

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTOFI
IDROGEOLOGICHE

Linea 1

**Previsione e prevenzione di eventi idrologici e
loro controllo**

PROGETTO ESECUTIVO 1999

Luglio 1999

PROGETTO ESECUTIVO 1999

INDICE

1. Introduzione

2. Progetti di ricerca

Colate di detrito o di fango (ARA-COD-COF)

Collasso di sbarramenti (ARA-SIDE)

Aggiornamento e revisione del Progetto VAPI

Idrogeomorfotipi: Risposta idrologica dei versanti (RIVERS)

Previsione e prevenzione dei danni causati dal moto ondoso sulle coste (COST-ONDE)

Rischio di deficienza Idrica per siccità e misure di mitigazione (ARDI-SIC)

Aspetti metodologici nella pianificazione di protezione civile (Progetto speciale)

Modelli di preannuncio degli eventi di piena (PREPI)

Programmi di ricerca delle UU.OO.

U.O. 1.1	Responsabile:	<i>VILLI Virgilio</i>
U.O. 1.2	Responsabile:	<i>BUSONI Ermanno</i>
U.O. 1.4	Responsabile:	<i>GABRIELE Salvatore</i>
U.O. 1.5	Responsabile:	<i>DI SILVIO Giampaolo</i>
U.O. 1.7	Responsabile:	<i>LAZZARI Eugenio</i>
U.O. 1.8	Responsabile:	<i>ROSSO Renzo</i>
U.O. 1.9	Responsabile:	<i>SIRANGELO Beniamino</i>
U.O. 1.10	Responsabile:	<i>MELISENDA GIAMBERTONI Ignazio</i>
U.O. 1.12	Responsabile:	<i>ROSSI Giuseppe</i>
U.O. 1.15	Responsabile:	<i>VERSACE Pasquale</i>
U.O. 1.20	Responsabile:	<i>ARMANINI Aronne</i>
U.O. 1.21	Responsabile:	<i>FIORENTINO Mauro</i>
U.O. 1.26	Responsabile:	<i>CORRADINI Corrado</i>
U.O. 1.29	Responsabile:	<i>MORTARA Giovanni</i>

U.O. 1.31	Responsabile:	<i>GALEATI Giorgio</i>
U.O. 1.33	Responsabile:	<i>BACCHI Baldassarre</i>
U.O. 1.34	Responsabile:	<i>CALENDA Guido</i>
U.O. 1.43	Responsabile:	<i>BRATH Armando</i>
U.O. 1.45	Responsabile:	<i>BOCCOTTI Paolo</i>
U.O. 1.46	Responsabile:	<i>MORETTI Sandro</i>
U.O. 1.47	Responsabile:	<i>MELONE Florisa</i>
U.O. 1.48	Responsabile:	<i>CASTORANI</i>
U.O. 1.49	Responsabile:	<i>FRANCHINI Marco</i>
U.O. 1.50	Responsabile:	<i>VILLANI Paolo</i>

PROGETTO ESECUTIVO 1999

1. INTRODUZIONE

1.1 Obiettivi

Il progetto esecutivo 1999 è stato disegnato in base al progetto triennale 1999-2001, quest'ultimo è suddiviso in progetti di ricerca che sostituiscono il quadro generale a cui sono state chiamate a collaborare le UU.OO. già attive e nuove unità costituite c/o Enti tecnici-scientifici ed Enti di ricerca.

Com'è consuetudine del GNDCI si è lasciato però la predisposizione del Progetto esecutivo del 1° anno della Convenzione una relativa libertà di proposizione dei temi di ricerca.

Di seguito sono riportate le tabelle:

Tabella 1: Unità Operative della Linea 1: finanziamenti per l'anno 1999

Tabella 2: Ripartizione CNR 1999

Tabella 3: Finanziamenti Totali in ML

Tabella 4: Ripartizione finanziamenti Università

Tabella 5: Finanziamenti L1 e L 3

PROGETTI DI RICERCA DELLE LINEE 1 E 3

PIANIFICAZIONE DI BACINO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI EVENTI ESTREMI

	Coordinamento:
<u>Aree a rischio di alluvione</u>	
<i>Aree Vulnerate Italiane (AVI) [11]</i>	Fausto Guzzetti
Procedure di perimetrazione (ARA-PIN) [1]	Luigi Natale
Colate di detrito o di fango (ARA-COD-COF) [2]	
Collasso di sbarramenti (ARA-SIDE) [3]	Beniamino Sirangelo
<i>Rischio idraulico connesso alle infrastrutture [14]</i>	Ignazio Becchi
<u>Valutazione delle piene dei corsi d'acqua (VAPI-RIVERS)</u>	
Aggiornamento e revisione del Progetto VAPI [5]	Salvatore Gabriele
Idrogeomorfotipi: Risposta idrologica dei versanti (RIVERS) [4]	
<u>Previsione e prevenzione dei danni causati dal moto ondoso sulle coste (COST-ONDE) [7]</u>	Eugenio Pugliese
<u>Rischio di deficienza Idrica per siccità e misure di mitigazione (ARDI-SIC) [11, 12, 16]</u>	Giuseppe Rossi

PIANIFICAZIONE DI PROTEZIONE CIVILE PER LA GESTIONE DEL RISCHIO

<u>Aspetti metodologici nella pianificazione di protezione civile (Progetto speciale)</u>	Pasquale Versace
<u>Sistemi di preannuncio degli eventi estremi</u>	
<i>Meteo-idrologia [12]</i>	Giorgio Roth
<i>Rete nazionale di monitoraggio [13]</i>	Mugnai
Modelli di preannuncio degli eventi di piena (PREPI)	Paolo Villani

NOTA:

In parentesi [] è riportato il numero di progetto della convenzione triennale
 In grassetto sono riportati i progetti afferenti sia alla linea 1 sia alla linea 3
 In corsivo i subprogetti afferenti prevalentemente alla linea 3

TABELLA 1: UNITÀ OPERATIVE DELLA LINEA 1: FINANZIAMENTI PER L'ANNO 1999

<u>U.O.</u>	<u>SEDE</u>	<u>RESPONSABILE</u>	<u>ASSEGNAZIONI</u>	<u>NOTE</u>	
<u>Organi CNR</u>					
1.1	IGAPV-CNR	Padova	V.Villi	40	
1.2	CSGCS-CNR	Firenze	Busoni	25	
1.4	IRPI-CNR	Cosenza	S.Gabriele	145	
1.29	IRPI-CNR	Torino	Mortara	60	*
1.47	IRPI-CNR	Perugia		84	**
	Melone				
<u>TOTALE</u>			<u>CNR</u>	<u>354</u>	
<u>Contributi: Istituti e Dipartimenti Universitari</u>					
1.5	Università	Padova	G.Di	30	
	Silvio				
1.7	Università	Cagliari	E.Lazzari	20	
1.8	Politecnico	Milano	R.Rosso	118	
1.9	CUGRI (SA-NA1)	Salerno		138	
	B.Sirangelo				
1.10	Università	Palermo	I.Melisenda	15	
1.12	Università	Catania		80	***
	G.Rossi				
1.15	Università	Calabria	P. Versace	95	
1.20	Università	Trento	A.Armanini	40	
1.21	Università	Basilicata	M. Fiorentino	85	
1.26	Università	Perugia	C.	50	
	Corradini				
1.33	Università	Brescia		50	
	B.Bacchi				
1.34	Università	Roma	G.Calenda	48	
1.40	Università	Genova	Seminara	25	
1.43	Università	Bologna	A. Brath	68	****
1.45	Università	R. Calabria	P. Boccotti	30	
1.46	Università	Firenze	S.	25	
	Moretti				
1.48	Università	Politec. Bari	A.Castorani	20	
1.49	Università	Ferrara		20	
	M.Franchini				
1.50	Università	Parma	P.Villani	24	
1.51	CUGRI (SA-NA1)	Napoli	G.De	50	
	Martino				
<u>TOTALE UNIVERSITA'</u>				<u>1031</u>	
<u>TOTALE LINEA 1</u>				<u>1385</u>	

- * Il finanziamento comprende anche una quota assegnata per ricerche svolte nel settore delle colate detritiche dal dott. Marchi
- ** Il finanziamento comprende anche una quota assegnata al dott. Guzzetti per gli aspetti geomorfologici della ricerca svolta per il Progetto RIVERS
- *** 20 ML da assegnare all'ing. Enrico Foti per ricerche svolte nel Progetto COST
- **** 18 ML da assegnare all'ing. Galeati per la collaborazione nei progetti VAPI e RIVERS

TABELLA 2: RIPARTIZIONE CNR 1999

<u>U.O.</u>	<u>Voce A</u>	<u>Voce B</u>	<u>Voce C</u>	<u>Tot</u>
1.1 Villi	8	32		40
1.2 Busoni	5	20		25
1.4 Gabriele	21	124		145
1.29 Mortara	12	48		60
1.47 Melone	17	67		84
	<u>63</u>	<u>291</u>	=	<u>354</u>

TABELLA 3: FINANZIAMENTI TOTALI IN ML

<i>Linea</i>	<i>CNR</i>	<i>UNI+Ent i</i>	<i>Totale</i>
1 Rossi	354	1031	<u>1385</u>
2 Canuti			
3 Siccardi	390	1047	<u>1437</u>
4 Civita			

TABELLA 4: RIPARTIZIONE FINANZIAMENTI UNIVERSITA' ED ALTRI ENTI

<u>U.O.</u>	<u>SEDE</u>	<u>RESPONSABILE</u>	<u>VOCE A</u>	<u>voce b</u>	<u>totali</u>
<u>Contributi: Istituti e Dipartimenti Universitari</u>					
1.5	Università Silvio	Padova G.Di	10	20	30
1.7	Università	Cagliari E.Lazzari	8	12	20
1.8	Politecnico	Milano R.Rosso	30	88	118
1.9	CUGRI (SA-NA1) B.Sirangelo	Salerno	30	108	138
1.10	Università	Palermo I.Melisenda	3	12	15
1.12	Università G.Rossi	Catania	20	60	80
1.15	Università	Calabria P. Versace	15	80	95
1.20	Università	Trento A.Armanini	10	30	40
1.21	Università	Basilicata M. Fiorentino	20	65	85
1.26	Università Corradini	Perugia C.	15	35	50
1.33	Università B.Bacchi	Brescia	15	35	50
1.34	Università	Roma G.Calenda	15	33	48
1.40	Università	Genova Seminara	4	21	25
1.43	Università	Bologna A. Brath	18	50	68
1.45	Università	R. Calabria P. Boccotti	10	20	30
1.46	Università Moretti	Firenze S.	4	21	25
1.48	Università	Politec. Bari A.Castorani	3	17	20
1.49	Università M.Franchini	Ferrara	3	17	20
1.50	Università	Parma P.Villani	4	20	24
1.51	CUGRI (SA-NA1) Martino	Napoli G.De	10	40	50
<u>TOTALE UNIVERSITA'</u>					
<u>TOTALE LINEA 1</u>			247	784	1031

TABELLA 5: FINANZIAMENTI L1 E L 3

	TOTALE	Totale CNR	<u>VOCE</u> <u>A</u>	<u>VOCE</u> <u>B</u>	ALTRI ENTI VOCE A	<u>ALTRI</u> <u>ENTI</u> <u>VOCE</u> <u>B</u>	TOTALE ALTRI ENTI
L1+L3	2847	769	106	661	311	1767	2078
<u>L1</u>	<u>1385</u>	<u>354</u>	<u>63</u>	<u>316</u>	<u>247</u>	<u>784</u>	<u>1031</u>
L3	1437	390	45	345	64	983	1047

PROGETTO DI RICERCA: COLATE DETRITICHE O DI FANGO

1. Premessa

Nel presente documento viene proposto il programma delle attività del CNR-GNDCI, da realizzarsi per mezzo delle Unità Operativa del CUGRI, quale supporto tecnico-scientifico, al completamento del piano di interventi urgenti nei territori della Regione Campania colpiti dagli eventi del 5 e 6 maggio 1998, di competenza del Commissario Delegato alla Protezione Civile presso la Regione, avente per finalità il riassetto idrogeologico e la riduzione del rischio idrogeologico.

In particolare le attività di competenza del G.N.D.C.I. sono:

1. "monitoraggio dei versanti finalizzato alla eventuale revisione della soglia pluviometrica per definire le azioni previste dal piano di protezione civile";
2. "riperimetrazione delle aree a rischio tenuto conto degli effetti delle opere realizzate, con individuazione degli edifici da delocalizzare";
3. "verifica delle soluzioni progettuali o di tipologie di interventi sui versanti a mezzo di modelli matematici o fisici effettuati avvalendosi di laboratori universitari specializzati e/o privati";
4. "consulenza specialistica sulle indagini e sui progetti da redigere....".

Per assicurare tali compiti, il G.N.D.C.I., per mezzo delle Unità Operativa del CUGRI, dovrà preliminarmente:

- completare il quadro conoscitivo sul piano geologico, idrogeologico, geotecnico e idraulico delle aree di interesse e progettare ed avviare il sistema di monitoraggio;
- sviluppare i modelli di innesco delle colate piroclastiche;
- strutturare e sviluppare la modellistica fisica e matematica per lo studio della evoluzione dinamica delle colate.

Di seguito si espongono in dettaglio i contenuti delle suddette attività.

2. Completamento della fase conoscitiva, indagini e avvio sistema di monitoraggio strumentale

L'acquisizione dei dati di base, la continuazione delle campagne di indagini, il progetto e l'avvio del sistema di monitoraggio sono necessari per il completamento dell'analisi dell'evento catastrofico del maggio '98 e, possibilmente, degli eventi storici, nonché per il rafforzamento del modello di interpretazione dell'evento.

La comprensione approfondita dei processi fisici che hanno innescato i fenomeni del '98 unitamente all'acquisizione di tutti i dati necessari per la individuazione e caratterizzazione delle zone potenzialmente instabili sono, infatti, di fondamentale importanza per la definizione del sistema di preannuncio, per la progettazione degli interventi di consolidamento e per la ripermetrazione delle aree a rischio.

Con l'Ordinanza del Commissario di Governo nr.251/99, viene individuato nel Provveditorato alle Opere Pubbliche per la Campania il soggetto attuatore per

l'espletamento delle attività amministrative connesse con le indagini previste nelle linee guida degli interventi. Le indagini (geologiche, geotecniche e idrauliche) unitamente agli studi di settore, dovranno essere programmate dall'Unità Operativa dell'Università di Salerno e saranno finalizzati alla:

1. individuazione della stratigrafia di dettaglio delle zone potenzialmente instabili dell'area di interesse comprese quelle coinvolte dagli eventi del 5 e 6 maggio 1998;
2. stima dei volumi di materiale coinvolto negli eventi del 5 e 6 maggio;
3. stima dei volumi di materiale potenzialmente instabile.
4. caratterizzazione geotecnica del sottosuolo tramite la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni e del regime delle acque sotterranee;
5. definizione del modello geologico e geotecnico dei fenomeni di primo distacco per un'adeguata progettazione degli interventi di messa in sicurezza;

Le indagini dovranno riguardare tutti i bacini idrografici ricadenti nei comuni di Bracigliano, Quindici, San Felice a Cancellò, Sarno e Siano; inoltre, alcune indagini verranno eseguite in località Piano di Prato e Torriello.

Per ciascuno dei bacini saranno eseguiti le indagini di seguito specificate:

a) Indagini in sito

- pozzetti e sondaggi a carotaggio continuo per la ricostruzione della stratigrafia e per il prelievo dei campioni indisturbati. Alcuni dei fori di sondaggio saranno utilizzati per l'installazione delle apparecchiature nel seguito specificate;
- prove penetrometriche statiche del tipo CPT, CPTE;
- prove di permeabilità;
- profili sismici a rifrazione;
- rilievi topografici.

b) Prove di laboratorio

Sui campioni indisturbati verranno eseguite analisi e prove di laboratorio in base alle specifiche tecniche stabilite dal C.U.G.RI.

Esse avranno la finalità di determinare:

- natura e caratteristiche fisiche dei terreni;
- proprietà meccaniche in condizioni naturali e di completa saturazione.

c) Monitoraggio

Il monitoraggio è finalizzato a:

- controllare l'evoluzione delle fratture, censite con la prima fase di Presidio Territoriale, tra quelle ritenute più significative;
- misurare l'erosione superficiale;
- rilevare nel tempo la distribuzione del contenuto d'acqua con la profondità;
- misurare le pressioni neutre positive e negative;
- misurare le portate delle emergenze idriche;
- rilevare l'entità del ruscellamento superficiale;

- rilevare l'entità delle precipitazioni per aree campione.

A tal fine si installeranno:

- piezometri Casagrande e a tubo aperto per il rilievo nel tempo delle pressioni neutre positive;
- tensiometri per la misura delle pressioni neutre negative;
- TDR per la misura del contenuto d'acqua;
- inclinometri per il rilievo degli spostamenti in profondità di alcune verticali ritenute significative;
- estensimetri per il monitoraggio delle fratture;
- pluviometri ad acquisizione automatica;
- idrometri ad acquisizione automatica.

Per ogni sito di indagine e per ogni profilo sismico, dovranno essere eseguiti rilievi topografici di dettaglio (in scala 1:500 a 1:1000), da inquadrare nella cartografia prodotta da aereofoto (in corso di progettazione) il cui piano di spesa è anch'esso previsto nella Ordinanza del Commissario di Governo nr.251/99.

La disposizione spaziale sarà definita sulla base dei risultati già acquisiti con la prima fase del Presidio Territoriale.

Le quantità ed il tipo di strumentazione, che potranno in ogni caso subire variazioni in funzione delle risultanze delle indagini, saranno individuate dal C.U.G.RI. a seguito di approvazione da parte del Consiglio Scientifico del G.N.D.C.I. dell'indagine prototipo eseguita dall'U.O. 2.38.

Le risultanze delle indagini costituiscono la base per la validazione del modello di innesco dei fenomeni di primo distacco per il quale si rimanda al par. 4.1 della presente relazione.

3. La strategia complessiva di intervento

La strategia di intervento su cui è basato tale programma è definito da alcune scelte fondamentali.

Il sistema di interventi è complesso e integrato, cioè prevede contemporaneamente interventi strutturali di sistemazione idrogeologica e interventi non strutturali, di organizzazione sociale, come quelli di protezione civile, e di regolamentazione d'uso del territorio (misure di salvaguardia e piani regolatori).

Il sub-sistema di interventi strutturali è basato, prevalentemente, su ben noti criteri di sistemazione dei bacini montani, che vengono però razionalizzati in accordo con i notevoli progressi ottenuti, negli ultimi decenni, dalla ricerca scientifica nel settore delle colate rapide.

Il criterio seguito dall'Unità Operativa nella definizione delle tipologie di intervento è quello di ridurre i fenomeni di primo distacco e di controllare la colata piroclastica nelle diverse fasi di formazione, propagazione e arresto, rinunciando a bloccare l'intero volume coinvolto dalla colata.

A tale proposito, va infatti osservato che, di norma, gli interventi strutturali volti all'arresto del flusso di colata (grandi briglie e/o grandi vasche di trattenuta del materiale solido), oltre ad essere troppo costosi, costituiscono un sistema rigido e in definitiva troppo rischioso, incrementando la vulnerabilità dei territori a valle per eventi superiori a quelli di progetto. Inoltre, un sistema "forte" di blocco del processo di colata indurrebbe nelle comunità a rischio un falso senso di sicurezza.

Il sub-sistema di interventi strutturali è di tipo organico ed integrato, in quanto prevede contemporaneamente interventi di sistemazione idraulico-forestale nei bacini di raccolta e di formazione delle portate ed interventi di stabilizzazione del fondo alveo e consolidamento delle pendici nei valloni montani, nonché strutture di dissipazione di energia e di deviazione, di sedimentazione e di laminazione nelle aree pedemontane. Il tutto programmato a scala di bacino, ovvero nel rispetto degli equilibri globali dell'intera area d'interesse.

In sintesi il sistema di interventi strutturali proposto può essere, quindi, definito:

- "robusto e sostenibile", nel senso che per un evento più gravoso di quello di progetto si ha, comunque, una mitigazione del rischio;
- "organico e non localistico", nel senso che viene programmato a scala di bacino, cioè tenendo presente non solo gli effetti locali degli interventi, ma anche gli effetti nelle zone più a valle;
- "integrato", in quanto prevede contemporaneamente interventi di sistemazione idraulico-forestale sul bacino di formazione, interventi di stabilizzazione del fondo e di consolidamento delle pendici nei valloni montani, opere di dissipazione di energia, di deviazione, di sedimentazione e di laminazione nelle aree pedemontane.

Gli interventi non-strutturali sono finalizzati alla mitigazione del rischio attraverso la riduzione dei beni esposti al danno. Essi sono articolati su due diversi livelli: il primo, consiste nell'organizzazione del programma di emergenza, il secondo nell'adozione di misure di salvaguardia.

L'organizzazione del programma di emergenza si concretizza attraverso la progettazione del sistema di monitoraggio, la valutazione di un indice di soglia pluviometrica o, eventualmente, di preannuncio dell'innescio dei movimenti franosi e, infine, un sistema di supporto alle decisioni per la gestione ed il superamento dell'emergenza.

L'adozione di misure di salvaguardia deve essere realizzata sia sulla base di normative nazionali (vincoli idrogeologici), sia sulla base di regolamentazioni d'uso del territorio attuate da parte delle Autorità di Bacino competenti.

3.1. *Gli interventi già realizzati: la sistemazione idraulica dell'area pedemontana*

Gli interventi della prima fase sono stati finalizzati da una parte, a ripristinare la funzionalità idraulica dei tratti interrati e, dall'altra, a stabilizzare le sezioni di deflusso dei tratti erosi, attraverso la realizzazione di briglie e muri di sponda. Inoltre, con tali interventi si è cercato di razionalizzare il sistema di smaltimento delle portate di piena, applicando 2 criteri principali.

Il primo consiste nel proporzionare gli alvei alle portate di piena idriche, di carattere "ordinario" (cioè, dovuto a piogge estreme con trasporto solido ordinario in sospensione e al fondo) e non per il trasporto delle colate, che sono viceversa eventi straordinari.

Il secondo criterio è stato quello di razionalizzazione della rete di drenaggio, nel senso di adeguare la capacità di portata dei canali fino alle aree urbanizzate, in modo tale che un'eventuale esondazione per portate maggiori di quelle di progetto avvenissero in testa ai canali pedemontani e non a ridosso degli abitati.

E' stato così anche risolto il problema della mancanza di punti di recapito adeguati (si ricordi il problema delle strade alveo) allo smaltimento delle portate di piena dei bacini montani.

La verifica della efficacia delle opere realizzate rappresenterà una delle prime attività secondo modalità...

4. Sviluppo di strumenti e metodologie volte alla definizione delle tipologie, alla programmazione e al dimensionamento degli interventi, nonché alla ripermetrazione delle aree a rischio

Le linee guida redatte nel luglio 1998 dall'Unità Operativa 2.38, individuavano la tipologia di interventi realizzabili sulla base delle conoscenze acquisite nel corso di ca. 60 gg. di indagini e studi. Individuavano, altresì, le indagini e gli studi da svolgere per una più approfondita conoscenza dei fenomeni di innesco e di evoluzione delle colate. Indicavano, infine, le indagini, teorico-sperimentali, propedeutiche ad una corretta progettazione delle opere.

Gli aspetti salienti degli studi da svolgere per il raggiungimento degli obiettivi prefissati sono qui di seguito illustrati.

4.1. *Modellazione dell'innesco*

Ai fini della gestione dell'emergenza e della messa in sicurezza dei centri abitati, un ruolo di primaria importanza è giocato dalla comprensione dei fenomeni di primo distacco e dalla disponibilità di modelli in grado di valutarne, su basi oggettive, i fattori predisponenti e le cause innescanti. Modelli siffatti rendono, infatti, agevole l'individuazione di strategie adeguate per la predisposizione di idonei strumenti di previsione e prevenzione sia in termini di sistemi di allerta, preallarme ed allarme che di realizzazione di opere di consolidamento. Tali sistemi devono essere finalizzati alla salvaguardia delle popolazioni,

con adeguati margini di sicurezza, ma devono impedire, nel contempo, l'insorgere di inutili e dannosi allarmismi conseguenti a ingiustificate evacuazioni, decise a seguito di valutazioni troppo prudentiali.

Per la rilevanza attribuita al tema, l'U.O. 2.38 ha, da una parte, favorito e sollecitato gli studi delle altre Unità Operative anche contribuendo, per quanto possibile, al finanziamento di alcune delle attività svolte e, dall'altra, ha provveduto, in proprio, agli approfondimenti già delineati e discussi nella relazione trasmessa al Dipartimento della Protezione Civile il 20/11/1998 oltre che in quella allegata al "Piano degli interventi....".

Pur nella ristrettezza dei tempi e delle risorse finanziarie disponibili, gli approfondimenti hanno riguardato molteplici aspetti del problema e si sono concretizzati negli elaborati sulle proprietà meccaniche delle coltri piroclastiche, nei rilievi topografici, nell'indagine storica, nelle attività di Presidio Territoriale etc..

L'insieme dei dati acquisiti ha consentito di delineare un soddisfacente, seppure preliminare, quadro di riferimento per questioni specifiche ed ha fornito, nel contempo, lo spunto per alcune interessanti riflessioni sull'ambiente fisico di riferimento oltre che sulla genesi e sulle modalità di evoluzione delle colate che in esso hanno sede.

Il contesto nel quale si generano ed evolvono i fenomeni franosi non è assimilabile ad un ambiente statico nel quale, all'improvviso e senza alcun preavviso, si innescano eventi dalle conseguenze catastrofiche. Deve essere, piuttosto, riguardato come un sistema dinamico nel quale hanno sede una molteplicità di fenomenologie dalle caratteristiche, e dagli effetti a valle, estremamente variabili nel tempo e nello spazio.

Le fenomenologie consistono in piccoli distacchi delle porzioni sommitali e/o delle pareti laterali degli impluvi, nell'erosione e/o nella instabilità, talora di rilevante entità, degli accumuli rispettivamente presenti nelle porzioni basse ed in quelle alte degli impluvi, e così via.

Il prevalere di una fenomenologia rispetto ad un'altra o la manifestazione congiunta di più fenomenologie, così come gli effetti prodotti a valle, dipendono dallo stadio evolutivo complessivo dell'ambiente fisico di riferimento, dalle caratteristiche dell'evento pluviometrico, dalla stagione nella quale l'evento pluviometrico si manifesta etc.. Chiare, seppure preliminari, indicazioni sono fornite a tale riguardo da alcune delle elaborazioni contenute negli elaborati prodotti dal "Presidio Territoriale" e dalle considerazioni svolte a commento dei risultati forniti dall'indagine storica sulle colate di fango nel territorio campano.

Si osserva a tale riguardo che ulteriori conferme sono derivate da un'indagine pilota eseguita in un bacino di frana campione eseguita negli ultimi mesi dall'U.O. 2.38. L'indagine in questione ha fornito, inoltre, interessanti indicazioni sui criteri da seguire per la individuazione e caratterizzazione dei volumi potenzialmente instabili ed ha costituito, nel contempo, un valido supposto per un modello preliminare di innesco dei fenomeni di primo distacco messo a punto dall'U.O. 2.38.

Si ritiene che sia le metodologie di indagine che il modello di innesco debbano essere validati dal Consiglio Scientifico del G.N.D.C.I. per tutte le determinazioni che ne potrebbero derivare.

L'adozione di un modello generale in grado di inquadrare, in un contesto organico di riferimento, le fenomenologie osservate è, infatti, ammissibile soltanto a seguito di una validazione scientifica delle previsioni che il modello è in grado di formulare, in quanto dai modelli possono scaturire la normalizzazione della vita nelle aree dei cinque comuni a rischio di colate di fango e, laddove adeguatamente utilizzati, indispensabili elementi di valutazione per la progettazione degli interventi strutturali.

4.2 Modellazione matematica dei fenomeni di colata

L'uso della modellazione matematica rappresenta, nel caso dei fenomeni di colata, non tanto uno strumento necessario per la gestione della fase di emergenza, ma soprattutto per la pianificazione di interventi strutturali e non, per la successiva gestione del territorio e per verificare l'efficacia degli eventuali interventi strutturali proposti.

Va tenuto infatti presente che, dal punto di vista ingegneristico e della Protezione Civile, è importante conoscere la massima distanza che può essere raggiunta dalle colate di fango e, quando possibile, i valori di altezza e di velocità raggiunti nelle diverse aree interessate dal fenomeno di caduta della colata. Ciò, soprattutto, allo scopo di quantificare i possibili danni conseguenti, a uomini e cose, per l'urto di tali masse.

In linea di principio, sono possibili due diversi tipi di approccio, di complessità progressivamente crescente: approccio "monofase" ed approccio "bifase".

In effetti, nonostante sia chiaro che le colate siano una miscela bifase, la complessità dello studio derivante da un approccio bifase ha, anche nel più recente passato, indotto i ricercatori ad indirizzarsi verso modelli interpretativi più semplici, che trattano le colate alla stregua di un fluido monofase caratterizzato da un comportamento non newtoniano.

I modelli monofase attualmente disponibili si basano, sostanzialmente, su equazioni del tipo di quelle del de Saint-Venant. Per ottenere una buona definizione delle grandezze in studio, senza incrementare eccessivamente l'impegno computazionale, è possibile realizzare modelli che accoppiano una risoluzione monodimensionale applicata ad elementi di tipo "canale" ad equazioni bidimensionali applicate ad elementi del tipo "cella" valevoli per la zona di espansione.

L'approccio monofase, pur non fornendo informazioni sui meccanismi interni alla colata, risulta certamente applicabile, se opportunamente tarato, allo studio in particolare dei fenomeni di trasporto. Con tale approccio, l'arresto e deposito della colata è tuttavia simulato in maniera assai semplificata, attraverso l'introduzione di uno sforzo di soglia.

L'approccio monofase richiede la definizione delle caratteristiche reologiche del materiale che compone la colata. Tale caratterizzazione potrà essere ricavata dai risultati della modellazione fisica e da una back analysis degli eventi verificatisi in Campania nel maggio 1998.

L'approccio bifase prevede la scrittura di tre equazioni: due equazioni di continuità (alternativamente: una per ciascuna fase, oppure una per la miscela ed una per una qualsiasi delle fasi), e l'equazione del moto della miscela. Con tale approccio appare possibile simulare in maniera più sofisticata anche i fenomeni di interazione con il fondo e di arresto e deposito della colata.

Attese le incertezze insite nella scelta del particolare modello da utilizzare, l'attività da svolgere dovrà consistere, in una prima fase, proprio nella raccolta ed analisi critica degli approcci e dei modelli disponibili, cui seguirà una seconda fase nella quale verrà effettuata l'implementazione, verifica e validazione dell'approccio ritenuto più idoneo.

In tale fase, si provvederà anche ad effettuare un confronto tra i diversi modelli disponibili, in modo da individuare le similitudini e le eventuali incongruenze, e evidenziare quali possono essere i risultati ottenibili allo scopo di individuare la linea di demarcazione tra le aree maggiormente a rischio di colata e quelle a minore rischio (linea rossa).

Le attività di modellazione numerica si dovranno svolgere parallelamente ed in stretto contatto con le attività di modellazione fisica. Quale che sia il modello ritenuto più idoneo i parametri necessari per la taratura del modello matematico saranno forniti sia dalla

modellazione fisica sia da una back analysis degli eventi avvenuti in Campania nel maggio 1998.

4.3 Modellazione fisica dei fenomeni di colata

La modellazione fisica sarà volta principalmente a verificare l'efficacia di alcune tipologie di opere quali ad esempio: briglie, isolate o disposte in serie, canalizzazioni, deviazioni, particolarità morfologiche, vasche di deposito e/o deviazioni.

La modellazione fisica dei fenomeni di propagazione e deposito, nonché dei fenomeni dissipativi e di attenuazione indotte dalle tipologie di opere precedentemente descritte, sarà effettuato con riferimento ad interventi tipo, sarà anche possibile, per un numero assai limitato di opere singolari di particolare impegno, realizzare modelli ad hoc che riproducano situazioni reali.

Le prove su modello fisico avverranno in tre fasi: caratterizzazione reologica dei materiali costituenti le coltri piroclastiche interessate dagli eventi del maggio 1998, modellazione fisica su modello a grande scala, modellazione di soluzioni progettuali specifiche.

Nella corso della prima fase si provvederà ad individuare il modello reologico da inserire nel più generale modello matematico di propagazione e di arresto delle colate e di individuare le miscele monofase, od eventualmente bifase da utilizzare nel modello fisico. Il comportamento del materiale verrà studiato inizialmente mediante reometri di tipo classico, successivamente verrà valutata l'opportunità di realizzare una canaletta di dimensioni contenute (5-6 m) a fondo inclinabile al fine di una valutazione indiretta dei parametri reologici da condizioni di moto pseudo-uniformi.

