativa, allo scopo di proteggere il terreno e di migliorare le caratteristiche meccaniche. Nel campo dell'ingegneria naturalistica è necessario un approfondito studio che porti alla conoscenza delle caratteristiche tecniche e di resistenza dei materiali utilizzati. Nei bacini scelti al punto 1 per l'installazione delle reti di monitoraggio, si stimerà l'efficacia delle opere di ingegneria naturalistica, valutando la diminuzione di erodibilità delle aree sistemate.
- Fra gli interventi in alveo maggiormente mirati al controllo del trasporto solido vi sono le briglie aperte. Tali opere, rispetto alle briglie tradizionali, selezionando il materiale solido trasportato dalla corrente, permettendo solo al materiale più fine di transitare a valle; in questo modo non viene interrotta completamente l'alimentazione solida a valle. Il funzionamento idraulico delle briglie selettive non è ancora del tutto chiaro; la ricerca sarà diretta a fornire indicazioni progettuali per il dimensionamento delle fessure e del bacino di accumulo, in funzione dei parametri caratteristici del bacino in cui l'opera viene inserita e del rapporto tra portata solida in arrivo da monte e quella considerata accettabile a valle. A causa della complessità del fenomeno di trasporto solido, nella progettazione delle

briglie selettive, i modelli teorici forniscono un aiuto non completamente adeguato. Le soluzioni ottimali devono perciò essere ricercate anche analizzando i risultati già ottenuti con l'impiego di tali opere. Il sottoprogetto di ricerca prevede quindi un piano di monitoraggio di alcune briglie selettive, con misure sistematiche dello stato del serbatoio a monte e del corso d'acqua per un certo tratto a valle, in relazione ai vari eventi di piena.

•

2.3 Progetto 3: Collasso di sbarramenti

L'attività prevista nell'ambito del progetto Collasso di Sbarramenti può essere distinta in due filoni distinti ma, chiaramente, interdipendenti.

1. sviluppo e messa a punto di approcci, metodologie, tecniche e procedure per la risoluzione pratica delle problematiche venute alla luce nell'ambito dell'analisi degli studi d'ipotetico collasso delle dighe in Italia, da sviluppare in stretta collaborazione con gli enti istituzionali preposti (Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali / Registro Nazionale Dighe, Dipartimento della Protezione Civile, Enti ed Autorità territoriali, ecc.);
2. approfondimento delle conoscenze di base relative a tutti i fenomeni connessi all'ipotetico collasso degli sbarramenti artificiali, con sviluppo di tecniche di analisi e di indagine di tipo originale che costituiscano il know-how per i futuri sviluppi delle tecniche di controllo e gestione degli invasi artificiali.

Nell'ambito del primo filone possono essere annoverati, tra l'altro:

- la messa a punto di schemi di ipotetico collasso degli sbarramenti misti;
- lo studio di dettaglio dell'interazione della corrente con le strutture in alveo e le zone urbanizzate;
- la costruzione di modelli di esondazione e di tecniche per la delimitazione delle aree inondate.

Una parte non trascurabile di tali temi, peraltro, ha un respiro ben più ampio, essendo oggetto di interesse anche per gli studi dei processi di propagazione delle piene naturali e dei fenomeni di inondazione ad esse dovuti.

Nell'ambito del secondo filone può essere incluso l'approfondimento delle metodologie di simulazione del fenomeno della brecciatura e dell'erosione di dighe di materiali sciolti nonché della propagazione dell'onda di piena da dam-break. Tale problema, a tutt'oggi, risente ancora, almeno nel primo aspetto, della mancanza di un'adeguata modellazione fisica da sviluppare, eventualmente, in laboratorio.

Nell'ambito dello stesso filone, l'attenzione potrà inoltre essere indirizzata verso l'applicazione ai problemi di dam-break della modellistica che descrive le modificazioni dell'alveo fluviale dovute al trasporto dei sedimenti. Chiaramente le conoscenze sviluppate in tale settore per le piene fluviali ordinarie non sono automaticamente trasferibili al caso del dam-break, vuoi per la natura parossistica dell'onda di piena da collasso di sbarramento, che spesso attinge a valori di sforzi di trascinamento del tutto inusuali, vuoi per la presenza, nel caso di rottura di dighe di terra, di una sorgente di sedimenti, il corpo diga eroso, che necessita essa stessa una modellazione e che, spesso, fornisce apporti solidi di caratteristiche granulometriche ben diverse da quelle presenti nell'alveo vallivo.

Sempre nell'ambito del secondo filone, fermo restando il fatto che da numerosi ed autorevoli studi è emerso che le dighe in Italia hanno una affidabilità estremamente elevata, può essere, comunque, di notevole interesse lo sviluppo di una linea di ricerca tesa alla valutazione della sicurezza idraulica ed idrologica delle dighe esistenti in Italia. Un tale studio è stato peraltro già svolto in altri paesi. Di comprensione immediata sono le implicazioni che uno studio sulla sicurezza idrologica ed idraulica delle dighe esistenti in Italia potrà avere sulla normativa tecnica del settore.

Solo dopo aver effettuato una reale valutazione dei livelli di sicurezza delle dighe esistenti, sarà infatti possibile fissare uno standard a cui uniformare gli sbarramenti che saranno costruiti in futuro.

[2.4 Progetto 4: Idrogeomorfotipi e regionalizzazione delle piogge efficaci](#)

Ai fini della valutazione delle piene ordinarie (piena media annuale o piena indice) è di fondamentale importanza l'insieme delle caratteristiche idrogeomorfologiche e di uso del suolo dei versanti e delle caratteristiche morfologiche del reticolo idrografico.

L'obiettivo da conseguire è quello di mettere in evidenza possibili legami tra distribuzione di probabilità delle piogge efficaci e delle piogge totali, alla luce di ipotesi sui fenomeni di perdita idrologica che siano semplici e soprattutto verificabili.

Dal punto di vista idrogeologico è possibile regionalizzare le piogge efficaci attraverso una suddivisione del territorio nazionale e regionale in complessi idrogeomorfologici distinti.

Oltre alle caratteristiche di permeabilità dei terreni affioranti vanno considerati gli effetti della morfologia dei versanti e dell'uso del suolo, in particolare dell'effetto della copertura boschiva.

Il confronto su base statistica fra i parametri della distribuzione delle piene e della distribuzione delle piogge estreme può evidenziare il comportamento dei diversi complessi

rispetto alla risposta idrologica dei versanti, sia riferita all'assorbimento della pioggia sia rispetto alla celerità del ruscellamento. Maggiori possibilità di chiarire i meccanismi dominanti di questi processi a scala di bacino possono aversi attraverso l'informazione fornita dalle caratteristiche morfologiche del reticolo idrografico.

L'effetto dei fattori appena citati sulla risposta idrologica va analizzato ai fini della applicazione di procedure per la previsione in tempo reale delle piene, della determinazione della piena annua media, ed anche della valutazione di parametri di forma della distribuzione di probabilità. In quest'ultimo caso l'analisi può effettuarsi in relazione al fatto che uno stesso numero di eventi di precipitazione produce un diverso numero di piene in funzione delle caratteristiche di copertura vegetale e di stato di umidità del suolo (fattori in qualche modo interconnessi). In questo insieme di valutazioni si inseriscono a buon diritto anche i fattori climatici dominanti sul bacino.

La valutazione quantitativa degli effetti di tali caratteristiche a scala di bacino sulle piene è stata effettuata solo in alcune regioni idrografiche. Attualmente la situazione dei rapporti regionali mette in evidenza una copertura quasi totale del territorio nazionale. Alla data odierna sono disponibili procedure cooperative che consentono di raggiungere l'obiettivo prefissato su gran parte del territorio nazionale. Il livello di dettaglio differisce da regione a regione a seconda dell'approfondimento operato dall'U.O. responsabile del rapporto regionale e dell'informazione idrologica disponibile.

La distinzione fra le diverse tipologie idrogeomorfologiche è fondamentale non solo per l'applicazione delle procedure di valutazione delle piene ma anche per prevedere gli effetti di interventi antropici, quali l'urbanizzazione, i disboscamenti, le sistemazioni idraulico forestali, i cambiamenti nelle pratiche colturali, i rivestimenti degli alvei e più in generale gli interventi ingegneristici sull'asta fluviale.

In effetti, oggi l'opinione pubblica, ed in particolare i gruppi ambientalisti, esercitano una forte pressione nel chiedere di conoscere gli effetti dell'antropizzazione del territorio. Tali effetti sono sicuramente rilevanti per quanto riguarda l'urbanizzazione delle aree inondabili e più in generale gli interventi eseguiti nelle aree golenali e nelle zone di naturale pertinenza del corso d'acqua.

Rimane invece da chiarire, con il dovuto rigore metodologico, l'effettiva consistenza di interventi antropici che appaiono di minore impatto, ed in particolare l'effetto di modifiche antropiche sulle portate di piena esercitato da:

- a) modifiche nell'uso dei suoli, dovute specialmente a processi di disboscamento e/o di urbanizzazione del bacino imbrifero;

b) interventi di difesa passiva che, innalzando argini ed eliminando aree di espansione naturale, possono modificare la risposta idrologica del reticolo idrografico (tempi di ritardo, effetti di laminazione, riduzione dei volumi di piena, ecc.).

Una corretta valutazione degli effetti indotti da modifiche antropiche richiede una più dettagliata conoscenza delle diverse caratteristiche idrogeomorfologiche del bacino imbrifero che possono influenzare, anche considerevolmente, l'effettivo impatto di tali modifiche sul regime di frequenza delle portate di piena.

Il progetto prevede, in particolare l'analisi più approfondita dal punto di vista fisico dell'influenza dei fattori naturali e l'analisi delle modificazioni indotte dalle attività antropiche.

[2.5 Progetto 5: Aggiornamento e revisione dei risultati del progetto valutazione delle piene italiane](#)

La scelta condotta nell'ambito del progetto VAPI di adottare una distribuzione a quattro parametri quale la TCEV ha consentito di superare efficacemente l'inadeguatezza dei modelli semplici quali quello di Gumbel. Essa, però, ha contestualmente determinato l'insorgenza di nuovi problemi connessi ad esempio alle fasi di individuazione delle regioni omogenee nonché all'inefficienza ed alla distorsione nella stima dei momenti di ordine superiore al secondo da campioni di scarsa numerosità.

Inoltre, il metodo proposto, in quanto strettamente vincolato al ricorso a tecniche di analisi regionale per la stima dei momenti di ordine superiore, non è scevro da scelte soggettive sia in impostazione che in applicazione. Sembra pertanto necessario, in vista dell'aggiornamento dei prodotti VAPI, prevedere una costante attività di ricerca che, ripensando i modelli interpretativi dei complessi fenomeni fisici che sono alla base del comportamento aleatorio delle piene, dia rinnovato impulso alla definizione di metodologie di stima ancor più affidabili e, principalmente, più semplicemente condivisibili da tutti nell'ambito della comunità scientifica.

La revisione del progetto VAPI si pone quindi l'obiettivo di un sostanziale passo in avanti verso il superamento dell'empirismo, impartendo nuovo impulso a filoni di approfondimento delle tematiche di base collegate alla valutazione delle piene. Questi sono collegati alle diverse fasi della procedura che conduce alla distribuzione di probabilità delle piene e delle piogge in siti qualsiasi.

Aspetti che richiedono approfondimento sono:

a) la difficoltà di identificare lo scostamento da distribuzioni semplici (tipo Gumbel) in assenza di eventi storici particolarmente gravosi;

b) la necessità di rivalutare modelli semplici sia per la stima di eventi a periodo di ritorno basso sia per la regionalizzazione di parametri a chiaro significato fisico, la cui stima può essere resa più incerta dall'uso di modelli complessi pur rispettosi di una maggiore variabilità della coda destra della distribuzione.

La procedura di regionalizzazione correntemente usata nel progetto VAPI, oltre a fornire valori dei parametri discontinui nello spazio, produce necessariamente una sovrastima del rischio in certe zone ed una pericolosa sottostima in altre zone. Una delle direzioni perseguibili nel senso di un aggiornamento dei risultati del Progetto VAPI è quella di portare in conto nelle procedure di differenziazione dei parametri fattori di controllo non necessariamente geografici, quali ad esempio il clima, o usare procedure quali quella recentemente messa a punto in applicazione ai corsi d'acqua della regione Piemonte. Quest'ultima è basata su un modello di variabilità spaziale continua dei parametri, il cui andamento è stimabile a partire dalle osservazioni e tenendo conto della struttura spaziale di autocovarianza dei valori puntuali dei parametri stessi.

Per quanto concerne le piogge, gli approfondimenti certamente necessari sono quelli relativi a:

1. impostazione dei modelli probabilistici delle precipitazioni at-site a diverse scale di aggregazione temporale congruenti con i modelli stocastici interpretativi del fenomeno delle precipitazioni intense;
2. distribuzione delle piogge di brevissima durata (di interesse per piccoli bacini);
3. definizione delle leggi di scala della distribuzione di probabilità delle piogge areali al variare dell'area interessata dall'evento di precipitazione.

