

*GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE  
CATASTOFI IDROGEOLOGICHE*

*CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE*

Linea 1

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

**PROGETTO ESECUTIVO 1997**

settembre 1996

## PROGETTO ESECUTIVO 1997

### INDICE

1. Introduzione
  - 1.1 I compiti istituzionali del GNDCI e la convenzione con il Dipartimento di Protezione Civile
  - 1.2 Obiettivi generali
2. Progetti di ricerca e struttura operativa
3. Progetti di ricerca interlinea e specifici
  - Previsione e valutazione del rischio di alluvione
    - Piene ed INondazioni (ARA-PIN)
    - Colate detritiche (Modulo ARA-COD)
    - Sicurezza degli SBARramenti (ARA-SBAR)
    - Valutazione delle Piene dei Corsi d'Acqua Italiani (VAPI)
  - Prevenzione e mitigazione del rischio di alluvione
    - Modellistica idrologica degli eventi di Piena: preannuncio delle piene (MIEP)
    - Osservazioni multisensori dei campi di precipitazione; modelli di simulazione e previsione delle piogge (METEO)
  - Rischio di degrado delle risorse idriche
    - Aree a rischio di deficienza idrica per fenomeni di siccità (ARDE-SIC)
    - Rischi collegati all'azione del mare sui litorali (LIT)
- 4.0 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. 1.24	Responsabile:	<i>MOLINARO Paolo</i>
U.O. 1.26	Responsabile:	<i>CORRADINI Corrado</i>
U.O. 1.29	Responsabile:	<i>MORTARA Giovanni</i>
U.O. 1.30	Responsabile:	<i>BIGGIERO Vittorio</i>
U.O. 1.31	Responsabile:	<i>TOMASINO Mario</i>
U.O. 1.32	Responsabile:	<i>BENFRATELLO Guglielmo</i>
U.O. 1.33	Responsabile:	<i>BACCHI Baldassarre</i>
U.O. 1.34	Responsabile:	<i>CALENDA Guido</i>
U.O. 1.42	Responsabile:	<i>PALMIERI Sabino</i>
U.O. 1.43	Responsabile:	<i>BRATH Armando</i>
U.O. 1.44	Responsabile:	<i>TACCONI Paolo</i>
U.O. 1.45	Responsabile:	<i>BOCCOTTI Paolo</i>
U.O. 1.46	Responsabile:	<i>MORETTI Sandro</i>

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 I compiti istituzionali del GNDCI e la convenzione con il Dipartimento di Protezione Civile

Il Gruppo Nazionale per la difesa delle catastrofi idrogeologiche (G.N.D.C.I.) è stato costituito presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche con decreto interministeriale del 12 dicembre 1984.

In base alla Legge 225/92, Istituzione del Servizio Nazionale della Protezione Civile ed al Decreto ministeriale del 10 febbraio 1993, Individuazione e disciplina dei Gruppi nazionali di ricerca scientifica, il GNDCI viene individuato come una struttura operativa Nazionale per la protezione civile (art. 2, comma 11, lettera f della legge; art. 1 del decreto) e svolge le seguenti funzioni (art. 1 del decreto):

- i) promuove e sviluppa in forme autonome la ricerca scientifica ed interdisciplinare, indirizzata all'acquisizione e al miglioramento delle conoscenze nel settore del rischio idrogeologico;
- ii) svolge specifiche attività per le finalità di protezione civile in materia di previsione e prevenzione degli eventi calamitosi.

In particolare, per le specifiche finalità di protezione civile, il GNDCI è tenuto a:

- fornire consulenza al Dipartimento della Protezione Civile nella preparazione dei programmi nazionali di previsione e prevenzione in relazione al rischio idrogeologico, previsti dall'art. 4 della legge n. 225/92;
- assicurare l'intervento tecnico-scientifico in occasione di emergenze, nel quadro delle azioni di coordinamento del Ministro per il coordinamento della Protezione Civile;
- fornire consulenza scientifica e tecnica nel settore del rischio idrogeologico alle componenti del Servizio Nazionale della Protezione Civile, di cui all'art. 6 della legge n. 225/92, anche attraverso la formulazione di linee guida e la partecipazione alle iniziative di informazione alle popolazioni esposte al rischio idrogeologico.

Per il triennio 1996-98 l'attività del Gruppo è regolata dalla Convenzione stipulata con il Dipartimento della Protezione Civile, il cui allegato tecnico rappresenta il documento di illustrazione del programma scientifico, che prevede attività coordinate, di ricerca, studio, sviluppo, sorveglianza e consulenza tecnico-scientifica.

### 1.2 Obiettivi generali

La Linea di ricerca 1 sviluppa studi e ricerche nell'ambito di diverse tipologie di rischio idrogeologico:

- Rischio di alluvione, articolato in:
  - piene ed esondazioni da corsi d'acqua naturali;
  - colate detritiche e sovralluvionamento in torrenti montani e pedemontani;
  - piene da collasso di sbarramenti;
- Rischio di degrado delle risorse idriche, con particolare riguardo a:
  - deficienze idriche dovute alla siccità;

depauperamento delle risorse idriche sotterranee.

Per il triennio 1996-98 sarà avviata un'attività di ricerca sul:

- Rischio di erosione dei litorali, articolata negli aspetti:
  - climatologico;
  - geomorfologico e sedimentologico;
  - fluidodinamica.

in collaborazione con le Linee 2 e 3.

Secondo la politica seguita dal GNDCI, la Linea 1 darà elevata priorità per il finanziamento a:

- le proposte di ricerca applicata volte a fornire supporto tecnico-scientifico al Dipartimento della Protezione Civile nella preparazione dei Programmi Nazionali di previsione e prevenzione e dei Piani nazionali di emergenza, in relazione al rischio di alluvione, ed in particolare in settori di ricerca strategici ai fini della redazione dei Programmi e dei Piani;
  - le proposte di ricerca applicata volte a fornire supporto tecnico-scientifico alle Province e alle Regioni e alle Prefetture nella preparazione dei Piani Provinciali e Regionali di previsione e prevenzione e dei Piani nazionali di emergenza,
- le proposte di ricerca applicata in cui i proponenti espongono la disponibilità di co-finanziamenti adeguati da parte dell'Unione Europea, di Enti di ricerca esterni al CNR, dai Servizi Tecnici nazionali, ovvero da amministrazioni territoriali interessate all'utilizzazione dei prodotti della ricerca ed in particolare dalle Autorità di Bacino nazionali ed interregionali, dalle Autorità regionali e provinciali.