Nel corso della seconda fase sarà progettato e realizzato un modello fisico di grandi dimensioni in scala non inferiore a 1:20 che, pur non riproducendo alcuna situazione particolare, sarà comunque idoneo a rappresentare le principali caratteristiche dei fenomeni verificatisi nel maggio 1998.

La canaletta, eventualmente a pendenza variabile lungo il percorso, consentirà di approfondire le conoscenze relative alle fasi di propagazione e deposito.

Nella terza fase, una volta completata la fase di studio di carattere più generale, sarà verificata la possibilità di realizzare un massimo di tre modelli ad hoc per opere di particolare importanza ed impegno che il Commissariato di Governo vorrà sottoporre a verifica sperimentale.

Le esperienze sui modelli fisici in scala ridotta saranno condotte su un numero massimo di tre diverse configurazioni per ogni opera. In ogni caso per ciascun modello saranno effettuate non più di sei esperienze in totale. Almeno una delle sei esperienze sarà svolta ad individuare il comportamento delle opere nei confronti di più usuali fenomeni di piena.

Le modalità di effettuazione delle prove e le eventuali modifiche alle configurazioni saranno preventivamente concordate con il Commissariato che potrà decidere autonomamente se effettuare o meno tutte le esperienze su un'unica configurazione o a più configurazioni.

Al termine delle esperienze condotte sui modelli in scala ridotta sarà redatta una monografia volta a descrivere presupposti e modalità di svolgimento delle prove nonché i risultati di volta in volta conseguiti.

5. Definizione della pericolosità degli eventi di colata e dei criteri di valutazione del rischio

Nella progettazione e/o verifica degli interventi, nonché per la valutazione delle aree a rischio, devono essere presi a riferimento convenzionalmente una serie di eventi di colata. Tali eventi possono essere differenti per caratteristiche o probabilità di accadimento a seconda delle finalità per le quali sono definiti.

In particolare, nella fase di verifica, tali eventi devono consentire di valutare l'elasticità del sistema di difesa che si andrà ad attuare, dove per elasticità del sistema si intende la capacità di difesa per eventi diversi da quelli di progetto.

Gli eventi di colata sono definibili una volta sviluppati il modello di innesco dei fenomeni di primo distacco e le modalità di evoluzione della dinamica delle colate.

In particolare, per quest'ultimo aspetto, si provvederà alla definizione dei seguenti scenari di evento.

1. Evento di progetto del sistema di canalizzazioni pedemontane ad elevata probabilità di accadimento: evento di piena con periodi di ritorno di 100 anni, finalizzato alla verifica del sistema di canalizzazione pedemontano rispetto ad eventi meteorici di notevole entità, in grado di dare origine a cospicue portate idriche.
2. Evento di verifica del sistema integrato di media probabilità: evento di colata originato dal distacco di volumi "attesi" di coltre che non è stato possibile stabilizzare, finalizzato alla verifica degli effetti del sistema di interventi sulla mitigazione del rischio.
3. Evento catastrofico di colata fissato sulla base di soli criteri geomorfologici, finalizzato all'individuazione delle aree per la messa in sicurezza dei beni a rischio.

Assegnati gli eventi di verifica e di progetto è possibile procedere alla verifica degli interventi nonché alla conseguente ripermimetrazione delle aree a rischio.

6. Definizione delle tipologie di intervento e criteri di dimensionamento

L'analisi dell'innesco nonché i risultati dello studio su modello fisico e della modellazione matematica saranno funzionali alla definizione delle tipologie ottimali delle opere strutturali necessarie per la messa in sicurezza dei centri abitati.

In particolare lo studio dei meccanismi di innesco e di evoluzione delle colate con l'ausilio del modello fisico e di quello matematico, consentirà di sintetizzare le specifiche tecniche riguardanti gli studi ed i calcoli propedeutici alla progettazione di ciascuna tipologia di opera. In linea generale non sarà, comunque, escluso il ricorso alla modellistica fisica per la progettazione nei casi di maggiore incertezza.

La definizione delle tipologie ottimali di intervento non potrà prescindere dall'attività manutentiva prevista sugli interventi stessi.

6.1 La manutenzione ordinaria e straordinaria

Aspetto fondamentale è la programmazione delle attività di manutenzione ordinaria e straordinaria dei versanti, dell'alveo e delle opere di sistemazione. La realizzazione del piano di manutenzione delle opere è peraltro specificamente previsto dalle norme in vigore.

Le specifiche tecniche riguarderanno quindi anche la redazione del programma di manutenzione delle opere, che accompagnerà i progetti redatti, nonché le attività che un efficiente presidio territoriale, con ruolo di controllo e di vigilanza, dovrà eseguire per la verifica della corretta attuazione dei programmi di manutenzione stessi. In particolare il presidio territoriale potrebbe certificare, periodicamente, lo stato delle opere di difesa e la qualità delle attività di manutenzione, segnalando, ove necessario, le carenze.

7. Riperimetrazione delle aree a rischio ed individuazione dei fabbricati da delocalizzare

Una volta definita la tipologia delle opere e compiuta la programmazione degli interventi, è possibile individuare le aree di rischio secondo diversi scenari, corrispondenti ai diversi livelli di attuazione degli interventi stessi.

Nella prima fase l'U.O. 2.38 definì la zona rischio sulla base di criteri puramente geomorfologici, corrispondenti a livelli di rischio assolutamente bassi. Tale area di rischio, corrispondente all'*evento di verifica catastrofico* definito al par. 5, risulta utile all'individuazione delle aree di alto livello di sicurezza, funzionali alle attività logistiche di protezione civile.

Dall'analisi dei risultati rispetto alla seconda tipologia di evento indicata al par. 5, *l'evento di verifica del sistema integrato di media probabilità*, saranno individuate due nuove fasce di rischio.

La prima riguarderà quelle aree nelle quali sono ubicati edifici civili per i quali il livello di rischio sia eccessivamente elevato, ovvero le condizioni logistiche rendano inefficiente un qualsiasi piano di evacuazione, ovvero la loro localizzazione interferisce con gli interventi strutturali.

La seconda riguarderà le aree per le quali dovrà essere strutturato uno specifico programma di emergenza.

Le due nuove fasce, inoltre, saranno entrambe oggetto di misure specifiche di salvaguardia volte alla regolamentazione d'uso del suolo secondo modalità che non incrementino i livelli di rischio.

8. Revisione del sistema di attivazione del servizio di protezione civile (soglia pluviometrica)

Al fine di salvaguardare le comunità residenti nei comuni di Bracigliano, Quindici, San Felice a Canello, Sarno e Siano, dal rischio di nuovi fenomeni di colata di fango è stato predisposto un piano interprovinciale di emergenza, ai sensi dell'Ordinanza n. 2863 datata 8/10/1998, che prevede tre diversi livelli così distinti in funzione delle strutture operative che vengono coinvolte:

ATTENZIONE: viene attivato con l'emissione da parte del Centro Operativo Aereo Unificato - Veglia Meteorologica del Dipartimento della Protezione Civile (COAU-Veglia Meteo - DPC) di un "Avviso di avverse condizioni meteo" o di un "Bollettino meteo"

con il quale viene segnalato un previsto peggioramento della situazione meteorologica nella zona dei cinque Comuni. Tale livello viene anche attivato nel caso in cui, in assenza di avviso meteo, venga superato un fissato di valore di precipitazione in uno dei cinque pluviografi in telerilevamento dislocati nella zona. Il raggiungimento del livello di attenzione determina l'apertura dello stato di presidio presso il SIMN di Napoli e la convocazione da parte dei sindaci dei centri operativi comunali;

PREALLARME: viene attivato quando il valore medio delle precipitazioni registrate ai pluviografi rappresentativi di ciascun Comune supera il corrispondente valore fissato nel piano interprovinciale di emergenza. Nella fase di preallarme vengono allertate solo le strutture di protezione civile;

ALLARME: viene attivato quando il valore medio delle precipitazioni registrate ai pluviografi rappresentativi di ciascun Comune supera il corrispondente valore fissato nel piano interprovinciale di emergenza. In questa fase viene direttamente coinvolta la popolazione.

I predetti livelli hanno lo scopo di attivare con sufficiente margine di tempo i diversi soggetti coinvolti nel servizio di protezione civile così da rendere possibile l'attuazione delle misure di emergenza previste nel piano interprovinciale di intervento.

Come è facile evincere dalle definizioni sopra riportate, l'individuazione delle diverse condizioni di allarme avviene in base al superamento di valori critici, o soglie, di tipo pluviometrico. In pratica viene preso in considerazione il solo valore dell'altezza di precipitazione registrato dalla rete pluviometrica locale in telemisura appositamente installata dal Dipartimento della Protezione Civile, sia misurato durante l'evento meteorico, sia cumulato a partire da un prefissato istante di riferimento. Tale scelta è motivata dal fatto che questo è un dato facilmente misurabile e direttamente correlabile con l'innesco di colate di fango.

Il fenomeno in esame, però, non si presta ad una schematizzazione concettuale di tipo semplice. E' stato pertanto necessario procedere all'individuazione dei valori delle soglie pluviometriche secondo successivi livelli di indagine ed approfondimento della metodologia adottata.

I risultati degli studi idrologici finora sviluppati (cfr. relazioni U.O.) potranno certamente essere migliorati sulla base delle nuove conoscenze sia dal completamento delle attività conoscitive e del sistema di monitoraggio di par.2, sia dagli studi afferenti al modello di innesco di cui al par. 4.1.

In prima analisi saranno ritirati gli indicatori pluviometrici di allerta ed allarme già proposti. Non si esclude la possibilità di definire nuovi indicatori alla luce delle nuove conoscenze acquisite.

In aggiunta si avvierà un progetto sperimentale per la determinazione dei livelli di allarme che dovrebbe consentire la definizione di un sistema precursore di evento direttamente legato allo stato del sistema fisico di riferimento ed, in particolare, a quelle grandezze indicative delle condizioni stabilità delle coltri piroclastiche in sede.

Nello sviluppo di tale progetto, basato sull'implementazione di un modello completo di versante, un rilevante supporto sarà fornito dal sistema di monitoraggio e dall'attività del Presidio Territoriale, al quale è demandato il controllo degli effetti prodotti dalle precipitazioni sul territorio ed il monitoraggio dei versanti.

AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE, SICUREZZA IDROLOGICA DELLE DIGHE ESISTENTI (ARA-SIDE)

Responsabile della sub unità: prof. Beniamino Sirangelo.

Collaboratori della sub unità: ing. Giuseppe Benevento, ing. Francesco Pellegrino.

Livelli di sicurezza

In estrema sintesi, la valutazione della sicurezza delle dighe esistenti in relazione agli eventi di piena può essere descritta lungo due direttrici.

La prima prevede l'utilizzazione dell'ulteriore informazione idrologica accumulatasi nel corso degli anni di esercizio della diga ai fini di una nuova valutazione delle leggi probabilistiche descriventi gli eventi di piena. A tal proposito va ricordata la possibilità di definire un sistema di controllo del comportamento idrologico del serbatoio, basato sulle registrazioni dei livelli idrici rilevati nel periodo di esercizio.

La definizione di un valido approccio metodologico permetterà di ottenere un'omogenea valutazione dei livelli di sicurezza delle dighe esistenti e potrà permettere, in un secondo momento, la formulazione di opportuni standard di sicurezza il cui soddisfacimento potrà essere richiesto per le dighe di nuova costruzione.

Nell'ambito della stessa problematica, al fine di definire i livelli standard di sicurezza, si potrà ricorrere ai metodi dell'analisi decisionale o analisi del rischio, in cui si tende a privilegiare il confronto tra i costi necessari ad aumentare la sicurezza del territorio ed i minori danni che da questa accresciuta sicurezza derivano. In tale ottica può risultare nè necessario nè economicamente conveniente attribuire a tutte le dighe lo stesso livello di sicurezza. L'esperienza di altri Paesi suggerisce infatti la possibilità di individuare più categorie di opere, caratterizzate ciascuna dai danni potenziali che possono essere previsti a valle come conseguenza del collasso. Questo approccio richiede un'attenta analisi degli effetti che l'ipotetica rottura della diga può provocare ed appare dunque evidente lo stretto interfacciamento con il progetto ESOPA.

Un altro aspetto che potrà essere oggetto di studio è la valutazione dell'aumento del livello di sicurezza di uno sbarramento provocato dall'introduzione del concetto di franco netto. Attualmente tale aumento varia da caso a caso non solo e non tanto perchè la normativa vigente fissa valori minimi di franco netto variabili con il materiale costituente lo sbarramento e con la dimensione della diga stessa, ma soprattutto perchè l'effetto di laminazione derivante da un assegnato sovrarzo dipende dai volumi di invaso che si rendono in tal modo disponibili e dall'andamento dei deflussi di piena.

Piena di progetto

La seconda direttrice di indagine prevede invece la possibilità di impiegare, sempre ai fini del conseguimento di una nuova valutazione delle leggi probabilistiche descriventi gli eventi di piena, in particolare nel campo degli eventi estremamente rari, i più recenti sviluppi della relativa modellistica statistica. In particolare potrà essere di grande utilità l'esperienza maturata, proprio in ambito CNR/GNDCI, circa l'impiego dell'analisi regionale per gli eventi di piena (progetto VAPI) e circa lo sviluppo delle tecniche di descrizione probabilistica degli eventi estremi.

Attualmente tale approccio probabilistico è generalmente seguito nei Paesi Europei. Esso è basato sul concetto di massima portata di piena corrispondente ad un assegnato periodo

di ritorno ovvero ad un'assegnata probabilità di superamento nella durata tecnico-economica dell'opera.

Negli Stati Uniti d'America e in altri Paesi generalmente extraeuropei il calcolo è invece basato sul concetto di piena massima probabile (Probable Maximum Flood, PMF). Ivi la piena di progetto è fissata come una percentuale della PMF.

Sono evidenti le difficoltà ed i limiti presenti in entrambi gli approcci. Nel primo caso si tratta spesso, soprattutto per le grandi dighe, di valutare portate di piena corrispondenti ad elevatissimi tempi di ritorno; mentre nel secondo caso dal punto di vista pratico, i diversi casi di superamento della PMF registrati, privano quest'ultima della prerogativa di costituire un limite superiore di tipo praticamente deterministico riconducendola ad un "parere ingegneristico rispetto alla piena di progetto" (Lave et al., 1990).

Potrà essere utile approfondire gli studi circa le tecniche di valutazione della portata di progetto sfruttando l'incremento di conoscenza relativo alle strutture spazio-temporali delle precipitazioni, all'analisi statistica delle serie di registrazioni pluviometriche ed idrometriche spazialmente distribuite, alla conoscenza delle caratteristiche geomorfologiche e di uso del suolo dei bacini, alle tecniche di analisi regionale delle misure idrologiche ed allo studio di dettaglio delle caratteristiche degli eventi idrologici estremi.

Infine l'attenzione sarà posta anche sulla necessità di definire, più che una portata di progetto, un'idrogramma di progetto, derivato da approcci deterministici o probabilistici. In questo secondo caso, infatti, si potrà valutare nel suo complesso il processo di smaltimento dell'onda di piena da parte degli organi di scarico delle dighe.

La valutazione delle condizioni geologiche-geotecniche nell'area di imposta della diga e nei versanti gravitanti o interessati dall'invaso artificiale è altresì un tema di utile collaborazione tra le Linee ad indirizzo idraulico-idrologico e quelle ad indirizzo geologico (Linea 2).

In particolare in corrispondenza di invasi artificiali di non recente esecuzione la stabilità delle sponde risulta essere, o essere stato, un tema sottovalutato e per il quale una rinnovata attenzione appare opportuna.

VALUTAZIONE DELLE PIENE DEI CORSI D'ACQUA E STUDIO DELLA RISPOSTA IDROLOGICA DI VERSANTE (VAPI – RIVERS)

Coord. Progetto Salvatore Gabriele

VALUTAZIONE DELLE PIENE

1. Premessa

Come risultato delle analisi svolte nell'ambito del progetto VAPI negli ultimi dieci anni è ormai disponibile una metodologia oggettiva ed omogenea per la valutazione delle portate di piena naturali su tutto il territorio italiano. Accanto ai successi conseguiti nell'ambito di tale progetto, una serie di problemi aperti suggeriscono la necessità di estendere la ricerca. In particolare il progetto VAPI ha permesso la stima regionale dei parametri di forma e di scala della distribuzione probabilistica delle piene, attraverso una procedura di analisi statistica. In questa fase, la necessità di una caratterizzazione fenomenologica dei risultati è risultata evidente per la necessità di identificare le componenti idrologiche più estreme.

In sintesi, il livello di maturazione scientifica e di validazione raggiunto con riferimento alle procedure di stima dei parametri di forma e di dispersione della distribuzione di probabilità delle piene può essere considerato alto al punto da fornire sicurezza all'utente interessato. Per dette procedure, gli ambiti di miglioramento rispetto a quelle ad oggi proposte sono quelli tipici dell'aggiornamento scientifico.

Diversa è la questione per quanto riguarda la stima della piena indice, laddove la forte dipendenza della stessa dalle caratteristiche climatiche, geologiche e morfologiche del bacino idrografico, richiede che siano analizzate, con lo stesso livello di approfondimento e omogeneità su territorio vasto, una gran messe di informazioni connesse con le specificità della risposta idrologica di versante. In questo ambito è da avviare una vasta ricerca che, partendo dal recepimento dei risultati più recenti in tema di modelli fenomenologicamente basati atti a simulare la produzione dei deflussi di piena e l'evoluzione temporale degli stessi alla scala di evento, permetta di allestire modelli previsionali di tipo probabilistico idonei per prevedere uno stato probabile del bacino e una risposta idrologica probabile dello stesso, fornendo così uno schema fisico-concettuale significativo per la stima della piena indice.

I risultati della ricerca confluiranno in un Sistema Informativo per l'Idrologia delle Piene, nel quale saranno contenute tutte le informazioni di base necessarie per l'applicazione delle procedure che, una volta validate, saranno suggerite per la stima delle piene sul territorio nazionale. In particolare potranno essere fornite

1. Carta delle unità territoriali idrogeomorfologiche omogenee; con riferimento alle quali saranno definite le procedure per la stima, in ambito probabilistico, dei parametri responsabili dei processi di assorbimento e di quelli che controllano il meccanismo prevalente di produzione del deflusso di piena (Dunniano, Hortoniano);
2. Carta nazionale dell'uso del suolo; ricavabile a seguito di rielaborazione, secondo procedure omogenee, di prodotti già disponibili quali CORINE.

3. Carta nazionale del clima medio; contenente le informazioni necessarie per la stima a scala di bacino di indici climatici. Sarà essenzialmente basata sulla mappatura delle isoiete e delle isoterme sul territorio nazionale.
4. Carta dei regimi fluviali; contenente una suddivisione dei bacini per regimi (nivale; a diverso grado di perennità, etc.). Da essa devono poter essere tratte indicazioni per la quantificazione della portata di base probabile nei periodi di piena;
5. Carta nazionale della vegetazione significativa; oltre alle informazioni statiche fornite dalla carta dell'uso del suolo, è necessario pervenire ad una valutazione della stabilità e della densità della copertura vegetale. Ciò può essere fatto con il ricorso a indici, tipo NDVI, ricavabili mediante elaborazione di immagini da satellite.
6. Carta nazionale dello stato probabile di umidità del suolo nei periodi di piena; i parametri di assorbimento dipendono oltre che dalle caratteristiche idrogeomorfologiche, dallo stato di umidità del suolo antecedente all'evento. In ambito probabilistico può risultare sufficiente conoscerne lo stato atteso durante i periodi di piena, cosa che può essere fatta mediante elaborazione di immagini da satellite.
7. Informazioni e metodologie necessarie per la stima dei tempi di risposta caratteristici dei bacini durante le piene; i tempi di ritardo tendono a stabilizzarsi all'aumentare del periodo di ritorno delle piene; le procedure ad oggi proposte per la stima, ancorchè empiriche, sono molto disomogenee da regione a regione. Il punto debole per la sua stima rimane la valutazione delle velocità caratteristiche di scorrimento sui versanti e nella rete fluviale.

Per alcuni di questi punti, il grado di conoscenza attualmente raggiunto è tale da consentire di puntare alla piena realizzazione del prodotto. E' il caso delle attività citate ai punti 2-3-4. Per altri vanno opportunamente definite le metodologie di elaborazione, ma è comunque possibile puntare alla definizione di prodotti concreti entro il triennio (è il caso delle attività 1, 5, 6 e 7). Le attività di cui ai punti 5 e 6 richiedono anche la messa a punto di metodologie non ancora consolidate, che nei primi anni avranno bisogno di momenti di impostazione e validazione su aree possibilmente coincidenti con quelle per le quali si ritiene di dover procedere a campagne di misure.

In questo breve documento vengono sinteticamente discusse alcune problematiche riguardanti i punti 1, 5 e 6 a titolo esemplificativo dello standard delle metodologie che si propone di adottare per la ricerca.

Carta delle unità territoriali idrogeomorfologiche omogenee

Alla luce delle considerazioni fatte risulta evidente la necessità di migliorare la stima dell'afflusso di piena, attraverso un vero e proprio bilancio idrologico del suolo, individuando delle unità territoriali idrogeomorfologiche omogenee a diversi livelli di scala spaziale. In ognuna di queste unità andranno identificati i fenomeni ed i parametri maggiormente significativi ai fini del bilancio di piena. A ciascun livello si definiranno criteri diversi di omogeneità, che tengano conto dell'effettiva variabilità dei parametri caratterizzanti l'infiltrazione.

Per quanto attiene ai criteri di classificazione delle unità idrogeomorfologiche si farà riferimento a i classici quattro livelli di classificazione gerarchica del sistema internazionale di cartografia geomorfologica (ITC) che formalizza i criteri metodologici e procedurali per l'individuazione di Unità Territoriali di Riferimento (UTR) alle diverse scale di analisi, trasferimento e rappresentazione. Tali UTR costituiscono le unità territoriali di base per la progressiva costruzione delle carte idrogeomorfologiche, attraverso l'inserimento in ciascuna UTR degli altri parametri di interesse (permeabilità, irregolarità superficiali, ...). La

verifica della significatività statistica dei parametri di interesse idrologico nell'ambito di ciascuna UTR rappresenta la fase di oggettivazione: la procedura per l'identificazione delle unità territoriali, dei processi e dei parametri, seguirà un processo iterativo operato a diverse scale: in fase di analisi preliminare verranno utilizzate tutte le informazioni a priori di tipo geomorfologico e pedologico, ottenendo così una classificazione che costituisca una base di partenza per la successiva verifica su base idrologica e statistica.

Questo tipo di procedura richiede la disponibilità di informazioni di diversa natura (in quantità e qualità) che non sono usualmente disponibili. Allo scopo, occorre definire un piano straordinario di monitoraggio e di indagini in sito in piccoli bacini che ricadono in una unità territoriale caratterizzata da un unico geomorfotipo, con stazioni idrometrografiche nella sezione di chiusura e sistemi di sensori sui versanti.

Si procederà in due fasi: (i) verranno identificati, sulla base delle analisi preliminari, dei bacini campione omogenei (sempre rispetto ad una scala assegnata) e allo stesso tempo rappresentativi di unità territoriale idrogeomorfologica; (ii) si integreranno i dati e le misure disponibili con indagini di campo, volte alla definizione dei parametri di risposta del bacino alle diverse scale.

Va osservato che il campo di interesse di questa indagine è ben più vasto di quello relativo al solo terzo livello di regionalizzazione del progetto VAPI. Ci si aspetta che i risultati di questo tipo di indagine siano utilizzabili: (i) in ambito di previsioni probabilistiche di piena attraverso una più efficiente stima delle precipitazioni efficaci; (ii) in ambito di preannuncio delle piene, attraverso lo sviluppo di una modellistica di trasformazione afflussi-deflussi di simulazione continua; (iii) l'indagine sperimentale condotta su bacini di limitata estensione o a scala di versante condotta nell'ambito di unità territoriali che comprendano aree prone a dissesti di versante, può risultare utile allo sviluppo di modellistica di simulazione continua per la previsione degli inneschi dei dissesti.

Carta nazionale della vegetazione significativa e Carta nazionale dello stato probabile di umidità del suolo nei periodi di piena

Le motivazioni che sostengono la proposta relativamente ai due punti in questione sono riconducibili agli stretti legami, esistenti tra parametri vegetazionali e parametri climatici caratteristici delle zone indagate. Tra i parametri climatici potrebbe in un certo senso essere compresa l'umidità del suolo, che è legata alle caratteristiche di densità e stabilità della vegetazione per il tramite del bilancio idrologico della zona. L'uso di sensori remoti potrebbe consentire riscontri oggettivi a questi legami, soprattutto considerando il fatto che l'analisi delle caratteristiche della vegetazione è possibile attraverso indici quantitativi (NDVI) dei quali possono essere rilevate anche le variazioni nel tempo, fornendo informazioni diverse e potenzialmente di utilità superiore a quelle fornite dalle mappe di uso del suolo.

Iacobellis ed al. (1998) hanno posto in evidenza che fattori decisivi nella definizione della distribuzione di probabilità delle piene sono quelli climatici 'caratteristici', cioè medi, dei bacini, in aggiunta a quelli geopedologici e di uso del suolo. Nel citato lavoro si mostra che i primi risultano attivi nel definire il numero medio annuo di piogge intense e la "resa" delle sollecitazioni piovose in termini di numero medio annuo di piene. I fattori d'uso del suolo e geopedologici concorrono essenzialmente a determinare la "resa" delle piogge intense in termini di valor medio e numero delle piene, con modalità meglio chiarite in Iacobellis e Fiorentino (1999).

Nell'ambito di indagine finora descritto una notevole fonte di informazione proviene dal Telerilevamento, per la sua capacità di fornire all'osservatore osservazioni qualitative e

quantitative su molti caratteri fisici connessi ai processi idrologici. In particolare è possibile rilevare su aree molto vaste, per esempio a scala di bacino, informazioni relative alla copertura vegetale, all'umidità del suolo e degli strati bassi dell'atmosfera, alla temperatura ed alla topografia, per citare solo i parametri più usati. In particolare, ricerche condotte fin dagli anni '80 in ambito idrologico (Bhaskar et al., 1988; Blanchard, 1981; Jackson and Schmugge, 1989; Engman, 1995a; Schmugge et al., 1980; Schmugge, 1997) hanno evidenziato la possibilità di valutare per via quantitativa le condizioni prevalenti di copertura vegetale e di umidità del suolo.

Questi due aspetti presentano stretta attinenza con le condizioni climatiche dominanti dell'area indagata.

In particolare, la vegetazione è positivamente correlata all'altezza di afflusso meteorico e negativamente correlata alla temperatura, risultando complessivamente cospicua in zone a bilancio idrologico positivo (precipitazione annua superiore all'evapotraspirazione). Per il monitoraggio della vegetazione è comunemente usato l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (Justice et al., 1985; McGinnis and Tarpley, 1985; Townshend and Justice, 1986; Prince and Astle, 1986).

Il principio di base è che osservando la radiazione riemessa dalle piante è possibile classificarne le caratteristiche principali, soprattutto in termini di densità fogliare, che è l'aspetto più direttamente legato alla presenza di clorofilla, responsabile della risposta spettrale della vegetazione alla radiazione solare. Inoltre, durante l'intera stagione di crescita, è possibile evidenziare le reazioni della copertura vegetale alle varie condizioni climatiche ed ambientali.

Diventa quindi possibile il confronto tra dati NOAA-NDVI con parametri climatici e meteorologici come la precipitazione e la temperatura. Risultati in tal senso sono già presenti in letteratura (Nicholson and Farrar, 1994; Grist et al., 1997; Kogan, 1995; Nunez et al., 1996; Santos et al., 1997; Hess et al., 1996; Caroti et al., 1994)

Per quanto riguarda le caratteristiche di umidità del suolo, un bilancio positivo tra afflussi ed evapotraspirazione comporta anche che essa si mantiene su valori apprezzabili, valori che crescono in zone molto umide fino a determinare condizioni di saturazione nei periodi antecedenti la gran parte degli eventi di piena significativi.

La determinazione delle caratteristiche di umidità del suolo da sensori remoti è uno dei primi e più importanti obiettivi che ci si è posti nelle applicazioni idrologiche del telerilevamento (es. Bhaskar et al., 1988, Engman, 1995b; Jackson and Schmugge; 1989; Chauhan, 1997). I sensori normalmente utilizzati per queste applicazioni sono quelli a microonde attive e passive, ma esistono anche approcci che tendono a determinare l'umidità del suolo per via indiretta (es. Carlson et al., 1995), che risultano particolarmente interessanti, perché ai fini di una valutazione globale delle caratteristiche di umidità antecedenti gli eventi di piena è necessario risalire a condizioni di umidità 'medie' attribuibili ad un certo bacino, che sono strettamente legate al bilancio idrologico ed al tipo ed alla stabilità della vegetazione presente.

2. Scheda di sintesi

Argomento

Il progetto di ricerca, coordinato nell'ambito del CNR-GNDCI, intende fornire prodotti, riferiti all'intero territorio nazionale, di supporto conoscitivo e metodologico alla determinazione della risposta idrologica dei bacini idrografici con particolare riferimento ai fattori dominanti rispetto alle caratteristiche probabili del fenomeno.

Durata

Il progetto avrà la durata di 4(5) anni

Unità Operative

La ricerca svolta da alcune Unità Operative (U.O.), nell'ambito di un gruppo di coordinamento, facenti capo ad alcune Università, ad alcune sedi del CNR-IRPI, ad Uffici Idrografici, ed alcune Autorità di Bacino.

Programma di lavoro tipo (relativo al solo punto 1)

Anno 1

Fase 1: Individuazione delle unità territoriali omogenee, scelta dei bacini sperimentali, definizione delle grandezze da monitorare alle diverse scale e delle modalità di indagine

Regimi pluviometrici e dei deflussi

I bacini dovranno essere rappresentativi di diversi regimi pluviometrici (continentale, sublitoraneo alpino e sublitoraneo appenninico) e di deflusso, in modo da comprendere anche il caso di bacini con contributo nivoglaciale ai deflussi.

Geologia

Dovranno essere rappresentate, in maniera il più possibile omogeneo, le seguenti classi litologiche:

- rocce metamorfiche compatte,
- rocce metamorfiche fratturate,
- calcari e dolomie compatte,
- calcari e dolomie con fenomeni di carsismo.

Terreni e suoli di copertura

I suoli di copertura dovranno essere di tessitura prevalente grossolana (sabbie e ghiaie), media (sabbie e limi) e fine (argille). La conoscenza già acquisita sulla geologia e sui terreni e suoli di copertura dei bacini dovrà essere sufficientemente dettagliata.

Dati disponibili

Verranno privilegiati, per la scelta finale, i bacini per cui esistano delle serie storiche di misure idrometriche estese temporaneamente, affidabili e, per limitare i costi, alla cui sezione di chiusura sia tuttora presente una stazione idrometrica. La densità dei pluviometri registratori esistenti deve essere già abbastanza elevata ($>1/50 \text{ Km}^2$), eventualmente da potenziare con l'installazione di nuovi strumenti. La presenza di stazioni meteorologiche vicine all'area in studio e di un radar meteorologico sarà ulteriore titolo di preferenza.

Altri requisiti

- A monte della sezione di misura non vi dovranno essere opere di derivazione, invaso o scarico da canali di raccolta delle acque provenienti da altri bacini, tali da alterare significativamente le portate di piena.
- I bacini, di area compresa, approssimativamente, tra 5 e 200 km^2 dovranno essere facilmente accessibili.
- I bacini potranno essere situate in aree prone al verificarsi di dissesti idrogeologici, segnalate nel progetto AVI del CNR-GNDCI. Particolare attenzione occorre prestare a che non si presentino anomalie nel regime dei deflussi di piena.

Al fine di definire la scelta dei bacini campione le diverse U.O. dovranno raccogliere le informazioni in loro possesso su alcuni bacini candidati. Parallelamente, verranno raccolte e catalogate le caratteristiche delle stazioni meteorologiche, pluviometriche e idrometriche delle aree scelte per lo studio, al fine di far ricadere la scelta finale sulle aree meglio monitorate o monitorabili.

A seguito di alcuni sopralluoghi la scelta dei bacini campione verrà finalizzata, in funzione della classificazione dei geomorfotipi effettuata nella fase preliminare .

Fase 2. Verrà progettato il potenziamento, qualora necessario, del sistema di monitoraggio, che comprenderà stazioni meteorologiche, pluviografiche e idrometriche.

Per le sezioni idrometriche, già esistenti, di cui la scala di deflusso non sia del tutto affidabile, verranno previste delle campagne di misura (topografiche ed idrometriche) o verranno realizzate le opere necessarie per la stabilizzazione della sezione.