In relazione alle piene, gli approfondimenti necessari dovrebbero tendere a rafforzare le basi fisiche delle distribuzioni di probabilità. In particolare, aspetti meritevoli di approfondimento sono:

1. relazione tra distribuzione delle piogge e distribuzione delle piene, sia nell'ambito di schemi per l'identificazione teorica di quest'ultima sia al fine di comprendere i legami tra tutti o alcuni dei parametri dell'una e dell'altra (es. relazione tra i rispettivi parametri di forma);
2. revisione delle scale di deflusso storiche e loro aggiornamento secondo procedure capaci di validare i dati esistenti e di ricostruire dati mancanti (in base al dato idrometrico stimato);
3. relazioni tra clima e parametri della distribuzione di probabilità delle piene.

2.6 Progetto 6: FIST - Fenomeni d'instabilità e strutture tettoniche

2.6.1 Sottoprogetto FRASIS – Frane sismo-indotte

Poiché le frane costituiscono una parte fondamentale dell'evoluzione dei versanti naturali, è comprensibile come in un qualsiasi momento esistano versanti in condizioni variabili da stabili a marginalmente stabili, sino ad instabili. In occasione di terremoti, gli effetti dello scuotimento indotto sono spesso sufficienti a causare la rottura di versanti precedentemente da marginalmente a moderatamente stabili, con danni che possono essere insignificanti o catastrofici a seconda delle caratteristiche geometriche del versante stesso e di quelle del materiale che lo costituisce. In ogni caso le perdite ed i danni causati da fenomeni franosi sismicamente indotti sono stati estremamente rilevanti nel mondo intero; i terremoti che hanno interessato le regioni italiane confermano questo stato di fatto e, dall'altro, mettono in evidenza la particolare fragilità del territorio italiano quale conseguenza della storia geologica e delle caratteristiche fisiche e meccaniche delle formazioni affioranti.

L'importanza sociale ed economica degli effetti di superficie indotti dai sismi e delle loro conseguenze non può e non deve essere sottovalutata. Tuttavia, la natura e l'entità dei danni causati in particolare dai fenomeni franosi sono complesse e variabili in conseguenza dei molti fattori coinvolti e tra loro interagenti: la valutazione razionale delle conseguenze di una frana, che comprende la determinazione dei percorsi potenziali, la distribuzione spaziale e temporale della popolazione vulnerabile, la potenziale perdita di vite umane e di beni, etc., è allo stato attuale molto rara e le conseguenze delle frane sono stabilite sulla base di giudizi personali del tutto qualitativi.

La valutazione delle condizioni di stabilità dei versanti in condizioni statiche e delle loro modificazioni a seguito di eventi sismici, insieme alla determinazione del rischio connesso, risulta pertanto di grande rilevanza ai fini della Protezione Civile.

Le caratteristiche delle frane sismo-indotte risultano essere influenzate dalle condizioni geologiche, topografiche, idrogeologiche, climatiche, di alterazione e di uso del suolo. Da questo punto di vista, esse vengono distinte in tre categorie principali:

- scorrimenti destrutturati (*disrupted slides*) e crolli;
- scorrimenti in blocco;
- espandimenti laterali (*lateral spreads*) e colate.

L'analisi dei dati storici permette una stima sia della magnitudo minima richiesta per causare i differenti tipi di frane sia della massima distanza che possono raggiungere i differenti tipi di frane in occasione di terremoti di diversa intensità.

Le analisi di stabilità costituiscono solo una parte, pur se rilevante, della valutazione complessiva delle condizioni di stabilità dei versanti: l'accuratezza dell'analisi dipende infatti dall'accuratezza e dal dettaglio dei dati e delle informazioni raccolte per la definizione dei modelli di partenza (geologico, idrogeologico, topografico e geometrico, geotecnico/geomeccanico).

Se dal punto di vista analitico, che riguarda sostanzialmente il singolo versante, le ricerche sono piuttosto avanzate ed hanno dato risultati confortanti, non altrettanto può dirsi per quel che riguarda la realizzazione di carte della pericolosità e del rischio connesso con i movimenti franosi sia in condizioni statiche che dinamiche. In effetti molti metodi sistematici o formali sono stati proposti a partire da procedure semplicemente cartografiche sino a procedure che impiegano analisi di tipo decisionale, ma i risultati in genere sono espressi in termini di pericolosità relativa quasi sempre, se non sempre, descritta in termini qualitativi.

In generale la successione di informazioni da raccogliere e da riprodurre in termini cartografici, quale viene prevalentemente seguita nella preparazione delle carte della pericolosità da fenomeni franosi, è la seguente:

1. Cartografia di base (1 Livello): carte topografiche, geologiche (del basamento, strutturali, degli affioramenti), della vegetazione, idrologiche (piovosità, drenaggio), idrogeologiche, geotecniche; esse contengono inoltre profili, risultati di prove di campagna e di laboratorio, osservazioni dirette. Esse non comprendono alcuna sintesi od interpretazione delle informazioni raccolte e sono spesso riunite in una singola carta (Carta geologico-tecnica). A queste si aggiungono le carte di zonazione e microzonazione sismica e di distribuzione degli epicentri sismici nel caso di pericolosità da frane sismo-indotte.
2. Carte inventario (2 Livello) - Sono sviluppate a partire dalle carte di 1 Livello: la condizione di pericolo (frane esistenti o potenziali, ad esempio) viene identificata e descritta, il che comporta sia la raccolta di ulteriori informazioni sia la realizzazione di modelli di tipo deterministico. La valutazione della condizione di pericolo è generalmente qualitativa, venendo a mancare alcuni aspetti e dati strettamente quantitativi come ad esempio il volume, la profondità, la velocità ed i percorsi delle masse in movimento o la determinazione dell'intensità sismica e della risposta sismica locali.
3. Carte della pericolosità (3 Livello) - In queste carte l'evento potenziale (pericolo) e la sua probabilità di accadimento devono essere combinati. Tuttavia, allo stato attuale, la pericolosità viene per lo più espressa in termini qualitativi (ad esempio: nulla, bassa, alta, molto alta) e la stima della probabilità risulta essere fondamentalmente generica e soggettiva mentre dovrebbe essere definita in modo più preciso e quantitativo, possibilmente correlando le

probabilità di accadimento con le reali e specifiche condizioni dell'ambiente fisico in esame (probabilità condizionali).

Sono ancora invece in corso studi e ricerche sui metodi e le procedure da adottare per la realizzazione di carte della pericolosità, in particolare da fenomeni di instabilità sismo-indotti: esse dovrebbero delineare le aree caratterizzate da differenti valori della probabilità di accadimento dell'evento, ma in pratica sono realizzate per zone specifiche ed utilizzando metodi soggettivi con il risultato che esse forniscono effettivamente indicazioni qualitative sulla pericolosità relativa della zona esaminata. D'altro canto, queste carte e le correlate carte del rischio, che tengono conto delle potenziali conseguenze (ad esempio in termini di perdite di vite umane e/o di beni), costituiscono la base indispensabile per la pianificazione territoriale e per la gestione delle situazioni di emergenza da parte della Protezione Civile. Per quel che riguarda i fenomeni di instabilità sismo-indotti la ricerca dovrà indirizzarsi con particolare riguardo alla valutazione quantitativa della pericolosità ed alla realizzazione di carte dell'intensità dei fenomeni franosi sismo-indotti, per entrambe le quali è necessario sviluppare ed approfondire i seguenti aspetti:

- la valutazione probabilistica dei futuri terremoti in termini di magnitudo e di frequenza;
- la definizione di intensità del fenomeno franoso sismo-indotto;
- l'espressione dell'intensità del fenomeno franoso sismo-indotto in funzione della magnitudo e della distanza per una certa condizione dell'area in esame;
- la misura della suscettibilità dell'area in esame.

La ricerca nei prossimi anni dovrà pertanto indirizzarsi alla realizzazione di carte a piccola scala dell'intensità dei fenomeni franosi sismo-indotti ed i principali temi possono esser individuati principalmente nei seguenti:

1. riconoscimento e definizione dei processi di degradazione delle resistenze disponibili in conseguenza di sollecitazioni cicliche;
2. analisi statistica degli eventi storici: incidenza, intesa come localizzazione e frequenza, ed intensità storiche dell'evento sismico e franoso;
3. definizione e misura dell'intensità dell'evento franoso sismo-indotto (volume coinvolto, superficie interessata, percorso e/o distanza raggiunta dalla massa in movimento, numero di frane in un certo sito, etc.);
4. generalizzazione spaziale delle intensità storiche;
5. localizzazione e determinazione delle aree potenzialmente instabili tramite analisi probabilistiche, utilizzando ad esempio la probabilità di superamento di un certo valore di intensità come mezzo per tener conto dei differenti tempi di ritorno di eventi di diversa intensità in modo che quelli meno frequenti diminuiscano la pericolosità;

6. inserimento dei meccanismi di innesco in condizioni statiche o dinamiche, la cui conoscenza porta alla comprensione della componente temporale e conseguentemente alla costruzione di modelli probabilistici utili a: i) definire una funzione di distribuzione nel tempo dei probabili fenomeni; ii) descrivere nello spazio e nel tempo i fenomeni che generano la pericolosità; iii) gestire le situazioni di crisi e sviluppare modelli di previsione o di pre-allerta dell'accadimento di un certo fenomeno;
7. determinazione e caratterizzazione delle probabili traiettorie delle masse in movimento, cioè della propagazione spaziale dell'evento franoso, determinando le leggi di comportamento in condizioni dinamiche e preparando database relativi agli eventi storici;
8. utilizzazione di metodi di indagine e di analisi bi- e tridimensionali;
9. metodi di strutturazione dei dati alle differenti scale per fornire risposte operative ai problemi della gestione del territorio, di preparazione e gestione delle crisi e di informazione preventiva;
10. utilizzazione dei moderni mezzi di gestione e di scambio dei dati e delle informazioni per renderli facilmente disponibili (GIS, Internet, etc.).

2.6.2 Sottoprogetto DEMAL – Deformazioni pre-rottura di masse lapidee

Con l'espressione "Deformazioni Gravitative Profonde di Versante" si indicano movimenti di versante coinvolgenti grandi masse di roccia in grandi catene montuose, non facilmente inquadrabili fra le comuni frane e in massima parte interpretabili come risultato di deformazioni viscosi.

In particolare, sono da intendersi come Deformazioni Gravitative Profonde di Versante (DGPV) tutti quei fenomeni caratterizzati da:

- coinvolgimento di volumi rocciosi a scala di versante (per uno spessore rilevante rispetto all'altezza del pendio), con spostamenti modesti rispetto allo spessore coinvolto;
- formazione alla sommità del pendio di trincee, in molti casi con sdoppiamento della cresta a seguito di raggiunte condizioni di equilibrio limite della zona attiva;
- deformazioni per incurvamento degli strati e rigonfiamento alla base del versante anche in assenza di vere e proprie rotture nella parte inferiore del pendio (spesso non direttamente osservate, oppure mal interpretate in letteratura); in questi casi si può ammettere che la resistenza della massa rocciosa sia interamente mobilitata solo nella porzione superiore del versante, mentre nella parte rimanente della potenziale superficie di scorrimento il grado di mobilitazione della resistenza è ancora inferiore all'unità e si dovrebbe più correttamente parlare di deformazioni pre-rottura.

A tali tipologie (classiche DGPV) si possono aggiungere:

- i fenomeni di espansione laterale delle creste, in assenza di una superficie di scorrimento alla base;
- tutti quei fenomeni a cinematismo complesso e composito, a prevalente espansione laterale, in gran parte associati ad ammassi rocciosi formati da litotipi a differente competenza, per i quali non è possibile riconoscere una vera propria superficie di scorrimento, ma una complessa banda di deformazioni plastiche nei litotipi pelitici basali.

Queste tipologie di fenomeni sono ben rappresentate nel territorio nazionale (Arco alpino, Appennino settentrionale, centrale e meridionale, Sicilia ed anche Sardegna).

Per quanto riguarda il grado di pericolosità geologica ed il conseguente rischio per la popolazione, per le infrastrutture e per i beni esposti al rischio, si può affermare quanto segue:

- in generale, le aree sede di DGPV sono interessate da movimenti a velocità assai ridotta (in fase di creep primario) o addirittura non valutabile alla scala di una generazione umana;
- per le DGPV vere e proprie, la velocità di deformazione è funzione del grado di mobilitazione della resistenza lungo la superficie di scorrimento potenziale; per elevati valori del grado di mobilitazione non si può escludere che talune situazioni possano subire un'evoluzione in fase di creep terziario ed arrivare ad una rottura generalizzata, come dimostrato dall'esistenza (in regioni alpine ed anche appenniniche) di grandi ammassi di frana originatisi per evoluzione di antiche DGPV in frane a carattere catastrofiche; tali fenomeni possono comportare anche perdite di vite umane;
- i fenomeni complessi e compositi a prevalente meccanismo di espansione laterale sono generalmente soggetti a riattivazioni parziali, per ribaltamento o per scorrimento dei blocchi di roccia competente sul substrato pelitico; tali riattivazioni, a cinematismo generalmente lento, possono comportare conseguenze soprattutto per le infrastrutture e per la capacità d'uso del territorio.

In tutti i casi di temuta evoluzione negativa di una DGPV, la valutazione del grado di pericolosità, della possibile magnitudo e del conseguente rischio richiederà:

- monitoraggio (topografico dei movimenti del versante);
- indagini geologiche, idrogeologiche, geotecniche e geomeccaniche;
- analisi di stabilità, in particolare con metodi che tengano conto dei legami costitutivi e delle deformazioni.