La politica di co-finanziamento, favorita dal GNDCI nell'ambito di questa Convenzione, ha lo scopo:

- di assicurare un sostegno significativo a quelle attività scientifiche, di formazione e di cooperazione con gli Enti pubblici, a livello locale o Nazionale, che dimostrino di rivestire una notevole rilevanza operativa;
  - di sostenere le attività scientifiche volte a conseguire specifiche conoscenze in settori specialistici con ampie collaborazioni internazionali.

## **2. PROGETTI DI RICERCA E STRUTTURA OPERATIVA**

Al crescere del prestigio e dell'influenza del GNDCI, si è andata estendendo l'attività del Gruppo via via a nuovi settori di ricerca; mentre aumentano le richieste di consulenza tecnico-scientifica da parte delle diverse componenti del Servizio Nazionale della Protezione Civile.

Emerge quindi la necessità di sviluppare strategie capaci di rendere più efficace l'attività del Gruppo attraverso nuove modalità di azione e di finanziamento. Ferme restando le finalità descritte ai punti i ed ii del paragrafo 1.1, un obiettivo di carattere organizzativo è quello di snellire l'attuale complessa organizzazione del Gruppo, oggi suddiviso in un gran numero di Unità Operative, al fine di limitare la dispersione eccessiva delle risorse e la conseguenza perdita di efficacia di una struttura unitaria quale quella che il Gruppo ha sempre avuto il merito di rappresentare a scala nazionale.

A tale esigenza si è cercato di rispondere nella prima Convenzione con la costituzione di Unità di progetto, che si assumessero il compito di guidare e coordinare le

attività delle Unità operative, anche di Linee di ricerca diverse, nell'ambito di ogni progetto di ricerca. Tale schema organizzativo potrà consolidarsi in questa seconda Convenzione. Le Unità di progetto, avranno dunque la responsabilità:

- di sviluppare i progetti e le ricerche di interesse nell'ambito degli obiettivi generali e degli obiettivi specifici di ciascuna Linea, secondo i temi ed i criteri identificati preliminarmente dal Consiglio Scientifico del GNDCI;
- di definire il Gruppo di lavoro che contribuisce ad ogni singolo progetto, di valutare il budget necessario per svolgere il lavoro previsto e di associare a sé, ove necessario altri Organi del CNR o Gruppi di ricercatori universitari o di altri Enti, seguendo gli schemi già approvati ed utilizzati per i contratti di ricerca dell'Unione Europea.

Obiettivo di tale schema organizzativo è l'individuazione delle responsabilità specifiche in capo a specifici Istituti e ricercatori per grandi temi di ricerca.

I responsabili delle UU.OO. di coordinamento sono i coordinatori di progetto, che assumono le iniziative ritenute idonee per lo scambio di informazioni all'interno delle unità di progetto, per l'individuazione degli obiettivi e dei prodotti di ricerca che si potranno ottenere nel prossimo triennio, le misure organizzative e le risorse necessarie per il conseguimento di tali obiettivi.

La Linea 1 darà, come si è detto sopra elevata priorità alle attività di ricerca atte a fornire supporto scientifico sia ai programmi nazionali di previsione e prevenzione che dovranno essere predisposti dal Dipartimento della Protezione Civile, sia alla stesura dei piani di emergenza. Tali attività, di contenuto fortemente interdisciplinare, richiedono uno stretto coordinamento operativo fra le diverse linee di ricerca. Pertanto si ritiene opportuno lo sviluppo di progetti di ricerca coordinati tra diverse linee.

In particolare per il 1997 la Linea 1 sarà attiva in:

- progetti di ricerca strettamente coordinati tra le diverse linee di ricerca (Progetti interlinea);
- progetti di ricerca su tematiche specifiche (Progetti specifici di linea), indirizzati al conseguimento ed al miglioramento delle conoscenze nel settore degli eventi idrologici estremi, ed in particolare allo sviluppo di procedure e di tecnologie adeguate, al trasferimento di criteri, procedure, modelli matematici acquisiti dalla comunità scientifica.

Il Progetto Esecutivo 1997 è steso in collaborazione con le altre Linee di ricerca ed in particolare con la Linea 3 "Valutazione del rischio idraulico-geologico e zonazione; strategie di intervento per la mitigazione degli effetti degli eventi estremi".

Il Progetto si articola in 8 progetti di ricerca, in cui vengono coordinate le attività delle UU.OO. delle Linee 1 e 3, e che sono suddivisi in 5 progetti interlinea, di cui uno, l'ARDE-SIC, è svolto in collaborazione con la Linea 4, ed in 4 progetti specifici (vedi tab. 1). Per ogni progetto sono stati costituite Unità di progetto, che comprendono le UU.OO. attive e che sono coordinate da 1 o 2 Unità operative (vedi tab. 2). I responsabili delle UU.OO. di coordinamento sono i coordinatori di progetto.

Nella tabella 3 è riportato l'elenco delle Unità Operative di cui si propone il finanziamento per il 1997. I finanziamenti destinati alle UU.OO. attive presso Organi CNR assommano a 300 ML (tab.4), mentre per i contributi alle Università sono previsti 645 ML e per i contratti ad altri Enti sono stati assegnati 30 ML.

# **PROGETTO ARA-PIN**

## **AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE PIENE ED INONDAZIONI**

Responsabili: Prof. Luigi NATALE      Università di Pavia

UU.OO. Attive

- 1.1 V. Villi
- 1.4 S. Gabriele
- 1.5 G. Di Silvio
- 1.9 B. Sirangelo
- 1.12 G. Rossi
- 1.15 P. Versace
- 1.20 A. Armanini
- 1.21 M. Fiorentino
- 1.29 G. Mortara
- 1.30 V. Biggiero
- 3.1 Melone+Guzzetti
- 3.6 L. Natale
- 3.22 Carrara
- 3.11 Santoro
- 3.16 La Barbera

## **PROGETTO ARA-PIN**

### **Obiettivi generali**

L'obiettivo è quello di sviluppare una modellistica semplificata di tipo idraulico per la valutazione delle aree a rischio di inondazione lungo l'asta del fiume Tevere. La ricerca inizialmente sarà indirizzata ad esaminare l'efficacia dei vari modelli disponibili in letteratura applicandoli ai casi storici di aree vulnerate della regione Umbria, di cui si stanno acquisendo i dati relativi all'evento (piena osservata, restituzione volo delle aree allagate), al territorio vulnerato (acquisizione dei differenti elementi territoriali coinvolti e realizzazione di un modello digitale del terreno) ed ai rilievi delle sezioni caratterizzanti il corso d'acqua. Saranno evidenziate le differenti semplificazioni adottate e come queste hanno potuto influire sulla simulazione del fenomeno osservato. Dal confronto dei risultati ottenuti, sarà valutata per ciascun modello la possibilità effettiva di ricostruzione del fenomeno di inondazione. Considerando che la simulazione di un allagamento coinvolge diversi aspetti complessi, quali l'interazione fluido-struttura, la presenza di forti pendenze, l'adeguata risoluzione spaziale con conseguente gestione di una notevole mole di dati, si individueranno i criteri necessari allo sviluppo di un modello semplificato che consenta di riprodurre coerentemente, anche per le aree dove i dati disponibili sono scarsi, i fenomeni di esondazione ed inondazione avvenuti lungo l'asta del fiume Tevere.