Verranno pianificate le campagne delle *misure speciali*:

- misure della capacità di infiltrazione in campagna ed in laboratorio, delle curve granulometriche, della percentuale di scheletro (dominante, presente, assente), nel primo strato di suolo e di terreno di copertura (per circa un metro di spessore) (1000k£/stazione);
- in laboratori di fisica del suolo verranno determinati alcuni punti della curva di ritenzione, con almeno 4-8 punti curva/stazione, lo scheletro fine e la componente organica (200k£/stazione);
- misure delle proprietà fisiche (traccianti radioattivi naturali, temperatura, θ^8 , ...) per distinguere il contributo del deflusso superficiale da quello profondo;
- misure di portata durante periodi di morbida e di piena.

Fase 3: Contemporaneamente verrà effettuata la raccolta dei dati esistenti.

Le ricerche saranno svolte dalle seguenti Unità Operative:

- U.O. 1.1 - Dr. Virgilio Villi
- U.O. 1.2 Dr. Ermanno Busoni
- U.O. 1.4 Ing. Salvatore Gabriele
- U.O. 1.7 Prof. Lazzari
- U.O. 1.8 Prof. Renzo Rosso
- U.O. 1.9 Prof. Beniamino Sirangelo
- U.O. 1.10 Prof. Melisenda Giambertoni Ignazio
- U.O. 1.21 Prof. Mauro Fiorentino
- U.O. 1.26 Prof. Corrado Corradini
- U.O. 1.31 Ing. Giorgio Galeati
- U.O. 1.33 Prof. Baldassare Bacchi
- U.O. 1.34 Prof. Guido Calenda
- U.O. 1.43 Prof. Armando Brath
- U.O. 1.46 Sandro Moretti
- U.O. 1.47 Dott.ssa Florisa Melone
- U.O. 1.48 Prof. Antonio Castorani
- U.O. 1.49 Prof. Marco Franchini
- U.O. 1.50 Prof. Villani Paolo

Previsione e prevenzione dei danni causati dal moto ondoso sulle coste

Unità operative di Salerno, Catania e Reggio Calabria

PROGETTO COST/ONDE

GNDCl – LINEE 1 e 3

Previsione e prevenzione dei danni causati dal moto ondoso sulle coste:

Verifica dei modelli e indagini in campo ed in laboratorio.

(CUGRI-Salerno Linea 3 – Richiesta: 70 ML)

Istituto di Idraulica di Catania Linea 1 - Richiesta: 20 ML)

Nonostante l'ampiezza e la gravità del danno provocato dalle mareggiate, la maggior parte dei piani di previsione e prevenzione realizzati in Italia finora non considera i rischi collegati alle azioni del mare, e non esistono quindi criteri ufficiali o consolidati nella pratica. Mentre infatti l'erosione dei litorali è un problema ben conosciuto ed è oggetto di studio continuo, le tecniche di previsione dell'azione diretta delle onde in occasione di eventi eccezionali sono un settore di ricerca relativamente trascurato.

La produzione scientifica sui problemi di run up è naturalmente molto vasta, ed ha portato a formule o a procedure di calcolo collaudate ed affidabili. In seguito alle esperienze dell'UO di Salerno del progetto LIT, tuttavia, è emerso che molte situazioni relative alla protezione civile sono diverse da quelle del progetto delle opere portuali.

La cosa riveste una notevole importanza per la particolare natura delle analisi territoriali del rischio marino, che devono essere sviluppate per tutte le aree costiere, anche se le zone ad effettivo rischio sono relativamente limitate; l'obiettivo è dunque la produzione di carte, o meglio di scenari di rischio dinamicamente aggiornati: è necessario quindi, da una parte, sviluppare tecniche di analisi territoriali relativamente veloci per la valutazione del rischio potenziale attraverso lo studio statistico di probabilità e la simulazione delle azioni idrodinamiche delle onde, e dall'altra condurre un'analisi storica dei danni provocati in passato per individuare le aree più sensibili.

La situazione più tipica è quella di una costa relativamente bassa (spiaggia o scogliera) ma con sezione trasversale spesso molto complessa per la presenza di manufatti artificiali. In questo caso il calcolo del run-up di onde estreme, necessario per la valutazione del rischio, non può essere effettuato con le formule empiriche, che sono relative a situazioni molto più semplici. La via più promettente è quella dell'impiego di modelli di propagazione del moto ondoso basati sulla risoluzione numerica delle equazioni non lineari per le acque basse, già utilizzati con successo nel corso del citato programma LIT. Su bassi fondali, modelli di questo tipo sono in grado di riprodurre l'evoluzione e trasformazione di una mareggiata con uno spettro d'onda realistico fino alla riva e la conseguente interazione con strutture.

Tuttavia anche questo approccio presenta attualmente dei limiti dovuti da una parte alle ipotesi stesse che sono alla base delle equazioni impiegate, dall'altra alla mancanza di dati sperimentali di verifica e di calibrazione per le specifiche problematiche di difesa delle coste. La maggior parte dei dati disponibili, infatti, riguarda geometrie e condizioni tipiche di opere portuali e di difesa, e non coste dalla conformazione complessa. Il progetto qui presentato si propone appunto di approfondire le tematiche di impiego dei metodi numerici di simulazione del run-up su sezioni di costa realistiche, allo scopo di fornire uno strumento collaudato per la valutazione del rischio di mareggiate estreme.

In questo contesto va tenuto conto anche degli effetti dell'erosione che mutando continuamente lo stato dei litorali modifica continuamente le situazioni di rischio.

Le fasi logiche del progetto sono le seguenti.

- 1) Analisi dello stato dell'arte
- 2) Identificazione di situazioni reali
- 3) Verifica dei modelli
- 4) Studio sperimentale in laboratorio
- 5) Applicazioni e studio di campo

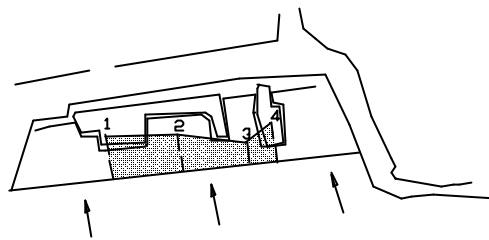
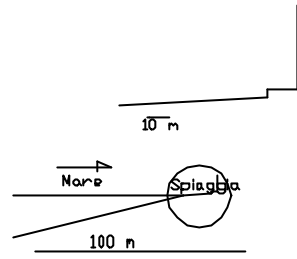
- 1) Analisi dello stato dell'arte

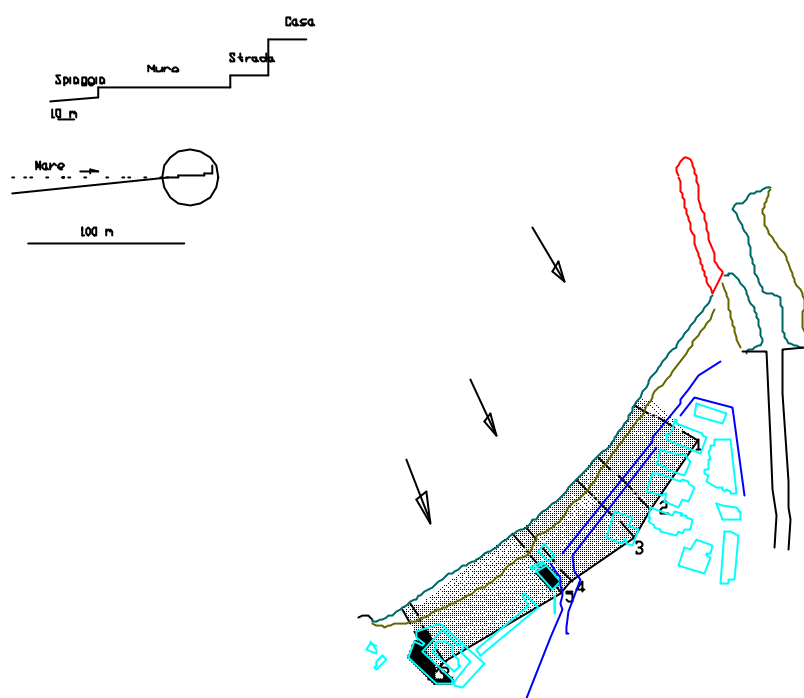
Questa fase prevede lo studio bibliografico della produzione scientifica in materia di modelli numerici per il calcolo di run-up e l'acquisizione e/o l'implementazione di qualcuno di questi. Le esperienze precedenti dell'UO di Salerno del LIT permettono comunque di abbreviare al massimo questa fase

- 2) Identificazione di situazioni reali

L'UO di Salerno dispone di un vasto data base geografico relativo alle coste della Provincia di Salerno, con situazioni che vanno dalle coste alte e rocciose alle spiagge, alle situazioni urbane. Da questa base di dati sono ricavabili sezioni ortogonali alla costa su cui sono stati poi calcolati gli scenari di allagamento attraverso diverse metodologie.

Le zone edificate, e quelle in cui sono presenti opere di difesa, sono le più complesse da studiare; alcune di esse verranno prese come esempio e verranno opportunamente schematizzate per le analisi teoriche e sperimentali descritte nel seguito. Si veda ad esempio la figura, da cui risulta la varietà e la complessità delle sezioni, con la presenza di pendenze diverse e di ostacoli verticali e subverticali.





3) Verifica dei modelli

In mancanza di dati sperimentali specifici relativi a sezioni complesse e con presenza di pareti verticali, è possibile unicamente un'analisi di sensibilità della soluzione ai parametri più critici. Per esempio, per una spiaggia seguita da un manufatto si potrà indagare sulla variazione del run-up calcolato al variare del rapporto tra altezza dell'onda incidente e l'altezza dell'ostacolo e dell'inclinazione dello stesso. In particolare, questa analisi dovrebbe permettere di valutare l'affidabilità di soluzioni ottenute sostituendo nello schema di calcolo le pareti verticali con pareti inclinate.

In questa fase si porranno le basi dell'indagine sperimentale di laboratorio che dovrà permettere di calibrare effettivamente le tecniche di calcolo alle situazioni reali di interesse. Si identificheranno inoltre i siti maggiormente a rischio e per essi si potrà prevedere un programma di monitoraggio che permetta di realizzare una verifica in campo.

4) Studio sperimentale in laboratorio

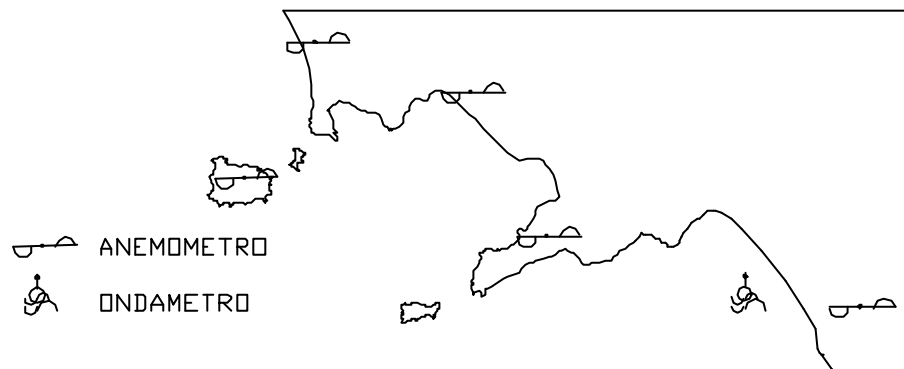
Questa fase sarà iniziata nel secondo anno, e proseguirà parallelamente alla fase 3. In una vasca dell'Università di Catania verranno realizzate in scala le sezioni di maggiore interesse e verranno sottoposte ad una serie di prove con onde sia monocromatiche che con spettri realistici per verificare l'attendibilità dei dati simulati ed eventualmente per ricavare opportuni coefficienti di correzione.

5) Applicazioni e studi di campo

Una volta messo a punto lo strumento di analisi, che consisterà essenzialmente in un sistema software adeguatamente tarato, esso potrà essere impiegato per la redazione di più accurate mappe di rischio delle aree costiere; ciò sarà fatto per alcuni tratti della costa della provincia di Salerno, dove sono già disponibili il data base costiero di cui si diceva prima e gli scenari di allagamento di prima approssimazione.

La disponibilità dell'ondametro direzionale e di alcune stazioni anemometriche di proprietà del Cugri rende possibile la realizzazione di un sistema di verifiche di campo che dovranno fornire importanti elementi per la verifica dei risultati; verranno dunque individuate una o più aree costiere di indagine sui cui verranno effettuati rilievi di risalita o di agitazione del moto ondoso in occasione di forti mareggiate. Tali aree si possono indicativamente individuare in una zona di coste basse all'estremità est del golfo di Salerno, ed in un'area riparata in vicinanza del Porto di Salerno.

Nella prima verrà realizzato un monitoraggio con rilievi fotografici o televisivi mentre nell'altra si installerà un sistema di rilievo del moto ondoso mediante rilievo delle pressioni sul fondo.



SITUAZIONE STRUMENTI

Successione temporale

La durata del progetto si estende per tre anni:

Nel corso del primo anno verranno esaurite la fasi 1 e 2, fatti salvi ovviamente gli eventuali aggiornamenti che continueranno per tutta la durata del progetto. Anche la fase 3 verrà iniziata attraverso l'uso di modelli NLSW monodimensionali che verranno

impiegati per le analisi di sensibilità di cui si è detto sopra. Verrà inoltre eseguita una progettazione di dettaglio del lavoro sperimentale di campo di cui al punto 5 e di laboratorio del punto 4

Il secondo anno sarà dedicato alla fase 4 (prove di laboratorio) ed all' inizio della fase 5 (Prove di campo)

Il terzo anno sarà dedicato principalmente alla fase 5 e cioè alle applicazioni ed alle verifiche di campo ed alla conclusione della fase 3, per arrivare alla calibrazione di uno o più modelli di run-up

Risultati attesi

Sviluppo di un modello di runup di acque basse con possibilità di inclusione di un modulo per la simulazione della modellazione del fondo erosione

Indagine in situ per la verifica di modelli e metodologia

Analisi di sensibilità della soluzione ai parametri più critici.

Previsione e prevenzione dei danni causati dal moto ondoso sulle coste:

analisi probabilistica ed indagini nel laboratorio naturale

(Dipartimento di Meccanica e Materiali – Reggio Calabria Linea 1 – Richiesta: 30 ML)

Nel primo anno di attività si prevede di completare il quadro previsionale del moto ondoso nei vari mari italiani, mediante il ricorso ai rilievi da satellite. Si prevede inoltre un confronto tra i livelli ondosi nei mari italiani e i livelli ondosi in altre aree del pianeta significative per la presenza in esse di strutture marittime. Si intende infine individuare la relazione che lega fra loro l'intervallo di campionamento dell'altezza d'onda significativa (H_s) e l'intervallo di confidenza della probabilità di superamento $P(H_s > h)$. Le finalità e le metodologie di tale lavoro sono descritte nel programma dettagliato per il 1999.

Nel 2000 e nel 2001 si effettueranno studi sull'efficacia di nuove soluzioni progettuali volte a contenere il rischio di danneggiamento di opere di difesa portuale e di strutture in mare aperto, vale a dire delle classi di strutture soggette all'azione più violenta delle onde di mare. In particolare verrà ricavata la conformazione più sicura dei cassoni delle dighe a muro e verranno studiate le forze delle onde su strutture isolate in mare e i conseguenti rischi di collasso.

Inoltre nel biennio 2000-2001 l'U.O. intende mettere in funzione un laboratorio di ingegneria marittima sul campo. Il laboratorio sarà ubicato sul lungomare di Reggio Calabria su un'area già ottenuta in consegna dal Demanio. Si tratterà del primo laboratorio in assoluto ad operare direttamente in mare anziché nelle tradizionali vasche per onde. Ciò sarà possibile grazie alle caratteristiche eccezionalmente favorevoli del mare di Reggio Calabria; un mare con onde che rappresentano eccellenti modelli idraulici in scala ridotta di forti mareggiate. Il laboratorio potrà essere molto efficace per studi finalizzati alla protezione civile: sia attraverso lo studio del comportamento in mare di modelli in scala

ridotta di strutture marittime, sia per lo studio dell'aggressione del mare a strade o edifici in prossimità della battigia.

Alla fine del triennio, l'U.O. aggiornerà le previsioni ondose per i mari italiani, utilizzando allo scopo i nuovi dati ricavati nel frattempo dalla rete ondometrica nazionale.

Risultati attesi

Verifica delle previsioni ondose nei mari italiani mediante impiego dei rilievi da satellite;

Confronto tra i livelli ondosi italiani e i livelli ondosi di altre aree mondiali significative per la presenza in esse di strutture marittime;

Individuazione della relazione che lega l'intervallo di campionamento dell'altezza d'onda significativa (H_s) e l'intervallo di confidenza delle $P(H_s > h)$ (= probabilità che la H_s superi una qualsiasi assegnata soglia in una assegnata località).

La verifica (i) ha una semplice finalità di controllo delle previsioni già effettuate da questa U.O. sulla base di dati rilevati da boe. Il confronto (ii) serve per capire se le strutture marittime italiane hanno gradi di sicurezza maggiori o minori delle strutture marittime di altre aree mondiali. Lo sviluppo analitico (iii) mira ad ottimizzare l'intervallo di campionamento delle boe del Servizio Mareografico Nazionale.

PROGRAMMA 1999

Finora l'U.O. ha predisposto un quadro piuttosto dettagliato del rischio onde lungo le coste italiane. Tale quadro si basa sui dati raccolti dalle boe del Servizio Idrografico Nazionale. Il passo successivo da compiersi nel 1999 prevede

una verifica con i rilievi ondosi dei satelliti;

(un confronto tra i livelli ondosi italiani e i livelli ondosi di altri mari del mondo.

La verifica (i) si rende necessaria soprattutto per il cosiddetto "caso Alghero". La boa di Alghero registra livelli ondosi veramente notevoli e nettamente maggiori di quelli degli altri mari italiani. Confronteremo dunque, a scopo di controllo, le altezze delle onde rilevate dai satelliti al largo della costa occidentale della Sardegna con le altezze delle onde registrate in aree del Tirreno, dello Ionio, dell'Adriatico e del Canale di Sicilia.

Il confronto (ii) serve ad inquadrare i mari italiani in un contesto mondiale. L'obiettivo ultimo è confrontare gli effettivi coefficienti di sicurezza delle opere marittime italiane e delle opere marittime di altre aree del mondo. I livelli ondosi di Atlantico e Pacifico saranno stimati con gli stessi criteri già utilizzati dalla nostra U.O. per i mari italiani. In questo modo il confronto tra l'altezza d'onda di Atlantico e Pacifico e altezze d'onda nostrane risulterà immediato e particolarmente efficace. Per la stima dei livelli ondosi oceanici analizzeremo le registrazioni della imponente rete ondometrica NOBC dell'agenzia statunitense NOAA. L'analisi dei dati NDBC è utile anche per proporre eventuali adeguamenti delle tecniche di misura adottate dal servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. In particolare la NOAA ormai adotta un intervallo di campionamento Δt_c di un'ora, laddove i nostri Servizi utilizzano un Δt_c di 3 ore. La differenza è rilevante: basti pensare che, a parità di tempo, una boa americana registra una massa di dati tre volte maggiore che una boa italiana. E' migliore la procedura americana o quella italiana? Per

rispondere bisogna ragionare in questi termini: minore è Δt_c maggiore è il numero di dati raccolti a parità di tempo, e quindi più piccolo è il livello della probabilità di superamento che può essere trattato. Peraltro più piccolo è Δt_c più ampio diventa l'intervallo di confidenza. Per individuare l'intervallo di campionamento Δt_c ottimale bisognerebbe dunque stabilire una relazione tra l'ampiezza dell'intervallo di confidenza e il Δt_c medesimo. Finora tale relazione non è stata individuata, e gli intervalli di confidenza vengono valutati in base alle consuete ipotesi di indipendenza stocastica. Cercheremo pertanto di ricavare la relazione che lega tra loro l'intervallo di confidenza e l'intervallo di campionamento per il processo aleatorio $H_s(t)$ (altezza significativa in funzione del tempo).

Progetto di ricerca
AREE A RISCHIO DI DEFICIENZA IDRICA PER FENOMENI DI SICCITÀ
(ARDI-SIC)
Coord. Giuseppe Rossi

1. La consapevolezza della vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento idrico al rischio di siccità si è accresciuta negli ultimi anni. La necessità di una migliore conoscenza della variabilità nel tempo e nello spazio delle siccità (meteorologica, agricola, idrologica) e di una più efficace preparazione per alleviare gli impatti economici, ambientali e sociali delle deficienze idriche sono largamente riconosciuti a livello mondiale ed europeo.
 Tra le numerose recenti iniziative volte a sviluppare la ricerca e a migliorare i processi decisionali in questo campo basti citare le attività dell'International Drought Information Center, attivo dal 1989 presso l'University of Nebraska e la proposta di creare una European Network on Drought Research and Mitigation (ENDRM) formulata nel Workshop on Drought and Drought Mitigation in Europe, organizzato nel marzo 1999 dal Centro Comune di Ricerca di Ispra e dall'Institute of Hydrology di Wallingford.
 In campo più strettamente idrologico sono anche da citare gli interessanti confronti tra le condizioni dei vari paesi europei riguardo alla possibilità di prevenzione dagli eventi idrologici estremi ed alla gestione dei sistemi idrici, contenuti nei volumi :
 - EURAQUA, Management and prevention of crisis situation: floods, droughts and institutional aspects, 1996;
 - FRIEND'97, Regional hydrology: concepts and models for sustainable water management, IAHS Publ.246, 1997.

2. In Italia sono state effettuate alcune indagini che possono considerarsi pionieristiche per l'analisi delle siccità (ad es. studi di Eredia sulla siccità in Puglia del 1908 e sulla siccità in tutta Italia del 1921), per l'impiego di metodi di analisi regionali nella valutazione degli eventi idrologici estremi (ad es. Seminario della Scuola di Gestione delle Risorse idriche del Centro Majorana di Erice nel 1980), come anche per la valutazione degli effetti sull'intero territorio italiano della grave siccità del triennio 1988-90 (cfr. risultati del gruppo di lavoro istituito dal Dipartimento della Protezione Civile). Con il progetto ARDI-SIC sviluppato nell'ambito della prima convenzione GNDCI-Dipartimento Protezione Civile sono stati raggiunti alcuni orimi significativi risultati di interesse per il Dipartimento nel campo della identificazione delle caratteristiche statistiche della siccità e dell'analisi della vulnerabilità dei sistemi di approvvigionamento idrico. Occorre quindi dare seguito alle attività svolte nel triennio 1996-98 e focalizzare l'attenzione sui problemi del preannuncio e monitoraggio della siccità e della preparazione preventiva delle misure di mitigazione delle deficienze idriche nei settori dell'approvvigionamento urbano ed agricolo.
 In particolare si ritiene indispensabile l'apporto del GNDCI alla delicata fase della concreta attuazione delle direttive sulla individuazione delle aree a rischio di crisi idrica (Allegato 6 del DPCM 4/3/1996 di cui alla legge 36/94) nonché alla attuazione della legge 225/1992 anche per l'auspicata estensione alla previsione e prevenzione del rischio di deficienza idrica dovuta a siccità.
 In particolare il Progetto di ricerca nel triennio 1999-2001 intende sviluppare i seguenti temi:

- sintesi delle procedure di elaborazione statistica delle caratteristiche della siccità e delle magre nei corsi d'acqua a diversi intervalli temporali;
- studio della fattibilità di un sistema di preavviso e monitoraggio delle siccità, comprensivo della scelta degli indici di siccità più opportuni e dell'analisi dei collegamenti con le attuali reti di raccolta delle informazioni idrologiche e di controllo dello stato delle risorse invase;
- definizione delle misure di mitigazione degli effetti delle siccità da adottare nell'ambito di un approccio proattivo sia per ridurre la vulnerabilità dei sistemi idrici (misure a lungo termine) sia da inserire in un piano di emergenza (misure a breve termine) con due progetti pilota nei territori della Sardegna e della Sicilia;
- determinazione della preferibile combinazione di tali misure nelle tre principali categorie di i) incremento delle risorse disponibili, ii) riduzione delle domande e iii) minimizzazione degli impatti per i vari settori di utilizzazione idrica (civile, agricola, industriale);
- individuazione delle forme di collaborazione europea e internazionale nel campo della siccità e delle misure di mitigazione.

Sembra opportuno inoltre avviare l'estensione dell'archivio delle aree vulnerate italiane alle siccità storiche più significative (con sviluppo della specifica metodologia di acquisizione delle informazioni, e di individuazione della estensione spaziale del fenomeno anche sulla base delle osservazioni pluviometriche e idrometriche).

Il progetto sul rischio di siccità e sulle misure di mitigazione è un progetto che affronta tematiche contenute in alcuni altri progetti già inseriti nell'Allegato Tecnico. In particolare:

- progetto 11. Aree vulnerate italiane
per l'acquisizione e archiviazione delle informazioni sulle siccità storiche sul territorio italiano (o parte di esso);
- progetto 13. Costituzione della rete nazionale di osservazione
per lo studio di fattibilità di un "Drought Watch System";

Una particolare attenzione è riservata ai progetti pilota nelle isole Sicilia e Sardegna che potranno utilmente integrarsi con i progetti già avviati con finanziamenti europei del programma INTERREG IIC Siccità e INCO-DC.

Il programma di ricerca potrà essere sviluppato con l'apporto delle stesse unità operative già operanti nell'ambito del progetto ARDI-SIC, con un efficace coordinamento con il progetto "Identificazione e sviluppo delle risorse idriche alternative".

I principali prodotti previsti comprendono:

- criteri di acquisizione, archiviazione e divulgazione delle informazioni sulle siccità storiche più significative sul territorio italiano;
- sintesi delle procedure di elaborazione delle serie idrometeorologiche al fine della caratterizzazione statistica di siccità e magre;
- analisi di fattibilità di un Drought Watch System a livello regionale o sovregionale;
- linee guida per la definizione e valutazione delle misure di mitigazione da inserire nei programmi di previsione e prevenzione del rischio di deficienza idrica.

Le ricerche saranno svolte dalle seguenti Unità Operative:

- 1.7 Università di Cagliari, Dipartimento Ingegneria del territorio, sezione di Ingegneria idraulica (G. Sechi)
- 1.12 Università di Catania, Istituto di idraulica, idrologia e gestione (G. Rossi)
- 1.21 Università della Basilicata, Dipartimento di ingegneria e fisica dell'ambiente (R. Viparelli)

1.32 Università di Palermo, Dipartimento di Idraulica e applicazioni ambientali (R. Mazzola)

Sarà inoltre coinvolta l'U.O. 1.15 (L. Versace) solo per la parte relativa alle interconnessioni con le attività di ricerca previste dal progetto INTERREG IIC Siccità, finanziato dalla Unione Europea.

Nel seguito sono riportate le proposte di attività delle singole Unità Operative coinvolte nel progetto.

1.7 Università di Cagliari, Dipartimento Ingegneria del territorio, sezione di Ingegneria idraulica (E. Lazzari, G. Sechi)

L'attività dell'U.O. di Cagliari si prevede avrà come obiettivi la collaborazione per la predisposizione di un sistema di monitoraggio del rischio di deficit idrici (Drought Watch System) e la predisposizione di un progetto pilota per l'attivazione delle misure di emergenza esteso ai sistemi di approvvigionamento della Sardegna meridionale.

Relativamente al primo obiettivo, sulla base delle esperienze già acquisite si ritiene che la sola informazione idrologica non sia sufficiente per monitorare il rischio di deficit. Poiché nell'isola la risorsa idrica superficiale risulta quella che fornisce la quasi totalità dell'approvvigionamento per i diversi usi, una procedura in corso di predisposizione, e che si ritiene sia possibile mettere a punto nel triennio, prevede il monitoraggio degli stati di invaso nei serbatoi di alimentazione e la valutazione, su una base temporale pluriennale dei rischi di deficit associati alle ipotesi di prelievo. In tale direzione si è d'altro canto sviluppata anche l'attività legislativa regionale che con le recenti Ordinanze del Commissario per l'emergenza idrica in Sardegna ha stabilito l'erogabilità annua dagli invasi sulla base dello stato di invaso e di volumi minimi da garantire al fabbisogno idropotabile. L'attività dell'U.O. tenderà a fornire ulteriore supporto conoscitivo alle procedure di valutazione del rischio di deficit sulla base dei risultati ottenuti dalla ottimizzazione dei sistemi con diverse ipotesi di scenari di input idrologici.

La predisposizione di un progetto pilota per la definizione delle procedure da attivare in occasione di crisi idriche è il secondo obiettivo che l'U.O. si prefigge per il prossimo triennio. Considerato l'elevato livello di interconnessione degli schemi, si ritiene che il progetto si debba estendere a tutta la Sardegna meridionale comprendendo essenzialmente gli schemi del Flumendosa-Campidano-Cixerri-Sulcis. L'attivazione delle procedure saranno ovviamente interrelate con i risultati ottenuti nella fase di monitoraggio di cui a punto precedente. La definizione delle procedure richiederà il coinvolgimento dei principali enti gestori ed utilizzatori della risorsa che hanno comunque fornito un assenso di massima alla collaborazione

1.12 Università di Catania, Istituto di idraulica, idrologia e gestione (G. Rossi)

Nell'ambito del Progetto sulle aree a rischio di deficienza idrica per siccità, la ricerca dell'U.O. ha l'obiettivo di sviluppare un progetto pilota sulle misure di mitigazione del rischio di siccità per la Sicilia comprendente:

- l'analisi degli elementi di fattibilità di un sistema di preannuncio e monitoraggio della siccità (in collegamento col progetto europeo INTERREG II C);

- la definizione dei criteri di scelta tra misure di mitigazione a lungo termine (pianificazione dei sistemi idrici) e misure a breve termine (piani di emergenza).

Le attività previste per lo studio di fattibilità di un Drought Watch System comprendono: i) la scelta degli indicatori più opportuni per la valutazione del rischio di deficienza idrica, sia indicatori basati sulle serie idrometeorologiche sia indicatori dello stato delle riserve idriche (es. serbatoi di regolazione); ii) l'analisi delle reti attuali di stazioni per la misura delle grandezze di interesse e definizione della rete minima per una stima affidabile dell'estensione spaziale dei deficit idrici; iii) la definizione della struttura di un Drought Watch System, in relazione agli enti fornitori di dati e agli enti utilizzatori con responsabilità decisionali nel caso di siccità.

La definizione delle misure di mitigazione degli effetti della siccità richiederà: i) l'individuazione delle categorie di interventi: incremento delle risorse disponibili, riduzione delle domande e minimizzazione degli impatti; ii) la definizione degli specifici interventi di tipo infrastrutturale o normativo (a lungo termine), orientati a ridurre la vulnerabilità alle siccità dei sistemi di approvvigionamento idrico e di altri interventi (a breve termine) in grado di coprire i deficit idrici relativi alle siccità più gravi (da inserire in un piano di emergenza); iii) la scelta della combinazione degli interventi a lungo e breve termine, tenendo conto delle regole di esercizio delle fonti di approvvigionamento (ottenute attraverso l'uso di tecniche di ottimizzazione e di reti neurali).

L'U.O. contribuirà anche alla sintesi delle procedure di elaborazione delle caratteristiche di siccità e magre a diversi intervalli temporali e alle definizioni dei criteri di acquisizione, archiviazione e divulgazione delle informazioni sulle siccità (estensione progetto AVI).

1.21 Università della Basilicata, Dipartimento di ingegneria e fisica dell'ambiente (M Fiorentino, R. Viparelli)

In questa ricerca si intende contribuire agli aspetti relativi all'analisi delle misure di mitigazione degli effetti di siccità, con le seguenti linee di indagine:

1. Individuazione dei provvedimenti tesi a gestire, con opportune manovre agli organi di regolazione, le singole reti e i singoli schemi in modo da equilibrare le limitazioni in termini di livello minimo accettabile fra i vari utenti secondo il DPCM del marzo 96.
2. Individuazione degli interventi da attuare sugli schemi idrici (in condizioni di deficienza idrica) per la riduzione delle sperequazioni in termini di "condizioni idrauliche di consegna" alle utenze in funzione della posizione. Ciò sia con riferimento a schemi di adduzione che a schemi di distribuzione. In quest'ultimo caso si porrà particolare attenzione alle modalità di settorizzazione delle reti di distribuzione cittadine.

1.32 Università di Palermo, Dipartimento di Idraulica e applicazioni ambientali (R. Mazzola)

L'unità operativa di Palermo si propone di studiare soprattutto la risposta di sistemi idrici complessi in occasione di periodi siccitosi. In particolare si intende studiare la possibilità di utilizzare tecnologie innovative, quali l'introduzione di apparecchiature a ridotto consumo

idrico, il riuso delle acque reflue ed il ricircolo, per ridurre gli effetti negativi dei periodi di siccità sugli utenti finali. In questo contesto è da privilegiare impianti caratterizzati da bassi costi fissi ed alti costi variabili che permettano quindi di rispondere a situazioni eccezionali con spese eccezionali ma limitati nel tempo nonché soluzioni che limitino l'uso di acque di qualità superiore per servizi di qualità inferiore.