2.7 Progetto 7: COST – Vulnerabilità delle aree costiere

Secondo il Ministero dei Lavori Pubblici (1982), su di un totale di 3263 km di spiagge, 1387 erano in erosione; secondo uno studio di poco più recente il 5% delle spiagge italiane è in accrescimento, il 45% in netto arretramento ed il restante 50% stabile, ma a seguito di interventi di difesa operati a mare. Ancora più recentemente è stato ipotizzato che l'80-90% delle spiagge alluvionali fosse in arretramento, o che lo fossero state in tempi recenti, prima degli estesi e massicci interventi di difesa.

In questa condizione di generalizzato stato di arretramento e di altrettanto generalizzati interventi di difesa al di fuori di un piano organico, e spesso eseguiti sotto la spinta di comunità locali più che per reale ed accertata necessità, diviene fondamentale definire quali siano i tratti di litorali realmente a rischio, sia per la elevata pericolosità che per la vulnerabilità.

A tal fine è indispensabile la collaborazione tra Ingegneria (idraulica, costruzioni marittime, civile) e Geologia (sedimentologia, geomorfologia, geomeccanica se si prendono in considerazione anche le coste alte), anche nell'ottica di fornire linee guida attendibili per i piani di prevenzione e protezione.

Il livello di rischio, infatti, può essere determinato soltanto se si considera l'entità dell'erosione costiera, la variazione del livello marino, la possibilità di episodiche inondazioni, l'assetto morfologico della spiaggia (ampiezza ed altezza della spiaggia; presenza, altezza ed ampiezza della fascia dunare), ecc..

In definitiva è necessario stabilire i diversi gradi di pericolosità e di vulnerabilità di singoli litorali o tratti di litorale sulla base di molti dati che consentano di stabilire l'evoluzione futura del litorale (avanzamento/arretramento, innalzamento/abbassamento). Per far ciò è necessario sviluppare e verificare modelli adatti alla predisposizione del moto ondoso su spiagge e strutture costiere adattando le tecniche esistenti alle particolari necessità della Protezione Civile.

Una volta definiti i tratti, un secondo obiettivo (da perseguire congiuntamente fra geologi e ingegneri delle costruzioni marittime) sarà quello di individuare le opere più idonee ad abbassare il livello di rischio nel rispetto, per quanto possibile, dell'ambiente e della fruibilità dei litorali a fini sociali.

Raggiunta una reale conoscenza della vulnerabilità locale e dell'entità degli interventi atti a mitigarla, sarà anche possibile valutare se non sia preferibile, ove possibile, un trasferimento in altra sede degli elementi a rischio (ad esempio vie di comunicazione).

Da tutto quanto sopra consegue che gli interventi potranno essere concentrati nelle zone effettivamente a rischio (con notevole risparmio di costi) e saranno, inoltre, quelli più idonei per

la specifica zona o lo specifico problema. Tenderanno così a scomparire i così detti "interventi tampone", spesso più dannosi che efficaci e la cui messa in opera è chiaramente dovuta alla non conoscenza dei luoghi e degli eventi capaci di produrre determinati effetti.

La conoscenza delle caratteristiche di vulnerabilità di ciascun tratto, infine, consentirà di programmare con maggior grado di affidabilità la gestione della fasce costiere, in particolare per quanto concerne la loro urbanizzazione e la ubicazione di grandi opere a mare quali porti e pontili di carico e scarico.

Lo studio integrato, la gestione oculata basata sulla conoscenza delle situazioni reali e gli interventi coordinati avranno come ovvia conseguenza un aumento della sicurezza di tutti gli elementi che sul litorale trovano posto (centri abitati, vie di comunicazione, grandi impianti di produzione) e quindi una diminuzione della frequenza e della rilevanza delle emergenze. Una particolare attenzione dovrà essere dedicata ai problemi delle foci dove il rischio di origine marina può sommarsi a quello di inondazione fluviale.

I risultati attesi dal progetto di ricerca si possono sintetizzare:

per il 1° anno, accertamento dello stato attuale delle conoscenze attraverso l'inventario di:

- dati ondametrici ed anemometrici costieri per distinti tratti di litorale;
- metodologie e modelli per la previsione delle azioni delle onde su spiagge e strutture ai fini della Protezione Civile;
- opere di difesa distinte per tipologia e con accertamento degli effetti prodotti;
- stato di erosione delle spiagge e dei tratti di costa alta e quantificazione degli arretramenti.

per il 2° anno, indagini nelle zone sprovviste di dati al fine di:

- stesura di una carta della pericolosità;
- messa a punto e verifica di modelli di run up per la redazione degli scenari di rischio;
- avvio delle indagini di dettaglio sui tratti di litorali maggiormente a rischio.

per il 3° anno, prosecuzione delle indagini di dettaglio con:

- individuazione della priorità;
- definizione di linee e tipologie di intervento.

[2.8 Progetto 8: CIVIC - Condizioni di instabilità lungo le vie di comunicazione e nei centri abitati](#)

Il progetto consiste nell'inventario e nell'analisi delle condizioni di instabilità dei versanti che coinvolgono il sistema antropico, nei suoi elementi a più elevata esposizione, quali le vie di comunicazione ed i centri abitati.

In Italia le ricerche sull'inventario dei dissesti coinvolgenti il sistema antropico sono state condotte nell'ambito del GNDCI, in stretto rapporto con il Dipartimento della Protezione Civile, e si sono articolate nell'ambito dei due Progetti speciali AVI (Aree Vulnerate Italiane) e SCAI (Studio dei Centri Abitati Instabili). I dati raccolti nell'ambito del primo progetto, derivati sostanzialmente da notizie riportate sui mezzi di comunicazione di massa, sono utilizzabili per scopi statistici sulla distribuzione dei dissesti dei danni sul territorio nazionale. I dati raccolti del progetto SCAI, in parte pubblicati in forma di Atlanti, sono utilizzabili per scopi di Protezione Civile per la previsione e prevenzione dei rischi, in quanto comprendono mappe di dettaglio delle aree instabili nei centri abitati corredate di dati sintetici sulla tipologia del dissesto, sul contesto geologico e geomorfologico, sulle cause del dissesto e sugli interventi di mitigazione del rischio.

Per completare il quadro globale sui fenomeni franosi a rischio nel Paese è necessario, pertanto, perseguire nell'immediato futuro i seguenti obiettivi:

1. completamento ed aggiornamento del Progetto SCAI con la pubblicazione degli Atlanti dei Centri Abitati Instabili per tutto il territorio nazionale;
2. trasferimento delle informazioni raccolte mediante l'uso di sistemi di comunicazione di facile e rapida accessibilità, quali supporti informatici e reti telematiche;
3. continuazione degli sforzi già intrapresi per uniformare e standardizzare la terminologia tecnica relativa ai fenomeni franosi, le modalità di rappresentazione cartografica, di censimento e di archiviazione dei dati;
4. estensione delle indagini e del censimento ai fenomeni franosi coinvolgenti il sistema viario attraverso collaborazioni con gli Enti preposti alla sicurezza delle reti stradali e ferroviarie.

[2.9 Progetto 9: PRERIF – Criteri di previsione e misure di prevenzione del rischio di frana e dei rischi indotti](#)

[2.9.1 Sottoprogetto TEVAS – Tecniche di valutazione e strategie di mitigazione del rischio di frana](#)

L'obiettivo del progetto è la ricerca di criteri e metodologie standardizzate per le attività di previsione e prevenzione del rischio nonché per la gestione delle emergenze.

La "previsione del rischio" comprende "le attività dirette allo studio ed alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi, alla identificazione dei rischi ed alla individuazione delle zone del territorio soggette ai rischi stessi" (art.3 L.225/1992).

La previsione del rischio di frana prevede di norma la realizzazione dei seguenti documenti cartografici.

- a) carta della pericolosità: in cui si realizza una zonazione completa del territorio sulla base della probabilità di occorrenza dei fenomeni franosi presenti, passati o potenziali;
- b) carta del danno potenziale: in cui si realizza una zonazione del territorio sulla base delle conseguenze potenziali dei fenomeni franosi sugli elementi a rischio tenendo conto in maniera combinata della vulnerabilità di questi ultimi e dell'intensità dell'evento temuto;
- c) carta del rischio: in cui si ottiene una zonazione del territorio sulla base delle conseguenze attese dei fenomeni franosi (danno atteso) sugli elementi a rischio.

Per un'analisi completa del rischio con costi accettabili è necessario procedere per livelli di approfondimento successivo. Ad ogni livello di indagine corrisponde una diversa scala di realizzazione della cartografia tematica ed un diverso grado di dettaglio dei dati e delle informazioni prese in esame.

Per quanto riguarda le attività di previsione, la comunità scientifica nazionale ed internazionale ha definito con sufficiente completezza i criteri ed i metodi relativi ai seguenti punti:

- tipologia dei dati di base sullo stato di natura che è necessario raccogliere (es. DTM, litologia, uso del suolo, idrogeologia) e sulle modalità e la scala delle rappresentazioni;
- previsione spaziale della pericolosità, ovvero zonazione del territorio in classi con diverso grado di pericolosità relativa sulla base dell'elaborazione cartografica dei dati raccolti nelle carte tematiche di base.

I problemi ancora aperti relativi alla previsione del rischio si possono ricondurre ai seguenti punti:

- valutazione dell'intensità degli eventi franosi, ovvero della severità geometrica e meccanica dei fenomeni attesi, e dei rapporti intensità-frequenza necessari per una completa valutazione della pericolosità e della vulnerabilità;
- previsione temporale della pericolosità, ovvero valutazione della ricorrenza (o del tempo di ritorno) degli eventi sulla base dell'analisi delle serie storiche relative agli eventi e alle loro maggiori cause di innesco (precipitazioni, oscillazioni piezometriche, sismi);
- valutazione della vulnerabilità (ovvero del grado di danno) per le diverse tipologie di elementi a rischio e per le diverse intensità dell'evento temuto;
- parametrizzazione del valore degli elementi a rischio.

La "prevenzione" del rischio comprende le "attività volte ad evitare o ridurre al minimo la possibilità che si verifichino danni conseguenti agli eventi calamitosi anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto dell'attività di previsione" (art.3 L.225/1992). Le attività di

prevenzione dovrebbero essere predisposte per tutte le zone in cui il rischio risulti socialmente non tollerabile.

Sono possibili in generale le seguenti strategie di prevenzione del rischio:

- interventi strutturali per ridurre la pericolosità (es. intervenendo sulle cause predisponenti della franosità, mediante opere di bonifica e di sistemazione idrogeologica del territorio, oppure direttamente sui fenomeni franosi esistenti mediante opere di stabilizzazione);
- interventi non strutturali per ridurre l'esposizione degli elementi a rischio (es. evacuazione di aree instabili e trasferimento dei centri abitati franosi; interdizione o limitazione dell'espansione urbanistica in zone instabili; definizione dell'utilizzo del suolo più consono per le aree instabili);
- interventi strutturali o non strutturali per ridurre la vulnerabilità (es. consolidamento e rinforzo degli edifici; misure di protezione quali reti o strutture paramassi; messa a punto di sistemi di monitoraggio e di allarme; organizzazione di piani di emergenza e di soccorso);
- aumento delle soglie di rischio socialmente accettabile (es. attività di informazione alla popolazione, polizze assicurative di copertura dei danni).

Per quanto riguarda le attività di prevenzione del rischio la ricerca scientifica ha provveduto in passato alla definizione di standard progettuali e "interventi-tipo" che possono trovare applicazione per le diverse tipologie di fenomeno franoso e di bene esposto a rischio.

I problemi maggiori che si riscontrano nella realizzazione pratica degli interventi di prevenzione possono essere ricondotti ai seguenti punti.

- 1) scelta delle priorità di intervento;
- 2) controllo di qualità sugli interventi di mitigazione adottati;
- 3) scelta della strategia di intervento con migliore rapporto costi/benefici.

I problemi applicativi che necessitano di maggiori approfondimenti e ricerche specifiche sembrano essere i seguenti:

- a) standardizzazione e validazione di metodologie per la formulazione di scenari di evento per la programmazione delle attività nelle fase di emergenza;
- b) standardizzazione e calibrazione di modelli di preannuncio basati sui dati del monitoraggio.

Risultati incoraggianti per quanto riguarda parte dei "problemi aperti" sopra menzionati, relativi a tutte e tre le fasi di Protezione Civile (previsione, prevenzione, emergenza) sembrano essere ottenibili mediante l'applicazione dei metodi della Teoria delle Decisioni.

L'utilizzo della analisi bayesiana può rappresentare il metodo più opportuno per combinare le informazioni sulla ricorrenza temporale degli eventi con quelle sulla zonazione degli effetti e delle cause della franosità, parametrizzate attraverso opportune funzioni di verosimiglianza.

L'impiego delle funzioni di utilità ha trovato applicazione per l'analisi della vulnerabilità e del rischio, e sembra essere promettente anche per la scelta delle strategie di prevenzione e di gestione dell'emergenza.

I problemi aperti nel campo della previsione e prevenzione del rischio a frana sono molteplici e complessi, per cui il progetto prevede l'incentivo ed il sostegno alle ricerche sull'argomento, attraverso l'analisi di casi di studio o la sperimentazione di nuove tecnologie. Per quanto riguarda queste ultime utili risultati possono essere conseguiti dall'applicazione di:

- a) tecniche e metodi della Teoria delle Decisioni, descritte al punto precedente;
- b) tecniche e metodi dell'Intelligenza Artificiale, quali i "sistemi esperti" che possono essere impiegati sia per l'analisi del rischio che per il supporto alle scelte dei pianificatori;
- c) Sistemi Informativi Geografici e reti telematiche per il rapido aggiornamento e trasferimento delle informazioni.