### **Risultati e prodotti previsti per il triennio 1996-98**

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

Il programma previsto nell'allegato tecnico alla convenzione per il triennio 1996-98 prevede un'attività delle Unità Operative, che vanno a costituire la Unità di progetto, nelle seguenti tematiche:

- Criteri, metodi e procedure per la individuazione delle aree a rischio
- Integrazione del progetto AVI
- Criteri di valutazione degli interventi

#### 1.1 Criteri, metodi e procedure per la individuazione delle aree a rischio

(Attività a supporto tecnico-scientifico per i Programmi di previsione e prevenzione)

I prodotti del progetto previsti dalla convenzione sono di seguito indicati:

- Rapporto tematico "Linee guida per la redazione dei piani di emergenza contro il rischio di inondazione" costituito da:
  - Documenti di sintesi
  - Manuale tecnico
- Corsi brevi di istruzione
- Attività specifiche di supporto tecnico-scientifico per i Programmi di previsione e prevenzione (legge 225/92) e valutazione dei risultati delle analisi di rischio



## 1.2 Integrazione del progetto AVI

Documento divulgativo di sintesi

Cataloghi regionali delle aree inondate, aggiornamenti, rapporti di evento, integrazione con il ricorso ad altre fonti

Informatizzazione ed assistenza alla consultazione per le Pubbliche Amministrazioni

## 1.3 Obiettivi di protezione del territorio a scala nazionale

Criteri di valutazione degli interventi

Confronto tra gli interventi non strutturali e quelli strutturali

Fasce fluviali, alveo di piena ed aree di espansione

**PROGETTO ARA-COD**

**AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE  
COLATE DETRITICHE**

Responsabile: Prof. Aronne ARMANINI

UU.OO. Attive

1.5 G. Di Silvio  
1.20 A. Armanini  
1.29 Mortara  
1.44 Tacconi  
3.6 Natale

## PROGETTO ARA-COD

### Mappatura del rischio da colata di detriti

Il problema delle colate di detriti è particolarmente rilevante per le zone urbanizzate collocate in prossimità dei conoidi di deiezione. Queste zone sono state recentemente oggetto di una attività di urbanizzazione intensa, legata soprattutto al processo di rivalorizzazione delle aree montane legato alle attività turistiche. Oltre a ciò le colate di detriti rappresentano probabilmente una delle sorgenti maggiori della alimentazione solida dei corsi d'acqua: sono quindi legate direttamente al problema della sicurezza dei corsi d'acqua pedemontani ed al rischio di esondazione per sovralluvionamento.

Il progetto ARA-COD ha lo scopo di mettere a punto una serie di metodologie operative capaci di permettere la mappatura del rischio da colata di detriti.

Il criterio generale adottato è quello di mettere a punto metodologie via via più complesse, partendo da quelle più immediate che possono essere applicata ad una grande quantità di bacini, riservando quindi analisi più di dettaglio a quei bacini che dalla prima analisi risultino particolarmente a rischio. L'attitudine di un bacino alla produzione di colate di detriti può essere stabilita attraverso la compilazione di adatti questionari.

La valutazione delle zone a rischio può essere realizzata a partire dalla conoscenza di tutti i parametri che governano il distacco, trasporto e deposito della colata (volume, velocità, concentrazione, portata, sezioni di deflusso, pendenza del torrente e della zona di deposito) e calcolando la zona coinvolta nel deposito senza attribuzione del grado di rischio nella zona. Un altro approccio è basato sull'analisi del territorio dove presumibilmente la colata dovrebbe arrestarsi (il conoide) valutando *indici testimoni* di colate precedenti; a seconda del peso attribuito a questi indici è possibile identificare zone a rischio differenziato e diversificare i vincoli sul territorio.

### Modellistica matematica

Una volta che sia stata determinata la portata e il volume della colata, è possibile nei casi più importanti utilizzare anche strumenti di calcolo più precisi per determinare in maniera più precisa le aree soggette a esondazione e per valutare con maggiore precisione **l'efficacia di eventuali opere di contenimento o di mitigazione** (briglie rompicolata, valli, cunei deviatori, canali etc..). I modelli matematici oggi disponibili sono ancora di tipo sperimentale poiché spesso non è nota con sufficiente precisione la reologia delle colate ma anche perché non si dispone di strumenti di calcolo sufficientemente sviluppati per simulare soprattutto il processo di arresto delle colate.

Per chiarire ulteriormente questi aspetti il progetto di ricerca prevede anche l'analisi di eventi recenti, verificatisi in diversi contesti geografici dell'arco alpino.

La modellistica matematica a disposizione per simulare questi eventi è per ora basata essenzialmente su modelli di tipo cinematico, sviluppati dall'IRPI di Torino in collaborazione con l'U.S. Geological Survey. Sono stati tuttavia recentemente messi a punto modelli unidimensionali basati sulla risoluzione delle equazioni delle acque basse scritte in forma conservativa, modelli sviluppati indipendentemente dall'Università di Pavia per le valanghe di neve e dall'Università di Trento nell'ambito del progetto europeo Eroslope (Environment).

**PROGETTO ARA-SBAR**

**AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE**  
**COLLASSO DI SBARRAMENTI**

Responsabile: Prof. Beniamino SIRANGELO

UU.OO. attive

1.9 B. Sirangelo  
1.30 V. Biggiero  
1.24 P. Molinaro  
1.44 Tacconi  
3.6 Natale

## PROGETTO ARA-SBAR

### INTRODUZIONE

Il progetto SBAR, *collasso degli sbarramenti*, va inquadrato nella più ampia problematica degli studi relativi alla valutazione delle aree a rischio di inondazione (ARA). Esso si prefigge, essenzialmente, due compiti:

focalizzare l'attenzione dei ricercatori sui fenomeni connessi alle onde di piena artificiali, che possono generarsi nei corsi d'acqua come conseguenza di avvenimenti non legati ai naturali processi di deflusso delle acque (collassi di sbarramenti artificiali, erosione di sbarramenti da frana, manovre degli organi di scarico delle dighe, ecc.)

fornire una metodologia per una quanto più possibile omogenea valutazione della sicurezza idraulica ed idrologica delle dighe esistenti, sia sulla base dell'incremento di informazione idrologica acquisita con il proseguimento delle osservazioni, sia sulla base del progredire delle conoscenze circa la modellazione stocastica degli eventi di piena, in particolare di quelli estremamente rari.