Ci si propone infine di proseguire nello studio del modello regionale di generazione di serie sintetiche approfondendo le problematiche connesse alla correlazione spaziale ed applicando tecniche di disaggregazione al fine di ricavare dai valori annui i deflussi mensili.

PROGETTO SPECIALE
“ASPETTI METODOLOGICI NELLA PIANIFICAZIONE DI PROTEZIONE CIVILE”
Coordinatore: Prof. Lino Versace

1 Considerazioni preliminari

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. Risultano infatti diversi sia lo stato di attuazione sia le procedure utilizzate.

Le ragioni di questa scarsa omogeneità sono molteplici. Tra le altre:

- la diversa volontà politica e capacità operativa dei 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 dalle successive modificazioni e integrazioni, in particolare di quelli più strettamente connessi ai programmi e ai piani della 225.

Anche il recente decreto legge 180/1998 ha molti punti in comune con la legge 225 e dovrebbe imprimere una positiva accelerazione per il 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 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. Basti pensare al problema della definizione del modello di intervento nella gestione dell'emergenza, che richiede siano definite in modo unitario le fasi in cui articolare l'intervento, e, soprattutto le modalità di attivazione e disattivazione delle varie fasi a seconda: dello scenario di evento temuto, della rete di monitoraggio esistente, delle strutture tecniche immediatamente operative, dei modelli di simulazione disponibili. In questo contesto appare importante stabilire l'utilizzazione ottimale, ai fini della protezione civile, della attuale rete di telemisura del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale.

2 Obiettivi del progetto

Alla luce di queste considerazioni il progetto di ricerca è volto al conseguimento dei 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;

- 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.

3 Attività previste

Nell'ambito del progetto possono essere individuate le seguenti attività:

Predisposizione di linee guida

Si prevede la realizzazione di linee guida per la redazione di documenti richiesti dalla normativa vigente e in particolare dalla legge 225/92.

In particolare si prevede di predisporre i seguenti documenti:

- ◆ Linee guida per la individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio di inondazione (azione A.1)
- ◆ Linee guida per la redazione dei programmi di previsione e prevenzione (azione A.2)
- ◆ Linee guida per la redazione dei piani di emergenza per il rischio di inondazione (azione A.3)

Tranne il primo caso, si tratta di revisioni critiche di documenti già realizzati negli anni precedenti.

Accanto alle linee guida è prevista la redazione di altri documenti (monografie) che riguardano:

- ◆ argomenti specifici utilizzabili non solo per linee guida ma anche per altre finalità;
- ◆ argomenti che richiedono anche dopo la predisposizione delle linee guida più ampi approfondimenti.

Come esempi della prima tipologia si possono indicare:

- ◆ terminologia tecnica nell'analisi del rischio idrologico (azione A.4);
- ◆ procedura per la stima della portata al colmo (azione A.5);

Come esempi del secondo tipo di documento si possono citare:

- ◆ tecniche per valutare l'esposizione degli elementi a rischio (azione A.6);
- ◆ tecniche di mappatura del danno atteso (azione A.7);
- ◆ criteri di attivazione e di disattivazione delle fasi di allerta e di allarme (azione A.8);
- ◆ modelli di intervento di protezione civile nel caso di eventi con tempo di preannuncio breve (azione A.9).

Tutti i documenti (Linee guida e monografie) saranno realizzati di concerto con i responsabili dei vari progetti e dovranno essere validati secondo procedure ben definite dal Consiglio Scientifico del Gruppo. L'elenco delle monografie è ovviamente parziale.

4. Divulgazione

Nell'ambito delle discipline di interesse del GNDCI si prevede di sviluppare le seguenti attività:

- ◆ individuare modelli didattici da inserire negli itinerari formativi previsti dal riordino degli studi, nell'ambito di una più complessiva revisione della griglia dei saperi (azione B1);
- ◆ progettare corsi di specializzazione post-laurea da attivare in via sperimentale in un limitato numero di sedi universitarie (azione B2);
- ◆ progettare corsi di aggiornamento per professionisti, funzionari, tecnici di amministrazioni centrali e periferiche (azione B3).

Per fronteggiare la richiesta crescente sia di formazione sia di ricerca nel settore del rischio idrogeologico si prevede inoltre di:

- ◆ predisporre un piano organico per il potenziamento delle principali aree disciplinari di interesse del GNDCI (azione B4).

Monitoraggio stato di attuazione legge 225

Si prevede di effettuare, in collaborazione con il Dipartimento di Protezione Civile e di altre strutture tecniche di amministrazioni centrali e periferiche, un sistematico censimento delle iniziative che vengono progressivamente realizzate in attuazione alla legge 225 (piani di emergenza e programmi di previsione e prevenzione).

- ◆ una banca dati nel sito INTERNET del Gruppo che verrà periodicamente aggiornata (azione C.1)

Nella prima fase di attuazione saranno inoltre predisposti:

- ◆ rapporti regionali sullo stato di attuazione dei programmi di previsione e di prevenzione e dei piani di emergenza (azione C.2)

MODELLI DI PREANNUNCIO DEGLI EVENTI DI PIENA (PREPI)

Coordinatore: Prof. Ing. Paolo Villani

1. Premessa

La valutazione probabilistica delle piene consente la pianificazione degli interventi finalizzati alla difesa delle aree potenzialmente soggette a inondazioni oppure alla mitigazione degli effetti prodotti dalle inondazioni in tali aree. Quando, però, gli eventi calamitosi possono coinvolgere le popolazioni, e alle perdite monetizzabili possono aggiungersi perdite di vite umane, si rende necessaria l'adozione di sistemi di preannuncio di piena, la cui funzione è quella di anticipare di un certo tempo la situazione di pericolo, in modo da allertare le strutture di protezione civile e le popolazioni, fornendo delle regole per la gestione operativa dell'emergenza.

I sistemi di preannuncio di piena sono all'attenzione della comunità scientifica da diverso tempo, e in altri paesi industrializzati rappresentano già una realtà funzionante da diversi anni, almeno sui principali bacini idrografici. L'Italia è notevolmente indietro in questo settore, e anche nel campo della ricerca scientifica non vi è uniformità di vedute su come vada impostato lo studio di questi sistemi. La dialettica, in campo scientifico, è alla base del progresso, e va perciò sostenuta e incoraggiata. Al tempo stesso, però, nell'ottica che è stata anche alla base del progetto VAPI, il mondo scientifico deve fornire alla comunità tecnica una procedura quanto più possibile standard per applicare nella pratica i risultati conseguiti nella ricerca. Tale procedura deve utilizzare il vertice della ricerca scientifica e rappresentare un punto di riferimento per tutta la comunità di ricercatori che operano nel settore.

Seguendo uno schema molto diffuso in letteratura, si schematizza un sistema di preannuncio in tempo reale in tre sottosistemi:

- sottosistema di monitoraggio
- sottosistema di previsione
- sottosistema di decisione

Ognuno di questi sottosistemi può essere suddiviso a sua volta in unità più elementari, seguendo un approccio di tipo parametrico che tende ad avvicinare maggiormente il sistema operativo alla schematizzazione fisica del fenomeno. Allo stesso tempo, è necessario affrontare in un'ottica unitaria il progetto del sistema di preannuncio nel suo complesso.

In particolare, si vuole, con questo programma di ricerca, insistere sulla necessità che la struttura di un sistema di preannuncio sia di tipo probabilistico, e cioè consideri la grandezza da prevedere (livello idrico, portata in un corso d'acqua o altre grandezze a queste correlate) come una variabile aleatoria. Questo approccio è l'unico che permette di ottenere una stima dell'incertezza legata alle previsioni, e perciò di caratterizzare in modo rigoroso il sottosistema di decisione.

In alternativa, sono stati proposti modelli che sommano una componente deterministica a una componente aleatoria; tali modelli risultano generalmente sovraparametrizzati. Allo stato attuale, la ricerca in questo settore va intesa soprattutto come contributo all'avanzamento della conoscenza scientifica.

La linea che si propone per il preannuncio, però, è orientata verso una soluzione del problema che sia al tempo stesso scientificamente rigorosa e trasferibile al mondo tecnico, e perciò di agevole applicabilità e, soprattutto, robusta. La robustezza e l'applicabilità si

ottengono con modelli parsimoniosi in termini di parametri, requisiti più facilmente soddisfatti con l'utilizzo di metodi statistici. La metodologia che si intende seguire sarà basata su un approccio di tipo bayesiano, sia al problema di previsione sia al problema di decisione, secondo quello che, al momento, sembra essere l'approccio scientificamente più rigoroso e avanzato. L'approccio bayesiano fornisce in modo teorico, mediante passaggi analitici o ricorsioni numeriche, una caratterizzazione probabilistica del previsore e del decisore basata sulle conoscenze *a priori* disponibili e sui dati acquisiti *a posteriori*, nell'ambito di una procedura adattativa che risulta particolarmente flessibile e affidabile. La procedura sarà poi applicata ad alcuni bacini campione, per i quali si affronteranno le fasi di progettazione e predisposizione di un'adeguata rete di monitoraggio e di un sistema di previsione, valutando le prestazioni del sistema di preannuncio e le modifiche necessarie a renderlo sempre più funzionale.

2. Argomento

Il progetto di ricerca, coordinato nell'ambito del CNR-GNDCI, intende studiare una procedura per l'implementazione di sistemi di preannuncio di piena sui principali bacini idrografici nazionali, verificandone l'applicabilità e le prestazioni su bacini campione di dimensioni medio-grandi.

Durata

Il progetto avrà la durata di 4(5) anni.

Unità Operative

La ricerca svolta da alcune Unità Operative (U.O.), nell'ambito di un gruppo di coordinamento, facenti capo ad alcune Università, ad alcune sedi del CNR-IRPI, a Uffici Idrografici, e alcune Autorità di Bacino.

3. Programma di lavoro

Fase 1: Individuazione dei bacini campione, raccolta dei dati geomorfologici e idrologici utili alla costruzione del modello.

Scelta dei bacini campione.

Saranno individuati alcuni bacini campione che soddisfino i seguenti requisiti: dimensioni medio-grandi (>2000 Km², tempo di ritardo dell'ordine di 9 ÷ 12 ore), caratteristiche geologiche e climatiche tipiche delle regioni mediterranee, presenza di una quantità sufficiente di dati storici.

Raccolta dati.

Si raccoglieranno tutti i dati di precipitazione, portata, temperatura e umidità del suolo disponibili, facendo riferimento principalmente al Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. Ci si avvarrà della collaborazione di geologi per l'analisi delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini.

Fase 2: Costruzione del modello di previsione e implementazione di software dedicato.

Approccio alla previsione.

Il modello di previsione sarà basato su rilevamenti idrometrici e pluviometrici, mediante l'utilizzo di modelli di propagazione in alveo delle portate misurate a monte e modelli idrologici di trasformazione afflussi-deflussi nei sottobacini.

La relazione fra precipitazioni piovose e portate fluviali viene considerata variabile nel tempo in funzione dello stato del sistema, che può essere messo in relazione con variabili che dipendono in modo più o meno diretto dal contenuto di umidità del suolo. Lo stato del sistema non è, per sua natura, osservabile, ma può essere stimato ricorrendo a procedure statistiche (modelli state-space, filtro di Kalman). La non linearità della trasformazione delle precipitazioni in portate può essere catturata attraverso l'impiego di modelli soglia, nei quali il passaggio da un regime ad un altro è determinato dai valori delle variabili di stato. Chiaramente, la struttura di tale relazione varierà in funzione delle caratteristiche del bacino.

Calibrazione del modello.

L'identificazione e calibrazione del modello di previsione vengono inizialmente effettuate sulla scorta dei dati storici disponibili, e perfezionate man mano che si rendono disponibili nuove osservazioni. Nel progetto della rete di monitoraggio si dovrà fin dall'inizio tener conto della necessità di produrre un flusso di dati idoneo, sia come quantità sia come tipo di dati, alla costruzione e taratura del modello di previsione. È chiaro fin da ora che la rete utilizzata per la calibrazione non coinciderà necessariamente con la rete utilizzata durante la gestione operativa del sistema, che rispetto alla prima sarà, verosimilmente, più snella.

Implementazione dell'applicazione.

Fase 3: Verifica delle prestazioni del modello e ristrutturazione della rete di monitoraggio.

Impatto della rete di monitoraggio sull'incertezza delle previsioni.

Il sistema di previsione produce stime affette da un'incertezza che è il risultato di diverse fonti. All'incertezza propriamente legata all'approssimazione della realtà operata dal modello di previsione, eliminabile solo attraverso una riformulazione dello stesso, si sommano diverse incertezze, tutte in qualche modo legate al progetto e al funzionamento della rete di monitoraggio.

Il modello di previsione può generare degli errori dovuti a un input di dati insufficiente, sia come quantità sia come qualità. Questa incertezza è collegata al progetto della rete di monitoraggio per la fase di esercizio. Il modello può anche generare degli errori a causa di una calibrazione non ottimale: in pratica, l'incertezza sulla stima dei parametri si propaga producendo incertezza sulle stime del modello. Per migliorare la calibrazione bisogna intervenire sulle tecniche di stima dei parametri e sui dati impiegati, quindi sul progetto della rete di monitoraggio utilizzata per la taratura.

Un aspetto spesso trascurato, ma che può diventare decisivo in fase di emergenza, è il corretto funzionamento "meccanico" dei sensori della rete. L'affidabilità meccanica della rete di misura, durante la gestione operativa del sistema, ha a sua volta una ripercussione sulle prestazioni del modello di preannuncio in termini di incertezza, ed è un aspetto che va tenuto nella debita considerazione in fase di progetto della rete.

Aggiornamento della rete di monitoraggio sulla base delle prestazioni del previsore.

Da quanto detto sopra appare chiara la stretta interconnessione fra il sistema di previsione e la rete di monitoraggio sulla quale esso si basa. È impensabile, perciò, progettare i due sottosistemi separatamente. Il progetto va affrontato in un'ottica di miglioramento continuo, iterativo, di entrambi i sottosistemi, utilizzando le prestazioni del previsore come feedback per l'aggiornamento della rete di monitoraggio.

A tal fine la sequenza Fase 2 – Fase 3 va ripetuta iterativamente fino al raggiungimento di un sistema dal funzionamento ottimale.

Fase 4: Costruzione del modello di decisione e verifica del sistema di preannuncio sul bacino campione.

Messa in esercizio provvisorio del sistema: verifica delle prestazioni globali.

Modalità d'integrazione finale del sistema in una struttura di protezione civile.

**SINTESI DELLE PROPOSTE DI
RICERCA
PER L'ANNO 1999**

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.1
Responsabile: Dr. Virgilio Villi

Progetto RIVERS

Revisione e aggiornamento Progetto VAPI Valutazione nelle piene e studio della risposta idrologica di versante

1. Obiettivi

- 1) Approfondimento delle relazioni tra portata indice e parametri morfoclimatici, approfondimento delle relazioni tra distribuzione delle piogge e delle portate
- 2) Stima dell'afflusso di piena attraverso il bilancio idrologico del suolo, individuando unità territoriali idrogeomorfologiche omogenee a diversi livelli di scala potenziale. In queste unità verranno identificati i fenomeni ed i parametri più rappresentativi e significativi ai fini del bilancio di piena.

2. Programma

Si procederà anzitutto a sintetizzare l'informazione geologico morfologica dell'Italia nordorientale ora distribuita su 65 fogli alla scala 1:100.000 in un'unica base topografica alla scala 1:1.000.000. Le formazioni geologiche costituenti il sub strato verranno distinte in: rocce scisto cristalline, rocce effusive e granitiche, rocce arenaceo marnose, rocce calcareo dolomitiche. Esse verranno ulteriormente distinte in base all'energia di rilievo superiore o inferiore ai 500m. Si procederà poi alla realizzazione di una carta dalle coperture quaternaria da sovrapporre a quella dei substrati.

3. Risultati attesi

- 1) Pubblicazione dei dati relativi alle portate al colmo di piena delle stazioni impiegate nella regionalizzazione delle portate distinti in "pubblicati" sulle pubblicazioni del SCI e ottenuti dalla estrapolazione delle curve delle portate. Per ogni stazioni si riporterà tale curva.
- 2) Carta geomorfologica del Triveneto alla scala 1:1.000.000 con contenuto specificato al paragrafo precedente.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.2

Responsabile: Dr. Ermanno Busoni

1. DESCRIZIONE

Il programma di lavoro "Carta delle Unità territoriali idrogeomorfologiche omogenee" prevede la definizione di "terre" secondo la gerarchia del sistema di classificazione ITC (1984 e seg.). Ognuna delle Unità di riferimento può essere descritta funzionalmente per mezzo delle Soilscap Functional Units (SFU); queste a loro volta formano le tessere di base (site o facet) del sistema. Le SFU devono essere descritte in termini idrologici per mezzo di relazioni processuali e/o con modelli spuri adottando Pedotransfer Functions (PTF) e Pedotransfer Rules (PTR). L'approccio metodologico cambia al variare della scala di riferimento (livello gerarchico ed intensità di informazione).

La UO si propone la ricerca di di SFU in piccoli bacini-versante in modo da definire la metodologia di indagine ed i modelli operativi. Saranno riconosciute PTF e PTR per le varie SFU nell'ambito di Unità idromorfologiche di riferimento. Nello stesso tempo la UO si porrà a disposizione del gruppo per condurre studi simili su bacini di ordine superiore.

2. RISULTATI ATTESI

Metodologia per la definizione di UIR, di SFU in esse e di PTF e PTR. Ciò implica in termini tecnici l'affrontare problemi quali il trasporto di informazione nello spazio e nel tempo per quanto riguarda il contenuto di PTF e PTR. Molti dati dovranno essere raccolti in situ; la parametrizzazione delle caratteristiche fisiche del suolo deve essere fatta tenendo presente la variabilità suaccennata. Nel primo anno si dovranno ottenere i modelli metodologici di base a livello di piccolo bacino (qualche km quadro), insieme alle prime SFU.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.4

Responsabile: ing. Salvatore Gabriele

Progetto: Caratterizzazione idrogeomorfologica dei bacini (Progetto: VAPI-Rivers)

Composizione U.O. 1.4 CNR-IRPI

Ing. Salvatore Gabriele, CNR-IRPI, Rende
Geol. Salvatore Critelli, CNR-IRPI, Rende
Geol. Olga Petrucci, CNR-IRPI, Rende
Dott. Sergio Cinnirella, CNR-IEIF, Rende
Ing. Roberto Gaudio, Dottorando c/o CNR-IRPI
Dott. Emilia Le Pera, Post Dottorato
Prof. Salvatore Di Gregorio, UNICAL dip. Matematica
Ing. Francesco Vespe, ASI, Matera
Ing. Giuseppe Artese, UNICAL dip. Pianif. Terr.
Geom. Dionisio Caloiero, CNR-IRPI, Rende
Geom. Claudio Reali, CNR-IRPI, Rende
Geom. Emilio Catalano, CNR-IRPI, Rende
Coll.Tecn. Salvatore Guardia, CNR-IRPI, Rende

Collaboratori esterni:

Ing. Elio Voci
Ing. Gabriele Antonio
Ing. Pasquale Lavorata
Dott. Giovanna Chiodo
Dott. Vincenzo Britti
Dott. Donato D'Ambrosio

1. Premessa

Le attività della UO 1.4 per il 1999 saranno organizzate secondo 4 temi di ricerca che si sviluppino orizzontalmente all'interno dei 18 progetti previsti nell'allegato tecnico relativo alla Convenzione triennale 1999-2001 tra il GNDCI ed il Dipartimento della Protezione Civile. Comune denominatore dei quattro temi è la valutazione e mitigazione del rischio idrogeologico, obiettivo che il progetto persegue utilizzando strumenti e modalità differenti. La composizione della unità operativa è fortemente multidisciplinare, a questa partecipano: ingegneri, geologi, fisici, matematici, forestali, informatici. Considerati i numerosi aspetti trattati, per alcuni temi o argomenti sono previsti dei coordinatori al fine di migliorare l'organizzazione della ricerca e l'interscambio di informazioni con le altre unità operative.

- Progetto: VAPI-RIVERS
 Aggiornamento procedure VAPI e sistema informativo SIVAPI. (coord. S. Gabriele)
 Caratterizzazione idrogeomorfologica dei bacini. Bacino sperimentale Armaconi.
 Effetti della vegetazione sulla risposta idrologica di versante (coord. S. Cinnirella, CNR-IEIF)
 Perimetrazione aree a rischio di inondazione.
- Progetto: "Meteo-idrologia".
 Valutazione del contenuto in vapor d'acqua atmosferico in colonna d'acqua mediante sistemi GPS. (coord. S. Gabriele)
- Progetto: AVI
 Integrazione dell'archivio delle aree vulnerate italiane (coord. O. Petrucci CNR-IRPI)
- Progetto: COST
 Analisi a scala regionale dei processi di produzione e dispersione dei sedimenti nei sistemi fluviali e costieri. (coord. S. Critelli, CNR-IRPI)

Le risorse attualmente presenti al CNR-IRPI di Cosenza, e pienamente disponibili per le ricerche ed attività della UO, sono:

- Laboratorio per il telerilevamento, fornito di hardware e software per il trattamento di immagini da satellite ed elaborazioni di cartografia numerica.
- Stazione fissa GPS permanente in rete Internet, ricevitore mobile.
- Bacino sperimentale attrezzato (fiumara Armaconi sup. 1.8 Km²) strumentato con pluviografo, idrometrografo e possibilità di effettuare misure piezometriche (due pozzi monitorabili).
- Laboratorio di sedimentologia, strutturato per il trattamento tessiturale e composizionale dei sedimenti.

Progetto: VAPI-RIVERS

Ing. Salvatore Gabriele, CNR-IRPI, Rende
 Dott. Sergio Cinnirella, CNR-IEIF, Rende
 Ing. Roberto Gaudio, Dottorando c/o CNR-IRPI
 Dott. Olga Petrucci, CNR-IRPI, Rende
 Prof. Salvatore Di Gregorio, UNICAL dip. Matematica
 Geom. Dionisio Caloiero, CNR-IRPI, Rende
 Geom. Claudio Reali, CNR-IRPI, Rende
 Geom. Emilio Catalano, CNR-IRPI, Rende
 Coll.Tecn. Salvatore Guardia, CNR-IRPI, Rende

Collaboratori esterni:

Ing. Elio Voci
 Ing. Gabriele Antonio
 Ing. Pasquale Lavorata
 Dott. Vincenzo Britti
 Dott. Donato D'Ambrosio

1. Premessa

La U.O. 1.4 del CNR-IRPI ha svolto negli anni precedenti la propria attività prevalentemente nell'ambito del Progetto Speciale VAPI, effettuando funzioni di coordinamento e realizzando un sistema informativo (SIVAPI) per agevolare l'utilizzo e la diffusione dei risultati ottenuti nei diversi "Rapporti Regionali" realizzati da ciascuna U.O.

L'attività di ricerca prevista per il prossimo triennio, nell'*Allegato Tecnico* alla convenzione tra GNDCI e Protezione Civile, non prevede espressamente una continuazione del progetto VAPI ma individua alcuni temi che necessitano di studi multidisciplinari per migliorare alcune procedure che richiedono un ulteriore livello di approfondimento.

In particolare il progetto 4. "Idrogeomorfotipi e regionalizzazione delle piogge efficaci" si propone di individuare la piena media annuale o piena indice, aggiungendo all'informazione idropluviometrica disponibile, lo studio delle caratteristiche di permeabilità dei versanti, della morfologia, dell'uso del suolo ed in particolare dell'effetto della copertura vegetale.

Il progetto 5. "Aggiornamento e revisione dei risultati del progetto valutazione delle piene italiane", propone tre temi riguardanti l'aggiornamento delle procedure di regionalizzazione di primo e secondo livello, l'aggiornamento dati e scale di deflusso, il completamento del sistema informativo del VAPI.

Attraverso il progetto VAPI-RIVERS, in corso di perfezionamento tra numerose UUOO appartenenti alla linea 1, saranno quindi sviluppati i temi previsti nei sopra citati progetti 5 e 6.

Parte dell'attività della U.O. 1.4, nel corso del 1999, si svolgeranno quindi all'interno del progetto VAPI-RIVERS, approfondendo i seguenti temi:

- Aggiornamento procedure VAPI e sistema informativo SIVAPI. (coord. S. Gabriele)
- Caratterizzazione idrogeomorfologica dei bacini. Bacino sperimentale Armaconi.
- Effetti della vegetazione sulla risposta idrologica di versante (coord. S. Cinnirella)
- Perimetrazione aree a rischio di inondazione.

1.2 Aggiornamento procedure VAPI e sistema informativo SIVAPI. (coord. S. Gabriele)

La situazione attuale del SIVAPI vede completata la prima fase che comprende la realizzazione del Data Base idropluviometrico nazionale e le procedure di stima di primo e secondo livello di regionalizzazione. Per i siti sprovvisti di dati la versione attuale prevede un'assegnazione dall'esterno della piena indice o piogge indice.

La seconda fase del progetto, da sviluppare nel prossimo triennio, prevede l'integrazione del sistema con dati geomorfologici e l'inserimento di modelli capaci di risolvere, parzialmente o in gran parte, i problemi legati alla definizione della piena indice. Nella seconda fase del progetto è previsto un potenziamento della parte GIS del software finalizzato a far interagire: modelli idrologici, dati morfologici, dati idropluviometrici.

1.3 Caratterizzazione idrogeomorfologica dei bacini. Bacino sperimentale Armaconi

La Calabria, per l'alto grado di dissesto idrogeologico, vede la presenza di numerosi bacini caratterizzati da un'elevata produzione di sedimenti che vengono mobilitati e trasportati in concomitanza di eventi di pioggia particolarmente intensi. L'elevata disponibilità di materiale ad elevata granulometria, in molti casi conseguente a frane e diffusi fenomeni di dissesto idrogeologico in molti casi genera ampi alvei alluvionali, di elevato spessore e capaci di forti condizionamenti sulle piene. Le piene generate da tali bacini, caratterizzati da comportamenti a "fiumara", sono in genere rare ma con elevati livelli di pericolosità in quanto, alla portata liquida, è associato un elevato trasporto solido capace di modificare significativamente la morfologia del corso del fiume.

L'attività di ricerca, della UO 1.4 all'interno del primo tema, prevede il potenziamento e l'utilizzo di un piccolo bacino sperimentale, già parzialmente attrezzato nel corso del 1997-98, per studiare il comportamento globale di bacini fortemente dissestati, sia rispetto alle piene, sia rispetto al trasporto solido. Il bacino sotto osservazione è la fiumara Armaconi, affluente in sinistra dell'Amendolea. Al suo interno sono presenti numerose frane attive e versanti dissestati che contribuiscono ad una significativa produzione di materiale solido. Il bacino si presenta quindi con caratteristiche fisiche e morfologiche comuni alla gran parte dei bacini della Calabria ed in particolare di quelli dell'alto e basso versante jonico.

Il bacino dell'Armaconi ha una superficie di 1,856 km² ed è compreso tra le quote di 116,4 e 670,0 m s.l.m.m, con altitudine media di 367,3 m. Esso è costituito da scisti filladici e gneiss biotitici e presenta numerose aree fortemente degradate e in frana, che producono una notevole quantità di materiale solido. Dopo l'ultima alluvione verificatasi nel 1971, per limitare il notevole trasporto di sedimenti sono state costruite 43 briglie di contenimento, ancora oggi non tutte colmate.

Precedenti studi hanno mostrato come il tasso erosivo medio nell'ultimo venticinquennio sia stato dell'ordine del mm annuo (Gabriele & Gaudio, 1998), con picco di circa 6 mm nel 1971.

L'attività di ricerca svolta nel bacino in oggetto ha inoltre consentito di realizzare una dettagliata mappa della geolitologia del bacino, comprendente anche l'esame in laboratorio della granulometria di numerosi campioni. Nel corso del 1999-2000 si ha intenzione di mettere in atto prove di erodibilità e permeabilità *in situ* tramite l'uso di simulatori di pioggia.

Per quanto riguarda invece la presenza di strumenti di misura, oltre alla stazione pluviografica di S. Carlo di Condofuri, prossima al bacino, sono state installate, all'interno del bacino dell'Armaconi un pluviografo ed un idrometrografo in corrispondenza della

sezione di chiusura. La presenza di due pozzi, lungo l'asta principale del torrente, renderà possibile il controllo continuo della posizione della falda. Nel corso del 1999 è prevista l'installazione di due pizometri per monitorare il livello della falda.

Nel bacino è stata già effettuata una prima applicazione distribuita della USLE a scala di bacino con l'utilizzo di tecniche di telerilevamento per la determinazione di alcuni fattori che in essa compaiono. L'impiego di *Geographical Information Systems* (GIS) ha consentito di valutare speditamente i fattori topografici caratterizzanti le singole unità morfologiche. Basandosi su una serie di aree campioni, in cui è stata verificata la condizione di 'verità al suolo' è stata prodotta una carta della copertura vegetale, basata sull'indice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Tale indice, espresso in funzione della riflettanza dell'infrarosso vicino e del rosso, fornisce indicazioni sulla 'densità' di vegetazione..

Per fissare l'attuale morfologia del bacino (di riferimento per la valutazione di precisione delle modificazioni future), lungo un tratto d'alveo di circa 1 km è stato costruito un DEM ad alta risoluzione, avente maglie quadrate di lato pari a 0,50 m e una tolleranza altimetrica di ± 20 cm. Il DEM è stato ricavato a partire da foto aeree a bassa quota, appositamente realizzate nell'estate del 1997. Le foto sono state orientate utilizzando una rete geodetica locale, ottenuta mediante un *Global Position System* (GPS) a doppia frequenza e ancorata a capisaldi IGM95 dell'Istituto Geografico Militare. Attraverso nuove riprese aerofotogrammetriche sarà, quindi, possibile determinare con estremo dettaglio le future variazioni morfologiche plano-altimetriche dell'alveo, mediante semplici comparazioni di DEMs.

[1.4 Effetti della vegetazione sulla risposta idrologica di versante \(coord. S. Cinnirella\)](#)

Il ruolo della vegetazione arborea ed arbustiva nella regimazione dei deflussi lungo i versanti di un bacino è strettamente legata alla densità, struttura e tipologia della vegetazione stessa. Indagini eseguite in Calabria su bacini e parcelle sperimentali (Buttafuoco et al. 1994; Cinnirella et al. 1998) ed analisi di alcuni eventi alluvionali recenti (Cinnirella et al. 1998) hanno evidenziato tale dipendenza. Viceversa altre situazioni hanno posto in luce problemi legati più alla pedologia del versante che alla vegetazione presente su di esso.

E' quindi importante comprendere quali siano le condizioni nelle quali la vegetazione svolge un ruolo decisivo nella regimazione dei deflussi ed in quali altre non è sufficiente a ridurre il rischio idraulico.

Come è noto gli effetti del bosco sul ciclo dell'acqua sono evidenziati, a scala locale ed a quella di bacino, dalla riduzione e laminazione delle piene e dalla diminuzione del trasporto solido in sospensione.

In tal senso, il parametro che, insieme alla capacità di invaso del suolo, gioca un ruolo importante è l'intercettazione, già descritta da Horton (1919), a cui sono seguiti gli studi di numerosi Autori che hanno contribuito alla conoscenza del fenomeno, anche mediante l'applicazione di modelli.

Parte della precipitazione, che arriva su un popolamento forestale, raggiunge il suolo dopo aver attraversato la vegetazione. In presenza di vegetazione folta, l'acqua è parzialmente intercettata e trattenuta dalla biomassa vegetale fino alla saturazione, l'acqua in eccesso scorre lungo foglie, rami e tronco, ricarica il suolo o vi cade direttamente.

L'acqua intercettata dalla vegetazione evapora, in misura maggiore all'inizio dell'evento a causa della più alta temperatura fogliare e del più elevato deficit di saturazione. Tale evaporazione decresce con il proseguimento della pioggia.

L'entità di questi fenomeni è legata alle caratteristiche delle precipitazioni ed alla composizione e struttura dei boschi.

Diversi autori, in numerosi tipi di boschi, hanno stimato la percentuale di precipitazione che costituisce il valore sottochioma ed il legame che si instaura con la precipitazione incidente.

Al fine di determinare l'efficacia della copertura forestale sulla conservazione del suolo e sulla regimazione delle acque sarà avviata una sperimentazione mediante simulatori di pioggia.

La sperimentazione, da eseguire su differenti tipologie vegetazionali e di suolo, sarà utilizzata per la valutazione del valore di intercettazione oltreché per valutare gli effetti di precipitazioni note su alcuni suoli.

Metodologia

1. Individuazione di alcune tipologie forestali.
2. Individuazione di alcune tipologie pedologiche.
3. Caratterizzazione dell'idrologia e dell'erosività dei siti scelti mediante sperimentazioni con simulatore di pioggia.