Come risultati minimi del progetto si prevedono i seguenti prodotti:

- a) pubblicazione, sia su supporto cartaceo che su rete telematica, di un manuale sullo stato dell'arte relativo ai "metodi di previsione e prevenzione del rischio da frana" aggiornato con gli ultimi contributi della Comunità scientifica nazionale e internazionale.
- b) pubblicazione, sia su supporto cartaceo che su rete telematica, di un manuale tecnico sulle "misure di prevenzione del rischio da frana", che rappresenti l'aggiornamento delle "Mesures de prévention" francesi.
- c) pubblicazione di casi di studio sull'applicazione delle metodologie di previsione spaziale e temporale del rischio da frana, sulle strategie di mitigazione del rischio, sulla definizione degli scenari di evento e dei relativi piani di emergenza.

2.9.2 Sottoprogetto RIFRAS – Rischio frane di sbarramento

Il termine "frana di sbarramento" comprende quei movimenti di versante che hanno determinato l'ostruzione, totale o parziale, di aste fluviali, causando la formazione di un invaso a monte. Gli sbarramenti (landslide dam) possono, in qualche caso, rimanere in vita anche migliaia di anni dando luogo alla formazione di laghi di sbarramento (landslide-dam lakes). Più frequentemente essi vengono erosi dopo un tempo relativamente breve dalla loro formazione, per tracimazione o erosione interna.

Le frane di sbarramento costituiscono una delle principali fonti di rischio per la pubblica incolumità. Alla pericolosità connessa con l'evento franoso si devono infatti aggiungere due principali condizioni di pericolosità indotta, o derivata: quelle connesse con l'inondazione della zona

a monte dello sbarramento, in conseguenza della formazione del lago di sbarramento, e quelle connesse con la possibile rottura della diga di frana che comporta l'improvviso rilascio di un'onda di piena "anomala" a valle della sezione sbarrata.

Oltre che per finalità di Protezione Civile lo studio degli sbarramenti da frana offre anche altri, importanti, risvolti applicativi, come la possibilità di valutare direttamente i tassi di interrimento dei bacini sbarrati nonché il tipo di evoluzione geomorfologica e sedimentologica del corso d'acqua (es. abbassamento e corazzamento del fondo a valle dello sbarramento). Tali informazioni costituiscono dati di fondamentale importanza per la progettazione e la valutazione di impatto ambientale nel caso di dighe artificiali ed altre opere idrauliche.

L'interesse scientifico e di Protezione Civile per tali fenomeni deriva principalmente dalla necessità di prevedere, in tempi brevi, la possibile evoluzione dei fenomeni di sbarramento per la programmazione delle attività di mitigazione del rischio e pianificazione delle emergenze.

L'analisi delle rotture degli sbarramenti naturali viene spesso effettuata mediante l'applicazione dei modelli idraulici di dam breaking che vengono normalmente applicati allo studio delle dighe in materiali sciolti artificiali. Spesso, tuttavia, l'applicazione di tali metodi per la previsione della rottura delle dighe di frana si rileva problematica a causa delle caratteristiche intrinseche di tali fenomeni, quali l'assenza di selezione granulometrica e di misure di controllo dei moti di filtrazione, che li differenzino dagli sbarramenti artificiali. Un altro limite connesso all'analisi idraulica deterministica è l'elevata incertezza associata ad alcuni dei parametri fondamentali, quali le caratteristiche granulometriche ed i parametri di resistenza al taglio. Inoltre per finalità di Protezione Civile, in molti casi, data la rapidità di evoluzione dei fenomeni, non si hanno i tempi tecnici necessari alla raccolta dei dati di base richiesti dai modelli idraulici.

Per tali motivi in ambito geologico a livello internazionale ci si è spesso orientati a ricavare modelli previsionali empirici o semi-empirici basati sull'osservazione di casi di studio in aree geologicamente omogenee.

Tali modelli si basano su un ridotto numero di parametri idrologici, geomorfologici e geotecnici e consentono di effettuare previsioni di massima in condizioni di emergenza, che possono essere di seguito affinate con modelli deterministici una volta che sono stati acquisiti i parametri necessari.

Per quanto riguarda il territorio nazionale non esiste al momento una serie storica completa di eventi per l'implementazione di modelli di questo tipo. Tuttavia numerosi casi di sbarramento da frana sono documentati nelle rassegne sui fenomeni franosi di Almagià e nel data-base AVI del GNDICI.

Lo sviluppo futuro della ricerca prevede i seguenti punti:

- a) redazione di un manuale, pubblicato sia in forma cartacea che su CD-ROM e su Internet, contenete le linee guida per il censimento degli sbarramenti da frana e la relativa archiviazione su data-base;
- b) completamento del censimento dei fenomeni storici, facendo riferimento alle specifiche definite al punto a), per la catena appenninica nelle regioni centro-meridionali ed insulari;
- c) impiego dei dati raccolti per l'implementazione di un sistema esperto basato su una struttura a rete-neurale, eventualmente integrata con elementi di logica fuzzy per la gestione delle incertezze.

In particolare l'obiettivo finale della ricerca è rappresentato dall'utilizzo del sistema esperto per i seguenti scopi:

1. stima della probabilità che un corso d'acqua venga sbarrato da una frana, sulla base di parametri di tipo morfologico, idraulico e geotecnico di semplice acquisizione, relativi alla frana, al corso d'acqua ed al bacino idrografico sotteso.
2. stima della probabilità di rottura di una diga di frana già formata, sulla base di dati relativi allo sbarramento e all'invaso naturale.

Oltre a questa prima applicazione della ricerca il data-base potrà essere eventualmente utilizzato per ricavare dati sul trasporto solido, sui tassi di erosione ed interrimento, e sulle variazioni sedimentologiche del corso d'acqua, utilizzabili per la taratura di modelli idrologico-erosivi a scala di bacino.

[2.10 Progetto 10: MOGEM – Modellazione geotecnica e monitoraggio per la gestione dell'emergenza e per la progettazione degli interventi](#)

Una corretta gestione dell'emergenza "frane" presuppone la conoscenza del fenomeno e quindi della geometria del corpo di frana, delle caratteristiche geotecniche dei terreni, della cinematica pregressa, delle relazioni fra fattori di innesco e spostamenti, in altri termini del "modello della frana". Questo quadro di conoscenza è indispensabile per la previsione dell'evoluzione cinematica del fenomeno, fino al collasso.

Il collasso viene qui inteso come un fenomeno "catastrofico", in cui il corpo di frana è soggetto a forze motrici maggiori di quelle resistenti con lo sviluppo di caratteristiche cinematiche (spostamenti, velocità, accelerazione) pericolose per l'incolumità della popolazione.

Nella fase precedente il collasso, il corpo di frana è soggetto a spostamenti di natura deformativa ed eventualmente a scorrimenti lungo una superficie di rottura non ancora

emergente sul pendio, con spostamenti che possono essere tollerabili per talune utilizzazioni del pendio.

La strategia con cui si affronta il problema è diversa in dipendenza della destinazione d'uso del pendio e delle caratteristiche dei manufatti che insistono su di esso; in presenza di manufatti fragili (edifici e strutture in cemento armato) si può presentare una situazione di rischio anche per spostamenti modesti, quindi ampiamente prima del "collasso" del pendio; nel caso di pendii non edificati (bacini artificiali, scavi minerari, ...) o interessati da infrastrutture flessibili (strade, acquedotti, elettrodotti, ...) la condizione di rischio è rappresentata dal "collasso".

In tali casi la previsione dell'evoluzione degli spostamenti del corpo di frana, ed in particolare del tempo in cui si verificherà il collasso, è indispensabile per mantenere in esercizio le opere direttamente o indirettamente minacciate dalla frana.

In altre circostanze l'importanza dei beni minacciati non consente di accettare livelli di rischio elevati per cui è necessario ricorrere ad interventi di stabilizzazione.

Il progetto di questi è uno dei settori di maggiore difficoltà nel campo dell'ingegneria geotecnica per un concorso di fattori quali: la rilevante dimensione dei volumi di terreno coinvolti, la loro natura (spesso prevalgono i terreni strutturalmente complessi), il livello di conoscenze insufficiente rispetto alla complessità del problema, i margini di sicurezza estremamente modesti, la necessità di impiegare risorse finanziarie notevoli spesso in assenza di benefici proporzionati, la mancanza di un quadro generale di informazione in cui collocare i casi per i quali non sono possibili studi ed indagini approfonditi.

In ogni caso l'intervento va progettato in modo da conseguire l'incremento di F_s necessario per raggiungere la condizione cinematica del pendio congruente con la sua utilizzazione.

In conclusione sia per l'emergenza, sia per il progetto degli interventi è necessario conoscere il coefficiente di sicurezza F_s del pendio e la relazione fra questo e la cinematica, nel campo in cui risulta $F_s > 1$. Di contro l'analisi non è agevole, in quanto soffre di varie incertezze ed approssimazioni, in primo luogo per la difficoltà di definire il modello del terreno in sito, in un panorama geologico complesso e vario come quello italiano. Anche lo studio di laboratorio ed il controllo delle frane presentano difficoltà.

Sia per l'emergenza che per il progetto degli interventi è necessaria un'ampia attività di ricerca, prevalentemente sperimentale, in tre condizioni:

- pendii con manufatti di vario tipo ed interessati da fenomeni franosi ($F_s \geq 1$), di cui si disponga di una completa caratterizzazione geologica e geotecnica;
- pendii come i precedenti, ma nei quali siano stati realizzati interventi di stabilizzazione strutturale di cui siano note le caratteristiche;

- campi prove per sperimentare su prototipi d'interventi.

In conclusione la ricerca deve tendere alla definizione di un modello per la previsione del comportamento del pendio e della sua risposta agli interventi di stabilizzazione, in grado di riprodurre il comportamento osservato e da porre alla base di un nuovo approccio progettuale, basato non solo sul miglioramento del margine di sicurezza del pendio, ma soprattutto sulla sua risposta in termini cinematici, ovvero sulla riduzione della velocità di spostamento.

3. Osservazione dei precursori di eventi estremi e gestione del rischio

Impostazione generale

I progetti di ricerca determinati dal Consiglio Scientifico, per quanto riguarda l'osservazione dei precursori di eventi estremi e la gestione del rischio costituiscono un sottoinsieme delle attività che nel decennio la Linea di ricerca n. 3 ha finanziato via via. Infatti le attività attinenti alla pianificazione territoriale e alla valutazione del rischio sono stati più opportunamente integrati nella attività di ricerca applicata descritta al precedente punto 2.

Il Consiglio Scientifico ha quindi deliberato di riservare questo insieme di progetti ad alcune azioni mirate in particolare al miglioramento della capacità predittiva dei sistemi di osservazione. Innovando rispetto al passato, si è deciso di introdurre, tra le osservazioni su cui fondare la predizione, anche le osservazioni di eventi estremi del passato: di ricercare cioè, se sia possibile, l'utilizzazione dell'archivio delle Aree Vulnerate Italiane, associato alle configurazioni meteorologiche e alle osservazioni da sensori remoti come precursore formalizzato dell'impatto al suolo degli eventi estremi.

Nel triennio sarà ulteriormente perseguita l'integrazione tra le ricerche di meteorologia quantitativa e le ricerche di idrologia, mirate in particolare a misurare gli effetti dell'incertezza sulla emissione di allarmi: il collegamento in rete nazionale dei centri di osservazione e produzione di informazione in tempo reale, previsto dal D.L. 180, richiede una parallela attività di ricerca per rendere efficace ed efficiente il sistema. Due progetti sono ora orientati a temi specifici: il primo raccoglie tutta l'esperienza del GNDCI sui sensori remoti e supporta il programma US-Italia-Giappone per il lancio di un satellite circumequatoriale portante un radar meteorologico zenitale; il secondo progetto affronta per la prima volta le relazioni tra capacità predittiva degli eventi estremi ed emergenza del traffico.

3.1 Progetto 11: Aree Vulnerate Italiane

3.1.1. Sottoprogetto: Integrazione dell'archivio delle aree vulnerate italiane

Con la conclusione delle attività finanziate con fondi 1997/98 si è esaurita la fase di validazione dell'informazione contenuta nell'Archivio digitale AVI aggiornata a tutto il 1995. Il valore strategico che l'acquisizione e la conservazione dell'informazione relativa alle catastrofi idrogeologiche riveste, sia quale supporto delle attività di ricerca mirata, che nell'ambito del più ampio spettro della pianificazione di bacino e di emergenza, richiede di impostare ed avviare un progetto di ricerca che vada a costituire naturale prosecuzione del citato Progetto AVI.

Obiettivi principali del progetto sono: l'incremento della base dati disponibile sia prolungando nel tempo la base di eventi censiti, sia approfondendo l'analisi degli eventi di maggiore rilevanza. Il progetto deve anche rendere completamente fruibile da terzi ed informare sull'esistenza i possibili utilizzatori di tutta la risorsa documentaria disponibile.

Per l'ottenimento di questi obiettivi si richiedono attività di ricerca applicata finalizzata alla messa a punto di metodologie innovative di lavoro riguardanti l'elaborazione dell'informazione, attività di acquisizione e trattamento di nuova informazione.