### ONDE DI PIENA ARTIFICIALI

Le onde di piena dovute a manovre degli organi di scarico o ad ipotetico collasso delle dighe sono state, negli scorsi anni, oggetto di studio e di attività operativa delle U.O. del GNDCI agenti nell'ambito del progetto ARA-SBAR. Esse hanno fornito ai Servizi Tecnici Nazionali, ed in particolare al Servizio Nazionale Dighe, un supporto sia scientifico che tecnico-operativo per l'esame degli studi delle onde di piena artificiali previsti dalle circolari del Ministero dei Lavori Pubblici n. 1125/86 e 352/87.

L'esame dei suddetti studi è stato svolto utilizzando parte dei finanziamenti assegnati al CNR-GNDCI e provenienti, quindi, dalla convenzione triennale 1993-1995 con il Dipartimento della Protezione Civile. Come riportato in dettaglio nelle relazioni annuali e semestrali sull'attività svolta, è stato in tal modo possibile completare l'analisi di un primo gruppo di circa 300 studi.

Appare oggi evidente che la prosecuzione della collaborazione con il Servizio Nazionale Dighe, tesa a completare l'analisi degli studi suddetti fino al loro esaurimento, dovrà essere oggetto di contribuzione finanziaria anche da parte dello stesso Servizio Nazionale Dighe

Allo stato attuale, infatti, sono in fase di definizione gli ultimi dettagli per la stipula di una specifica convenzione tra il Servizio Nazionale Dighe e le U.O. del GNDCI che hanno già operato in tale settore nel triennio appena conclusosi.

Anche se l'attività operativa di analisi degli studi, come appare allo stato attuale verosimile, sarà supportata da finanziamenti ad hoc, lo sviluppo dell'attività di ricerca relativa all'argomento delle onde di piena artificiali ed ai fenomeni ad esse connessi permane uno degli obiettivi primari del progetto ARA-SBAR.. Tra gli obiettivi da conseguire tramite la ricerca vanno annoverati la messa a punto di schemi di ipotetico collasso degli sbarramenti, l'analisi del fenomeno della brecciatura di dighe rigide e di materiali sciolti, la costruzione di affidabili metodi di calcolo della propagazione dell'onda di piena, lo studio di dettaglio dell'interazione della corrente con le strutture in alveo e le zone urbanizzate, la costruzione di modelli di esondazione e di tecniche per la

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

Più in dettaglio, tra gli obiettivi della ricerca ricade la messa a punto di strumenti atti a riprodurre il processo di espansione al di fuori dell'alveo naturale delle onde di piena dovute a fenomeni di dam-break. L'approccio seguito prevede l'impiego di modelli idrodinamici bidimensionali (shallow water) ed è già in fase avanzata per quanto attiene alla individuazione delle tecniche numeriche di integrazione delle equazioni di base, alla individuazione delle necessarie condizioni al contorno da assegnare al modello, anche come interfacciamento con la modellistica di propagazione di tipo monodimensionale, ed alla verifica su casi semplici del codice di calcolo sviluppato.

Resta, ovviamente, la fase di valutazione dell'effettiva capacità dello schema teorico sviluppato di fornire risultati di interesse pratico ed applicativo, cioè di essere in grado di riprodurre il processo di espansione della corrente idrica in presenza di topografia complessa e di condizioni al contorno articolate.

Parallelamente alla messa a punto di uno specifico codice di calcolo, è stata già avviata una verifica sulla reale applicabilità, al caso in esame, dei pacchetti di software per la modellistica delle shallow water, in forma più o meno semplificata, già presenti sul mercato.

Una delle prime possibili applicazioni della suddetta modellistica di tipo bidimensionale è l'analisi di dettaglio dell'interazione tra la corrente idrica e le strutture in alveo, quali attraversamenti, ponti, ecc., durante il propagarsi dell'onda di piena da dam-break.

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

## **SICUREZZA IDROLOGICA ED IDRAULICA DELLE DIGHE ESISTENTI**

La sicurezza delle dighe in Italia è molto elevata, grazie al costante progresso degli strumenti tecnici nella fase di progettazione, costruzione ed esercizio e grazie al perfezionamento degli aspetti normativi. A riprova della validità complessiva del modello di prevenzione italiano basterà ricordare che non si sono verificati casi di collasso delle dighe costruite successivamente al primo regolamento del 1925.

Ciò non esclude, tuttavia, la possibilità di conseguire ulteriori miglioramenti. In particolare è molto sentito il problema della sicurezza delle dighe rispetto ad eventi di piena estremi che potrebbero causarne il collasso. La pratica tecnica ed il quadro normativo per il dimensionamento idrologico di piena appaiono, a tutt'oggi, in gran parte inadeguati sia rispetto alle acquisizioni ormai consolidate della ricerca nel settore, sia rispetto al livello raggiunto dall'informazione idrometrica e pluviometrica disponibile. Tale

divario appare tanto più significativo, se si effettua il confronto con i rilevanti progressi compiuti per gli aspetti geotecnici e strutturali.

L'assenza di normative e prescrizioni scelte a livello di sicurezza che devono caratterizzare la piena di progetto, l'assenza di indicazioni sul metodo di stima di tali piene e sulle procedure per simulare il fenomeno di invaso che ne deriva, l'assegnazione di un franco netto che accresce in modo significativo ma indefinito i livelli di sicurezza costituiscono le cause principali della sostanziale disomogeneità della sicurezza idrologica delle dighe in Italia, anche se, è bene ripeterlo, essa risulta nei fatti comunque molto elevata.

Può essere quindi di notevole interesse lo sviluppo di una linea di ricerca tesa alla valutazione della sicurezza idraulica ed idrologica delle dighe esistenti in Italia. Un tale studio è stato peraltro già svolto in altri paesi. In particolare, in Svizzera, la verifica della sicurezza delle dighe contro gli eventi di piena, ha portato all'analisi di 120 delle 171 dighe esistenti, ed ha individuato 29 casi (pari al 24% dei casi esaminati) per i quali sono emerse deficienze che hanno richiesto interventi tesi al ripristino del livello di sicurezza richiesto. Negli USA, in seguito al collasso di due grandi dighe, Buffalo Creek, West Virginia, nel 1972 e la diga di Teton, Idaho, nel 1976, un memorandum del Presidente del 23.04.1977 stabilì che 8800 grandi dighe ad "alto danno potenziale" fossero ispezionate e revisionate per una verifica di sicurezza (1977-1981). Di esse, 2925 furono trovate di sicurezza insufficiente, in quanto non capaci di smaltire la PMF; 132 furono dichiarate in stato di emergenza (critiche), richiedendo un intervento immediato. Il costo di ristrutturazione di tali dighe per soddisfare questo criterio di sicurezza fu valutato nell'ordine delle decine di miliardi di dollari. L'enormità della cifra aprì un vivace dibattito, in cui gli interventi sulle riviste scientifiche più prestigiose furono fortemente critici (Dawdy e Lettenmaier, 1987; Lave et al., 1990).