1.5 Perimetrazione aree a rischio di inondazione

La letteratura nazionale ed internazionale evidenzia la tendenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico a presentarsi secondo modelli di distribuzione spaziale ripetitivi, dimostrando che determinate aree o bacini risultano più frequentemente soggetti a fenomeni di dissesto idrogeologico per la concomitanza di fattori climatici e geologici. Assume quindi una fondamentale importanza l'individuazione di questi settori territoriali, per i quali è necessario stabilire adeguate destinazioni d'uso, evitando quelle utilizzazioni che implicino condizioni di rischio per la pubblica e privata incolumità (Legge 120/87). Al contempo è fondamentale la produzione di una documentazione specifica, relativa ai vincoli di natura fisica del territorio, resa fruibile in modo semplice e schematico. Tale documentazione deve poter rappresentare per le Amministrazioni locali un reale supporto all'attività di controllo territoriale della pericolosità connessa ad eventi idrologici.

Per quanto riguarda il rischio di inondazione, occorre adottare procedure di indagine specifiche per i corsi d'acqua a regime impulsivo come le fiumare calabre. In questo caso i dati relativi alla posizione delle aree storicamente vulnerate, associati alla conoscenza delle modificazioni insorte nei bacini, in termini di opere di protezione e interventi di rimboschimento, possono rappresentare una guida nella previsione del comportamento del corso d'acqua durante eventi di proporzioni simili o più catastrofiche di quelli occorsi in passato.

La U.O. 1.4 ha già effettuato, per il settore meridionale del versante ionico della Calabria, un atlante delle aree inondate basato sull'analisi storica di documenti e di foto aeree successive ad eventi alluvionali particolarmente intensi. (Gabriele et. Al, 1996). Analoga ricostruzione è stata effettuata per i bacini dell'Esaro di Crotona e del Passovecchio in occasione dell'evento alluvionale di Crotona del 14-10-1996. L'attività in oggetto sarà inquadrata nell'ambito della legge n. 267 del 3 agosto 1998, che assegna alle regioni il compito di perimetrare le aree a rischio di inondazione, questa sarà svolta in collaborazione con gli enti attuatori (Regione, Autorità di Bacino).

Metodologia di indagine adottata

La metodologia di indagine si basa sui seguenti punti:

- a) suddivisione dell'alveo in tronchi fluviali caratterizzati dal medesimo assetto geometrico;
- b) verifica della tendenza evolutiva di tali tronchi fluviali
- c) ricostruzione degli scenari degli eventi maggiori
- d) attualizzazione degli scenari.

a) suddivisione dell'alveo in tronchi fluviali caratterizzati dal medesimo assetto geometrico;
 Il primo punto della metodologia si basa sull'analisi delle caratteristiche geometriche dell'alveo e sull'individuazione degli alveotipo. Essi sono definibili come settori del corso d'acqua dotati di assetto mediamente uniforme cui corrispondono diverse condizioni di stabilità plano-altimetrica.

- b) verifica della tendenza evolutiva di tali tronchi fluviali

Si effettua mediante un confronto multitemporale delle rappresentazioni dell'alveo in modo da ricostruire le modificazioni da esso subite nell'arco dell'ultimo secolo. Questo passo consente di evidenziare eventuali fenomeni di "metamorfosi fluviale". L'individuazione del modello originale di un tronco d'alveo è fondamentale per prevedere il suo comportamento futuro poiché in generale, nel corso delle piene maggiori il corso d'acqua tende a comportarsi secondo tale modello originale, riappropriandosi di vecchi percorsi da tempo abbandonati (GABRIELE & PETRUCCI 1996).

- c) ricostruzione degli scenari degli eventi maggiori

L'analisi della documentazione storica consente di selezionare gli eventi responsabili dei danni maggiori (GABRIELE et al., 1998). La ricostruzione dei loro effetti si basa sia su tale documentazione che sull'analisi di foto aeree riprese dopo gli eventi. Per gli eventi così selezionati si stima il tempo di ritorno mediante elaborazioni di tipo statistico delle piogge e/o delle portate, in base alla specifica disponibilità di dati. Si giunge così ad individuare un certo numero di scenari di evento contraddistinti dal relativo intervallo di ricorrenza. Si individuano in pratica le aree più frequentemente inondate e si ricostruiscono le modalità degli allagamenti (DODARO & PETRUCCI 1998).

- d) attualizzazione degli scenari.

E' possibile che, proprio a causa degli eventi alluvionali di cui sono stati ricostruiti gli scenari, siano stati effettuati degli interventi a carattere strutturale volti alla mitigazione dei danni da piena. Molto spesso tali opere inducono un generale senso di sicurezza ed incoraggiano l'espansione delle attività antropiche in aree comunque caratterizzate da valori di "rischio residuo" dipendenti dalla portata di progetto per cui le opere di difesa sono state dimensionate. Occorre dunque verificare sia l'attuale configurazione degli insediamenti che effettuare la localizzazione degli interventi di difesa attuati almeno negli ultimi 50 anni e, mediante ispezione diretta, classificarli secondo la loro odierna attitudine ed efficienza a contrastare uno o più tipi di processi. Un ulteriore contributo a tale livello delle indagini è rappresentato dallo studio sul campo delle modalità evolutive degli eventi più recenti (PETRUCCI & DODARO 1998), finalizzato alla verifica ed eventuale aggiornamento degli scenari ricostruiti.

1.6 Obiettivi e risultati attesi

Nel corso del 1999 saranno perseguiti i seguenti obiettivi

- Integrazione sistema SIVAPI con elementi territoriali (geologia, copertura vegetale, uso del suolo).
- Approfondimenti modelli geomorfoclimatici per la stima della piena indice. Integrazione terzo livello di regionalizzazione nel SIVAPI.
- Messa a punto bacino sperimentale Armaconi. Studio del ruolo del livello della falda in alvei sovralluvionati ai fini della formazione delle piene.
- Studio tipologie di vegetazione con differente risposta idrologica in relazione al substrato geologico e pedologico.
- Realizzazione cartografie tematiche informatizzate (uso del suolo, copertura vegetale) a partire da dati telerilevati.
- Perimetrazione aree a rischio di inondazione (Legge 267).

Attrezzature già disponibili e utilizzabili per la ricerca:

- Stazione Pluviografica
- Stazione Idrometrografica
- N. 2 pozzi
- Riprese aerofotogrammetriche (1955, 1972, luglio 1997)
- Cartografia 1:1000
- Rete geodetica di precisione, rilievi planimetrici e sezioni.

Progetto: "Meteo-idrologia".

Valutazione del contenuto in vapor d'acqua atmosferico in colonna d'acqua mediante sistemi GPS (Proposta tema di ricerca nell'ambito del Progetto 12: "Meteo-idrologia").

Ing. S. Gabriele, CNR-IRPI, Rende.
 Ing. F. Vespe, ASI Matera
 Ing. G. Artese, UNICAL dip. Pianif. Terr.
 Geom. C. Reali, CNR-IRPI, Rende

Presso l'IRPI di Rende è operativa dal 1998 una stazione permanente GPS questa, oltre a svolgere le attività per cui è stata programmata, può essere efficacemente utilizzata nell'ambito di alcuni temi previsti dall'allegato tecnico della convenzione triennale tra il GNDICI e la Protezione Civile. La U.O. 1.4, oltre alle attività che intende svolgere nell'ambito di alcuni progetti della Linea 1, offre la propria disponibilità a partecipare al progetto 12 "Meteo-idrologia" insieme all'ASI di Matera con il tema "Valutazione del contenuto in vapor d'acqua atmosferico in colonna d'acqua mediante sistemi GPS".

Il vapor d'acqua è uno dei principali elementi che costituiscono l'atmosfera terrestre dal momento che umidità e calore latente sono i principali elementi che regolano i processi meteorologici. Il ruolo che questo svolge non è limitato solo ad assorbire ed irradiare l'energia del sole, ma è parte integrante nel processo di formazione delle nubi. Pur essendo uno dei più importanti elementi, tra quelli che regolano i processi atmosferici su tutto il globo terrestre, il vapor d'acqua è tutt'oggi un elemento non sufficientemente monitorato nell'ambito dei modelli previsionali.

L'osservazione e la misura della distribuzione del vapor d'acqua nell'atmosfera è attualmente effettuata mediante radiosonde, radiometri a microonde al suolo, radiometri a microonde e ad infrarossi montati su satelliti. Ciascuno di questi sistemi ha in ogni caso alcune limitazioni. I sistemi a radiosonde consentono una misura della distribuzione verticale del vapor d'acqua ma sono insufficientemente distribuiti nel tempo e nello spazio. I radiometri al suolo sono capaci di alte risoluzioni temporali, ma sono costosi e non sono efficaci in tutte le condizioni atmosferiche, specialmente quando piove. I satelliti offrono una copertura globale della superficie terrestre ma hanno in genere una limitata risoluzione a terra ed una limitata capacità di osservare i bassi strati dell'atmosfera, nel caso poi di sistemi ad infrarossi, questi funzionano solo in assenza di nubi.

Recentemente, a seguito dei numerosi studi finalizzati a correggere i disturbi causati dalla ionosfera e troposfera sulla propagazione del segnale trasmesso dai satelliti GPS, è stato dimostrato che è possibile calcolare alcune caratteristiche della troposfera di interesse nelle previsioni meteorologiche. In particolare, nell'attraversare la troposfera, il segnale trasmesso dai satelliti subisce una rifrazione che dipende dalla temperatura, pressione ed umidità dell'aria. Dalla conoscenza di questi parametri, in corrispondenza del punto di osservazione, è possibile risalire al contenuto totale d'acqua dell'atmosfera PWV (Precipitable Water Vapour) lungo la direttrice del segnale.

Anche se i GPS non forniscono una informazione sulla distribuzione verticale del vapor d'acqua, ma solo il valore cumulato, questa tecnica consente stime comparabili ai radiometri ed alle radiosonde. La presenza di un sempre maggior numero di postazioni GPS sul territorio nazionale rende inoltre tale misura particolarmente economica.

Nel corso del 1998 è stata installata a Piano Lago, presso l'Istituto di Medicina Sperimentale e Biotecnologie del CNR, a cura del Laboratorio per il Telerilevamento dell'IRPI, una stazione fissa GPS operante 24 ore su 24. La stazione è composta da una ricevitrice Trimble 4000ssi collegato ad una antenna di tipo Choken Ring ad alte prestazioni. Il ricevitore, a sua volta, attraverso un cavo seriale è collegato ad un PC Pentium che riceve, ad intervalli di un secondo i dati GPS. Questi sono quindi memorizzati in un data base temporaneo nei formati RINEX e SSF. Ogni giorno, un processo automatico attivo sul server del Laboratorio per il Telerilevamento, preleva via rete i dati dal PC sito in Piano Lago e converte quest'ultimi in intervalli temporali di 5 e 30 secondi. I files, con epoche di 5 secondi sono trasferiti all'archivio del laboratorio secondo una struttura di 24 files di un ora. Questi ultimi possono essere prelevati dal sito WEB (www.gndci.cs.cnr.it) del laboratorio mediante Internet o modem telefonico. Il secondo gruppo di dati, strutturato in epoche di 30 secondi, è organizzato in un unico file giornaliero in formato CRINEX compresso che è trasmesso all'archivio Geodaf dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) presso Matera.

Presso l'ASI di Matera confluiscono inoltre i dati di numerose altre stazioni permanenti distribuite su tutto il territorio italiano.

Vista l'utilità che i sistemi GPS possono svolgere per misurare alcune grandezze di interesse nei modelli di previsione atmosferica, si propone di attivare un sottoprogetto finalizzato a stimare il PWV in corrispondenza di stazioni GPS permanenti, da utilizzare nei sistemi di previsione meteo a scala locale (LAM).

Per la misura del PWV è necessario strumentare alcuni siti già muniti di GPS e di sensori per la misure in tempo reale di: precipitazioni, temperatura, pressione e umidità. Poiché tutti i siti delle stazioni GPS permanente sono presidiati, forniti di rete telematica e gruppi di continuità, questi offrono inoltre la possibilità di attivare stazioni di misura in tempo reale molto economiche e robuste rispetto al funzionamento.

Obiettivo finale del progetto è la realizzazione di un sito in cui in forma semiautomatica sono stimati e resi disponibili i valori PWV in corrispondenza di tutte le stazioni permanenti GPS. La stima dei PWV è comunque vincolata alla disponibilità delle "effemeridi esatte" dei satelliti. Queste attualmente sono disseminate ogni 6 ore, ma sono in corso esperimenti per ridurre tale intervallo. La conoscenza del PWV, oltre a essere di grande utilità nei sistemi previsionali, può contribuire a calibrare dati provenienti da satelliti quali NOAA o altri. E' infine da evidenziare il ruolo che oggi le stazioni GPS permanenti possono svolgere nell'ambito delle scienze della terra. La capacità di misurare con elevata precisione movimenti di versanti o della crosta terrestre, trova interessanti applicazioni in geologia, vulcanologia e sismologia.

Obiettivi primo anno di attività

Nel corso del primo anno di ricerca si prevede di svolgere la seguente attività:

- ricerca bibliografica e studio delle tecniche per la stima del PWV mediante GPS. Ricerche di collaborazioni con istituti stranieri che hanno sviluppato e utilizzano tale tecnologia.
- Installazione, presso il sito GPS di Piano Lago, di sensori per il rilevamento di parametri atmosferici
- Acquisto software analisi dati GPS "Bernese".

Progetto AVI

Integrazione dell'archivio delle aree vulnerate italiane

Dott. Olga Petrucci (coordinatore)

Ing. S. Gabriele

Dott. Giovanna Chiodo

Geom. Dionisio Caloiero

1. Premessa

Lo studio degli "eventi alluvionali", intesi come episodi pluviali capaci di innescare fenomeni di dissesto idrogeologico con danni a beni o a persone, ha un importante ruolo nell'ambito delle attività di previsione e prevenzione delle catastrofi idrogeologiche. Fenomenologie come le frane e i processi torrentizi, tipologicamente variabili da luogo a luogo e spesso reciprocamente interagenti, se esaminate singolarmente risultano difficilmente prevedibili. Ma se di questi fenomeni si considerano le cause innescanti, analizzandole sistematicamente in relazione alle diverse tipologie di processi, il problema trova una soluzione accettabile poichè le precipitazioni, che più spesso provocano direttamente l'instabilità, sono quantificabili nei loro valori critici e per questi ultimi può essere individuata la frequenza sulla base delle registrazioni idrologiche.

I risultati delle numerose ricerche volte a caratterizzare la ciclicità statistica degli eventi alluvionali, in termini idrologici ed idrogeologici, forniscono un valido contributo nella definizione e verifica dei criteri di valutazione del rischio idrogeologico. La definizione di soglie idrologiche di rischio, espresse ad esempio in termini di classi di probabilità in grado di caratterizzare l'eccezionalità degli eventi di pioggia contemporanei con il verificarsi di un determinato fenomeno idrogeologico catastrofico, permette di generalizzare i risultati di studi di dettaglio ad aree più ampie, omogenee dal punto di vista idrologico e geomorfologico. Successivamente, l'analisi delle serie storiche delle precipitazioni consente di caratterizzare tali eventi dal punto di vista pluviometrico e di mettere in relazione la distribuzione spazio-temporale delle precipitazioni con le differenti tipologie di dissesto innescate. La discussione dei dati raccolti è finalizzata ad individuare dei descrittori sintetici, necessari per gli ulteriori approfondimenti di natura prevalentemente idrologico-statistica.

2. Metodologia di indagine

Il punto di partenza delle indagini sulla caratterizzazione degli eventi alluvionali è rappresentato dalla raccolta dei dati storici inerenti lo sviluppo delle fenomenologie di dissesto idrogeologico. Questa fase prevede la consultazione di una serie di fonti di informazione collocate in varie sedi (Biblioteche, Archivi di Stato, Archivi Comunali, privati, parrocchiali, emeroteche, ecc.).

3. Fonti storiche

A questo gruppo appartengono sia le fonti memorialistiche ufficiali che le storiografie dei singoli comuni redatte da autori locali. La massima attendibilità è attribuita a quelle notizie inerenti fenomeni occorsi nell'arco temporale della vita dell'autore mentre vengono sottoposte a controlli incrociati delle fonti le notizie non coeve, riprese da fonti più antiche.

- Testi a carattere divulgativo

Sono rappresentati sia da riviste a contenuto naturalistico o economico-sociale che da monografie di tipo geografico-turistico. Tali fonti possono trattare, marginalmente, anche i fenomeni di dissesto idrogeologico ma, essendo caratterizzate da finalità molteplici, il livello di dettaglio nella descrizione dei fenomeni risulta, in genere, piuttosto basso.

- Fonti archivistiche

Il contesto archivistico, inteso come immagine dell'ente produttore della documentazione, non è mai ricostruibile integralmente, non solo per le perdite materiali ma anche per le variazioni/oscillazioni delle condizioni di produzione. Tuttavia tale tipo di documentazione, in massima parte inedita, fornisce di solito il maggior livello di dettaglio. Le fonti archivistiche migliori per questo scopo sono quelle relative all'attività amministrativa e finanziaria degli Enti pubblici, ricostruibile dall'analisi delle corrispondenze diplomatiche fra gerarchie e ruoli diversi degli stessi uffici, fra amministrazioni centrali e periferiche, fra sedi centrali del potere politico e sedi locali.

- Fonti tecnico-scientifiche

Si tratta di pubblicazioni di enti pubblici e dei Servizi Tecnici, studi specifici a carattere geografico-geologico, monografie su singoli fenomeni ed articoli scientifici. Le lacune riguardano in generale non tanto la descrizione dei fenomeni o la loro esatta ubicazione, quanto la data (o le date) di attivazione.

- Stampa a diffusione nazionale e regionale

La pubblicazione dei periodici nazionali è caratterizzata da un livello di continuità temporale maggiore rispetto alla stampa locale: i periodici locali spesso hanno un andamento lacunoso nel tempo ma le descrizioni in essi contenute sono caratterizzate da una maggiore ricchezza di particolari. Individuati i periodici locali meno lacunosi, la garanzia di continuità del flusso dell'informazione si ottiene solo mediante il loro spoglio sistematico poiché essi forniscono informazioni meglio distribuite e più dettagliate. La stampa a diffusione nazionale infatti mostra imprecisioni rispetto alla denominazione delle località e prospetta in genere quadri molto sintetici, talora riduttivi, della gravità degli eventi, oltre a non riportare affatto i fenomeni poco eclatanti.

E' importante notare che la serie storica che si riesce a ricostruire in tal modo non rappresenta, di solito, l'insieme completo di tutti i fenomeni di dissesto che hanno colpito una determinata area: si ottiene piuttosto un sotto-insieme di tali fenomeni, caratterizzati da una gravità superiore ad un determinato livello di "soglia".

Le indagini a scala regionale effettuate in Calabria (Petrucci et al, 1996), hanno consentito di raggiungere tre obiettivi primari:

- la classificazione degli eventi alluvionali secondo una scala di gravità relativa, in base all'estensione areale della zona colpita, alle caratteristiche principali delle piogge innescenti e all'entità dei danni prodotti;
- l'individuazione dei settori territoriali più frequentemente colpiti dai diversi tipi di eventi individuati;
- l'individuazione delle sequenze di sviluppo dei fenomeni di dissesto nel corso degli eventi della tipologia più grave (Petrucci & Chiodo, 1997).

L'acquisizione di dati inerenti una casistica omogeneamente distribuita su un intervallo temporale significativamente esteso (Chiodo & Petrucci 1995; 1996), organizzati per gli eventi maggiori in specifici rapporti di evento (Petrucci 1996; Petrucci 1997), consente di ricostruire gli scenari degli eventi alluvionali maggiori (Iovine & Petrucci 1998; Ferrari et al.,

1998) e successivamente di procedere alla loro "attualizzazione" mediante lo studio sul campo degli eventi più recenti (Caloiero et al., 1996; Petrucci & Dodaro, 1998). Quest'ultimo aspetto è particolarmente importante in regioni in cui l'intervento antropico abbia recentemente apportato consistenti modificazioni all'assetto originario del territorio (Petrucci, 1994), mediante la costruzione di opere la cui presenza può determinare, a parità di condizioni meteorologiche, la realizzazione di scenari differenti da quelli del passato.

In particolare, l'analisi dei dissesti occorsi nel periodo successivo all'inizio della sistematica raccolta dei dati del Servizio Idrografico consente di raggiungere risultati ancora più dettagliati nella caratterizzazione degli eventi alluvionali limitatamente a settori territoriali circoscritti per i quali il numero di segnalazioni contenuto nella banca dei dati storici sia sufficientemente ampio.

Uno studio campione, effettuato in un settore del territorio calabro (Petrucci & Polemio, in stampa), ha condotto al riconoscimento di 4 principali tipologie di eventi alluvionali che si differenziano per gli effetti territoriali indotti (rappresentati essenzialmente da frane, piene ed allagamenti), per la distribuzione spazio-temporale delle piogge innescanti e per l'eccezionalità di queste ultime espressa in termini di tempo di ritorno delle piogge innescanti, cumulate per una serie di intervalli di aggregazione.

4. Obiettivi e risultati attesi

- ampliamento della serie storica delle fenomenologie di dissesto, mediante indagini a scala regionale e locale presso gli archivi di Stato, parrocchiali e comunali della regione;
- riempimento delle lacune spazio-temporali della serie storica ricostruita e validazione dei dati mediante controllo incrociato delle fonti;
- applicazione di modelli idrologici volti ad individuare le relazioni fra le piogge innescanti e i maggiori eventi franosi registrati in aree campione della regione;
- caratterizzazione geologica, idrologica e statistica di eventi idrogeologici catastrofici del '900 in aree campione, da effettuare analizzando la distribuzione spazio-temporale delle fenomenologie di dissesto innescate da eventi pluviali estremi.

Progetto COST :

Analisi a scala regionale dei processi di produzione e dispersione dei sedimenti nei sistemi fluviali e costieri.

Dott. S. Critelli (coordinatore)

Dott.ssa E. Le Pera

Ing. S. Gabriele

Ing. R. Gaudio

1. Obiettivo:

Recenti comparazioni tra la linea di costa calabrese del 1936 e del 1992 hanno messo in evidenza un notevole e sistematico arretramento della linea di costa sia sul versante tirrenico che su quello ionico. E' evidente che, la dimensione e la scala regionale del fenomeno coinvolge necessariamente i processi di produzione di apporto di materiale da parte dei sistemi fluviali regionali. Con la presente ricerca si intendono studiare e ricostruire i complessi rapporti esistenti tra ossatura geologica dei versanti, capacità delle litologia a generare sedimento e meccanismi di trasporto e dispersione dei sedimenti nei sistemi alluvionali/fluviali e costieri. Obiettivo è studiare alla scala regionale calabrese (1) i processi di meteorizzazione (*weathering*) delle rocce come precursore di disponibilità di detrito sui versanti, (2) i processi gravitativi di movimento del sedimento lungo i versanti, nelle aste torrentizie/fluviali, (3) modellazione sedimentologica delle forme fluviali (barre, meandri, argini di canale, aree di esondazione); (4) quantizzare e cartografare i processi di trasporto gravitativo di massa (debris-flow; mud-flow; grain-flow) e i processi trattivi fluviali; (5) influenza del scarico fluviale nel sistema costiero, e nella costruzione di delta o delta-conoide; (6) determinare i tassi di erosione medi su versante e per distinte litologie e, i tassi di accumulo alle foci dei sistemi fluviali.

2. Programma:

Il territorio calabrese a causa della sua peculiarità litologico-morfologica e climatico-idrologica presenta sistemi fluviali e alluvionali caratterizzati da un alto trasporto di sedimento di fondo e sospeso. I suoi tratti costieri e marini (i ricettori finali del trasporto solido alluvionale) testimoniano l'estrema produzione di sedimento nelle aree montane; le aree marine ionico e tirrenico presentano i tassi di accumulo più elevati dell'intero perimetro marino italiano, con accumulo solido nella stretta piattaforma continentale di oltre 4 mm/anno e nelle aree di bacino di oltre 1.5 mm/anno. Questi tassi di accumulo corrispondenti a milioni di tonnellate/anno di scarico fluviale alle aree costiere fanno della Calabria una delle aree a più alta produzione di sedimento del Mediterraneo (e.g. Ibbeken & Schleyer, 1991; Le Pera & Critelli, 1997). Tale produzione e dispersione di sedimento (e i relativi tassi di erosione e di accumulo) paragonano la Calabria ad altre ben note regioni del mondo dove la modellistica fluvio-costiera (e i rapporti tra scarico fluviale e tassi di erosione/accumulo) è stata ben sviluppata (e.g., California meridionale, Taiwan, per citarne alcuni).

Nel recente passato le ricerche del gruppo proponente hanno riguardato le relazioni tra litologie sorgente e loro capacità di generare sedimento, meccanismi di trasporto e dispersione del sedimento per molte aree torrentizie montane, di piana fluviale, costiere e marine della Calabria settentrionale (si veda bibliografia allegata).

La parte rilevante del progetto che si intenderebbe sviluppare riguarderà la raccolta sistematica di dati (sedimentologici, morfologici e geologici), l'individuazione dei parametri significativi che regolano la predisposizione delle rocce calabresi (per lo più cristalline, metamorfiche e plutoniche) a generare profili di alterazione e di conseguenza la specifica stima della loro erodibilità, i meccanismi gravitativi di trasferimento del sedimento dai versanti alle aree pedemontane e di piana, con lo scopo di arrivare alla modellazione e mappatura sedimentologico-morfologica delle aree di pertinenza fluviale e alluvionale e ai tassi di erosione media e di accumulo alle foci.

L'area di studio da proporre, su cui è già esistente una preliminare ma dettagliata conoscenza, riguarda la Calabria settentrionale ed in particolare i bacini fluvio/alluvionali che si dipartono dai rilievi del Massiccio Silano e della Catena Costiera e i tratti costieri tirrenico (tra le foci del Fiume Lao e Angitola) e ionico (tra le foci dei fiumi Ferro e Neto). I bacini idrografici dei Fiumi Neto, Crati, Savuto, Trionto a causa della loro moderata dimensione areale (dai 2800 kmq a 400kmq) hanno le peculiari caratteristiche nell'investigare (1) i processi predisponenti delle rocce (meteorizzazione) a degradare; (2) i processi di trasferimento di sedimento nei tratti montani e i loro relativi meccanismi di trasporto gravitativo in massa; (3) l'evoluzione sedimentologica e morfologica delle aree fluviali di pianura; e (4) i tassi di accumulo alle loro foci (dove questi sistemi fluviali formano discreti delta e delta-conoide). Inoltre, le aree marine prospicienti le foci di questi sistemi fluviali sono state oggetto di dettagliate indagini di geologia marina mirate alla determinazione dell'architettura deposizionale dei corpi deltizi e dei tassi di accumulo durante le ultime fasi di variazione del livello del mare. Le indagini (su alcuni di questi delta i proponenti del progetto hanno partecipato alle campagne di geologia marina) sono corredate da fitte maglie di profili sismici ad altissima risoluzione e carotaggi a pistoncini che permettono di fare stime quantitative dettagliate del scarico fluviale e dei relativi tassi di accumulo di questi sistemi fluviali.

3. Metodologie di Utilizzo per lo Studio:

- rilevamenti geologici dei versanti dei bacini idrografici;
- rilevamenti geomorfologici dei versanti, dei tratti alluvionali montani, piane fluviali e aree costiere
- rilievi di dettaglio e stratigrafie dei profili di alterazione e suoli
- sedimentologia dei suoli, delle aree alluvionali-fluviali, costiere e deltizie
- GIS, DEM delle aree fluviali e costiere
- Analisi tessiturali e composizionali dei profili di alterazione, suoli, e sedimenti fluviali e costieri-marini
- Cartografia sedimentologica e morfologica dei bacini fluviali e aree costiere
- Misure topografiche e modellazione sedimentologica delle aree fluviali (canali, barre, aree di esondazione, porzioni emerse dei delta)
- Misure batimetriche e profili sismici superficiali delle porzioni deltizie sommerse molto prossime alla linea di costa

4. Descrizione sintetica obiettivi ed analisi economica.

- Progetto: VAPI-RIVERS

- Integrazione sistema SIVAPI con elementi territoriali (geologia, copertura vegetale, uso del suolo).
- Approfondimenti modelli geomorfoclimatici per la stima della piena indice. Integrazione terzo livello di regionalizzazione nel SIVAPI.
- Messa a punto bacino sperimentale Armaconi. Studio del ruolo del livello della falda in alvei sovralluvionati ai fini della formazione delle piene.
- Studio tipologie di vegetazione con differente risposta idrologica in relazione al substrato geologico e pedologico.
- Realizzazione cartografie tematiche informatizzate (uso del suolo, copertura vegetale) a partire da dati telerilevati.
- Perimetrazione aree a rischio di inondazione (Legge 267).
-

Risorse finanziarie primo anno di attività:

- | | |
|--|------------|
| A - Attrezzature di campagna: 2 piezometri, sistemi di acquisizione, simulatori di pioggia. | L. 20 ml. |
| B - Collaborazioni esterne: (1 contratto a tempo determinato informatico, consulente esterno). | L. 100 ml. |

- Progetto: "Meteo-idrologia".

Valutazione del contenuto in vapor d'acqua atmosferico in colonna d'acqua mediante sistemi GPS. (coord. S. Gabriele)

Risorse finanziarie primo anno di attività:

- | | |
|---|-----------|
| A - Installazione sensori c/o Piano Lago (barografo, termografo, igrometro) | L. 10 ml. |
| B - Acquisto software Bernese | L. 15 ml. |

- Progetto: AVI

- ampliamento della serie storica delle fenomenologie di dissesto, mediante indagini a scala regionale e locale presso gli archivi di Stato, parrocchiali e comunali della regione;
- riempimento delle lacune spazio-temporali della serie storica ricostruita e validazione dei dati mediante controllo incrociato delle fonti;
- applicazione di modelli idrologici volti ad individuare le relazioni fra le piogge innescenti e i maggiori eventi franosi registrati in aree campione della regione;
- caratterizzazione geologica, idrologica e statistica di eventi idrogeologici catastrofici del '900 in aree campione, da effettuare analizzando la distribuzione spazio-temporale delle fenomenologie di dissesto innescate da eventi pluviali estremi.

Risorse finanziarie primo anno di attività:

A – Contratto collaborazione esterna

L. 10 ml.

• Progetto: COST

- Studio dei processi di meteorizzazione (*weathering*) delle rocce come precursore di disponibilità di detrito sui versanti;
- Analisi dei processi gravitativi di movimento del sedimento lungo i versanti, nelle aste torrentizie/fluviali;
- Modellazione sedimentologica delle forme fluviali (barre, meandri, argini di canale, aree di esondazione);
- Influenza del scarico fluviale nel sistema costiero, e nella costruzione di delta o delta-conoide;
- Determinare i tassi di erosione medi su versante e per distinte litologie e, i tassi di accumulo alle foci dei sistemi fluviali.

Risorse finanziarie primo anno di attività:

A – Attrezzature laboratorio sedimentologia L. 10 ml.

B – Materiale di consumo e sezioni sottili. L. 5 ml

Spese comuni

B - Stampe	L. 15 ml
B - Materiale di consumo vario	L. 5 ml
B – Spese generali	L. 10 ml
C - Missioni	L. 30 ml

Totale voce A	L. 40 ml
Totale voce B	L. 150 ml
Totale voce C	L. 30 ml

TOTALE RICHIESTA FINANZIAMENTO (A+B+C) L. 220 ml.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.5

Responsabile: Prof. G. Di Silvio

1. Obiettivi

Conoscenza dell'assetto naturale dei corsi d'acqua ripidi in relazione alle caratteristiche idrologiche e sedimentologiche
Conoscenza del comportamento di strutture di controllo morfologico dei torrenti
Conoscenza delle condizioni di innesco delle colate detritiche in differenti condizioni idrologiche e sedimentologiche.

2. Programma

Analisi teorica per la definizione di formule di previsione dell'effetto morfologico di strutture di difesa dall'erosione.
Verifica sperimentale in canaletta.
Programmazione con Amministrazioni Pubbliche di eventuali ricerche di campagna.
Attività sperimentali in laboratorio sull'innesco di colate detritiche con varie granulometrie e in varie situazioni di drenaggio naturale.
Le attività previste per l'anno 1999 vanno tutte inserite nel progetto "Morfodinamica fluviale e di versante" Linee 1/2.

3. Risultati attesi

Analisi di dati sperimentali e definizione dei parametri significativi per la progettazione di strutture di controllo di erosione e deposito.
Analisi di dati sperimentali e individuazione di criteri di innesco delle colate detritiche.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.7

Responsabile: Prof. Lazzari

1. OBIETTIVI

La ricerca si propone di esaminare le problematiche della valutazione del rischio connesso agli eventi idrologici estremi (piene e siccità) con particolare riferimento all'ambito regionale della Sardegna. Le ricerche saranno inserite nelle linee di programmazione del GNDCI per il triennio 1999-2001. In particolare si fa riferimento ai progetti di aggiornamento del VAPI (valutazione piene), al progetto ARDI-SIC (rischio di siccità e le misure di mitigazione) ed alla individuazione delle aree a rischio.