In particolare sarà necessario:

1. messa a punto di una metodologia a posteriori che preveda l'acquisizione delle informazioni presso diverse Emeroteche distribuite sul territorio italiano con la definizione di una griglia di quotidiani (fonte) ritenuti rappresentativi di quanto accaduto sul territorio nazionale in merito al rischio idrogeologico. Studio di una metodologia in continuo che preveda che le fonti (quotidiani) siano consultate quasi in continuo con un aggiornamento on-line dell'Archivio a scansioni da mensili a trimestrali;
2. acquisizione ed inserimento nell'Archivio AVI delle informazioni estraibili da tutte le pubblicazioni del GNDCI e non già comprese nell'Archivio stesso;
3. mappatura e rapporti di evento storici, i quali consentano la individuazione di una serie di eventi significativi censiti in ambito AVI e successivo sviluppo di una metodologia di lavoro standard in grado di rendere disponibile un prodotto conoscitivo monografico, relativo a ciascuno di detti eventi;
4. miglioramento dell'accesso al Catalogo Nazionale delle calamità idrogeologiche ed all'informazione storica primaria. attraverso la messa a punto di una metodologia di informatizzazione delle fonti di informazione AVI. Ciò richiederà la selezione e la digitalizzazione dei documenti cartacei archiviati e la successiva creazione di un data-base informatizzato in

grado di collegare il Catalogo con la fonte storica primaria informatizzata. Saranno altresì incluse nel catalogo le relazioni di sopralluogo che il GNDCI ha via via realizzato per conto del Dipartimento della Protezione Civile;

5. verifica dello stato di completezza del Catalogo Nazionale e definizione delle eventuali azioni di integrazione e di intervento: essa sarà effettuata per campione selezionando porzioni di archivio di alcune Autorità di Bacino ed alcune Regioni e provvedendo all'incrocio della documentazione esistente. Si valuta che per molta parte dell'Italia centro settentrionale l'archivio AVI possa essere sensibilmente raddoppiato con tale attività.

Il coordinamento del progetto sarà ancora organizzato presso l'IRPI -CNR di Perugia, mentre l'attività operativa potrà essere svolta da una o più Unità di ricerca coordinate, in particolare in relazione alla dimensione che assumerà l'attività di integrazione dell'Archivio.

3.1.2 Sottoprogetto: Utilizzazione dell'archivio AVI per la previsione probabilistica degli effetti al suolo sulla base dell'osservazione meteorologica sinottica storica ed in tempo reale

Alcuni esperimenti recentemente eseguiti hanno consentito di verificare il "clustering" degli effetti al suolo archiviati con il progetto AVI, in modo tale che sembra di poter misurare l'impronta al suolo di alcuni grandi eventi meteorologici estremi del passato. Di tali eventi del passato esiste, recentemente edita dal Centro Nazionale di Ricerche Atmosferiche statunitense, una base completa di dati di estensione cinquantennale la quale permette di ricostruire la struttura sinottica delle perturbazioni. Il progetto è indirizzato a verificare la fattibilità di un sistema di previsione, tarato sugli eventi meteorologici e corrispondenti effetti al suolo del passato il quale consenta, ricercando gli analoghi di strutture sinottiche osservate nel presente di prevedere a grande scala i possibili scenari di effetti al suolo.

La struttura concettuale della procedura che si propone per la ricerca applicata non è sostanzialmente differente dallo schema AFRODITE utilizzato nel passato dal Servizio Meteorologico della Aeronautica Militare Italiana, ove però sono sostituite alle osservazioni pluviometriche nelle stazioni sinottiche le descrizioni quantitative dei processi di frana e di inondazione. Associata a tale procedura si propone altresì di utilizzare la previsione quasi deterministica che i modelli atmosferici moderni consentono insieme alla opportuna modellistica idrologica in modo da valutare comparativamente l'efficienza dei due approcci.

[3.2 Progetto 12: Meteo-idrologia](#)

3.2.1. Sottoprogetto: Meteo-idrologia e previsione quasi deterministica degli effetti al suolo degli stati estremi

Nel 1998 è stato realizzato un Gruppo di Unità Operative sotto un unico coordinamento, indirizzando l'attività di ricerca, su più sedi, alla meteoidrologia e alla previsione degli effetti al suolo degli stati estremi. L'esperimento ha consentito di verificare che è possibile collegare centri di eccellenza operanti in sedi distinte e in discipline diverse al fine di accelerare il processo di formazione dei risultati della ricerca applicata.

La riorganizzazione dei Servizi Tecnici Nazionali richiesta dal D.L. 112/1998 ed in particolare la necessità di organizzare un servizio di allerta a scala nazionale richiede di produrre in tempi molto rapidi strumenti affidabili che consentano di quantificare l'incertezza della modellazione meteorologica degli stati estremi del tempo, di accoppiare alla previsione le osservazioni da sensore remoto in modo da restringere in tempo reale l'intervallo di confidenza delle stime, di riconoscere strutture particolarmente pericolose nell'area mediterranea, di trasferire la previsione in termini di valori attesi e di varianza alla modellistica idrologica opportuna.

Il complesso di scale coinvolte va dalle migliaia di chilometri delle strutture sinottiche fino a pochi chilometri tipici della risposta dei piccoli bacini appenninici ed alpini, nonché dei bacini urbani. E' quindi richiesta una attività di ricerca per quanto riguarda la disaggregazione spazio temporale affidabile delle previsioni di precipitazione quasi deterministica.

Le scale di risposta del suolo devono altresì essere definite al fine di ottimizzare le relazioni tra meteorologia ed idrologia ed evitare che sforzi modellistici non fondati consumino risorse altrimenti indirizzabili.

3.2.2 Sottoprogetto: Sensori remoti e sviluppo di un radar meteorologico satellitare

Come accennato nell'introduzione l'Italia partecipa, attraverso un programma satellitare della Agenzia Spaziale Italiana, al progetto congiunto US-Italia-Giappone per il lancio di un satellite circumequatoriale denominato, OMEGA-SAT il quale coprirà il settore 45°N - 45°S provvedendo così a volare sopra il Mediterraneo. Il satellite porterà sia un sensore a microonde passive, per il quale il GNDCI da tempo sviluppa ricerca applicata, sia un radar meteorologico il quale, per essere zenitale, ha il campo di vista totalmente libero da fenomeni "ground clutter".

Obiettivo della missione è la taratura dell'osservazione a microonde passive attraverso l'osservazione radar meteo.

Il disegno internazionale tende a progettare una flotta di satelliti capaci di coprire con scansione temporale dell'ordine dell'ora le aree di interesse, e quindi in grado di competere in frequenza con i satelliti geostazionari, ma adatti a risolvere le precipitazioni alla scala di pochi chilometri quadrati su grandi aree. E' necessario che la Comunità Scientifica italiana che si occupa di rischi naturali prepari le conoscenze per utilizzare al meglio il nuovo sensore appena disponibile.

Poiché dal 1998 sono accessibili le osservazioni del satellite TRMM, il quale porta strumentazione analoga al futuro OMEGA-SAT e vola tra 35°N-35°S, il presente progetto rende disponibili i finanziamenti per l'analisi dei dati TRMM relativi ai cicloni tropicali. Inoltre sarà necessario organizzare le ricerche opportune per la definizione delle specifiche strumentali ed operative di potenziale interesse per il "rain radar" di nuova generazione, che è appunto finalizzato al monitoraggio globale della precipitazione alle latitudini del Mar Mediterraneo. Va prevista la realizzazione di un simulatore che possa utilizzare campi di precipitazione sintetizzati, anche in base di osservazioni da radar terrestri, al fine di effettuare la valutazione degli algoritmi di estrazione dei profili verticali della precipitazione, finalizzata alla ottimizzazione delle specifiche fondamentali del "rain radar".

L'attività di ricerca è quindi finalizzata, per questa parte a sviluppare conoscenze scientifiche mirate all'utilizzazione delle nuove tecnologie rendendo disponibile uno strumento di indagine che potrà risultare particolarmente utile.

L'attività di ricerca include anche l'utilizzazione dei dati di osservazione per definire le strutture caratteristiche nello spazio e nel tempo dei processi di pioggia.

[3.3 Progetto 13: Costituzione della rete nazionale di osservazione: revisione del sistema ARGO ed innovazione tecnologica](#)

Come già richiamata per il progetto precedente è urgente ridisegnare in tempi brevi e certi i Servizi Tecnici Nazionali, sulla base di quanto fissato dal Decreto Legislativo 32/03/1998 n. 112, in particolare dagli artt. 92 e 111 e di quanto disposto recentemente dalla Conferenza Stato-Regioni in termini di Servizi Tecnici Nazionali Distribuiti. Il modello organizzativo che il GNDCI ha proposto deriva dalla necessità di utilizzare e condividere nel modo migliore le esperienze operative che, a vario titolo, si sono consolidate in questi anni sia centralmente che presso le regioni nell'ambito di un "federalismo solidale" tra i vari livelli di Governo del territorio. La costituzione di un'unica struttura mista con la presenza paritetica dello Stato e delle Regioni,

dotata di autonomia scientifica, tecnica ed amministrativa richiede un sistema trasparente di condivisione delle conoscenze, sia i termini di osservazione, che in termini di realizzazioni. Il progetto è orientato a realizzare sperimentalmente, utilizzando l'esperienza acquisita del sistema ARGO, una rete di condivisione delle previsioni meteorologiche, delle osservazioni pluviometriche ed idrometriche e delle previsioni modellistiche degli stati di piena nei principali bacini italiani. Il sistema utilizzerà sia la rete terrestre dell'attuale Servizio Idrografico e Mareografico che e la rete satellitare SI.SAT del Dipartimento per la Protezione Civile.

Le stazioni inizialmente connesse in rete saranno quelle già ipotizzate per il sistema ARGO; i protocolli di rete permetteranno a ciascuno degli enti collegati di utilizzare, per i soli fini istituzionali di protezione civile le osservazioni e le previsioni prodotte da qualunque altro ente collegato in rete.

Il Consiglio Scientifico ha deliberato di scrivere un progetto di ricerca con i seguenti due obiettivi:

1. disegno di protocolli di rete sperimentali atti a facilitare l'interazione tra operatori tecnici di enti diversi;
2. disegno di modellistica meteorologica ed idrologica condivisibile in rete;
3. formazione di base di dati per la determinazione dei parametri della modellistica accessibile in rete ai diversi operatori;
4. distribuzione in rete delle informazioni storiche del progetto AVI e delle osservazioni storiche del progetto VAPI.

[3.4 Progetto 14: Rischio idraulico connesso alle infrastrutture](#)

L'identificazione del rapporto tra fenomeni di precipitazione intense e inondazioni di aree che interferiscono con i trasporti e i processi di frana e colata di detriti sulla viabilità stradale e ferroviaria è uno dei temi fondamentali per la sicurezza dei trasporti, come è emerso dalle analisi del Piano di Protezione civile per l'alluvione dell'Arno a Firenze (1986), dall'evento sul Piemonte del novembre 1994, e da molti altri eventi catastrofici che hanno colpito il paese.

In alcuni grandi eventi molta parte della perdita di vite umane è dovuta alla interferenza tra esondazioni e traffico.

Lo studio dell'interferenza di tali eventi sulla rete dei trasporti necessita quindi di:

- una verifica delle capacità predittive dei modelli di precipitazione per stimare la possibilità di condizionare il traffico alle previsioni di precipitazione intensa;
- metodologie di riduzione di scala delle previsioni deterministiche dei modelli ad area limitata;

- un inventario delle interazioni tra la cartografia delle aree a rischio di alluvione, frana e colate di fango e direttici di traffico: verifica delle possibilità di gestione in tempo reale bidirezionale dell'informazione tra enti preposti alla gestione del traffico;
- per quanto riguarda le reti viarie, di uno studio dei temibili spessori di acque sul manto stradale conseguenti alle caratteristiche spazio temporali delle precipitazioni intense e alle caratteristiche di permeabilità delle superfici;
- della predicibilità delle nebbie improvvise alle scale necessarie per la gestione del rischio del traffico: tecniche modellistiche e di monitoraggio.

Il piano triennale prevede la realizzazione di studi generali ed analisi campionarie da eseguirsi coinvolgendo anche sia i gestori delle infrastrutture (Soc. Autostrade, FF.SS., ANAS, etc.) sia i gestori degli interventi (VV.FF., Soc. Autostrade, FF.SS., ANAS, etc).

Nel corso del primo anno si realizzeranno basi di dati "ad hoc", contenenti:

- caratterizzazione delle disfunzioni;
- caratterizzazione del quadro meteo-climatico;
- caratterizzazione dell'impatto territoriale eventualmente derivante.

Negli anni successivi si procederà alla caratterizzazione in via previsionale dei rischi.

Per quanto concerne le attività di previsione del rischio idraulico connesso alle infrastrutture, occorre valutare:

- il rigurgito provocato dai ponti nei tratti a monte;
- il pericolo di inondazione e mappatura delle aree inondabili;
- il pericolo di ostruzione e degli effetti a valle di un eventuale collasso del ponte;
- il rischio di erosione nei tratti di alveo a valle soggetti a brusche accelerazione della corrente;
- il pericolo di erosione in punti singolari delle opere interessate dalla corrente di piena;
- il pericolo di instabilità delle sponde e dei versanti interessati dalle correnti di piena;
- il pericolo di scalzamento delle fondazioni delle opere costituenti le infrastrutture (opere di sostegno, di difesa ed accessori che interessano l'alveo del corso d'acqua);
- una mappatura dei punti critici soggetti a dissesto e delle aree inondabili.