Da quanto detto, appare fin da ora prevedibile che, atteso il notevole onere finanziario che richiede una tale linea di ricerca e necessitando essa anche di strette interazioni con competenze di taglio prettamente tecnico e gestionale, ci si dovrà avvalere di opportuni co-finanziamenti provenienti da altri soggetti interessati quali, in primo luogo, i Servizi Tecnici Nazionali. Allo stato attuale, l'interesse verso tale argomento nell'ambito del Servizio Nazionale Dighe, interlocutore primario visti gli argomenti trattati, non sembra caratterizzato da alta priorità, sebbene, soprattutto grazie ai continui scambi e contatti con i ricercatori afferenti al GNDCI, non manchino aperture e prospettive anche a brevissimo tempo.

Ciò premesso, è possibile individuare, quali obiettivi della linea di ricerca:

l'individuazione dei criteri di scelta dei livelli standard di sicurezza, sia rispetto a periodo di ritorno sia all'entità del franco netto, facendo riferimento alla normativa o alle raccomandazioni vigenti in vari Paesi esteri, principalmente europei;

la definizione delle modalità per lo sviluppo dell'analisi del rischio, anche al fine della definizione degli standards, di cui al punto precedente, eventualmente differenziata in base alla vulnerabilità degli sbarramenti e del danno potenziale delle aree soggette ad un'ipotetica sommersione per collasso;

la messa a punto e la validazione di un sistema di controllo del comportamento idrologico del serbatoio;

L'analisi critica e il confronto tra i metodi di valutazione delle piene estremamente rare, corrispondenti a periodo di ritorno elevatissimi,  $T > 100$  anni (metodi statistici di

analisi regionale, PMF, trasferimento di eventi di pioggia straordinariamente elevati osservati in bacini contigui);

la definizione delle metodologie di valutazione dell'idrogramma di progetto, confrontando metodi statistici e metodi deterministici.

Sono evidenti le notevoli ricadute di un progetto di tal tipo. In primo luogo si potrebbe così disporre di un'omogenea valutazione del livello di sicurezza idraulico-idrologica delle dighe esistenti, superando quelle marcate differenze che, giocoforza, nel volgere degli anni, i progettisti hanno introdotto seguendo approcci, concetti e normative esse stesse in evoluzione. Quali casi limite potrebbero essere individuate situazioni in cui il livello di sicurezza è al di sotto di standards minimi. Di conseguenza si potrebbero fornire agli organismi competenti, ed in particolare al Servizio Nazionale Dighe, indicazioni sugli interventi atti a ricondurre tali situazioni ad accettabili livelli di sicurezza.

Di immediata comprensione sono anche le implicazioni che uno studio sulla sicurezza idrologica ed idraulica (ma, anche geologica geotecnica) delle dighe esistenti in Italia potrà avere sulla normativa tecnica del settore. Solo dopo aver effettuato una reale valutazione dei livelli di sicurezza delle dighe esistenti, sarà infatti possibile fissare uno standard a cui uniformare gli sbarramenti che saranno costruiti in futuro.



## **PROGETTO VAPI**

# **VALUTAZIONE DELLE PIENE DEI CORSI D'ACQUA ITALIANI**

Responsabili:            Ing. Salvatore GABRIELE

UU.OO. Attive

- 1.1    V. Villi
- 1.4    S. Gabriele
- 1.7    E. Lazzari
- 1.8    R. Rosso
- 1.9    B. Sirangelo
- 1.14   Todini
- 1.15   P. Versace
- 1.21   M. Fiorentino
- 1.33   B. Bacchi
- 1.34   G. Calenda
- 1.31   M. Tomasino

## PROGETTO VAPI

### INTRODUZIONE

Le regioni del mediterraneo si caratterizzano per il verificarsi di eventi alluvionali di breve durata ed eccezionale intensità (outlier events), causa di frane ed inondazioni che in passato hanno causato la perdita di numerose vite umane oltre che danni enormi a centri abitati, beni artistici ed infrastrutture. Tali eventi, estremamente rari se si riferisce ad un sito specifico, si presentano con una frequenza non trascurabile nell'ambito di una regione, sicché essi possono essere previsti in termini probabilistici solo mediante analisi statistica regionale.

Una procedura di regionalizzazione richiede essenzialmente l'identificazione di:

- i) un modello probabilistico puntuale, capace di interpretare la variabilità temporale del massimo annuale della precipitazione aggregata in diverse durate;
- ii) un modello di regionalizzazione, capace di spiegare la variabilità spaziale dei parametri del modello probabilistico puntuale.

La procedura di identificazione parte sempre dal modello più semplice, che riproduce le caratteristiche basilari del processo, procedendo successivamente ad integrare il modello semplice laddove non sia sufficientemente in accordo con l'esperienza.

Come vedremo nel seguito, il più semplice modello probabilistico puntuale dei massimi annuali delle precipitazioni in diverse durate, i cui parametri siano, nel contempo, di chiaro significato fisico, è assimilabile ad una distribuzione del valore estremo del primo tipo (EV1), in cui il coefficiente di variazione non varia con la durata.

Il più semplice modello di regionalizzazione fa riferimento al concetto di regione omogenea, secondo il quale, all'interno di una fissata porzione di territorio (*regione climatica omogenea*), il parametro statistico di interesse è costante. Nel caso di modello puntuale EV1, questa procedura implica un coefficiente di variazione costante non solo con la durata, ma anche nei diversi punti della regione omogenea, e pertanto se ne può ottenere una stima regionale efficiente. In realtà nell'identificare una regione omogenea e nel decidere se la stima regionale migliora le stime puntuali, deve essere sempre messo in conto un certo livello di eterogeneità, per cui si deve tener conto del fatto che il parametro del modello nella realtà varia da punto a punto a causa of spac disturbance error. In tal senso, regionalization has to be considered to extend lengths of histor sequences and leading to reduction in tirne sampling errors, though at the price of introduci space disturbance errors. In addition, the reducti on of time sampling variance as the number o stations increascs is limited by the time sampling correlation between concurrent events.