2. PROGRAMMA

In proseguimento dell'attività di ricerca di ricerca sviluppata dall'U.O. 1.7 nel triennio precedente, nell'arco del prossimo triennio ci si propone di approfondire le conoscenze sulla modellazione probabilistica delle precipitazioni estreme e delle portate di piena (Progetto VAPI), individuare un sistema di monitoraggio del rischio di deficit idrici su base regionale (Progetto ARDI-SIC) ed analizzare da un punto di vista metodologico le procedure di delimitazione delle aree a rischio. Con riferimento al progetto VAPI si procederà ad acquisire le informazioni della nuova rete pluviometrica della Sardegna che utilizzando la registrazione magnetica dei dati, effettuata a partire dal 1987, consente la valutazione delle piogge su archi temporali molto limitati. Si dovrà contestualmente provvedere a completare la base dati attualmente estesa fino al 1980 ed a effettuare le necessarie indagini di omogeneità. In tal modo si potranno evidenziare con maggior dettaglio territoriale le tendenze sull'andamento dei parametri delle distribuzioni probabilistiche al diminuire della durata degli eventi. Si prevede inoltre, compatibilmente con l'impegno richiesto dai precedenti punti e, con il finanziamento disponibile, di impostare l'analisi delle leggi di scala delle precipitazioni areali. Relativamente alle porta e ci si si prefigge di completare l'acquisizione e la verifica delle scale di deflusso con l'obiettivo di definire un indice di affidabilità delle osservazioni idrometriche. Ci si propone, inoltre di riesaminare ed approfondire le prime analisi già iniziate sulle relazioni tra le distribuzioni delle piogge intense e degli eventi di piena. L'attività dell'U.O. nel progetto ARDI-SIC avrà come obiettivi la collaborazione per la predisposizione di un sistema di monitoraggio del rischio di deficit idrico (Drought Watch System) e la predisposizione di un progetto pilota per l'attivazione delle misure di emergenza esteso ai sistemi di approvvigionamento della Sardegna Meridionale. Nell'ambito della ricerca si prevede la individuazione di un indice che sulla base del monitoraggio degli stati di invaso nei serbatoi di alimentazione ed alle ipotesi di prelievo fornisca una valutazione probabilistica, su base temporale pluriennale, dei rischi di deficit prevedibili. La predisposizione di un progetto pilota per la definizione delle procedure da attivare in occasione di crisi idriche, considerato l'elevato livello di interconnessione degli schemi, dovrà essere esteso all'intera Sardegna meridionale. L'U.O. si propone inoltre di

iniziare un'analisi, da un punto di vista metodologico, delle problematiche connesse alla perimetrazione delle aree a rischio adottando le procedure previste nell'Atto di indirizzo collegato al D.L. 180/98, analizzando l'influenza dei diversi parametri di stima nella determinazione del rischio. A questa prima fase di indagine si ritiene possa fare seguito, anche sulla base del finanziamento reso disponibile, una fase applicativa delle procedure previste in un bacino campione, per il quale, in accordo con le Amministrazioni interessate, si dovranno acquisire le informazioni territoriali, allo scopo di valutare l'efficienza e l'applicabilità dei criteri di delimitazione delle aree a rischio. In sintesi, i prodotti nel triennio, compatibilmente con le erogazioni rese disponibili, saranno i seguenti:

- Completamento della base dati pluviometrica (piogge brevi ed intense) su base regionale.
- Verifica dei parametri delle distribuzioni TCEV per gli eventi idrologici brevi ed intensi.
- Completamento nella acquisizione delle scale dei deflussi ed indice di affidabilità.
- Modello di monitoraggio del rischio di deficit idrico in ambito regionale.
- Progetto pilota per le procedure di emergenza idrica per la Sardegna Meridionale.
- Analisi delle tecniche di perimetrazione delle aree a rischio di esondazione.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.8

Responsabile: Prof. Renzo Rosso

Previsione Geomorfoclimatica del Rischio Idrologico

1. Generalità

Le ricerche inquadrare nel programma di lavoro sulla previsione tecniche geomorfoclimatica del rischio idrologico si propongono lo sviluppo di

- (i) modelli idrometeorologici spazialmente distribuiti, sia con riferimento ai campi di precipitazione, che alla trasformazione afflussi-deflussi, finalizzati alla simulazione di eventi di piena e all'innescò di movimenti gravitativi superficiali dei versanti dovuti ai nubifragi, con particolare riferimento ai criteri di fattibilità di sperimentazioni di campo finalizzate alla parametrizzazione del rifiuto del terreno e del ruscellamento superficiale nei modelli stessi, nonchè all'innesto delle componenti fisiche soggette ad antropizzazione, secondo quanto previsto dal Progetto 4 dell'Allegato Tecnico della Convenzione Triennale 1999-2001 tra Consiglio Nazionale delle Ricerche e Dipartimento della protezione Civile;
- (ii) metodologie e protocolli di previsione probabilistica delle piene (con riferimento al bacino padano e alla Liguria tirrenica) e di criteri di valutazione delle forzanti climatiche e antropiche sui fenomeni idrologici estremi, secondo quanto previsto dal Progetto 5 dell'Allegato Tecnico della Convenzione Triennale 1999-2001 tra Consiglio Nazionale delle Ricerche e Dipartimento della protezione Civile;
- (iii) criteri e metodi di accoppiamento tra modelli meteorologici e modelli idrologici al fine della determinazione di soglie pluviometriche di preallarme e della messa a punto di sistemi di preannuncio di piena, secondo quanto previsto dal Progetto 12 dell'Allegato Tecnico della Convenzione Triennale 1999-2001 tra Consiglio Nazionale delle Ricerche e Dipartimento della protezione Civile.

L'attività di ricerca prevista per l'anno 1999 viene perciò inquadrata in relazione a queste tre tematiche progettuali.

A. Sperimentazione di campo e validazione dei modelli idrometeorologici degli eventi di piena (Progetto 4: Idrogeomorfotipi)

La ricerca ha come obiettivo lo sviluppo di modelli spazialmente distribuiti e fisicamente basati per la simulazione delle piene fluviali (A1) e dei fenomeni di innesco dell'instabilità superficiale dei versanti (A2), migliorando l'attuale base fisica e la capacità operativa. In quest'ambito, la ricerca affronta due problemi, tuttora aperti, che rivestono grande rilevanza sia sotto l'aspetto scientifico, sia in ragione della loro ricaduta applicativa. Il primo riguarda la parametrizzazione dell'assorbimento del terreno e, più in generale, la determinazione dei meccanismi di rifiuto del terreno a trattenere le acque di pioggia, che originano il ruscellamento sui versanti. Il secondo problema riguarda l'innesto delle

componenti fisiche soggette ad antropizzazione nei modelli stessi, laddove i bacini idrografici italiani sono soggetti a un elevato ed accelerato processo di modificazione dell'uso del suolo e a processi, più o meno intensivi, di modificazione dell'assetto fluviale, legati sia alla realizzazione di opere di difesa e rinaturalizzazione, sia all'asservimento idraulico dei corsi d'acqua per rispondere a necessità infrastrutturali di vario tipo, dalle vie di comunicazione alle regolazioni dei deflussi tramite sbarramenti artificiali.

Miglioramento della base fisica dei modelli idrologici spazialmente distribuiti.

Nell'ambito più generale della modellazione idrologica spazialmente distribuita, l'attività di ricerca del 1999 affronterà, in particolare, problemi di

- valutazione di soglie di instabilità superficiale dei versanti, integrate nel contesto della modellazione geomorfoclimatica del processo di formazione delle piene, e analizzate anche in relazione alla eventuale formazione di "firefloods" sui versanti soggetti a incendi boschivi;
- simulazione stocastica nel continuo spazio-temporale delle precipitazioni, tramite lo sviluppo e l'applicazione di un modello generalizzato di clusterizzazione, al fine di superare le attuali difficoltà di modellazione dell'afflusso meteorico nei bacini di grande mesoscala e, talvolta, come nel caso dell'alluvione versiliese del 1996 o di quella genovese del 1970, anche nei piccoli bacini di piccola mesoscala.

Se il secondo problema richiede un approfondimento teorico della modellazione e un'ampia opera di validazione in base a grandi campioni di osservazioni continue, il primo richiede l'accoppiamento di approfondimenti teorici della modellazione con le osservazioni sperimentali in situ a fine risoluzione.

Valutazione teorica e sperimentale dell'assorbimento e delle portate ruscellate.

La ricerca si propone di sottoporre a un accurato procedimento di validazione gli attuali metodi e modelli di valutazione dell'assorbimento, sia alla microscala ($A \approx 10^0 \text{ Km}^2$) che alla piccola ($A \approx 10^1 \div 10^2 \text{ Km}^2$) e grande ($A \approx 10^3 \text{ Km}^2$) mesoscala. In particolare, alla microscala verranno analizzati bacini omogenei secondo standard prefissati, mentre alla mesoscala verranno analizzati bacini a disomogeneità caratterizzabile in termini quantitativi secondo gli stessi standard.

A tale procedimento di validazione verrà preliminarmente sottoposto il largamente diffuso metodo SCS-CN del Soil Conservation Service statunitense, adattandone anche le relative classificazioni quali-quantitative ai geomorfotipi caratteristici dell'Italia Settentrionale ed, eventualmente, modificandone la struttura per meglio cogliere gli effetti globali del complesso processo di assorbimento, imbibimento e ruscellamento. A tal fine verranno raccolte le informazioni sperimentali disponibili, sia a livello di Servizi Tecnici dello Stato o delle Regioni di interesse, sia a livello di sperimentazione scientifica condotta in passato da progetti specifici, quali il Progetto Finalizzato "Conservazione del Suolo". In base a tale documentazione, la ricerca affronterà anche la fattibilità di nuove campagne sperimentali sull'assorbimento del terreno alle diverse scale spaziali, al fine di sviluppare un progetto di sperimentazione di campo fondato su idonei criteri di progettazione degli esperimenti e di misura di campagna, che siano in grado di fornire dati utili per la calibrazione e la validazione di efficienti modelli di previsione.

Innesto delle componenti antropiche nei modelli di simulazione.

La ricerca sviluppa modelli idrologici spazialmente distribuiti per la simulazione degli effetti antropici sugli eventi di piena. Sono previsti due tipi di effetti, quelli dovuti a cambiamenti diffusi dell'uso del suolo e quelli dovuti a opere di ingegneria, tradizionale o naturalistica. I primi sono soprattutto significativi nei bacini alla microscala e alla piccola mesoscala, mentre le seconde hanno rilevanza lungo l'intero spettro di scale spaziali. In particolare, la ricerca sviluppa

- studi di simulazione delle piene in presenza di modificazioni antropiche d'uso del suolo, tramite lo sviluppo del caso di studio particolarmente significativo del torrente Bisagno, soggetto a urbanizzazione particolarmente intensa nel corso dell'ultimo secolo, con un'area urbana che copriva il 3% della superficie imbriferà un secolo fa e ne copre attualmente quasi il 12%; e
- studi di simulazione delle piene in presenza di complessi sistemi di serbatoi di regolazione dei deflussi naturali, tramite lo sviluppo del caso di studio particolarmente significativo del fiume Toce, dove sono operative 14 grandi dighe a scopi idroelettrici.

In merito alle opere di ingegneria, la ricerca si propone di innestare modelli idraulici di dettaglio nei modelli idrologici di bacino, nella prospettiva di introdurre una nuova generazione di modelli in grado di modificare localmente la scala di rappresentazione in ragione del dettaglio geometrico necessario a descrivere compiutamente le diverse fenomenologie in gioco.

B. Metodi probabilistici di valutazione delle piene (Progetto 5: Aggiornamento VAPI)

La ricerca si propone sviluppo di metodi probabilistici di previsione delle piene (con particolare riferimento al bacino padano e Liguria tirrenica) e analizza l'influenza climatica e antropica sui fenomeni idrologici estremi. A tal fine la ricerca finalizza i metodi di previsione regionale della portata di piena tramite la valutazione geomorfoclimatica della portata indice, introducendo (B1) fattori di anomalia per il bacino padano e la Liguria tirrenica, (B2) metodi innovativi di stima del fattore di riduzione areale dei nubifragi, (B3) criteri di affidabilità e di validazione delle stime, esaminando inoltre gli effetti di (B4) modificazioni d'uso del suolo, (B5) opere di ingegneria e (B6) scenari di simulazione climatica.

In parallelo, la ricerca affronta la valutazione delle piene temibili in presenza di modificazioni dell'uso del suolo, individuabili in base a fonti storiche, sviluppando lo studio di un caso significativo di bacino idrografico a intensa urbanizzazione (torrente Bisagno, Liguria tirrenica). Infine, la ricerca analizza la sensibilità climatica delle valutazioni di piena in relazione a diversi scenari di simulazione climatica prodotti da modelli di circolazione globale, sviluppando lo studio di un caso significativo alla mesoscala (fiume Entella, Liguria tirrenica).

Previsione statistica delle piene nel bacino padano e nella Liguria tirrenica

- Per l'aggiornamento dei risultati del progetto *VAPI* per la valutazione delle piene (portate massima al colmo) temibili nel bacino padano e nella Liguria tirrenica, la ricerca affronta

- la clusterizzazione multiregionale a scala nazionale e frontaliere basata sulla curva di crescita GEV (B1);
- la possibilità di introdurre un nuovo modello auto-affine per la stima del fattore di riduzione areale dei nubifragi, attuale "buco nero" di tutte le metodologie, empiriche e fisicamente basate (B2);
- la valutazione operativa della portata indice tramite l'applicazione di metodi geomorfoclimatici (B1, B2);
- la validazione dei risultati VAPI tramite analisi delle registrazioni di livello sulle grandi dighe italiane delle regioni esaminate (B3);
- la determinazione dei limiti di confidenza delle previsioni statistiche VAPI (B3);
- la derivazione del legame tra distribuzione probabilistica delle piogge intense a diversa scala di aggregazione spazio-temporale e curva di crescita delle portate di piena (B1).

Obiettivo finale del lavoro è costituito dalla preparazione di un "Manuale operativo" per la previsione statistica dei nubifragi, per la previsione statistica della portata a colmo e per la valutazione dei relativi volumi di piena nel bacino padano e della Liguria tirrenica.

Effetti antropici su frequenza e severità dei fenomeni di piena.

Il problema della valutazione delle piene temibili in presenza di significative modificazioni antropiche, quali le variazioni diffuse di uso del suolo (B4) e le opere di ingegneria (B5), quali possono venire individuate tramite un attento esame di fonti storiche e documentali, verrà affrontato a scala di bacino. Lo studio del caso relativo al torrente Bisagno, ossia di un bacino idrografico della Liguria tirrenica soggetto a urbanizzazione particolarmente intensa nel corso dell'ultimo secolo, potrà fornire indicazioni di notevole interesse metodologico e tecnico sulla risposta scientifica da dare alla questione, assai importante, dell'effetto antropico sul rischio idrogeologico. La ricerca è svolta in stretto coordinamento con il progetto europeo FRAMEWORK.

Influenza climatica su frequenza e severità dei fenomeni di piena.

La ricerca si propone di analizzare la sensibilità climatica delle valutazioni di piena alla mesoscala. In particolare, i diversi scenari di simulazione climatica prodotti da modelli di circolazione globale, già acquisiti ed esaminati, verranno particolarizzati sviluppando le metodologie di disaggregazione dei campi di precipitazione messe a punto nel quadro del progetto europeo POPSICLE. Verranno quindi condotti studi di sensibilità e di scenario per casi significativi alla piccola e grande mesoscala (B6). I risultati di questa analisi, ancorché preliminari, potranno indicare la via per poter dare risposta alle questioni relative alla eventuale "forzante climatica" del rischio alluvionale.

C. Accoppiamento di modelli atmosferici e idrologici per il servizio di piena (Progetto 12: Meteoidrologia)

La ricerca si propone di mettere a punto criteri e modalità di impiego di modelli atmosferici e idrologici per il preallarme e il preannuncio di piena. In particolare, viene analizzato l'accoppiamento tra le uscite dei modelli atmosferici ad area limitata (LAM: Limited Area Models) e l'ingresso dei modelli idrologici spazialmente distribuiti di scorrimento superficiale di versante e d'alveo (HESM: Hydrological Earth Surface Models) a fini della valutazione di soglie pluviometriche di preallarme (C1) e del preannuncio di piena (C2). Il principale problema, comune a queste due finalità, riguarda

- la determinazione delle scale di aggregazione spazio-temporali per l'accoppiamento ottimale dei modelli, tenuto conto delle diverse scale spaziali e temporali caratteristiche dei fenomeni idrometeorologici e idrologici al suolo;

Ai fini della valutazione di soglie pluviometriche di preallarme (C1) utili alla messa in stato di preallarme delle strutture preposte alla protezione civile, i principali problemi da affrontare riguardano

- la soluzione del cosiddetto "problema idrologico inverso", ossia la valutazione delle soglie pluviali di allarme, sia tramite studi storici che tramite modellazione matematica off-line, finalizzati al preallarme tramite l'impiego dei soli modelli atmosferici ad area limitata;
- la determinazione dei margini di incertezza delle previsioni su sola base meteorologica, che sommano alle intrinseche incertezze delle previsioni LAM le ulteriori incertezze dovute all'ensemble di soluzioni del problema inverso sopra indicato.

Ai fini del preannuncio di piena (C2) utile alla messa in opera di efficaci servizi di piena basati su modelli robusti di previsione in tempo reale, i principali problemi da affrontare riguardano

- la messa a punto di eventuali criteri di ricalibrazione delle uscite dei LAM con dati pluviometrici telemisurati a terra;
- la costruzione di HESM orientati all'impiego congiunto con i LAM;
- l'introduzione di metodi parsimoniosi e robusti di calibrazione adattativa degli HESM, con esplicita indicazione dei margini di incertezza delle previsioni a diversi orizzonti temporali;
- la determinazione di criteri univoci di validazione di LAM e HESM, basati su valutazioni quantitative di affidabilità delle previsioni.

Le metodologie utilizzate comprendono lo sviluppo di HESM spazialmente distribuiti a diversa risoluzione, l'impiego di uscite dai LAM prodotte dalle altre unità operative afferenti al progetto e lo studio degli assetti meteoidrologici delle principali catastrofi osservate, quali sono ricavabili accoppiando le indicazioni qualitative del Progetto AVI, sviluppato nel precedente triennio di attività, con le osservazioni idrometeorologiche storicamente disponibili.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.9

Responsabile: Prof. Beniamino Sirangelo

Valutazione delle piene e studio della risposta idrologica di versante (VAPI-RIVERS)

1.Obiettivi

La ricerca parte dal recepimento dei risultati più recenti in tema di modelli fenomenologicamente basati atti a simulare la produzione dei deflussi di piena e l'evoluzione temporale degli stessi alla scala di eventi e permette di allestire modelli previsionali di tipo probabilistico idonei per prevedere uno stato probabile del bacino e una risposta idrologica probabile dello stesso, fornendo così uno schema fisico-concettuale significativo per la stima della piena indice.

Risultati contribuiti alla redazione di: Carta delle unità territoriali idrogeomorfologiche omogenee; Carta nazionale dell'uso del suolo; Carta nazionale del clima medio; Carta dei regimi fluviali; Carta nazionale della vegetazione significativa; Carta nazionale dello stato probabile di umidità del suolo nei periodi di piena; Informazioni e metodologiche necessarie per la stima dei tempi di risposta caratteristici dei bacini durante le piene.

Previsione in tempo reale delle piene ed integrazione di un sistema di preannuncio (PREPI)

Il progetto di ricerca intende studiare una procedura per l'implementazione di sistemi di preannuncio di piena sui bacini idrografici nazionali, verificandone l'applicabilità e le prestazioni su bacini campione di dimensioni medio-grandi.

Il programma di lavoro si articolerà in diverse fasi: Fase 1: Individuazione dei bacini campione, raccolta dei dati geomorfologici ed idrologici utili alla costruzione del modello; Fase 2: Costruzione del modello di previsione e implementazione di software dedicato; Fase 3: Verifica delle prestazioni del modello e ristrutturazione della rete di monitoraggio; Fase 4: Costruzione del modello di decisione e verifica del sistema di preannuncio sul bacino campione.

Colate detritiche e di fango

Il progetto di ricerca intende sviluppare i modelli di innesco delle colate piroclastiche; strutturare e sviluppare la modellistica fisica e matematica per lo studio della evoluzione dinamica delle colate; definire una soglia pluviometrica di allarme.

2. Risultati attesi:

Valutazione delle piene e studio della risposta idrologica di versante con la realizzazione delle carte.

Previsione in tempo reale delle piene ed integrazione di un sistema di preannuncio con la realizzazione delle varie fasi

Modelli di innesco ed evoluzione di colate detritiche e di fango.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.10

Responsabile: Prof. MELISENDA GIAMBERTONI Ignazio

1. OBIETTIVO

Individuazione del ruolo svolto da grandezze idrologiche e geometriche sul fenomeno di trasporto liquido e solido a scala di versante

2. PROGRAMMA

Il processo di formazione del deflusso superficiale ha luogo lungo i versanti dei bacini idrografici naturali, attuandosi con differenti modalità a seconda della copertura vegetale presente sul versante medesimo con particolare riferimento alla modalità hortoniana di formazione, caratteristica dei versanti privi di vegetazione, e quindi maggiormente soggetti ad erosione idrica, si intende avviare uno studio teorico-sperimentale volto al riconoscimento delle grandezze che in maggior misura intervengono nella definizione dei fenomeni di trasporto liquido e solido. La ricerca riguarderà sia la fenomenologia della trasformazione della pioggia in pioggia netta, in cui intervengono i parametri idrologici del suolo, che quella del trasporto liquido e solido, in cui giocano un ruolo determinante le caratteristiche di durata e intensità degli eventi piovosi, la geometria del versante e le caratteristiche di resistenza all'erosione dei suoli interessati dal flusso idrico. All'analisi teorica dei processi fisici, in parte avviata, sarà affiancata un'attrezzatura sperimentale di misura dei deflussi liquidi e solidi e del rilievo della geometria idraulica dei reticoli effimeri, cui è affidata la funzione di trasporto.

In uno a tale obiettivo si procederà all'aggiornamento, con dati recentemente acquisiti, dell'analisi di frequenza delle piene (progetto VAPI).

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.12

Responsabile: Prof. Giuseppe Rossi

Previsione e prevenzione dei danni causati dal moto ondoso sulle coste

1. Obiettivo

Il progetto sviluppato in comune con l'U.O. di Salerno si propone di rendere disponibile una metodologia finalizzata ai problemi di protezione civile per il calcolo del run-up di mareggiate estreme impiegando modelli di propagazione del moto ondoso per le acque basse. Il principale limite di questo approccio è legato alla mancanza di dati di verifica e di calibrazione per le specifiche problematiche di difesa delle coste. Il progetto in oggetto si propone pertanto di migliorare l'uso di modelli numerici attraverso indagini di laboratorio.

2. Programma

Allo scopo di preparare le attività sperimentali relative a profili di spiaggia complessi e caratterizzati anche da pareti verticali, sarà svolta un'analisi di sensibilità della soluzione ai parametri più critici. Per esempio, per una spiaggia interessata da un manufatto sarà indagato il run-up al variare del rapporto tra altezza dell'onda incidente e l'altezza dell'ostacolo e dell'inclinazione dello stesso. Questa analisi permetterà inoltre di valutare l'affidabilità di soluzioni ottenute sostituendo nello schema di calcolo le pareti verticali con pareti inclinate.

Si potranno così le basi dell'indagine di laboratorio che permetterà di calibrare le tecniche di calcolo alle situazioni reali di interesse.

Tra i risultati attesi si prevede di mettere a punto un originale modello numerico per lo studio del run-up di onde sia monocromatiche sia random, in presenza anche di un fondo erodibile.

Rischio di piena e di infrastrutture viarie

La ricerca riguarda interferenze fra inondazioni fluviali e infrastrutture viarie ed è finalizzata allo sviluppo di metodologie per l'analisi sia degli effetti dei rilevati di infrastrutture viarie sull'evento di inondazione, sia della vulnerabilità delle stesse infrastrutture viarie. Con riferimento all'allegato tecnico della convenzione 1999-2001 fra CNR e Dipartimento della Protezione Civile, la ricerca si inquadra nel progetto (Rischio Idraulico connesso alle

infrastrutture), ma contribuisce altresì al progetto (Valutazione comparata delle procedure di perimetrazione delle aree a rischio).

L'attività si articolerà in tre fasi: I) Aspetti idrologici-idraulici (metodologia per l'identificazione dei punti critici delle arginature e per l'analisi dello spandimento dell'inondazione in presenza di arginature e rilevati di infrastrutture viarie; II) Analisi della rilevanza dell'introduzione di specifiche procedure che tengano conto dell'effetto delle infrastrutture viarie nell'ambito della perimetrazione delle aree a rischio, identificazione degli interventi di prevenzione ed emergenza e valutazione della loro efficacia; III) Metodologia per la valutazione dell'impatto socio-economico della piena. Nel primo anno si prevede di esaurire la prima fase della ricerca e di avviare la seconda.

Si farà riferimento al caso della Piana di Catania ove sono identificabili concreti rischi di inondazione connessi al superamento delle portate di piena di progetto delle arginature del F. Simeto e dei suoi affluenti, alla presenza di ponti non commisurati alle portate di piena del progetto delle arginature e alla realizzazione di successivi interventi che hanno localmente compromesso l'efficacia delle arginature. La metodologia prevede di individuare al crescere della portate le situazioni di crisi emergenti per le arginature e i ponti. Tramite un modello di inondazione bidimensionale si eseguirà quindi la perimetrazione delle aree a rischio di inondazione per diversi tempi di ritorno (con portate superiori ai valori di crisi) introducendo specifiche procedure per tener conto della presenza dei rilevati, della loro tracimazione ed erosione in corso d'evento e dei conseguenti effetti sullo spandimento dell'inondazione.

Si potrà costruire un "caso Simeto" che rappresenti un significativo esempio di valutazione del rischio di inondazione e di identificazione degli interventi di prevenzione e di emergenza caratterizzato dall'applicazione di una metodologia per tener conto dell'effetto dei rilevati e della loro erosione per tracimazione.

Rischio di siccità e misure di mitigazione

1. Obiettivo

Nell'ambito del progetto sulle aree a rischio di deficienza idrica per siccità, la ricerca dell'U.O. ha l'obiettivo di sviluppare un progetto pilota sulle misure di mitigazione del rischio di siccità in Sicilia comprendente:

- l'analisi degli elementi di fattibilità di un sistema di preannuncio e monitoraggio della siccità (in collegamento con il progetto europeo INTERREG IIC);
- la definizione dei criteri di scelta tra le misure di mitigazione a lungo termine (pianificazione dei sistemi idrici) e misure a breve termine (piani di emergenza).

2. Programma

Le attività previste per lo studio di fattibilità di un Drought Watch System comprendono:

- i) la scelta degli indicatori più opportuni per la valutazione del rischio di deficienza idrica, sia indicatori basati sulle aree idrometeorologiche sia indicatori dello stato delle riserve idriche (es. serbatoi di regolazione);

- ii) l'analisi delle reti attuali di stazioni per la misura delle grandezze di interesse e definizione della rete minima per una stima affidabile dell'estensione parziale del deficit idrici;
- iii) la definizione della struttura di un Drought Watch System, in relazione agli enti fornitori di dati e agli enti utilizzatori con responsabilità decisionali nel caso di siccità.

La definizione delle misure di mitigazione degli effetti della siccità richiederà: i) l'individuazione delle categorie di interventi: incremento delle risorse disponibili, riduzione delle domande e minimizzazione degli impatti; ii) la definizione degli specifici interventi di tipo infrastrutturale o normativo (a lungo termine), orientati a ridurre la vulnerabilità alle siccità dei sistemi di approvvigionamento idrico e di altri interventi (a breve termine) in grado di coprire i deficit idrici relativi alle siccità più gravi (da inserire in un piano di emergenza); iii) la scelta della combinazione degli interventi a lungo e breve termine, tenendo conto delle regole di esercizio delle fonti di approvvigionamento (ottenute attraverso l'uso di tecniche di ottimizzazione e di reti neurali).

L'U.O. contribuirà anche alla sintesi delle procedure di elaborazione delle caratteristiche di siccità e magre a diversi intervalli temporali e alle definizioni dei criteri di acquisizione, archiviazione e divulgazione delle informazioni sulle siccità (estensione progetto AVI).

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.15

MODELLI IDROLOGICI NELLA DIFESA DALLE CATASTROFI IDRAULICHE E GEOLOGICHE

Responsabile: Prof. P. Versace

1. Obiettivo

La ricerca intende approfondire diversi aspetti tecnico scientifici connessi al rischio idraulico e geologico in Calabria, in particolare alla realizzazione dei programmi di previsione e prevenzione e ai piani di emergenza previsti dalla L. 225/92. Le aree di studio sono le province di Cosenza e Crotona e per alcuni casi dell'intera Calabria.

2. Programma

Il programma sarà articolato, in accordo con il comitato scientifico del GNDCI, nei seguenti sottoprogetti:

- rischio idraulico connesso alle infrastrutture: si vuole sperimentare una procedura speditiva per valutare il rischio idraulico degli attraversamenti stradali e ferroviari in Calabria.
- Aree vulnerate in Calabria: attraverso un'analisi della banca dati AVI saranno individuati alcuni eventi fanosi per i quali sarà identificato il valore soglia della funzione di mobilitazione;
- Aspetti metodologici nella pianificazione di protezione civile: tale progetto prevede di sviluppare aspetti metodologici rilevanti per i programmi di previsione e prevenzione e per i piani di emergenza, individuando linee guida e procedure standard per operatori esterni, favorendo il trasferimento del Know how del gruppo verso le strutture tecniche centrali e periferiche ed il mondo professionale;
- Approfondimento di procedure per la valutazione delle piene: la ricerca sarà rivolta all'approfondimento delle tematiche relativi al terzo livello di analisi regionale delle piene in Calabria e nell'Italia meridionale, e all'uso dei modelli di trasferimento afflussi-deflussi.

Ai fini del preannuncio, al confronto delle procedure semi ufficiali di valutazione delle piene utilizzate dai paesi europei.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.20

Responsabile: Prof. ARMANINI Aronne

1. OBIETTIVO DELLA RICERCA

Si intende continuare la ricerca già iniziata relativa alla reologia delle colate di detriti, sia in regime collisionale che in quello frizionale. La consistenza di questi due regimi è già stata documentata durante la sperimentazione in corso. Si intende verificare la validità delle teorie interpretative esistenti nelle condizioni appunto nelle quali entrambe le situazioni sono presenti. Inoltre, si intende dare inizio a prove sperimentali relative agli effetti della non uniformità granulometrica del materiale solido. Infine, si propone lo sviluppo di algoritmi di calcolo relativi ai moti di colate detritiche che considerino anche i flussi con il fondo e la evoluzione morfologica.

2. PROGRAMMA SCIENTIFICO

La ricerca intende proseguire l'analisi delle relazioni reologiche puntuali e delle relazioni idrauliche globale che governano il moto delle colate detritiche. L'indagine viene condotta sperimentalmente in condizioni di moto uniforme, utilizzando la canaletta idrodinamica esistente appositamente attrezzata per le colate di detriti e che consente il ricircolo di materiale solido con concentrazioni assai elevate in presenza di uno strato di materiale solido immobile al fondo e in condizioni di moto uniforme. In particolare, si intende approfondire infatti la comprensione dei processi reologici, che intervengono qualora il fondo sia composto dalle stesse particelle che costituiscono la fase solida del flusso. Tali processi presentano caratteri diversi e distribuiti nella direzione normale al moto. Avendo già acquisito prove sperimentali che evidenziano l'esistenza di un regime di sforzi quasi-statico in prossimità al fondo, e di un regime collisionale in prossimità della superficie libera, si intende indagare la porzione di campo di moto di transizione fra le due sopra riportate, e condurre una analisi critica della validità delle teorie interpretative esistenti.

La ricerca si compone quindi di una parte sperimentale che prevede la messa a punto e l'utilizzo di tecniche di acquisizione e di analisi di immagini in automatico ed ad alta frequenza e definizione. L'esperienza già svolta e i risultati ottenuti potranno essere utilizzati per la calibratura e verifica delle nuove metodologie. Una seconda parte comprende la prosecuzione delle prove svolte, con estensione della pendenza a valori più bassi di quelli finora indagati, ed utilizzo di materiale naturale a granulometria selezionata o assortita. In tali condizioni di moto si ritiene possibile indagare anche la tipologia di colata immatura, finora trascurata, potendo così completare la descrizione delle possibili tipologie di colata.