Il progetto affianca altre ricerche in itinere (ad esempio progetto VERT 98) ed in particolare tende a distinguere le cause in tre famiglie distinte:

1. effetti idrometeorici sulla capacità percettiva del conducente;
2. effetti idrometeorici sull'efficienza meccanica dell'infrastrutture;
3. effetti idrometeorici sulla interazione infrastruttura e territorio.

Per ciascuna di queste famiglie saranno predisposti opportuni controlli tra cui:

- verifiche delle situazioni oggettive di visibilità e abbagliamento in diverse condizioni idroclimatiche;
- verifiche della capacità di trasporto in diverse condizioni di allagamento dell'infrastruttura ;
- verifiche della criticità strutturale in diverse condizioni di rischio idrogeologico.

Sono attesi, infine, quali risultati, indirizzi per interventi strutturali e non strutturale, in particolare:

- per gli interventi non strutturali
 - controllo delle condizioni di sicurezza dei ponti (tramite la redazione di una scheda tecnica);
 - controllo delle condizioni di sicurezza delle scarpate;
 - controllo delle condizioni di sicurezza dei rilevati;
 - programmazione degli interventi di manutenzione ordinaria.
- per gli interventi strutturali:
 - adeguamento delle strutture che non rispondono alle condizioni di sicurezza;
 - interventi per garantire, anche in emergenza, l'agibilità della rete viaria.

4. Pianificazione delle risorse idriche sotterranee e identificazione del rischio d'inquinamento degli acquiferi

Impostazione generale

Il programma 1999-2001, per quanto riguarda il tema della pianificazione delle risorse idriche sotterranee e dell'identificazione del rischio d'inquinamento degli acquiferi, è sostanzialmente coincidente con la proposta di attività della Linea di Ricerca 4.

Esso costituisce una evoluzione ulteriore dello schema adottato nel 1996: si articola per il prossimo triennio di validità in un minor numero di Progetti, ulteriormente sviluppati con l'obiettivo globale di fornire risposte operative alla problematica globale di previsione e prevenzione dei rischi collegati all'approvvigionamento idrico del Paese, sia su grande scala (difesa a tutto territorio), sia a scala locale (difesa di punto).

Ai tre Progetti-base (RIAS, IDAV, ISRA), fortemente rimodellati grazie agli sviluppi scientifici recenti ma, soprattutto, in funzione dei lusinghieri successi ottenuti dalla Linea di Ricerca, è stato affiancato il Progetto MIMA (Metodologie Integrate di Monitoraggio degli Acquiferi) sulla base delle evidenti lacune tecnico-scientifiche riscontrate in progetti e programmi di monitoraggio messi a

punto da vari attori istituzionali e constatando la necessità di una produzione omogenea e organica di dati utili per le altre ricerche strettamente finalizzate del settore.

La valutazione del rischio degrado qualitativo (inquinamento) e quantitativo (sovrasfruttamento) delle risorse idriche sotterranee, obiettivo primario della Linea di Ricerca, non è e non può essere l'oggetto del solo Progetto RIAS. Essa è strettamente connessa con le informazioni che guidano i progetti delle reti di monitoraggio e con quelle che dalle reti derivano (i.e. MIMA), con l'identificazione delle aree vulnerate (i.e. IDAV), con l'identificazione delle risorse idriche ordinarie e straordinarie (i.e. ISRA), mentre essa è alla base degli scenari che guidano gli interventi di disinquinamento (i.e. IDAV) e di salvaguardia delle fonti d'approvvigionamento idrico.

Tutti i Progetti devono, comunque, intendersi come enucleazioni, schematicamente corrette ma artificiose, se si tiene conto dell'effettiva interconnessione dei problemi nella realtà dei fatti. Tale realtà non può essere scientificamente affrontata, nel nostro Paese, che con la stretta sinergia di tutte le parti progettuali della Linea.

Rimane da sottolineare che le recenti proposte di direttiva CEE in materia di acque, in genere, e di protezione e gestione integrata delle acque sotterranee, in particolare, ricalcano in modo molto puntuale i Progetti della Linea 4 e la loro interconnessione, a testimonianza dell'impostazione avanzata delle ricerche qui programmate.

[4.1 Progetto 15: RIAS – Rischio di inquinamento delle acque sotterranee](#)

Il Progetto Speciale Previsione del Rischio d'Inquinamento delle Acque Sotterranee rappresenta l'ultima evoluzione dell'originario Progetto VAZAR, con il quale la Linea di Ricerca ha debuttato nel 1985, e che riassumeva tutte le attività che oggi sono oggetto di specifici Progetti: la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, la delimitazione delle aree di salvaguardia delle captazioni, la progettazione e la gestione del monitoraggio degli acquiferi, la qualità delle risorse, ecc.

I tre moduli VAZAR 1, VAZAR 2 e QUAS, già operativi nella precedente programmazione, sono stati ristrutturati perché possano, sia fornire un prodotto autonomo di forte interesse per gli utilizzatori (p.e. una Carta di vulnerabilità, una Carta della qualità di base delle acque sotterranee, ecc.), sia produrre, i dati di base necessari per la valutazione territorializzata del rischio di inquinamento delle acque sotterranee.

L'ambizioso obiettivo di RIAS consiste nel definire un rischio potenziale territorializzato. Dato un determinato intorno territoriale, i confini del quale sono definiti geomorfologicamente ma anche

soltanto amministrativamente, insistono su tale superficie n fonti potenziali di inquinamento puntuali (centri di pericolo – CDP) e/o diffuse (fonti diffuse di pericolo – FDP).

Nello stesso contesto territoriale, sussistono s soggetti a rischio (SAR), generalmente identificati con le fonti di approvvigionamento di acque destinate al consumo umano, concetto da estendere più correttamente all'intero corpo idrico sotterraneo che viene utilizzato. Ogni SAR (pozzo, sorgente) o/e l'acquifero che l'alimenta ha un suo valore socioeconomico che è definito dalla qualità di base delle acque sotterranee, dal numero di abitanti equivalenti (AE) che se ne giovano, dall'esistenza di fonti alternative da utilizzare in tempo reale in caso di inquinamento, ecc.

Fino ad oggi, si è cercato di valutare il rischio indotto da ciascun CDP o FDP su ciascun SAR mediante tecniche di Site Analysis. Il problema che la ricerca è oggi in grado di affrontare è, invece, la valutazione del rischio potenziale complessivo generato dalle n fonti su gli s soggetti a rischio presenti sul territorio, in una parola la copertura totale dell'intero territorio d'interesse con uno scenario di previsione, mediante il quale attuare la prevenzione con azioni di tipo strutturale e non-strutturale.

RIAS raccoglie e georeferenzia le informazioni relative:

1. alla vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento, alla tipologia delle fonti potenziali d'inquinamento, alla posizione dei soggetti a rischio ed al campo di moto degli acquiferi (Modulo VAZAR1);
2. alla pericolosità (intesa come pericolo su un tempo di esposizione molto lungo) delle diverse fonti inquinanti, al grado di esposizione dei soggetti a rischio d'inquinamento in funzione delle eventuali salvaguardie esistenti (Modulo VAZAR 2);
3. al valore della risorsa in funzione della sua consistenza e qualità di base ma anche del valore socioeconomico di essa (Modulo QUAS).

Ciò posto, appaiono evidenti gli scambi di informazioni e le sinergie che vengono a sussistere non solo tra i tre Moduli nei quali si articola RIAS, ma tra questo e gli altri tre PP.SS. della Linea di Ricerca.

I problemi che rimangono aperti sono sia di carattere generale, sia specifici della ricerca sul rischio. I primi riguardano, essenzialmente, la necessità di introdurre una vera e propria cultura dell'informazione al livello di tutti gli Enti pubblici che hanno facoltà di governo e decisione in campo di gestione e pianificazione dell'ambiente e delle sue risorse.

Un altro problema aperto, che si collega al primo, è sicuramente l'introduzione dell'alta tecnologia informatica per la gestione dei dati territoriali (Geographical Information Systems). Il passaggio tra l'attuale livello di trasmissione ai fruitori, istituzionali e non, dei risultati della ricerca

e quello che si auspica per il prossimo futuro è strettamente collegato all'uso estensivo dei GIS. Mediante questi sistemi, infatti, è possibile ottenere scenari e proiezioni, da soli capaci di mostrare la via giusta per la collocazione di nuove opere ed il palesarsi di situazioni a rischio, da prevenire ed evitare.

Non c'è dubbio che, per ottenere un salto di qualità veramente radicale per gli Enti pubblici interessati (Regioni, Provincie, Comuni, Autorità di Bacino, Comunità montane) sarebbero necessari interventi normativi da parte dello Stato che stabilissero a quali di questi attori corre l'obbligo della raccolta strutturata delle informazioni, della loro elaborazione e diffusione.

Per quanto attiene a particolari problemi aperti propri della ricerca in ambito RIAS, essi sono connessi alla caratterizzazione e classificazione dei CDP e delle FDP in funzione della loro pericolosità potenziale. Esiste già ed è in uso una classifica per classi e relativi punteggi, in buona misura mutuata dalle norme USEPA. È, tuttavia, necessario costituire un rating score molto più dettagliato e collegato alle classi ISTAT. Un'analoga classifica per le fonti diffuse (FDP) rappresenta una notevole sfida per la ricerca del settore, della quale sono appena state gettate le basi nel 1998. Molto sarà necessario fare per la valutazione del valore della risorsa idrica sotterranea e del suo grado di esposizione. A questo scopo, sono necessari dati idrochimici e di qualità delle acque, dati relativi alle portate edotte ed effettivamente addotte, dati relativi alle utenze in abitanti equivalenti degli oltre 13.000 acquedotti italiani, il che ci riporta ai problemi generali sopra ricordati in materia di raccolta, vaglio, archiviazione e diffusione delle informazioni che pure esistono già, ma disperse in mille cassette.

In tutta la vasta problematica relativa all'attenuazione dei rischi naturali o/e derivati e coniugati che incombono su buona parte del territorio italiano, i più importanti strumenti conoscitivi al servizio dei decision makers sono le cartografie del rischio, ossia territorializzazioni di valutazioni scientifico-tecniche che, con gradi di precisione diversi e in ogni caso sempre migliorabili, forniscono indicazioni georiferite delle diverse situazioni per livelli crescenti di un determinato rischio. Solo per questa via, è oggi possibile paragonare tra loro situazioni diverse e stendere liste di priorità degli interventi strutturali e non strutturali necessari.

I risultati attesi dalla ricerca RIAS possono essere, dunque riassunti nei seguenti punti:

1. studiare adeguate metodologie di valutazione del rischio di inquinamento (degrado qualitativo) e del rischio di depauperamento (degrado quantitativo) delle risorse idriche sotterranee, con particolare riguardo per quelle destinate al consumo umano;
2. mettere a punto protocolli informatici per la raccolta, vaglio, pre-elaborazione e correlazione delle informazioni di base necessarie, allo scopo di trasmetterle ai fruitori istituzionali;

3. effettuare una sperimentazione di valutazione territorializzata dei rischi su aree-campione, le stesse ove nel passato decennio sono state delineate le Carte di vulnerabilità che già contengono, per buona parte, le informazioni necessarie;
4. instaurare una comunicazione interattiva con gli Enti tutori del territorio e delle relative risorse idriche, allo scopo di rendere fruibili i risultati della ricerca e di applicarli a vaste aree del Paese;
5. collaborare alla stesura delle liste di priorità ed all'identificazione delle soluzioni tecniche e normative.

[4.2 Progetto 16: ISRA - Identificazione e sviluppo delle risorse idriche alternative](#)

Il programma ISRA (**I**dentificazione e **S**viluppo delle **R**isorse idriche **A**lternative) rappresenta lo sviluppo naturale dello stesso P.S. articolato nei due Moduli RISE (**R**isorse **I**driche **S**ostitutive e di **E**mergenza) e VARA (**V**alutazione dell'**A**ttuabilità della **R**icarica **A**rtificiale). Dalla sinergia di questi due moduli si affrontava, da un lato, per la prima volta il problema delle zone di riserva, aree nelle quali il patrimonio idrico sotterraneo deve essere vincolato e protetto in vista di fabbisogni futuri o estemporanei, quale risorsa strategica destinata a fornire acqua per il consumo umano nelle contingenze sfavorevoli o in presenza di una crisi di approvvigionamento; e, dall'altra, la possibilità di operare allo stesso fine la ricarica artificiale, su serie basi scientifiche, laddove non esistono alternative valide.

Gli obiettivi del Progetto sono i seguenti:

1. selezione delle aree problematiche, dove si siano verificate carenze stagionali o endemiche o/e dove sussistano accertate o probabili situazioni di degrado quali-quantitativo delle risorse ordinarie;
2. identificazione degli acquiferi e delle risorse idriche sotterranee alternative disponibili in previsione di emergenze per diversi usi in termini di bilancio e delle loro condizioni di vulnerabilità, e delimitazione delle aree di salvaguardia, sulla base di rilievi, misure, analisi, test idrogeologici e studi specialistici;
3. studi di fattibilità e indicazione di tecnologie di sfruttamento delle risorse alternative per l'emergenza e per il futuro, considerate anche le possibilità di connessione in rete, l'accessibilità ai luoghi e la disponibilità di energia (tradizionale e alternativa);
4. condizioni di vincolo e di sfruttamento attuale secondo i Piani regolatori di diverso livello;
5. identificazione delle utenze e dei conflitti attuali e possibili;

6. criteri di conservazione e sviluppo di risorse compromesse e recuperabili, anche con l'ausilio delle opportune tecniche di recupero (cfr. Progetto IDAV);
7. sperimentazione di moduli di ricarica intensiva, estensiva;
8. Valutazione degli impatti di quantità/qualità nel tempo d'esercizio nell'emergenza delle risorse alternative.