Nel caso in cui si trascuri completamente la variabilità spaziale del parametro, si ha a che far con una definizione di regione omogenea deterministica. Nel caso in cui, pur riconoscendo l'esistenza di tale variabilità spaziale, non viene riconosciuta in essa alcuna struttura, né stocastica né deterministica, si parla di regione omogenea in senso statistico.

Solitamente, in tale approccio, nel caso in cui la variabilità spaziale rappresenti un'aliquota significativa dell'intera variabilità osservata, si cerca di ridurre tale aliquota suddividendo i territorio esaminato in porzioni più piccole, ognuna delle quali possa essere definita omogenea. I tal caso si riconosce la presenza di una struttura di variabilità spaziale, ma di tipo determini Una particolare applicazione di tale modello di omogeneità statistica, consistente in un *approccio gerarchico* per regioni omogenee, è stata adottata

per l'analisi regionale delle piogge delle piene in Italia (Progetto VAPI, [Versace et al., 1989]).

Il semplice modello di regionalizzazione per regioni omogenee si presenta con un numero molto parsimonioso di parametri e consente procedure robuste di stima degli stessi, e questo rappresenta un grosso vantaggio, soprattutto quando si ha a che fare con parametri statistici d'ordine elevato, i cui stimatori sono dotati di elevata variabilità campionaria.

D'altro canto, il non riconoscimento di una struttura di variabilità spaziale può generare il rischio di identificare zone omogenee di estensione spaziale superiore a quella effettiva, con sovrastima significativa del rischio in alcune parti e sottostima in altre.

Un modello più aderente alla realtà è basata sulla caratterizzazione della variabilità spaziale dei parametri della distribuzione di probabilità delle massime precipitazioni. Una prima generalizzazione del modello a regioni omogenee tiene conto della presenza di correlazione campionaria tra le stazioni (inter-station correlation) [Gabriele and Iritano, 1994]. Un modello più generale di variabilità spaziale dei parametri della distribuzione di probabilità delle precipitazioni deve tener conto anche della possibilità di distinguere, all'interno di una singola regione idrografica, zone soggette a differente rischio idrologico. L'omogeneità di una regione, in tal caso, non è più intesa come omogeneità del valore di  $KT$ , ma in senso più ampio come omogeneità della struttura di variabilità spaziale dei parametri della distribuzione di  $KT$ .

**PROGETTO ARDE-SIC**

**AREE A RISCHIO DI DEFICIENZE IDRICHE PER FENOMENI  
DI SICCITÀ**

Responsabile: Prof. Giuseppe ROSSI

UU.00 Attive

1.7 E. Lazzari  
1.9 B. Sirangelo  
1.12 G. Rossi  
1.21 M. Fiorentino  
1.30 V. Biggiero  
1.32 G. Benfratello  
1.34 G. Calenda

## PROGETTO ARDE-SIC

### 1. PREMESSA

Il Progetto sul rischio di deficienza idrica per fenomeni di siccità, inserito nell'allegato tecnico alla prima convenzione triennale 1993-95 si proponeva di fornire un supporto al Dipartimento della Protezione Civile sia attraverso l'attività di ricerca sulle metodologie di analisi della siccità sia attraverso la definizione di linee guida relative al rischio di deficienza idrica dovuta a siccità da seguire nella stesura dei Programmi di previsione e prevenzione ai fini delle attività di protezione civile.

Il Progetto, che è stato sviluppato da sette Unità Operative della Linea 1, ha consentito di ottenere una prima serie di significativi risultati sulle modalità di elaborazione delle serie idrometeorologiche e sui criteri di valutazione della vulnerabilità alla siccità dei sistemi idrici.

E' stato anche predisposto un documento dal titolo "Criteri per la stesura di programmi di previsione e prevenzione del rischio di deficienza idrica", che costituisce il rapporto preliminare alle Linee guida per la parte relativa alle deficienze idriche. Tale documento, presentato e discusso durante il Convegno per il decennale del GNDCI (Roma, dicembre 1994) è stato consegnato al Dipartimento della Protezione Civile, al quale sono state pure fornite indicazioni sulla procedura per la "individuazione delle aree a rischio di crisi idrica" di cui all'art. 4, comma 1 lettera e, della L. 36/1994.

In effetti, il documento sulle "Linee-guida per l'attuazione dei Programmi di previsione e prevenzione del rischio idrogeologico" consegnato dal GNDCI al Dipartimento della Protezione Civile quale contributo alle direttive che il Dipartimento intende fornire per la stesura dei Programmi regionali e provinciali non prende in considerazione nell'attuale stesura il rischio di deficienza idrica dovuto a siccità, accanto al rischio di inondazione, di frane e di inquinamento delle risorse idriche sotterranee.

Peraltro con l'emissione del D.P.C.M. 4/3/96 (pubblicato nel Suppl. Ord. G.U. n. 62 del 14/3/1996) sono state fornite le "Direttive e parametri tecnici per l'individuazione delle aree a rischio di crisi idrica con finalità di prevenzione delle emergenze idriche" di cui all'art. 4 della L. 36/94, che recepiscono una parte dei criteri proposti per la valutazione del rischio di deficienza idrica dovuto a siccità.

Si pone pertanto la necessità di approfondire i rapporti tra i contenuti degli adempimenti previsti dal DPCM 5/3/96 ed i contenuti dei Programmi di previsione e prevenzione del rischio di calamità naturali per la parte relativa alle deficienze idriche dovute a siccità.

### 2. OBIETTIVI DEL PROGETTO ARDE-SIC PER IL 1997

- Il progetto ARDE-SIC per il triennio 1996-98 prevedeva i due seguenti obiettivi:
- i) sviluppare i temi di ricerca che possono avere una più immediata ricaduta nei riguardi della preparazione della Pubblica Amministrazione ad affrontare le emergenze idriche dovute a fenomeni di siccità;
  - ii) approfondire le procedure di stesura e aggiornamento dei Programmi di previsione e prevenzione e dei Piani di emergenza relativi alle aree a rischio di

deficienza idrica, anche in relazione agli aspetti che risultano più limitanti sulla base delle prime esperienze effettuate.