Si intende inoltre dare inizio a prove sperimentali relative agli effetti della non uniformità granulometrica del

materiale solido, al fine di chiarire i fenomeni di selezione granulometrica. La selezione granulometrica rappresenta un problema complesso, ma teoricamente interessante, e con importanti risvolti pratici. Le tecniche sperimentali e di misura di cui sopra, consentono di analizzare la distribuzione granulometrica, potendosi inoltre mettere ciò in relazione con l'analisi reologica in svolgimento. Infine, si propone lo sviluppo di algoritmi di calcolo relativi ai moti di colate detritiche che considerino anche i flussi con il fondo e la evoluzione morfologica da impiegarsi soprattutto nella mappatura del rischio da colata nei conoidi dove i processi di arresto e deposito delle colate necessitano di una descrizione separata della fase solida da quella liquida.

3. Risultati Attesi

I risultati attesi riguardano la descrizione e la comprensione dei meccanismi reologici che hanno luogo lungo la normale al fondo e nelle diverse condizioni di moto indagate. Si intendono inoltre fornire validazioni di formulazioni esistenti ed eventuali nuove formulazioni esprimenti la capacità di trasporto. Un ulteriore obiettivo è rappresentato dallo sviluppo di codici di calcolo di previsione della dinamica delle colate detritiche e della connessa evoluzione morfologica

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.21

Responsabile: Prof. Mauro Fiorentino

Progetto Nazionale di riferimento: Vapi-Rivers

Titolo della ricerca: Effetti del clima e dell'uso del suolo sulla risposta idrologica di versante

Coordinatore della linea: P. Claps

1. Descrizione dell'obiettivo

Sulla base del modello teorico interpretativo recentemente proposto da Iacobellis e Fiorentino (1999) e del lavoro di Iacobellis, Claps e Fiorentino (1998), la definizione di meccanismi prevalenti di parzializzazione delle aree contribuenti ed il ruolo degli assorbimenti nella trasformazione della pioggia da effettiva ad efficace trovano un significativo riscontro nella caratterizzazione distributiva degli eventi estremi in una regione eterogenea per caratteristiche climatiche, geologiche e di uso del suolo (v. anche Iacobellis, 1999; Iacobellis et al., 1998).

I risultati ad oggi ottenuti con detto modello impongono un approfondimento dello studio per consentire una definitiva validazione del modello, che possa consigliarne l'uso per una discriminazione su base fisica tra la probabilità di piena in bacini idrografici climaticamente diversi.

Obiettivo preliminare dello studio proposto è quello di validare, ed eventualmente affinare, il modello teorico citato mediante l'analisi dell'informazione idrologica disponibile in una regione molto più vasta della Basilicata (es. l'Italia meridionale e/o insulare), presa a riferimento per le prime verifiche, allo scopo di studiare in gran dettaglio le interazioni tra clima, vegetazione ed umidità 'caratteristica' del suolo in contesti territoriali e climatici diversi da quelli inizialmente considerati.

Lo studio presenta carattere di novità anche per il tipo di informazione che si vuole analizzare. Infatti, oltre all'uso dei dati idro-pluviometrici (di tipo puntuale), della classica informazione geologica e delle più avanzate informazioni sull'uso del suolo (es. CORINE) verranno analizzati dati areali telerilevati relativi alla copertura vegetale del bacino.

Obiettivi finali dello studio sono, oltre alla già richiamata validazione del modello proposto:

1 identificazione degli indici climatici più opportuni, o delle più idonee grandezze areali misurabili legate al clima e di più diretto interesse per i meccanismi di generazione delle piene fluviali, dai quali o dalle quali dipende la legge di distribuzione di probabilità delle stesse;

2 definizione delle metodologie più idonee alla misura di dette grandezze;

Obiettivi subordinati, alcuni dei quali necessari per il conseguimento dei primi ma forse di non secondaria importanza, sono:

3 maggiore chiarezza teorica sul ruolo svolto dal clima sui meccanismi di produzione del deflusso di piena a seguito di precipitazione (meccanismi dunniiani e hortoniani) e sul ruolo giocato da questi nel controllo della distribuzione di probabilità delle piene;

4 definizione di metodologie a forte supporto fisico per la stima dei parametri dei modelli probabilistici più adatti all'analisi di frequenza delle piene (es. il parametro poissoniano usato nei modelli di Poisson composti)

5 definizione di metodologie teoricamente basate per la stima della piena indice (es. media dei max annuali delle portate al colmo di piena);

6 identificazione di un parametro di assorbimento, definito a scala di bacino e caratteristico di uno stato probabile del bacino nella stagione delle piene, chiaramente legato alle caratteristiche climatiche e geologiche;

7 adattamento di tecniche di analisi di immagini da satellite finalizzate alla stima della copertura vegetale al suolo (e/o all'umidità relativo del suolo) al fine di un loro supporto all'analisi di frequenza delle piene

I risultati dello studio, oltre che di interesse per tutti quei problemi tecnici e sociali che richiedono una buona conoscenza del rischio di piena, potranno essere utilizzati per l'analisi di sensibilità di detto rischio ad eventuali variazioni climatiche o antropicamente indotte con particolare riferimento alla copertura vegetale del bacino idrografico.

Nel seguito vengono descritte, con il dettaglio minimo necessario, le metodologie di approccio dello studio.

Per quanto riguarda l'analisi teorica occorre in primo luogo approfondire il ruolo dei meccanismi prevalenti nella generazione del deflusso superficiale. Dalle caratteristiche dei modelli di Horton e Dunne emergono infatti forti indizi rispetto alla connotazione climatica dei due meccanismi. Iacobellis e Fiorentino (1999) hanno notato come questo si rifletta nella distribuzione di probabilità delle aree del bacino che forniscono deflussi al picco di piena (aree parziali contribuenti). Nel modello da loro proposto l'area parziale contribuente è infatti considerata una variabile casuale indipendente a media più bassa nel caso di prevalenza del meccanismo dunniiano e più alta nell'altro, nel quale si ha la dominanza del meccanismo hortoniano.

Gli stessi autori suggeriscono un semplice modello di deflusso superficiale in base al quale il contributo unitario di piena è linearmente legato all'intensità media di pioggia in una durata pari al tempo di ritardo caratteristico del bacino idrografico, più precisamente alla massima intensità media (temporale) di pioggia che si ha, durante un evento di durata qualsiasi, in una finestra temporale pari al tempo di ritardo. I risultati preliminari ottenuti con questo schema indicano che la soglia di precipitazione (caratteristica di bacino) utilizzata per discriminare se si genera o meno deflusso superficiale è anch'essa fortemente legata alle caratteristiche climatiche della regione nella quale il bacino ricade.

Alcuni di questi effetti sono probabilmente legati al clima attraverso la vegetazione.

In bacini umidi e semi-umidi, dove è probabile trovare zone ad alta densità di vegetazione, il deflusso diretto superficiale, proveniente soltanto da sottile fascia disposta lungo i canali del reticolo idrografico, dà luogo ad una rilevante parzializzazione dell'area effettivamente al colmo di piena, mentre la restante area del bacino non contribuisce al deflusso superficiale, convogliando la precipitazione sotto forma per lo più di deflusso ipodermico o sub-superficiale con tempi di risposta certamente maggiori. In tali bacini pertanto l'area contribuente al deflusso superficiale dipende fortemente dalle condizioni di umidità antecedenti, mediamente legate alle caratteristiche climatiche della regione, oltre che dall'altezza di pioggia precipitata ed ovviamente dall'estensione dello storm. In zone aride e semiaride, generalmente più brulle, in accordo con il modello di Horton di generazione dei deflussi, l'area contribuente viene invece individuata come costituita dall'insieme dei punti

nei quali l'intensità di precipitazione supera la capacità di infiltrazione del suolo. Le condizioni del suolo antecedenti l'evento sono ancora cruciali nella generazione del deflusso e, qualora sia superata la soglia di ruscellamento, l'area contribuente è principalmente controllata dalle dimensioni dello storm. Diventa quindi fondamentale il diverso tipo di 'coinvolgimento' del territorio che in presenza di deflussi generati per eccesso di infiltrazione può partecipare al deflusso superficiale con aree molto estese e per bacini piccoli anche con la totalità del bacino, mentre in bacini umidi in generale le aree contribuenti saranno molto piccole e concentrate intorno al reticolo. tutto anche alla luce della considerazione che, per quanto tra modelli di tipo Horton e Dunne esistono profonde differenze nella struttura del fenomeno di infiltrazione, nella valutazione dei deflussi superficiali tali confini diventano assai sfumati in quanto, ai fini della determinazione delle aree contribuenti, i due meccanismi devono essere considerati come diverse parti dell'intero processo che genera il ruscellamento. Le attuali conoscenze scientifiche inoltre non consentono ancora di esprimere precise relazioni tra peculiarità climatiche e geopedologiche dei bacini e caratteristiche distributive delle aree effettivamente contribuenti ai deflussi di piena. Lo stesso modello citato è stato, ad esempio, applicato soltanto ad alcuni bacini della Basilicata, e quindi in una regione non estesa che presenta solo un limitato margine di eterogeneità climatica, litologica e geopedologica. Dalla sua applicazione ad una regione più vasta, onerosa per la gran mole di dati idrologici, climatici, geomorfologici e geopedologici e d'uso del suolo da trattare, discenderanno i risultati necessari per perseguire gli obiettivi dello studio.

Una parte significativa della ricerca proposta riguarda l'approfondimento delle tecniche di analisi dei dati telerilevati più significativi per l'analisi di frequenza delle piene. Obiettivo di questa parte è quello di porre in relazione le osservazioni di parametri vegetazionali mediante remote sensing con parametri climatici caratteristici delle zone indagate. In questo ambito si intende approfondire anche aspetti legati all'umidità del suolo, attraverso i legami di questa sia con il bilancio idrologico della zona che con le caratteristiche di densità e stabilità della vegetazione. Le modalità con le quali si intende operare sono legate alle diverse caratteristiche delle piattaforme satellitari considerate. Tra gli strumenti più idonei per la determinazione dell'NDVI ci sono i sensori AVHRR, posti sui satelliti NOAA e quelli Thematic Mapper posti su piattaforma LANDSAT. Le caratteristiche di risoluzione delle immagini, della frequenza dei passaggi e delle bande di frequenza della radiazione rilevata sono diverse per le due piattaforme e suggeriscono notevoli possibilità di integrazione dei dati da esse rilevati. L'uso congiunto delle due piattaforme consentirà di validare opportunamente i dati NOAA, che hanno costo minore e che coprono aree molto estese, anche in vista della possibilità di considerare questo tipo di indagini a supporto di analisi idrologiche regionali. Il collegamento tra indice NDVI e fattori climatici, eventualmente condensati in opportuni indici climatici ha la potenzialità di fornire su ampie aree un supporto sia alla valutazione della densità e della stabilità della coltre vegetale che all'individuazione dello stato di umidità prevalente del suolo.

La metodologia che si intende sviluppare dovrebbe rappresentare un notevole aiuto in diverse fasi dell'analisi statistica regionale delle piene, sia per quanto concerne la definizione di zone omogenee rispetto ai parametri della distribuzione che con riferimento al supporto nella determinazione di grandezze direttamente legate alle modalità di formazione del deflusso (parametri di assorbimento e legati alle dimensioni dell'area contribuente).

Le fasi dell'analisi possono riassumersi in due distinti momenti. Nella prima fase si svolgeranno gli approfondimenti teorici necessari a migliorare la conoscenza delle tecniche e dei processi connessi alle relazioni tra clima, vegetazione ed umidità del suolo. In particolare si procederà alla completa definizione di uno o più casi di studio. L'impostazione

dei casi di studio comprenderà l'individuazione di bacini idrografici rappresentativi di diverse condizioni morfologiche, climatiche, di uso del suolo. Per questi bacini dovranno essere raccolti e sistemati dati relativi alle portate di base ed alle portate di piena, alle precipitazioni medie ed estreme, alle temperature e tutto quanto possa essere utile alla determinazione del regime climatico ed alla verifica al suolo delle informazioni raccolte da satellite. Sempre nella prima fase si definirà l'approccio tecnico al calcolo dell'NDVI con scelta delle condizioni più favorevoli ad una determinazione che possa dirsi rappresentativa delle condizioni tipiche di copertura vegetale dell'area indagata (ad esempio l'analisi di 2 scene, relative al periodo estivo ed invernale).

Nella seconda fase si elaboreranno le procedure che dovrebbero consentire di ottenere risultati concreti nell'ottica del supporto all'analisi regionale in idrologia. Ci si aspetta di porre in chiara relazione le modalità di dipendenza dell'NDVI dalla dinamica dell'accrescimento della vegetazione, sì da stabilire in quali condizioni ed in che misura sia possibile assegnare una probabilità relativa all'estensione della copertura vegetale e, corrispondentemente, una probabilità di saturazione del suolo in corrispondenza dei fenomeni di piena. A sostegno di queste valutazioni, ed anche quale momento di verifica, si esamineranno le caratteristiche di stagionalità delle piene, le quali sono frutto dello stato tipico del suolo e della vegetazione nei diversi periodi dell'anno.

I risultati attesi da questa fase costituiranno relazioni tra NDVI e parametri climatici significativi, eventualmente costituiti da indici che forniscono una misura sintetica del deficit idrico relativo all'area indagata. Buona parte della seconda fase sarà dedicata all'integrazione delle indicazioni emerse dall'analisi dei dati da satellite con le risultanze dello studio dei meccanismi alla base della formazione delle piene.

2. Risultati attesi:

Rapporto sull'estensione del modello teorico ad ampie regioni, climaticamente eterogenee. Caratterizzazione dei principali aspetti relativi alla copertura vegetale dei bacini indagati (densità, estensione e stabilità).

Progetto Nazionale di riferimento: Rischio di siccità e misure di mitigazione

Titolo della ricerca: Misure atte a ridurre la vulnerabilità di reti di distribuzione e di sistemi idrici

Coordinatore della linea: R. Viparelli

1. Descrizione dell'obiettivo

In questa ricerca si intende contribuire agli aspetti relativi all'analisi delle misure di mitigazione degli effetti di siccità.

In particolare, riferendosi a reti di distribuzione idrica, si definiranno metodologie di carattere generale che consentano:

- di individuare le aree più vulnerabili in condizioni di erogazione normale a mezzo di indici di rischio opportunamente scelti;
- di individuare i provvedimenti più efficaci (ad esempio opportune modalità di settorizzazione) per limitare il deficit anche in dette aree entro i livelli minimi accettabili, così come definito nel DPCM del marzo 1996.

Riferendosi a un intero sistema idrico, si metteranno a punto procedure di validità generale che, tenuto conto del funzionamento idraulico in varie condizioni di erogazione, valutino il grado di efficienza dei diversi componenti e dell'intero schema a mezzo di opportuni indici di affidabilità.

In seguito, con riferimento a un particolare schema idrico della Basilicata e a condizioni di deficit di disponibilità, si individueranno le manovre degli organi di regolazione più idonee per ripartire detto deficit fra i vari centri serviti in maniera che in ciascuno di essi si verifichino limitazioni che non superino il livello minimo accettabile secondo il DPCM del marzo 1996. Come è ovvio, nell'operare sugli organi di regolazione, si dovrà tener debito conto dei centri posti in posizione planimetrica e altimetrica particolarmente sfavorevole e perciò di per sé più vulnerabili. Questo progetto è collegato ad attività che sono in corso di svolgimento presso il Laboratorio di Tecnologie Informative nella pianificazione dei Bacini Idrografici (L.A.T.I.B.I.) dell'Università della Basilicata.

2. Risultati attesi:

Rapporto sulle modalità di intervento sulle reti di adduzione ed interne che presentano effetti positivi in termini di riequilibrio dei volumi e dei carichi idraulici alle utenze.

3. Risultati attesi entro l'anno:

Rapporto sulle metodologie atte a definire gli indici di rischio sia nelle reti che negli schemi idrici in condizioni di disponibilità normali.

Progetto Nazionale di riferimento: Collasso di sbarramenti

Titolo della ricerca: Uso di modelli digitali del terreno ad alta definizione in modelli di inondazione per collasso di sbarramenti.

Coordinatore della linea: A. Sole

1. Descrizione dell'obiettivo

Nell'ambito delle linee guida proposte dal GNDCI per lo studio relativo all'ipotetico collasso di sbarramenti, si utilizzano come fonte di dati basi cartografiche più o meno definite. Tali dati vanno dal rilievo topografico o cartografia di dettaglio (scala 1:5000) per lo studio del fenomeno di propagazione e cartografia meno dettagliata per la rappresentazione delle aree inondabili. Molti enti Istituzionali operanti sul territorio nazionale si sono dotati di strumenti digitali di rappresentazione territoriale dai modelli digitali tridimensionali a cartografie tematiche.

Come è noto modelli di propagazione e la definizione delle aree allagate sono fortemente influenzati dalla topografia e dalla morfologia dell'alveo fluviale.

Mediante l'uso di modelli digitali del terreno ottenuti da diverse fonti di dato altimetrico (cartografia, gps, telerilevamento) ci si propone di evidenziare i limiti di applicabilità dell'uso di tali modelli per lo studio dei fenomeni di inondazione e di definire nel caso in cui tali limiti siano accettabili, una metodologia per la formalizzazione dell'uso di tali dati.

Questo progetto è collegato ad attività che sono in corso di svolgimento presso il Laboratorio di Tecnologie Informative nella pianificazione dei Bacini Idrografici (LA.T.I.B.I.) dell'Università della Basilicata.

Cartographic database is referred to regulations of guidelines proposed by GNDCI regarding dam-break flood (Minister of Public Work Law n.1125, 28 aug. 1986, n. 352, 4 dec. 1987, Circ. n. DSTN/2/22806, 13 dec. 1995).

The data base is constituted by elements such as ground surveyed data and scale 1:5000 cartographic data for flood propagation study and other cartographic data for flood map definition.

Flood model propagation, flooded areas maps are defined starting from riverbed topography and morphology. Local and National Agency are provided of geographic digital data that needed of validation standard procedure to use these data for the problem under consideration.

Starting from Digital Elevation Model (DEM), derived from different altimetric data set (Satellite images, GPS, cartography), an efficiency comparison between the results obtained using these data in order to apply a flood simulation model.

2. Risultati attesi:

Confronto dell'efficienza delle diverse tipologie di dato nell'applicazione di modelli di propagazione.

Progetto Nazionale di riferimento: Rischio idraulico connesso alle infrastrutture

Titolo della ricerca: Metodologie speditive di valutazione della vulnerabilità di attraversamenti fluviali

Coordinatore della linea: V.A. Copertino

1. Descrizione dell'obiettivo

Nella redazione dei Programmi di Previsione e Prevenzione del rischio idrogeologico, particolare rilievo assume la valutazione della vulnerabilità idraulica degli attraversamenti fluviali.

Nel redigere tali programmi si è interessati non tanto ad una quantificazione assoluta della vulnerabilità dei singoli elementi a rischio, quanto un'analisi di tipo comparativo tra i singoli potenziali a rischio, al fine di stabilire delle priorità di intervento finalizzate dapprima, ad una migliore quantificazione del danno e, successivamente, alla definizione degli interventi di vera e propria mitigazione del rischio.

E' già da qualche anno che il Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente è impegnato nella redazione di un programma Pilota di Previsione e Prevenzione del rischio idrologico – idraulico della Provincia di Potenza (convenzione stipulata tra l'Amministrazione Provinciale di Potenza ed il Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente; progetto LA.T.I.B.I.). In particolare, in accordo con lo spirito pilota del citato studio di previsione del rischio idraulico – idrologico, si è ritenuto opportuno seguire una procedura, principalmente basata sulle linee guida per la previsione e prevenzione del rischio idrogeologico redatte, in bozza, dal *GNDCI* (Natale e Versace, 1995), articolata nelle seguenti fasi:

1. censimento e catalogo di quelle sezioni fluviali sedi di attraversamenti di infrastrutture di trasporto e di servizio;
2. individuazione degli attraversamenti fluviali già vulnerati in passato;
3. organizzazione di una campagna di misure in sito;
4. valutazione, in corrispondenza di ciascuna delle sezioni di interesse, delle portate di piena corrispondenti a diversi valori del periodo di ritorno T ;
5. messa a punto degli strumenti di calcolo in grado di valutare, con buona approssimazione, il rischio di sormonto ed il grado di erosione in corrispondenza di spalle e pile di ponti.

L'attività di ricerca che si intende svolgere riguarderà, principalmente, le fasi 2, 3 e 5 potendosi ritenere, allo stato attuale, pressoché concluse le fasi 1 e 4.

Per quanto si attiene alla fase 2, riguardante la individuazione delle aree storicamente vulnerate, verranno condotte ricerche finalizzate al completamento delle informazioni già desumibili dal progetto *AVI* (Aree Vulnerate in Italia) a cura del *GNDCI*. Ciò al fine di consentire una mappatura di primo livello delle aree soggette a rischio idrologico – idraulico e di validare procedure ed indici di vulnerabilità messi a punto nell'ambito della fase 5.

Per quanto si attiene alla fase 3, verrà portata a termine la campagna di indagini in sito già avviata da qualche anno. Occorre qui sottolineare come nella sola Provincia di Potenza sono stati censiti oltre 450 attraversamenti fluviali, pur non avendo considerato quelli insistenti su sezioni fluviali il cui bacino idrografico a monte risultasse di estensione inferiore a $10 \div 15 \text{ Km}^2$. Attualmente, sono stati effettuati 170 sopralluoghi e redatte altrettante schede tecniche in cui vengono riportate, principalmente, le caratteristiche geometriche dell'attraversamento, nonché le caratteristiche geometriche ed idrauliche del tratto del corso d'acqua sul quale l'attraversamento insiste. La finalità di tali rilievi in campo è, altresì, quella di una prima valutazione della potenziale vulnerabilità dell'infrastruttura esaminata.

Per quanto si attiene alla fase 5, l'attività di ricerca riguarderà l'applicazione alla totalità degli attraversamenti censiti delle formule speditive e degli indici di vulnerabilità definiti e tarati nell'ambito del lavoro svolto negli anni passati.

Alle attività di ricerca sopraddette verranno altresì affiancate attività di laboratorio, peraltro già iniziate presso il laboratorio di idraulica del Politecnico Federale di Zurigo. Tali attività riguarderanno, principalmente, lo studio dell'evoluzione temporale del processo di erosione in corrispondenza di pile e spalle di ponti. E' ben noto, infatti, come la maggior parte delle formule disponibili in letteratura siano basate su prove di lunga durata nel corso delle quali venivano pressoché raggiunte condizioni di equilibrio. Nella pratica, l'applicazione di tali formule corrisponde, dunque, al non tenere conto della durata dell'evento di piena.

2. Risultati attesi:

Con riferimento all'area in studio, redazione di più carte, in dipendenza del periodo di ritorno T, delle aree o punti vulnerabili rispetto al rischio di piena.

3. Risultati attesi entro il 1° anno:

Completamento della fase 2, effettuazione di circa 100 sopralluoghi, estensione delle procedure speditive all'intero campione delle sezioni per le quali si dispone di rilievo in sito.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.26

Responsabile Prof. Corrado Corradini

MODELLISTICA FISICO-MATEMATICA DI PROCESSI IDROLOGICI DI BASE NEGLI STUDI A SCALA DI BACINO

L'attività di ricerca proposta riguarda problematiche appartenenti al Progetto RIVERS ed al Progetto PREPI ed è perfettamente integrata con quella proposta dall'Unità Operativa 1.47 dell'IRPI di Perugia.

Nell'ambito del Progetto RIVERS saranno sviluppati i seguenti argomenti:

- * Realizzazione di un modello analitico concettuale per la rappresentazione dell'infiltrazione media areale e dell'idrogramma di portata superficiale a scala di versante. In tale contesto sarà completata la formulazione teorica già individuata per infiltrazione media areale e varianza sotto le condizioni di "run-on" trascurabile e sarà individuata una ulteriore formulazione per l'infiltrazione media areale sotto condizione di infiltrazione che includa l'effetto di run-on, cioè di infiltrazione determinata sia dalla pioggia sia dal flusso superficiale Hortoniano che scorre verso il basso su regioni insature. In tal caso si cercherà di individuare una conduttività idraulica di saturazione (K_s) equivalente che permetta di ridurre il problema, che è stocastico, ad un problema deterministico, facendo uso dei momenti primo e secondo della distribuzione di probabilità di K_s . Il modello sarà verificato attraverso confronto con soluzioni numeriche accoppiate dell'onda cinematica non lineare e del modello di infiltrazione puntuale precedentemente proposto da Corradini et al. (1997, *J. Hydrol.*). Tale attività potrà essere anche utilizzata come supporto nell'individuazione di parametri che consentano una rappresentazione empirica molto semplificata ed utile ai fini operativi.
- * Sarà realizzato un modello fisico di versante in laboratorio mediante il quale saranno investigate le risposte idrologiche per intensità di pioggia dell'ordine di quelle naturali. Utilizzando vari tipi di suolo saranno esaminati i deflussi sperimentali e teorici, sia superficiali per differenti pendenze del versante, colmando così una lacuna esistente nella letteratura scientifica circa una accurata valutazione del ruolo della pendenza sull'infiltrazione. Una versione preliminare del modello fisico è già operativa presso il Laboratorio di Idraulica e Costruzioni Idrauliche dell'Università di Perugia - l'apparato sperimentale sarà completato con sensori per l'analisi spazio-temporale della pioggia, misuratori di carico capillare e contenuto d'acqua del suolo e con lo sviluppo di specifici sensori per i deflussi di superficie e di fondo.

Nell'ambito del Progetto PREPI sarà sviluppata un'attività di ricerca finalizzata alla costruzione di un modello semidistribuito di tipo concettuale per la previsione delle piene in tempo reale su bacini di dimensioni superiori a $\sim 1000 \text{ Km}^2$. Sarà proposto un modello

basato su un adattamento di quello precedentemente messo a punto da Corradini and Melone (1996) e Coffadini (1991).

In parti colare il modello dovrebbe essere adottato utilizzando una suddivisione per sottobacini di dimensioni tipiche inferiori a - 200 Km² (Corradini et al., 1998, IASTED, Conf) invece della suddivisione mediante isocrone ed incorporando il trasferimento dell'onda di piena mediante schema diffusivo dall'immissione di ciascun sottobacino alla chiusura del bacino idrografico. La trasformazione pioggia-portata in ciascun sottobacino sarà descritta con approccio concettuale cercando di minimizzare il numero di parametri in gioco da stabilire per calibrazione. Quest'ultima potrà essere effettuata successivamente usando dati sperimentali pioggia-portata su vari sottobacini del Tevere strumentati dal Dipartimento di Ingegneri delle Acque e delle Strutture di Perugia, dall'IRPI-CNR di Perugia e dalla Regione dell'Umbria. Lo schema di adattività dovrebbe riutilizzare un vincolo sulla tendenza dell'idrogramma osservato all'istante di previsione. Sarà pertanto proposto un modello deterministico con minimo numero di parametri da calibrare ed una sola quantità da adattare in tempo reale. L'incertezza della previsione potrebbe successivamente essere introdotta con l'aggiunta di una componente stocastica o con altro schema legato alla varianza dell'infiltrazione media areale.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.29

Responsabile: Dott. Giovanni Mortara

1. Descrizione dell'obiettivo

(ARA-COD) Contribuire alla comprensione del comportamento dinamico delle colate detritiche torrentizie; completare il quadro dei siti più esposti a rischio; fornire linee-guida in chiave di protezione civile (ARA-PIN). Fornire un quadro della distribuzione delle aree inondate e delle modalità di inondazione nella pianura padano-veneta.

(ARA-COD) Gli interessanti e, per certi versi, inattesi risultati dell'indagine sui campeggi valdostani esposti a rischio di colata detritica ed inondazione, svolta nel 1998, costituiscono un valido motivo per estendere questo tipo di ricerca anche ai campeggi piemontesi, tenuto conto che la Regione Piemonte intende imporre mirati piani di evacuazione e codici di comportamento su modelli suggeriti dall'U.O. 1.29. Proseguirà la raccolta di dati sui volumi trasportati e depositi dai torrenti del Triveneto, su alcuni dei quali saranno svolti studi di dettaglio. Nel bacino del T. Moscardo si prevede l'installazione di sensori sonici forniti dalla Shige University (Giappone), per confronto con i sensori sismici già presenti, allo scopo di individuare quali sono i più funzionali ai fini di monitoraggio ed eventuale impiego per allertamento.

(ARA-PIN) Sarà completata l'indagine conoscitiva sulla interferenza tra dinamica fluviale e sviluppo antropico nella valle di Susa (To).

1. Risultati attesi

Repertorio di aree esposte a rischio di colata detritica; banca dati su magnitudo e frequenza delle colate; indicazioni sulla funzionalità di strumentazione a fini di monitoraggio e di allertamento; suggerimenti per misure non strutturali e codici di comportamento

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.31

Responsabile: Ing. Giorgio Galeati

Valutazione delle piene e studio della risposta idrologica di versante (Progetto VAPI-RIVERS)

1. Obiettivo

La ricerca si inquadra nell'ambito del Progetto VAPI-RIVERS ed è finalizzata allo sviluppo di: (A) aggiornamento degli studi idrologici per la stima delle curve di crescita regionali delle piogge intense e delle portate di piena con redazione di un Rapporto VAPI relativo all'area territoriale Emilia, Romagna e Marche; (B) approfondimento conoscitivo dei processi fisici alla base della risposta idrologica dei bacini e conseguente messa a punto di tecniche per la stima della portata indice e dei tempi di risposta dei bacini idrografici in funzione delle caratteristiche climatiche, geologiche e geomorfologiche.

2. Programma

Con riferimento al punto (A) il programma scientifico prevede l'aggiornamento della banca dati relativa alle precipitazioni intense ed alle portate di piena (colmi, giornalieri ed idrogrammi di piena) monitorale nelle regioni Emilia, Romagna e Marche, con eventuale inserimento di episodi idrologici di rilievo rilevati presso dighe di sbarramento ENEL SpA ritenuti sufficientemente affidabili. A seguito di tale aggiornamento sarà completata la revisione degli studi idrologici eseguiti nell'area di indagine con particolare riferimento alle curve di crescita regionali ed alla stima della portata indice.

Per quanto attiene al punto (B) si approfondiranno le conoscenze tecnico-scientifiche utili ad un'ulteriore corretta interpretazione delle dipendenze tra le specificità climatiche, geologiche e morfologiche dei bacini idrografici e la risposta idrologica, con particolare riferimento ai processi di assorbimento del suolo ed alla velocità di risposta alla sollecitazione meteorica durante gli eventi idrometeorologici intensi. Tale approfondimento, conseguito anche mediante l'eventuale messa a punto di modelli di tipo probabilistico per la previsione dello stato di umidità del suolo e della velocità di scorrimento lungo i versanti e nella rete fluviale, dovrà permettere la definizione di idonei schemi fisico-concettuali per una corretta valutazione sia dell'entità della piena indice sia dei tempi di risposta durante gli episodi di piena. I risultati emersi in quest'ultima fase potranno permettere la formulazione di una modellistica semplificata capace di inquadrare gli aspetti essenziali della risposta di piena, più facilmente trasferibili in un contesto operativo. L'intera attività svolta in coordinamento con l'U.O. 1.43 di Bologna (Prof. Brath), l'U.O. 1.1 di Padova (Villi), l'U.O. 1.33 di Brescia (Prof. Bacchi) e l'Università di Ferrara (Prof. Franchini).

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.33

Responsabile: Prof. Baldassare Bacchi

VALUTAZIONE DELLE PIENE E STUDIO DELLA RISPOSTA IDROLOGICA DI VERSANTE (VAPI - RIVERS)

1. Premessa

Come risultato delle analisi svolte nell'ambito del progetto VAPI negli ultimi dieci anni è ormai disponibile una metodologia oggettiva ed omogenea per la valutazione delle portate di piena naturali su tutto il territorio italiano. Accanto ai successi conseguiti nell'ambito di tale progetto, una serie di problemi aperti suggeriscono la necessità di estendere la ricerca. In particolare il progetto VAPI ha permesso la stima regionale dei parametri di forma e di scala della distribuzione probabilistica delle piene, attraverso una procedura di analisi statistica. In questa fase, la necessità di una caratterizzazione fenomenologica dei risultati è risultato evidente per la necessità di identificare le componenti idrologiche più estreme. Una caratterizzazione fenomenologica è ancor più necessaria quando si vogliono interpretare ed estendere i risultati ottenuti nell'ambito del terzo livello di regionalizzazione, ossia nella stima regionale della piena indice. Per tale stima, è stato proposto un modello geomorfoclimatico, che interpreta statisticamente i processi di trasformazione da piogge intense a deflussi di piena. La metodologia adottata è basata sull'individuazione di tipi idrogeomorfologici, al cui interno la variabilità dei parametri che regolano soprattutto i processi di infiltrazione, sia meno ampia e di natura essenzialmente aleatoria, rispetto alla variabilità osservata fra i valori assunti dagli stessi parametri nel passare da un tipo all'altro. Questa assunzione si può ritenere accettabile solo ad un'assegnata scala spaziale. E' vero infatti che nell'ambito di un determinato tipo idrogeomorfologico la variabilità dei parametri che regolano l'infiltrazione è sempre meno aleatoria, man mano che si restringe la scala di osservazione (dalla scala originaria di analisi dei tipi idrogeomorfologici alla scala di versante).