I risultati attesi sono i seguenti:

1. identificazione degli acquiferi utilizzabili e delle loro caratteristiche;
2. messa in coerenza dei dati per diverse tipologie di acquiferi e dei criteri di rappresentazione con banche dati e sistemi informativi geografici (GIS);
3. sviluppo in aree sperimentali rappresentative con caratteristiche delle opere di captazione esistenti e fattibilità delle opere da creare;
4. procedure di interventi, per i diversi scenari regionali per quanto concerne impostazione, tipologie di captazione e gestione.

[4.3 Progetto 17: IDAV - Inquinamento industriale](#)

Lo sviluppo dei centri urbani, con l'occupazione di nuove aree residenziali e il recupero di terreni che un tempo ospitavano attività industriali, rivela un abnorme stato di compromissione del territorio di vasti settori posti in prossimità o all'interno di zone densamente abitate.

La progressiva inclusione delle aree industriali all'interno della cerchia urbana incrementa progressivamente il rischio di inquinamento, facendo salire i costi per la protezione e il recupero delle opere di captazione utilizzate dagli acquedotti.

Nei territori che ricevono dalle attività economiche un maggiore incentivo allo sviluppo, è oggi indispensabile fornire una cartografia del rischio di compromissione dei suoli e delle acque derivante dalla presenza di fonti di contaminazione tale da consentire una corretta pianificazione urbanistica e adeguati interventi di bonifica.

E' quindi necessario provvedere a un censimento delle aree industriali dismesse e di quelle compromesse per altri motivi (antiche discariche, depositi di materiale inquinante, nuclei urbani con impianti fognari inesistenti o in pessimo stato di manutenzione, presenza di fonti di contaminazione ancora attive) e a una valutazione dei provvedimenti che possono essere presi per procedere ad una loro bonifica e messa in sicurezza.

I risultati attesi della ricerca si possono sintetizzare nella redazione di:

1. Cartografia delle aree di provenienza degli inquinamenti industriali:

la ricerca si concreterà nella cartografia a scala 1/5.000 delle aree di provenienza degli inquinamenti che nei principali centri urbani della Lombardia (esempio Milano e Brescia). Per tali concentrazioni urbane verranno redatte carte del rischio di inquinamento a scala 1/10.000, che permetteranno di valutare i costi derivanti dal persistere delle attuali condizioni di degrado delle aree industriali fra uno, cinque e dieci anni. Verranno infine presentati gli interventi più idonei per la riduzione del rischio o la sua eliminazione. Si avrà così modo di fornire per alcuni settori-campione una esemplificazione delle metodologie più idonee per evidenziare le aree poste a rischio dagli attuali inquinamenti; essa costituirà la base per la formulazione di una proposta di normativa per stabilire l'ordine di priorità degli interventi e per la scelta delle opere di messa in sicurezza e recupero di suoli e acque sotterranee.

2. Cartografia delle aree di provenienza degli inquinamenti diffusi:

verranno prodotte cartografie a scala 1/50.000 delle aree di provenienza degli inquinamenti da nitrati in Lombardia. Da tempo il gruppo di ricerca ha esaminato e ha in corso di sperimentazione relazioni atte a dare la possibilità di definire tramite i dati idrochimici esistenti la posizione delle fonti di inquinamento diffuso. Lo studio svolto mostra un approccio al problema che può portare a soluzioni più aderenti alla reale entità del rischio, e a permettere l'impostazione di un programma di risanamento delle aree (principalmente fognature urbane, impianti di depurazione mal funzionanti e corsi d'acqua inquinati) dalle quali provengono in maggior parte gli inquinamenti

3. Gestione delle acque sotterranee nelle aree inquinate:

Si ritiene di poter cartografare con buon dettaglio a scala 1/100.000 le aree lombarde nelle quali il bilancio idrico sotterraneo risulta negativo, e indicare i fattori che determinano tale squilibrio. Verranno altresì definite le modalità con le quali è opportuno procedere per ovviare alla riduzione delle riserve idriche senza produrre effetti negativi per l'economia.

I risultati ottenuti dalla ricerca, che è in atto da tre anni, sono incoraggianti e si ritiene importante completarla; si potrà così verificare la correttezza della metodologia seguita in vista della sua applicazione ad altre aree del territorio nazionale.

[4.4 Progetto 18: MIMA - Metodologie integrate di monitoraggio degli acquiferi](#)

Il monitoraggio quantitativo e qualitativo dei corpi idrici sotterranei, con particolare riferimento a quelli vocazionalmente destinati all'uso idropotabile, soffre in generale della mancanza di modelli scientifici di riferimento e di procedure operative standardizzate.

Le poche iniziative attuate sono a carattere frammentario e settoriale; le metodologie impiegate sono caratterizzate da notevole disomogeneità che rende difficile la comparazione dei risultati ottenuti nelle differenti situazioni geoambientali.

La riorganizzazione delle competenze istituzionali legate alla L. 183/89, l'introduzione di nuovi schemi normativi nell'organizzazione della gestione delle risorse idriche, (L. 36/94), la definizione di un testo normativo generale sulle acque, in via di approntamento presso il Ministero dell'Ambiente, rappresentano i presupposti per l'avvio di un Progetto concernente l'analisi e la valutazione degli aspetti problematici del monitoraggio dei corpi idrici sotterranei, lo sviluppo di metodologie di rilevamento innovative e/o integrate e la sperimentazione e la validazione di procedure operative uniformi.

Aspetto caratteristico e qualificante del Progetto MIMA (Metodologie Integrate di Monitoraggio degli Acquiferi) è la finalizzazione concreta delle attività da realizzare mediante un dialogo continuo e costruttivo con gli operatori istituzionali, i quali rappresentano anche gli utilizzatori naturali dei risultati.

Pertanto, le attività di ricerca per dare immediatezza di contenuti e di applicazione potranno essere svolte in collaborazione proprio con gli Enti o le Istituzioni con responsabilità specifica nel settore del monitoraggio, coinvolgendo anche il sistema industriale.

Un aspetto di notevole interesse è quello specificatamente connesso alle necessità di monitoraggio in condizioni di emergenza, in relazione ad interventi per incidenti, e per la sorveglianza straordinaria di sorgenti inquinanti incontrollate, settore ove il referente privilegiato è rappresentato dal Dipartimento della Protezione Civile.

Alcune situazioni che si stanno progressivamente manifestando modificheranno le caratteristiche del monitoraggio delle acque sotterranee a breve/medio termine, replicando in parte ciò che sta avvenendo per le acque superficiali. In particolare:

1. esiste la necessità di monitorare un numero sempre maggiore di sostanze chimiche introdotte nell'ambiente sotterraneo e che si diffondono nei corpi idrici in modo lento ed invasivo;
2. a fronte di ciò, le concentrazioni che si andranno a rilevare saranno sempre più basse anche in relazione a standards di idoneità d'uso ed ambientali più restrittivi;
3. sarà incrementata la domanda di analisi delle matrici solide, accanto a quelle acquose, in relazione all'anticipazione del preallarme nelle situazioni a rischio (zona insatura);
4. dovrà essere esaminata più a fondo la componente microbiologica, attualmente considerata solo per gli aspetti di contaminazione fecale.

D'altro canto si deve tener conto che il monitoraggio ambientale sta subendo marcate modificazioni strutturali connesse al progresso nelle metodologie analitiche e all'integrazione degli approcci a carattere chimico, biologico e tossicologico.

Considerato quanto viene offerto dal panorama tecnico-scientifico internazionale si possono individuare alcune direttrici di sviluppo nel settore:

1. i sistemi di monitoraggio devono essere semplificati, riducendo gli impegni operativi e soprattutto i costi;
2. la progettazione delle reti dovrà essere maggiormente funzionale agli obiettivi ricercati, privilegiando quelli gestionali;
3. l'efficienza del monitoraggio dovrà essere ricercata anche riqualificando e valorizzando le conoscenze sul sistema fisico-idrogeologico che dovranno essere maggiormente critiche rispetto al semplice sviluppo del monitoraggio;
4. la comprensione delle modifiche nel comportamento dei corpi idrici dovrà essere tempestiva avvalendosi dell'uso integrato di tecniche di controllo e di metodologie di elaborazione dell'informazione;
5. l'approccio chimico da solo non appare più sufficiente a soddisfare la richiesta d'informazioni a costi accettabili e pertanto dovrà essere integrato con altri tipi di approcci;
6. si stanno rendendo disponibili nuovi sistemi di sorveglianza basati su parametri di gruppo di sostanze piuttosto che su singoli composti.

I risultati che il Progetto speciale sarà in grado di fornire sono caratterizzati da un'elevata concentrazione e fruibilità, in considerazione del taglio applicativo-operativo del Progetto medesimo.

Un elenco non esaustivo di tipologie di prodotti che possono scaturire dalle Attività comprende:

- a) linee guida per la progettazione e la gestione delle reti in relazione a differenti obiettivi di monitoraggio;
- b) l'applicazione dimostrativa di metodologie e procedure di monitoraggio in differenti contesti idrogeologici;
- c) sviluppo di metodologie integrate ed ottimizzate per i differenti aspetti chimico-fisici, microbiologico e tossicologico;

la sperimentazione di nuove tecnologie di monitoraggio, ivi comprese quelle da piattaforme remote.

5. Tabella fabbisogno finanziario

Si sintetizza in conclusione il quadro del fabbisogno finanziario per il triennio. In aggiunta ai costi per l'esecuzione delle ricerche applicate ricordate dai capitoli precedenti sono incluse le spese di direzione, le quali comprendono spese dirette, spese per i contratti di collaborazione coordinata e continuativa nonché spese per l'attivazione di contratti a tempo determinato di cui al D.M. 11/2/98.

N.°	Titolo	Afferenza prevalente	1 anno	2 anno	3 anno	Totale fabbisogno
Pianificazione del territorio e sua caratterizzazione in termini di rischio di inondazione e frana						
1	Aree a rischio	Linea 1	200	200	200	600
2	Morfodinamica fluviale e di versante	Linea 1/2	850	485	490	1.850
3	Collasso di sbarramenti	Linea 1	350	375	350	1.100
4	Idrogeomorfotipi	Linea 1	250	250	250	750
5	Aggiornamento VAPI	Linea 1	250	250	250	750
6	Fenomeni di instabilità	Linea 2	125	125	125	375
7	Vulnerabilità aree costiere	Linea 2	125	125	150	400
8	Vie di comunicazione e centri abitati	Linea 2	250	250	250	750
9	Previsione e prevenzione rischio frana	Linea 2	250	250	250	750
10	Modellazione geotecnica e monitoraggio	Linea 2	150	150	150	450
Osservazione dei precursori di eventi estremi e gestione del rischio						
11	Aree Vulnerate Italiane	Linea 3	500	500	500	1.500
12	Meteoidrologia	Linea 3	450	450	450	1.350
13	Rete nazionale	Linea 3	275	225	225	750
14	Rischio idraulico connesso alle infrastrutture	Linea 3	200	200	200	600
Pianificazione delle risorse idriche sotterranee e identificazione del rischio d'inquinamento degli acquiferi						
15	Inquinamento acque sotterranee	Linea 4	580	350	350	1.280
16	Risorse idriche alternative	Linea 4	220	275	275	770
17	Inquinamento industriale	Linea 4	225	200	200	650
18	Monitoraggio degli acquiferi	Linea 4	250	400	400	1.050
Direzione del GNDCI						
Spese di Direzione inclusi contratti a tempo determinato			1.500	1.500	1.500	4.500
Totali						
	Totali (Mld)		7.000	6.560	6.565	20.225

6. Sintesi dei prodotti e delle attività previsti per il triennio

6.1 Prodotti ed attività previsti per il 1999

	Progetto	Linee	1999
1	Aree a Rischio	1	Analisi comparativa delle procedure utilizzate presso le Regioni e le Autorità di Bacino per la determinazione delle fasce di pertinenza fluviale. Inizio della raccolta dei dati sulle aree inondate.
2	Morfodinamica fluviale e di versante	1/2	Studio dei processi fisici e dei meccanismi di base che sottendono alla formazione delle colate detritiche. Inizio della raccolta dati su magnitudo e frequenza delle colate detritiche nell'Italia Nord Orientale. Studio ed approfondimento teorico delle modalità di innesco e di propagazione dei fenomeni di sovralluvionamento, della interazione con le infrastrutture in alveo, dell'evoluzione morfologica a breve e a media scala temporale, delle interazioni tra moto ondoso e maree, dei processi gravitativi su sponde e rilevati arginali.
3	Collasso di sbarramenti	1	Messa a punto di approcci e metodologie, tecniche e procedure per la gestione di un ipotetico collasso strutturale di sbarramenti artificiali. Indagini di laboratorio su modelli fisici. Sviluppo di modelli matematici.
4	Idrogeomorfotipi	1	Inizio dello studio degli effetti indotti dall'attività antropica del territorio. Raccolta dati. Individuazione degli idrogeomorfotipi su lterritorio nazionale.
5	Aggiornamento VAPI	1	Approfondimenti teorici sul 3° livello di regionalizzazione. Completamento dei rapporti regionali ancora incompleti. Messa a punto del sistema informativo SIVAPI.
6	Fenomeni di instabilità e strutture tettoniche	2	Reperimento, validazione ed inventario dei dati esistenti, relativamente alle frane sismo-indotte ed alle deformazioni gravitative profonde. Individuazione di aree campione ed inizio della sperimentazione.
7	Vulnerabilità delle aree costiere	2	Reperimento, validazione ed inventario dei dati esistenti, con particolare riferimento ai dati ondametrici, alle opere di difesa ed allo stato di erosione delle coste.