Nell'ambito del primo obiettivo, le principali attività di ricerca per il 1997, peraltro già avviate nel 1996, riguardano:

- la definizione di metodologie di elaborazione statistica dei dati idrometeorologici rivolte alla previsione delle siccità e delle magre;
- la definizione di metodi di valutazione del rischio di non soddisfacimento delle domande per il caso di sistemi idrici con capacità di regolazione e individuazione dei conseguenti interventi;
- l'analisi delle carenze idrauliche e strutturali influenzanti la vulnerabilità dei singoli componenti dei sistemi acquedottistici durante i periodi di siccità anche attraverso lo studio delle reti di distribuzione al fine di definire aree a rischio di deficienza idrica;
- l'identificazione di opportuni indici di siccità, capaci di segnalare con sufficiente anticipo una potenziale siccità e far scattare le specifiche azioni della Pubblica Amministrazione.

Nell'ambito del secondo obiettivo, il Progetto intende verificare nel corso del 1997 l'applicabilità a casi concreti delle procedure indicate nell'allegato del DPCM 4/3/96 relativo alla individuazione delle aree a rischio di crisi idrica. In particolare ciò verrà effettuato dalle singole U.O. anche nell'ambito di indagini che alcune di esse stanno svolgendo per incarico degli enti territoriali interessati (ad es. U.O. 1.21 per la Provincia di Potenza e U.O. 1.34 per la Regione Lazio). Il coordinamento tra le varie U.O. dovrà consentire l'omogeneizzazione delle verifiche effettuate e l'analisi critica dei risultati ottenuti in relazione alla tipologia dei sistemi di approvvigionamento e alle connessioni tra utenze civile ed utenze irrigue e industriali.

### 3. ATTIVITÀ DELLE UNITÀ OPERATIVE NEL 1997

Le attività di ricerca previste nel 1997, suddivise per ciascuna U.O. coinvolta nel progetto ARDE-SIC, sono le seguenti:

#### 1.7 *Università di Cagliari, Dipartimento Ingegneria del Territorio, Sezione di Ingegneria Idraulica*

(E. Lazzari)

- Indagini sulle serie idrologiche (periodicità nei periodi critici di precipitazioni e deflussi) al fine di analizzare e sviluppare tecniche di ottimizzazione della gestione e del dimensionamento dei sistemi idrici in presenza di serie idrologiche con lunghi periodi di magre eccezionali.
- Soglie di allerta per la gestione del sistema Sulcis-Cixerri-Campidano e piani di intervento che prevedono il ricorso a derivazioni ed a risorse idriche non convenzionali.

#### 1.12 *Università di Catania, Istituto di Idraulica, Idrologia e Gestione delle Acque*

(G. Rossi)

- Valutazione degli effetti di diverse misure di mitigazione sul sistema idrico del palermitano, comprendente serbatoi di regolazione dei deflussi superficiali. La valutazione sarà effettuata sia in termini di frequenza ed entità dei deficit idrici,

tenendo conto della tipologia delle diverse utenze servite, sia mediante una procedura di analisi multicriteriale che consenta di tener conto dei diversi punti di vista anche conflittuali dei gruppi sociali coinvolti.

- Verifica delle procedure consigliate dal DPCM 4/3/96 per l'individuazione delle aree a rischio di crisi idrica attraverso l'analisi di due casi studio, di cui il primo relativo ad un sistema idrico prevalentemente a scopo civile approvvigionato con acque sotterranee, ed il secondo comprendente più utenze (civile e irrigua) approvvigionate sia da acque superficiali che sotterranee.

*1.21 Università della Basilicata, Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente*

*(M. Fiorentino)*

- Modelli stocastici a base concettuale per la generazione multivariata e contemporanea dei deflussi ai fini della descrizione delle serie storiche dei deflussi di corsi d'acqua della Basilicata. Tali deflussi dovranno poi essere inseriti in modelli di simulazione del comportamento dei sistemi idrici per la valutazione delle prestazioni in corrispondenza di eventi siccitosi di prefissata probabilità.
- Analisi di reti di distribuzione idrica nell'ambito della definizione delle aree a rischio di deficienza idrica. L'analisi verrà compiuta su alcune reti di distribuzione del sistema Basento-Camastra.
- Programma pilota di previsione e prevenzione del rischio idraulico e idrologico per la provincia di Potenza.

*1.30 Università di Napoli, Dipartimento di Idraulica,*

*Gestione delle Risorse idriche e Ingegneria ambientale*

*(V. Biggiero)*

- Analisi delle carenze idrauliche e strutturali influenzanti la vulnerabilità dei singoli componenti di un sistema acquedottistico durante i periodi di siccità (su condotte adduttrici dell'acquedotto campano).

*1.32 Università di Palermo, Istituto di Idraulica*

*(G. Benfratello)*

- Applicazione delle tecniche di generazione di serie sintetiche per la riproduzione dei periodi siccitosi, definite nelle ricerche svolte nel programma 1993-95, ai deflussi che alimentano le fonti del sistema idrico del palermitano.
- Valutazione di una serie di alternative di esercizio del sistema idrico del palermitano tramite analisi multicriteriale utilizzando il modello NAIAD (CCR di Ispra).

*1.34 Università di Roma, Terza Università*

*(G. Calenda)*

- Prosecuzione delle attività di definizione della vulnerabilità strutturale dei sistemi acquedottistici, introducendo criteri probabilistici di interconnessione tra eventi meteoroclimatici (siccità) e guasti.
- Completamento della mappatura relativa alla Regione Lazio.

I prodotti delle attività previste nell'anno 1997 comprenderanno:

- rapporti delle singole UU.OO. sui risultati conseguiti con le ricerche svolte in merito alla definizione delle procedure per l'analisi delle siccità idrologiche, per la valutazione della vulnerabilità dei sistemi idrici e per la definizione delle aree a rischio di crisi idrica;
- rapporti specifici sui casi studio reali analizzati;
- sintesi delle valutazioni effettuate sull'applicabilità delle Direttive per l'individuazione delle aree a rischio di crisi idrica e proposte di integrazioni.

## **PROGETTO MIEP**

### **MODELLISTICA IDROLOGICA DEGLI EVENTI DI PIENA; PREANNUNCIO DELLE PIENE**

Responsabile: Prof. Renzo ROSSO

UU.OO. Attive

- 1.2 F. Mancini
- 1.4 S. Gabriele
- 1.8 R. Rosso
- 1.10 I. Melisenda
- 1.15 P. Versace
- 1.26 C. Corradini
- 1.33 B. Bacchi
- 1.31 M. Tomasino
- 1.43 A. Brath
- 3.1 Melone + Guzzetti
- 3.16 La Barbera
- 3.24 Fattorelli
- 3.33 Rinaldo



## PROGETTO MIEP

Negli ultimi dieci anni, la modellistica matematica delle piene ha visto un pieno sviluppo scientifico della modellistica globale a scala di bacino e ha contemporaneamente mosso i primi passi in direzione della formulazione di modelli spazialmente distribuiti. Allo scopo di supplire alle carenze culturali, previsionali e tecnologiche nel settore applicativo, il progetto MIEP prevede applicazioni salienti della modellistica globale ai fini di stabilire protocolli riconosciuti di applicazione dei modelli e, nello stesso tempo, sviluppa metodologie innovative per la sperimentazione dei modelli spazialmente distribuiti. In questo ambito, il progetto mira soprattutto alla messa a punto di metodi e prodotti affidabili e robusti per l'impiego in relazione al preannuncio di piena. Inoltre, il progetto MIEP pone l'accento sullo studio di due fattori, il fattore *climatico* e il fattore *antropico*, che esercitano un'azione decisiva sulla complessa relazione tra l'uomo e gli eventi alluvionali.