Alla luce di queste considerazioni è opportuno migliorare la stima dell'afflusso di piena, attraverso un vero e proprio bilancio idrologico del suolo, individuando delle unità territoriali idrogeomorfologiche omogenee a diversi livelli di scala spaziale. In ognuna di queste unità andranno identificati i fenomeni ed i parametri maggiormente significativi ai fini del bilancio di piena. A ciascun livello si definiranno criteri diversi di omogeneità, che tengano conto dell'effettiva variabilità dei parametri caratterizzanti l'infiltrazione.

La procedura per l'identificazione delle unità territoriali, dei processi e dei parametri, seguirà un processo iterativo operato a diverse scale: in fase di analisi preliminare verranno

utilizzate tutte le informazioni a priori di tipo geomorfologico e pedologico, ottenendo così una classificazione che costituisca una base di partenza per la successiva verifica su base idrologica e statistica.

Questo tipo di procedura richiede la disponibilità di informazioni di diversa natura (in quantità e qualità) che non sono usualmente disponibili. Allo scopo, occorre definire un piano straordinario di monitoraggio e di indagini in sito in piccoli bacini che ricadono in una unità territoriale caratterizzata da un unico geomorfotipo, con stazioni idrometrografiche nella sezione di chiusura e sistemi di sensori sui versanti.

Si procederà in due fasi: (i) verranno identificati, sulla base delle analisi preliminari, dei bacini campione omogenei (sempre rispetto ad una scala assegnata) e allo stesso tempo rappresentativi di unità territoriale idrogeomorfologica; (ii) si integreranno i dati e le misure disponibili con indagini di campo, volte alla definizione dei parametri di risposta del bacino alle diverse scale.

Va osservato che il campo di interesse di questa indagine è ben più vasto di quello relativo al solo terzo livello di regionalizzazione del progetto VAPI. Ci si aspetta che i risultati di questo tipo di indagine siano utilizzabili: (i) in ambito di previsioni probabilistiche di piena attraverso una più efficiente stima delle precipitazioni efficaci; (ii) in ambito di preannuncio delle piene, attraverso lo sviluppo di una modellistica di trasformazione afflussi-deflussi di simulazione continua; (iii) l'indagine sperimentale condotta su bacini di limitata estensione o a scala di versante condotta nell'ambito di unità territoriali che comprendano aree prone a dissesti di versante, può risultare utile allo sviluppo di modellistica di simulazione continua per la previsione degli inneschi dei dissesti.

2. Argomento

Il progetto di ricerca, coordinato nell'ambito del CNR-GNDCI, intende studiare la risposta idrologica, durante eventi di piena, di alcuni bacini campione relativi a diverse scale spaziali, che possano ritenersi relativamente omogenei rispetto alle perdite per infiltrazione.

Durata

Il progetto avrà la durata di 4(5) anni

Unità Operativa

La ricerca svolta da alcune Unità Operative (U.O.), nell'ambito di un gruppo di coordinamento, facenti capo ad alcune Università, ad alcune sedi del CNR-IRPI, ad Uffici Idrografici, ed alcune Autorità di Bacino.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.34

Responsabile: Prof. Guido Calenda

1. Obiettivo:

- 1) Progetto VAPI: completamento del rapporto per i Compartimenti di Roma e Pescara;
- 2) Procedure di preannuncio di piena basate su LAM: messa a punto procedure di pretrattamento delle previsioni pluviometriche Lam sui bacini d'interesse al fine di migliorare le capacità previsionali del modello.
- 3) Rischio idraulico connesso alle infrastrutture: sviluppo di procedure di modellistica idraulica in presenza di infrastrutture per la valutazione del rischio ad esse connesso.

2. Programma:

1) Progetto VAPI.

La regionalizzazione delle piene della sezione idrografica di Roma, eseguita utilizzando semplici modelli Afflussi-Deflussi con le piogge regionalizzate e mettendo i parametri in relazione alle principali caratteristiche idrogeologiche dei bacini ha messo in evidenza un'eccessiva che definiscono le perdite idrologiche. Questo fenomeno è stato attribuito, in parte almeno, alle esondazioni molto diffuse nella valle del Tevere e dei suoi principali affluenti che hanno luogo per le portate più elevate. E' necessario quindi ricorrere a modelli in grado di simulare questo effetto sulla base delle informazioni disponibili sulle aree di esondazione storiche e sui relativi volumi.

2) Preannuncio mediante LAM.

L'applicazione di un modello LAM alla previsione delle Tevere ha messo in evidenza scostamenti sistematici, in larga misura attribuibili alla sottostima della componente orografica. Si tareranno processi autoregressivi o reti neurali per cercare di migliorare la previsione pluviometrica fornita dal LAM prima dell'utilizzazione come ingresso in modelli di trasformazione afflussi-deflussi di bacini di diverse dimensioni. Una prima applicazione al bacino del Tevere a Ponte Nuovo ha dato risultati promettenti. 3) *Rischio idraulico e infrastrutture*. Il progetto si basa sull'integrazione dell'informazione georeferenziata sulla rete infrastrutturale con l'informazione pluviometrica (regionalizzazione), nonché con mappe digitali dell'altimetria (DEM), uso del suolo e geolitologia (DTM). Tale impostazione consentirà di individuare le sezioni di maggiore rischio idrologico. Anche sulla base di un coinvolgimento dei principali aestori delle infrastrutture (FFSS, ANAS, Autostrade, Enti locali) sarà possibile mettere a punto un'applicazione mo ellistica per la simulazione idraulica che verrà tarata e verificata su alcuni studi di caso. Due applicazioni di rilevante interesse

e di grande attualità riguardano l'adeguamento degli attraversamenti idraulici delle infrastrutture esistenti ed il controllo in tempo reale degli eventi meteorici intensi, finalizzato alla possibilità di condizionare il regime di traffico. Per questo secondo punto si prevede di studiare l'accoppiamento con modelli meteorologici ad area limitata (LAM).

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.43

Responsabile: Prof. Armando Brath

1. OBIETTIVO

La ricerca si inquadra principalmente nei Progetti (a) VAPI e VAPI-RIVERS, con lo scopo di riesaminare l'assetto della regionalizzazione degli estremi idrologici in Italia centrosettentrionale e sviluppare modelli fisicamente basati di analisi della frequenza delle piene, al fine di ridurre le incertezze delle tecniche di regionalizzazione attualmente in uso. Sono anche previste attività nei Progetti (b) "Aspetti Metodologici negli Interventi di Protezione Civile", per lo sviluppo di linee guida per la redazione dei piani di protezione civile e (c) "Rischio Idraulico Connesso alle Infrastrutture", per lo sviluppo di criteri di analisi speditivi della vulnerabilità idraulica dei ponti da utilizzare su scala estensiva.

2. PROGRAMMA SCIENTIFICO

In riferimento ai Progetti (a) VAPI e VAPI-RIVERS, ci si propone di proseguire le ricerche in corso finalizzate ad un riesame delle ipotesi di regionalizzazione scaturite dagli studi, finora condotti a livello compartimentale da varie Unità Operative, verificando la possibilità di riconoscere macroregioni a comportamento omogeneo nel territorio dell'Italia centrosettentrionale. In secondo luogo, ci si propone di mettere a punto modelli di analisi di frequenza delle piene dotati di una base fenomenologica più solida. Al riguardo, sarà analizzata l'influenza del clima e delle proprietà geomorfologiche del bacino sul regime e piene fluviali mediante, studi di derivazione analitica e di simulazione numerica. L'obiettivo è quello di individuare parametri climatici e geomorfologici, o indici che ne costituiscano un'opportuna combinazione, che risultino effettivamente influenti sulle statistiche di tendenza centrale, di dispersione e di asimmetria delle portate al colmo di piena. L'obiettivo è quello di ridurre, attraverso l'aumento della base fisica, le incertezze proprie delle tecniche di regionalizzazione attualmente in uso, in riferimento sia alla fase di identificazione delle regioni omogenee che, soprattutto, a quella di stima della portata indice. Parallelamente, ci si propone di continuare gli studi da tempo intrapresi, finalizzati allo sviluppo di modelli stocastici e concettuali per scopi di preannuncio di piena ed alla loro integrazione con previsori di pioggia.

Per quanto riguarda il progetto (b), ci si propone di contribuire alla redazione delle linee guida per i programmi di previsione e prevenzione e dei piani di emergenza, e di favorire, attraverso opportune attività di divulgazione, il trasferimento agli Enti delle conoscenze maturate all'interno del Gruppo, con particolare riferimento all'Emilia-Romagna. Nell'ambito del Progetto (c) ci si propone, sulla base delle indicazioni della letteratura internazionale, di mettere a punto criteri per la redazione di un scheda tecnica di valutazione speditiva del grado di vulnerabilità delle opere di attraversamento fluviale.

3. Risultati attesi

- 1) Redazione finale Rapporto VAPI Emilia-Romagna e Marche.
- 2) Ridefinizione dell'assetto della regionalizzazione degli estremi idrologici nell'Italia centrosettentrionale.
- 3) Metodi fisicamente basati per l'individuazione delle regioni omogenee e per la stima della portata indice nelle sezioni prive di misure.
- 4) Modelli di preannuncio delle piene fluviali.
- 5) Elaborazione di linee guida per la redazione dei programmi di previsione e prevenzione e dei piani di emergenza
- 6) Criteri speditivi per l'analisi della vulnerabilità idraulica dei ponti.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.45
Responsabile: Paolo Boccotti

1. Obiettivo

Finora l'U.O. ha predisposto un quadro piuttosto dettagliato del rischio onde lungo le coste italiane. Tale quadro si basa sui dati raccolti dalle boe del Servizio Idrografico Nazionale. Il passo successivo da campioni nel 1999 prevede

- (i) una verifica con i rilievi ondosi dei satelliti;
- (ii) (un confronto tra i livelli ondosi italiani e i livelli ondosi di altri mari del mondo.

La verifica (i) si rende necessaria soprattutto per il cosiddetto "caso Alghero". La boa di Alghero registra livelli ondosi veramente notevoli e nettamente maggiori di quelli degli altri mari italiani. Confronteremo dunque, a scopo di controllo, le altezze delle onde rilevate dai satelliti al largo della costa occidentale della Sardegna con le altezze delle onde registrate in aree del Tirreno, dello Ionio, dell'Adriatico e del Canale di Sicilia.

Il confronto (ii) serve ad inquadrare i mari italiani in un contesto mondiale. L'obiettivo ultimo è confrontare gli effettivi coefficienti di sicurezza delle opere marittime italiane e delle opere marittime di altre aree del mondo. I livelli ondosi di Atlantico e Pacifico saranno stimati con gli stessi criteri già utilizzati dalla nostra U.O. per i mari italiani. In questo modo il confronto tra l'altezza d'onda di Atlantico e Pacifico e altezze d'onda nostrane risulterà immediato e particolarmente efficace. Per la stima dei livelli ondosi oceanici analizzeremo le registrazioni della imponente rete ondometrica NOBC dell'agenzia statunitense NOAA. L'analisi dei dati NDBC è utile anche per proporre eventuali adeguamenti delle tecniche di misura adottate dal servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. In particolare la NOAA ormai adotta un intervallo di campionamento Δt_c di un'ora, laddove i nostri Servizi utilizzano un Δt_c di 3 ore. La differenza è rilevante: basti pensare che, a parità di tempo, una boa americana registra una massa di dati tre volte maggiore che una boa italiana. E' migliore la procedura americana o quella italiana? Per rispondere bisogna ragionare in questi termini: minore è Δt_c maggiore è il numero di dati raccolti a parità di tempo, e quindi più piccolo è il livello della probabilità di superamento che può essere trattato. Peraltro più piccolo è Δt_c più ampio diventa l'intervallo di confidenza. Per individuare l'intervallo di campionamento Δt_c ottimale bisognerebbe dunque stabilire una relazione tra l'ampiezza dell'intervallo di confidenza e il Δt_c medesimo. Finora tale relazione non è stata individuata, e gli intervalli di confidenza vengono valutati in base alle consuete ipotesi di indipendenza stocastica. Cercheremo pertanto di ricavare la relazione

che lega tra loro l'intervallo di confidenza e l'intervallo di campionamento per il processo aleatorio $H_s(t)$ (altezza significativa in funzione del tempo).

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.46

Responsabile: Sandro Moretti

Modellistica idrologica di bacino per la valutazione del processo erosivo

1. Obiettivo

La ricerca ha come obiettivo l'identificazione e la valutazione attraverso l'applicazione di modellistica idrologica dei fattori legati al comportamento idraulico dell'acqua di precipitazione meteorica in relazione alle caratteristiche geo-pedologiche e morfometriche dei bacini presi in esame.

L'applicazione di una modellistica esistente dovrebbe poter favorire la realizzazione di modelli applicabili in aree mediterranee. Inoltre dovrebbe poter dare un notevole contributo alla definizione del bilancio sedimentario.

2. Programma

La ricerca intende analizzare analiticamente le relazioni intercorrenti fra processo erosivo e dinamica morfologica in relazione ai depositi superficiali ed alle precipitazioni meteoriche. Il programma prevede la realizzazione di una cartografia tematica per la valutazione del processo erosivo e la sua previsione nel tempo anche mediante l'uso di una modellistica opportunamente tarata. Verranno utilizzate le apparecchiature presenti nel Dipartimento di Sc. Della terra di Firenze, quali: Rete di elaboratori forniti di software arcinfo; simulatore di pioggia di campagna; apparecchiature di laboratorio per la valutazione dei parametri relativi alle caratteristiche fisiche, meccaniche ed idriche dei terreni presi in esame. L'analisi del processo sarà supportata da una modellistica del tipo weep, kineros, answers. Tali modelli verranno utilizzati sia per studiare i parametri territoriali che per l'individuazione dei tipi di intervento per misure di conservazione del suolo. Un ulteriore settore di sviluppo della ricerca si esplica nelle indagini finalizzate alla identificazione in unità omogenee di territorio per caratteristiche geomorfologiche- idrologiche identificabili negli idrogeomorfotipi.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.47

Responsabile Dott.ssa Florisa MELONE

MODELLI OPERATIVI PER IL PREANNUNCIO DELLE PIENE E RISCHIO DI INONDAZIONE.

1. Obiettivo

L'attività di ricerca proposta riguarda sia problematiche appartenenti al Progetto RIVERS ed al Progetto PREPI, che sono perfettamente integrate con quelle proposte dall'U.O: 1.26 dell'Università di Perugia, sia problematiche appartenenti al Progetto 1 e Progetto 14 dell'Allegato Tecnico alla Convenzione Triennale. L'attività riguarderà parzialmente anche il Progetto Collasso di Sbarramenti.

Nell'ambito del Progetto RIVERS si intende analizzare il ruolo delle caratteristiche climatiche, geologiche, morfologiche e d'uso del suolo nella deternúnazione delle perdite. A tale scopo i dati idro-pluviometrici di alcuni bacini dell'Italia Centrale verranno integrati con le informazioni delle grandezze di interesse. Allo scopo di approfondire il ruolo della copertura vegetale si cercherà di individuare due piccoli bacini (area -10 Km²) aventi caratteristiche di omogeneità tranne nell'uso del suolo e che verranno attrezzati con núsuratori di pioggia e di livello idrometrico. La classificazione suddetta e le núsure sperimentali sui piccoli bacini potranno essere considerate come supporto per l'individuazione di geomorfotipi attraverso i quali si cercherà di stabilire la parametrizzazione dell'assorbimento.

Nell'ambito del Progetto PREPI sarà sviluppata un'attività di ricerca finalizzata alla costruzione di un modello semidistribuito di tipo concettuale per la previsione delle piene in tempo reale su bacini di dimensione superiore a 1000 Km². Sarà proposto un modello basato sull'adattamento di quello precedentemente messo a punto da Corradini e Melone (1986) e Corradini (1991). Calibrazione e verifica del modello saranno successivamente effettuate utilizzando dati sperimentali piogge-portate riferiti ai bacini del Tevere a Torgiano (2175 Km²), del Topino a Bettona (1220 Km²) e del Tevere a P.Nuovo (4147 Km²). In questo contesto continuerà la raccolta dei dati idro-pluviometrici delle stazioni di núsura ubicate nell'Alto Tevere, di cui in gran parte funzionanti in tempo reale, per gli eventi di piena che si verificheranno nel corso dell'anno. Continuerà inoltre la gestione della rete idrometeorologica di proprietà dell'MPI, operante su un'area di -2000 Km², e l'archiviazione su supporto informatica dei relativi dati. Questi saranno di supporto per lo sviluppo di una metodologia fisicamente basata per la stima della pioggia media su un'area utilizzando un numero limitato di núsure puntuali, come nel caso di sistemi di monitoraggio operanti in tempo reale. L'attività riguarderà anche la revisione ed aggiornamento delle scale di deflusso per le sezioni dell'Alto Tevere e dei suoi affluenti dotate di teleferica. Si

cercherà di individuare i fattori idraulici che maggiormente contribuiscono alla relazione funzionale tra portata e livello idrico come base per lo sviluppo di un metodo semplificato. Un'analisi particolare riguarderà la stima della scala di deflusso in sezioni dove sono disponibili solo misure di livello idrico.

Nell'ambito della tematica delle Aree Inondabili (Progetto 1) e della Sicurezza infrastrutturale (Progetto 14) l'attività di ricerca sarà articolata nelle seguenti fasi:

Raccolta dati: attraverso il progetto AVI saranno individuate le aree vulnerate da inondazione per il territorio ricadente nel bacino dell'Alta Valtiberina sviluppando, con l'ausilio di un Sistema Informativo Territoriale (SIT), una cartografia di dettaglio con una prima mappatura delle aree inondate. Per tali aree saranno acquisiti e georeferenziati gli elementi territoriali (viabilità, infrastrutture, urbanizzato, ecc.) direttamente interessati da inondazioni con particolare attenzione alle sezioni fluviali sedi di attraversamenti stradali di cui sarà effettuata una catalogazione. Saranno inoltre individuate le stazioni idrometeorologiche ricadenti nei bacini di pertinenza delle aree interessate con l'acquisizione dei relativi dati idrologici. - Analisi eventi storici di inondazione: saranno ricostruiti, mediante approccio idrologico, gli eventi di piena che hanno causato inondazioni per il territorio in esame e saranno stimate, attraverso approccio idraulico, le aree inondate anche in ambiente urbano. Dal confronto dei risultati ottenuti con i dati disponibili, sarà effettuata un'analisi sull'accuratezza della modellistica utilizzata con l'individuazione dei parametri idrologici ed idraulici critici per una corretta valutazione del fenomeno di inondazione.

- Analisi interazione fluido-struttura: individuate le sezioni sedi di attraversamenti stradali verranno analizzati gli effetti dovuti al passaggio della piena fra le pile del ponte. Saranno considerati differenti configurazioni di regime di flusso stazionario per piene di assegnato tempo di ritorno. Sarà verificata l'accuratezza di metodi semplificati per la stima dei livelli idrici relativi alla portata transitante in corrispondenza del ponte e saranno individuate le condizioni idrauliche per il passaggio della corrente allo stato critico, con la valutazione delle aree interessate dagli effetti di rigurgito provocato dall'ostruzione.

Nell'ambito del Progetto Collasso di Sbarramenti saranno inizialmente catalogate le dighe esistenti nel territorio della Regione Umbria e sarà fatta una prima analisi sulla loro sicurezza idrologica. Inoltre sarà verificata la possibilità di utilizzo integrato di un SIT con una rete idrometeorologica in telen-úsura ai fini di una gestione ottimale dell'impianto in un contesto di sicurezza idraulica.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.48
Responsabile Prof. Antonio Castorani

INDIVIDUAZIONE DI IDROGEOMORFOTIPI CARATTERISTICI DEI BACINI IDROGRAFICI PUGLIESI E VALUTAZIONE DEI DEFLUSSI DI PIENA NELLA PUGLIA CENTRO-MERIDIONALE.

Questa proposta di ricerca si inserisce nell'ambito della Linea 1 *Previsione e Prevenzione di eventi idrologici estremi e loro controllo*, coordinata dal Prof. Fabio Rossi, all'interno del progetto *Valutazione delle piene e studio delle risposta idrologica di versante (VAPI - RIVERS)* indicato come *Idrogeomorfotipi e regionalizzazione delle piogge efficaci nell'Allegato Tecnico alla Convenzione Triennale 1999 - 2001* del GNDCI.

1. Obiettivo

Nello studio della protezione del territorio da rischi di natura idrologica come nella progettazione di opere idrauliche e di interventi di controllo e sistemazione dei corsi d'acqua un ruolo chiave è da sempre rivestito dai metodi di analisi di frequenza delle piene. Tale valutazione viene effettuata di norma su basi statistico-probabilistiche mediante la stima del rischio di superamento delle portate progettuali in funzione di un prefissato tempo di ritorno determinato in base a criteri di sicurezza e di convenienza economica. In particolare occorre assicurare che i rischi connessi al verificarsi di eventi catastrofici siano al di sotto di una accettabile soglia di sicurezza. In tale contesto, la relativa attendibilità dei dati di portata al colmo di piena registrati e la scarsità delle osservazioni disponibili rendono sovente necessario il ricorso a procedimenti di regionalizzazione le cui procedure, tuttavia, risultano ad oggi ancora non del tutto definite e standardizzate in relazione soprattutto alla eterogeneità dei bacini idrografici naturali. Alcuni spazi di ricerca sembrano infatti essere disponibili con riferimento alle procedure di individuazione delle aree omogenee per le quali si dispone attualmente soltanto di affidabili strumenti di verifica mentre la scelta delle zone omogenee avviene sulla base di ipotesi di lavoro governate da considerazioni qualitative sulle caratteristiche climatiche dei territori e quindi con criteri ancora arbitrari e soggettivi. Anche nella valutazione della piena indice, le diverse

peculiarità che si possono incontrare in natura rendono difficile l'individuazione di un criterio universalmente valido almeno alla luce delle attuali conoscenze sui processi che controllano la generazione dei deflussi di piena. Sulla base del modello teorico tracciato da Iacobellis e Fiorentino (1999), le peculiarità climatiche e geopedologiche dei bacini sembrano trovare preciso riscontro nelle caratteristiche della distribuzione di probabilità delle piene fluviali. Il modello è basato sul semplice concetto che la trasformazione dell'afflusso in deflusso sia fondamentalmente governata dalla formazione di un'area parziale di generazione del deflusso superficiale e che i meccanismi che conducono alla formazione di tale area siano statisticamente legati alle caratteristiche climatiche e geopedologiche dei suoli, essenzialmente per il tramite delle condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento critico di precipitazione. Tale schema interpretativo consente altresì di identificare in un solo parametro legato alla capacità di infiltrazione ed assorbimento del suolo (mediata nel tempo e nello spazio con riferimento alla sola area effettivamente contribuente), il valore di soglia che la intensità di precipitazione media nella durata critica di risposta dell'area parziale deve superare affinché l'evento di precipitazione si trasformi in effettivo ruscellamento alla scala di versante e quindi in deflusso di piena alla scala di bacino. Tanto il testè citato parametro di perdita idrologica quanto il valore atteso dell'area parziale contribuente al deflusso di piena sembrano quantitativamente legati a indici rappresentativi del clima e della geopedologia del suoli. Questi due parametri risultano altresì decisivi nella valutazione dei momenti del primo e del second'ordine della distribuzione dei massimi annuali delle portate al colmo di piena e quindi potenzialmente in grado di fornire utili indicazioni sia per l'individuazione delle zone omoogenee che per la valutazione della piena indice su base geomorfoclimatica.

Nell'ambito di questa ricerca si intende quindi procedere, in collaborazione con l'U.O. 1.21 dell'Università della Basilicata, allo studio di procedure oggettive per l'identificazione di unità territoriali idrogeomorfologiche omogenee, che sulla base del modello citato consentano una stima dell'afflusso di piena sulla base di un bilancio idrico del suolo che tenga conto dei processi che controllano il meccanismo prevalente dei deflussi di piena. Nella fase di validazione ed applicazione del modello particolare attenzione sarà riservata alla individuazione degli idrogeomorfotipi caratteristici del territorio pugliese, rappresentativi quindi di una zona a clima arido o semi-arido e costituita da formazioni, aeoloalche sovente di natura carsica e quindi generalmente caratterizzati da medio-alta permeabilità.

Nell'applicazione alla regione pugliese tale studio riveste inoltre una seconda particolare valenza informativa. Infatti, nei rapporti VAPI attualmente disponibili vengono fornite informazioni relative ai soli bacini della Puglia settentrionale, per i quali soltanto risultano disponibili le osservazioni idrometrografiche del S.1.1.. Tuttavia, la restante parte del territorio si è rivelata in passato non immune da piene di particolare severità con frequenti danni per il territorio e l'economia delle zone interessate e talvolta con tragiche conseguenze, come testimoniato anche dai database AVI del GNDCI. Tali eventi sono dovuti essenzialmente alla presenza di corsi d'acqua a carattere effimero e torrentizio la cui presenza richiede la individuazione di procedure ad hoc che tengano conto dei pro-rezzi ottenuti in ambito di ricerca idrologica negli ultimi anni anche all'interno dello stesso progetto VAPI. La totale assenza di dati relativi a deflussi osservati infatti impedisce, ovviamente, l'applicazione dei metodi regionali per la stima delle portate a prefissato livello di rischio, ed impone l'approfondimento delle procedure geomorfoclimatiche di analisi di frequenza delle piene. Tale obiettivo di non modesta ambizione richiede in primo luogo l'allargamento del supporto informativo territoriale, attualmente disponibile presso l'U.O. 1.21 dell'Università della Basilicata con riferimento alla sola Puglia settentrionale, a tutto il

territorio pugliese, almeno con riferimento ai dati di di uso e litologia dei suoli. Pertanto, nella fase iniziale di questo progetto si prevede di procedere alla raccolta dei dati a completamente del database regionale, parallelamente alla fase di analisi ed individuazione di idro-eomorfortipi che con riferimento alla Puglia settentrionale può invece già essere condotto sulla base di un supporto informativo avanzato quale quello costituito dal SEBLP. La validazione del modello geomorfoclimatico avverrebbe, in questo caso, mediante l'utilizzo di modelli di simulazione del processo di trasformazione dell'afflusso in deflusso, che tengano conto della struttura stocastica del processo di precipitazione e della risposta di bacino, implementando in maniera sintetica la variabilità ottenibile alla 'scala di evento delle grandezze stocastiche fondamentali del processo così come individuate all'interno del modello teorico oia più volte citato. Tale fase numerica potrebbe inoltre avvalersi, nella fase di calibrazione dei parametri, dell'apporto informativo a base fisica, fornito da modelli del tipo semi-distribuito asserviti al sistema informativo territoriale, la disponibili presso il Dipartimento di Ingegneria della Acque del Politecnico di Bari.

L'intero progetto di ricerca potrebbe essere affrontato nell'arco del prossimo triennio secondo le fasi di seguito indicate.

Con riferimento alle zone trattate nel VAPI Puglia per le quali è già disponibile il supporto informativo territoriale, si intende quindi procedere al completamento della raccolta dati sulla natura climatica del territorio; all'approfondimento e validazione dei risultati di natura teorica del modello Iacobellis e Fiorentino (1999) e, avvalendosi dei progressi ai punti precedenti, alla individuazione degli idrogeomorfotipi caratteristici.

Per ciò che invece riguarda le porzioni non già incluse nei precedenti rapporti VAPI e cioè con riferimento alla Puglia centro-meridionale, occorre anzitutto la realizzazione di uno studio di analisi regionale dei nubifragi e delle precipitazioni di diversa durata, contestualmente si provvederà alla raccolta dei dati climatici e ceopedologici di interesse e infine si forniranno indicazioni sulla valutazione dei deflussi di piena a prefissato livello di rischio nei bacini della Puglia centro-meridionale.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.49

Responsabile Prof. Marco Franchini

1. OBIETTIVO

La ricerca, svolta nell'ambito del progetto VAPI-RIVERS, prevede (A) l'aggiornamento degli studi di regionalizzazione delle piogge intense e delle portate di piena con redazione di un rapporto finale per la regione Emilia-Romagna-Marche; (B) l'analisi di tre aspetti che incidono sulla risposta idrologica dei bacini: (i) meccanismi di formazione del deflusso di piena su versanti con assetto topografico e geologico complesso, (ii) distribuzione spaziale dello stato di imbibizione del suolo, (iii) velocità di propagazione delle acque superficiali sui versanti ed in rete drenante.

2. PROGRAMMA

Con riferimento al punto (A), il programma scientifico prevede la revisione degli studi idrologici già eseguiti sull'area in indagine, con particolare attenzione alle curve di crescita regionali ed alle tecniche di stima della portata indice. In particolare, queste ultime tecniche verranno convalidate o messe a punto sulla base dei risultati riguardanti la ricerca connessa agli obiettivi di cui al punto (B) sopra descritti. Per essi, l'attività di ricerca si articolerà in tre fasi interconnesse: (1) attività sperimentale di campo; (2) formulazione, sviluppo, calibrazione e validazione di modelli distribuiti a base fisica dei processi idrologici fondamentali di formazione delle piene; (3) utilizzazione dei risultati emersi nelle fasi (1) e (2) per la formulazione di una modellistica semplificata capace di inquadrare in modo efficiente gli aspetti essenziali della risposta dei bacini in relazione agli eventi pluviometrici estremi e quindi più adatta ad una applicazione su scala spaziale più ampia. Data la complessità dell'idrologia di versante, l'attività sperimentale sarà rivolta all'analisi dettagliata dei processi superficiali e sub-superficiali che si manifestano su versanti di modesta estensione situati nell'Alta Valle del Reno. Essa verrà condotta installando una stazione meteo-climatica, una serie di sensori per la misura dello stato sia di umidità sia di tensione capillare del suolo, ed infine utilizzando un misuratore dell'affondamento della zona satura (e della sua potenza nei casi di falda sospesa). Verranno inoltre approntati opportuni apparati di misura del flusso superficiale ed ipodermico. Nello studio della velocità di propagazione delle acque superficiali nei reticoli naturali, le misure verranno effettuate su sistemi di drenaggio di varia estensione, in modo da poter fornire linee guida sulla variazione spazio temporale del deflusso superficiale in bacini di interesse applicativo.

3. Risultati attesi:

(A) redazione di un rapporto VAPI operativo da trasmettere alle Autorità competenti della Regione Emilia-Romagna-Marche; (B) messa a punto di una banca di dati idrometeorologici caratterizzanti la risposta di versante, formulazione di modelli in grado di sintetizzarne il comportamento idrologico, metodiche per la caratterizzazione della - velocità dell'acqua nella varie parti del bacino, metodiche per la caratterizzazione della risposta media del bacino in relazione ad eventi di piena.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.50
Responsabile Prof. Villani Paolo

VAPI-RIVERS **Valutazione delle piene in Italia ed analisi della risposta dei versanti**

PREPI **Sistemi per il preannuncio delle piene**

1. Programma

I disastri idrometeorologici naturali nelle regioni italiane sono stati generati, nel passato, essenzialmente da nubifragi caratterizzati da intensità di precipitazione estremamente elevate insieme con una frequenza di occorrenza molto bassa. La caratterizzazione di questo tipo di eventi costituisce un punto cruciale per la mitigazione del rischio: a causa della loro rarità, tali eventi estremi possono essere riconosciuti solo a scala regionale, per ridurre l'incertezza nella stima dei parametri nelle stazioni di misura e per la valutazione del rischio nei punti senza misure. Un modello statistico regionale include: (i) un modello probabilistico che spieghi gli eventi straordinariamente elevati verificatisi nel passato (outliers); (ii) un modello di regionalizzazione che tenga in conto la variabilità spaziale osservata dei parametri del modello probabilistico.

In questa ricerca si prenderà in considerazione un modello probabilistico del valore estrema a doppia componente (TCEV) che in altre situazioni ha fornito eccellenti interpretazioni degli eventi straordinari, insieme con una tecnica di regionalizzazione basata sull'analisi geostatistica dei parametri della distribuzione TCEV.

Obiettivo principale della ricerca è, quindi, l'ottenimento della mappatura del territorio emiliano in termini di rischio idrometeorologico di piena. Allo scopo si prevedono le seguenti fasi della ricerca:

- costituzione di un data-base: reperimento, digitazione e validazione di dati cartografici, pluviometrici e idrometrici (tempo previsto: 1,5 anni);
- analisi statistica preliminare degli eventi idrologici estremi nella regione (tempo previsto: 1,0 anni);
- analisi statistica di base, per i necessari avanzamenti e adattamenti teorici della procedura (tempo previsto: 1,0 anni);
- produzione della mappatura del rischio idrometeorologico di piena (tempo previsto: 0,5 anni).