8	Condizioni di instabilità lungo le vie di comunicazione e nei centri abitati	2	Prosecuzione del Progetto SCAI con la pubblicazione di Atlanti regionali. Reperimento ed inventario delle informazioni sullo stato di dissesto lungo le vie di comunicazione.
9	Criteri di previsione e misure di prevenzione del rischio da frana e dei rischi indotti	2	Individuazione e d analisi critica dei metodi di previsione e prevenzione del rischio da frana. Individuazione di aree campione ed inizio della sperimentazione. Manuale per il censimento di frane di sbarramento storiche. Prosecuzione del censimento delle frane di sbarramento storiche in Appennino.
10	Modellazione geotecnica e monitoraggio per la gestione dell'emergenza	2	Studi teorici ed analisi di campo ed analisi di stabilità. Individuazione di campi prove per la sperimentazione di prototipi d'intervento.
11	Aree vulnerate italiane	3	Aggiornamento del catalogo AVI a tutto il 1996. Identificazione preliminare dei maggiori eventi meteo-idrometrici e dei loro effetti al suolo. Miglioramento dei sistemi per la diffusione dei dati AVI attraverso cartografie, supporti digitali (CD-ROM), cataloghi nonché attraverso la rete internet.
12	Meteoidrologia	3	Validazione della modellistica meteorologica degli stati estremi del tempo; messa a punto della modellistica idrologica che tenga conto dell'eterogeneità spaziotemporale delle precipitazioni.
13	Rete nazionale	3	Estensione ed ampliamento della rete terrestre dei STN-SIM e la rete satellitare del DPC.
14	Rischio idraulico connesso alle infrastrutture	3	Realizzazione di basi di dati contenenti la caratterizzazione delle disfunzioni, del quadro meteo-climatico e dell'impatto territoriale eventualmente derivante. Coinvolgimento negli studi con i gestori delle infrastrutture e delle emergenze.
15	Rischio di inquinamento delle acque sotterranee	4	Metodologie di valutazione del rischio di inquinamento e di depauperamento. Sperimentazione di protocolli informatici per la raccolta, il vaglio la pre-elaborazione e la correlazione delle informazioni di base. Sperimentazione in aree campione.
16	Risorse idriche alternative	4	Identificazione, cartografica e non, degli acquiferi utilizzabili. Selezione di aree problematiche. Definizione della struttura di una banca dati. Definizione di procedure di intervento per diversi scenari regionali.

17	Inquinamento industriale	4	Reperimento, validazione ed analisi dei dati esistenti.
18	Monitoraggio degli acquiferi	4	Indagine preliminare sui sistemi di monitoraggio oggi in uso in Italia. Sviluppo, sperimentazione, applicazione dimostrativa e verifica di nuove tecnologie di monitoraggio, anche avvalendosi di sensori remoti.

6.2 Prodotti ed attività previsti per il 2000

	Progetto	Linee	2000
1	Aree a Rischio	1	Individuazione dell'impatto economico nelle diverse aree del Paese delle possibili perimetrazioni delle aree a rischio tramite modellazione idrologica ed idraulica. Aggiornamento dei cataloghi regionali delle aree inondate.
2	Morfodinamica fluviale e di versante	1/2	Definizione dei precursori osservabili e delle soglie di allarme per le diverse aree morfologiche; raccolta ed analisi dati. Sviluppo di modellistica (teorica e/o numerica) e realizzazione di modelli fisici in scala ridotta ed analisi di campo.
3	Collasso di sbarramenti	1	Studio dell'interazione tra corrente e strutture in alveo e zone urbanizzate. Implementazione di modelli matematici di esondazione e di tecniche per la delimitazione delle aree inondate.
4	Idrogeomorfotipi	1	Raccolta dati per la regionalizzazione delle piogge efficaci. Interpretazione fisica dell'influenza dei fattori naturali ed analisi delle modificazioni indotte dalle attività antropiche.
5	Aggiornamento VAPI	1	Approfondimenti teorici su ipotetiche relazioni tra clima e parametri della distribuzione delle piene. Messa a punto del 3° livello di regionalizzazione.
6	Fenomeni di instabilità e strutture tettoniche	2	Analisi delle tipologie e degli effetti di frane sismo-indotte. Sperimentazione in aree campione.
7	Vulnerabilità delle aree costiere	2	Definizione della legenda e dei contenuti di carte di pericolosità. Prototipi di cartografie della pericolosità in aree costiere. Avvio di indagini di dettaglio in tratti di litorale maggiormente a rischio.
8	Condizioni di instabilità	2	Prosecuzione del Progetto SCAI con la

	lungo le vie di comunicazione e nei centri abitati		pubblicazione di Atlanti regionali. Reperimento, inventario ed analisi delle informazioni sullo stato di dissesto lungo le vie di comunicazione. Prototipi di cartografie a diversa scala e banche dati.
9	Criteri di previsione e misure di prevenzione del rischio da frana e dei rischi indotti	2	Manuale sullo stato dell'arte dei metodi di previsione e prevenzione del rischio da frana. Sperimentazione in aree campione. Proseguimento del censimento delle frane di sbarramento storiche in Appennino e nelle regioni insulari. Pubblicazione di casi di studio.
10	Modellazione geotecnica e monitoraggio per la gestione dell'emergenza	2	Studi teorici ed analisi di campo ed analisi di stabilità. Modellistica numerica. Analisi in campi prove per la sperimentazione di prototipi d'intervento.
11	Aree vulnerate italiane	3	Aggiornamento del catalogo con dati storici provenienti dai progetti SCAI e VAPI. Allineamento delle informazioni presenti nel catalogo delle località colpite con quelle dell'archivio. Definizione di prototipi di cataloghi tematici. Identificazione e caratterizzazione degli effetti al suolo dei principali eventi meteo-idrologici.
12	Meteoidrologia	3	Taratura della modellistica di down-scaling delle precipitazioni; implementazione di modelli matematici di preannuncio in tempo reale.
13	Rete nazionale	3	Disegno di protocolli di rete sperimentali atti a facilitare l'interazione tra operatori tecnici di enti diversi; sviluppo di modellistica meteorologica ed idrologica condivisibile in rete.
14	Rischio idraulico connesso alle infrastrutture	3	Collaborazione con gli Enti gestori delle infrastrutture per la caratterizzazione in via previsionale dei rischi e degli effetti idrometeorici sulla capacità percettiva del conducente, sull'efficienza meccanica dell'infrastruttura e sulla interazione tra infrastruttura e territorio.
15	Rischio di inquinamento delle acque sotterranee	4	Definizione di protocolli informatici per la raccolta, il vaglio la pre-elaborazione e la correlazione delle informazioni di base. Sperimentazione di una comunicazione interattiva con Enti tutori di risorse idriche. Sperimentazione in aree campione.
16	Risorse idriche alternative	4	Implementazione e popolamento della banca dati. Coerenza dei dati per diverse tipologie di acquiferi. Definizione dei criteri di

			rappresentazione. Sperimentazione, verifica e validazione di procedure di intervento per diversi scenari regionali.
17	Inquinamento industriale	4	Reperimento, validazione ed analisi dei dati esistenti. Stesura di prototipi di cartografie di pericolosità e di provenienza degli inquinanti. Indagine sulla tipologia degli interventi di difesa
18	Monitoraggio degli acquiferi	4	Sviluppo, sperimentazione, applicazione dimostrativa e verifica di nuove tecnologie di monitoraggio, anche avvalendosi di sensori remoti. Sviluppo, sperimentazione ed applicazione di metodologie integrate ed ottimizzate per i diversi aspetti chimico-fisici, microbiologici e tossicologici.

6.3 Prodotti ed attività previsti per il 2001

	Progetto	Linee	2001
1	Aree a Rischio	1	Rapporto tematico sulle "Linee guida per la redazione dei piani id emergenza per il rischio di inondazione". Redazione dei criteri di valutazione degli interventi e di destinazione delle fasce fluviali.
2	Morfodinamica fluviale e di versante	1/2	Individuazione degli schemi di intervento strutturale ed i criteri di dimensionamento di opere per la mitigazione del rischio. Sviluppo di modellistica teorica e numerica. Stesura carte di pericolosità, sviluppo di modellistica idraulica-geotecnica per modellare i processi di erosione spondale.
3	Collasso di sbarramenti	1	Sviluppo di modellistica fisica, teorica e numerica. Studio sulla sicurezza idrologica ed idraulica delle dighe italiane, con suggerimenti normativi per la messa in sicurezza delle stesse.
4	Idrogeomorfotipi	1	Rapporto tematico sulla Regionalizzazione delle piogge efficace con individuazione degli idrogeomorfotipi.
5	Aggiornamento VAPI	1	Revisione delle scale di deflusso storiche e loro aggiornamento; aggiornamento della banca dati del VAPI; CD-ROM con il sistema informativo SIVAPI.
6	Fenomeni di instabilità e strutture tettoniche	2	Cartografie a scala sinottica delle frane sismo-indotte e delle deformazioni gravitative profonde. Linee guida per il riconoscimento, il monitoraggio e l'analisi di stabilità e delle deformazioni gravitative profonde.
7	Vulnerabilità delle aree costiere	2	Cartografie della pericolosità in aree costiere a varie scale. Individuazione di priorità di intervento e definizione di linee guida e di tipologie d'intervento.
8	Condizioni di instabilità lungo le vie di comunicazione e nei centri abitati	2	Completamento del Progetto SCAI con la pubblicazione di Atlanti regionali. Trasferimento delle informazioni agli Enti tutori del territorio. Cartografie a diversa scala e banche dati. Stesura di un rapporto sullo stato delle condizioni di instabilità lungo le vie di comunicazione e nei centri abitati.
9	Criteri di previsione e misure di prevenzione del rischio da frana e dei rischi indotti	2	Linee guida per l'identificazione e la gestione del rischio da frana. Manuale tecnico sulle misure di prevenzione del rischio da frana. Pubblicazione di casi di studio. Completamento del censimento delle frane di sbarramento storiche in Appennino

			e nelle regioni insulari. Implementazione e validazione di un sistema esperto per la gestione dei dati relativi al censimento delle frane di sbarramento storiche.
10	Modellazione geotecnica e monitoraggio per la gestione dell'emergenza	2	Linee guida per la modellistica, il dimensionante e la gestione di sistemi di monitoraggio in fase di emergenza.
11	Aree vulnerate italiane	3	Aggiornamento del catalogo con dati storici provenienti da altre fonti di informazione. Pubblicazione della 3a edizione della Carta delle Aree colpite da frane e da inondazioni. Nuovo ed aggiornato catalogo delle aree colpite da frane e da inondazioni e del software per la sua consultazione. Cataloghi tematici. Miglioramento dei sistemi per la diffusione dei dati AVI. Caratterizzazione degli effetti al suolo dei principali eventi meteo-idrologici e loro utilizzo in fase predittiva.
12	Meteoidrologia	3	Validazione della modellistica meteorologica ed idrologica. Redazione dei un rapporto tematico.
13	Rete nazionale	3	Formazione di basi di dati per la determinazione dei parametri della modellistica accessibile in rete ai diversi operatori; validazione della modellistica meteorologica ed idrologica.
14	Rischio idraulico connesso alle infrastrutture	3	Sono attesi, infine, quali risultati, indirizzi per interventi strutturali e non strutturali, in particolare il controllo delle condizioni di sicurezza dei ponti, delle scarpate, dei rilevati. programmazione degli interventi di manutenzione ordinaria.
15	Rischio di inquinamento delle acque sotterranee	4	Stesura di un rapporto di sintesi. Trasferimento dei risultati delle ricerche ad Enti tutori del territorio. Stesura di liste di priorità ed identificazione di soluzioni tecniche e normative.
16	Risorse idriche alternative	4	Trasferimento dei risultati delle ricerche ad Enti tutori del territorio. Stesura di mappe. Stesura di procedure d'intervento per diversi scenari regionali per l'impostazione della tipologia e la gestione delle captazioni.
17	Inquinamento industriale	4	Stesura di un rapporto sullo stato dell'inquinamento industriale. Stesura di cartografie di pericolosità e di provenienza degli inquinanti, a varia scala. Gestione delle acque sotterranee in aree inquinate con esempi di cartografie. Definizione di tipologie di intervento di difesa.

18	Monitoraggio degli acquiferi	4	Sviluppo, sperimentazione, applicazione dimostrativa e verifica di nuove tecnologie di monitoraggio, anche avvalendosi di sensori remoti. Sviluppo, sperimentazione ed applicazione di metodologie integrate ed ottimizzate per i diversi aspetti chimico-fisici, microbiologici e tossicologici. Linee guida per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio.
----	------------------------------	---	--