Nell'anno 1997, il programma prevede, accanto alla continuazione dei programmi MIEP-BES e MIEP-TER e alla diffusione dei risultati relativi alla modellistica globale, lo sviluppo di uno specifico filone di ricerca relativo alla modellazione dedicata al preannuncio in tempo reale (MIEPREANNUNCIO). Inoltre, il programma prevede lo sviluppo dei progetti MIEPCLIMA (finalizzato alla valutazione della risposta idrologica alla nonstazionarietà del clima, compresi gli eventuali cambiamenti climatici di medio periodo: sensibilità climatica) e MIEPANTHROPOS (che affronta la determinazione dell'influenza antropica sulla risposta idrologica stessa: sensibilità antropica) finalizzati a fornire una prima risposta agli importanti quesiti posti dai fattori climatico e antropico.

## MIEPREANNUNCIO

Il preannuncio in tempo reale riveste una peculiare importanza ai fini della protezione civile e rappresenta uno strumento indispensabile, quale cinghia di trasmissione della cascata previsionale che, a partire dalla previsione meteorologica, conduce alla previsione delle tracimazioni, delle rotte e delle aree alluvionabili in corso di evento. In questo ambito, il progetto sviluppa esperienze di modellazione a casi salienti, utilizzando sia modelli di tipo "globale" di immediata applicazione a casi concreti, sia modelli di tipo "distribuito", quale importante strumento di innovazione tecnologica.

Gli obiettivi del progetto si possono configurare nei seguenti punti.

- Soluzione del problema inverso di determinazione delle soglie di pioggia intensa in relazione ai seguenti ambiti territoriali:
  - ◊ piccoli bacini (superficie compresa tra i 10 e i 100 Km<sup>2</sup>),
  - ◊ bacini di medie dimensioni (superficie compresa tra i 100 e i 1000 Km<sup>2</sup>),
- Studi di previsione in tempo reale, sia con modelli globali che distribuiti, in relazione ai seguenti ambiti territoriali:
  - ◊ bacini di medie dimensioni (superficie compresa tra i 100 e i 1000 Km<sup>2</sup>),
  - ◊ grandi bacini (superficie compresa tra i 1000 e i 10000 Km<sup>2</sup>),
 con lo sviluppo di almeno un caso di studio significativo per ognuno di questi ambiti.
- Studi di integrazione tra i dati rilevati in tempo reale e la modellazione di preannuncio, con particolare attenzione ai problemi di:
  - ◊ integrazione tra modello idrologico e sistemi di monitoraggio remoto,

- ◇ valutazione del campo di precipitazione in ingresso al modello a partire dalle diverse tipologie di osservazione (reti pluviografiche, radar meteorologico, sensori satellitari),
- ◇ valutazione delle variabili di stato del modello a partire dalle osservazioni remote (sensori satellitari).

## MI EPCLIMA

La valutazione della sensibilità climatica dei bacini idrografici riveste peraltro un notevole interesse applicativo, poiché la vulnerabilità del territorio rispetto al rischio alluvionale può venire fortemente alterata da variazioni climatiche anche modeste. Lo sviluppo di scenari climatici a scala globale ed a scala sinottica ha posto in luce l'importanza del ciclo idrologico nella formazione del clima e, soprattutto, la sensibilità climatica dei sistemi idrologici a grande scala. Le conoscenze relative alla mesoscala sono ancora abbastanza superficiali e i risultati degli studi sono ancora contraddittori e scarsamente conclusivi, soprattutto nell'arco delle regioni mediterranee ed alpine, dove non si può tuttora trarre alcuna conclusione in relazione all'effettiva sensibilità climatica. A tal fine, il progetto continua la messa a punto scenari idrologici di massima in grado di fornire alcune prime valutazioni riguardo all'eventualità che le variazioni climatiche possano alterare, in modo più o meno marcato, la vulnerabilità idrologica del territorio italiano.

Gli obiettivi del progetto si possono configurare nei seguenti punti.

- Acquisizione di *scenari climatici* relativi ai campi di precipitazione alla mesoscala per gli ambiti geografici di interesse nazionale, sia di origine GCM (modelli di circolazione globale) che di origine meteoclimatica (p.e. Grosswetterlagen).
- messa a punto di metodi di *disaggregazione degli scenari climatici*, con particolare riferimento alle precipitazioni intense.
- Messa a punto dei criteri di simulazione della *sensibilità idrologica* alla mesoscala ed a scala di bacino.
- Identificazione dei *modelli globali* (a scala di bacino) adatti alla valutazione degli effetti *climatici*.
- *Studi di simulazione* degli effetti climatici sul regime di piena (frequenza e intensità delle piene) in relazione ai seguenti ambiti territoriali:
  - ◇ ambiente urbano (superficie inferiore ai 10 Km<sup>2</sup>)
  - ◇ piccoli bacini (superficie compresa tra i 10 e i 100 Km<sup>2</sup>)
  - ◇ bacini di medie dimensioni (superficie compresa tra i 100 e i 1000 Km<sup>2</sup>)
  - ◇ grandi bacini (superficie compresa tra i 1000 e i 10000 Km<sup>2</sup>)

con lo sviluppo di almeno un caso di studio significativo per ognuno di questi ambiti.

Anche se le unità operative interessate a sviluppare studi di modellistica idrologica orientata all'interazione tra clima e idrologia sono tuttora numericamente limitate, il coordinamento con altri progetti scientifici europei, quali POPSICLE, può supplire all'attuale "gap" tecnologico in materia. Lo sviluppo effettivo di tali temi va peraltro valutato in ragione della disponibilità e dell'interesse delle unità operative coinvolte nell'esecuzione del progetto.

## MIEPANTHROPOS

Il fattore antropico viene rappresentato in modo assai approssimativo dalla modellistica idrologica di tipo "globale". Per questo motivo, il progetto impegna la propria attività esclusivamente nell'ambito della modellistica spazialmente distribuita, il solo strumento in grado di descrivere tali fattori in modo accurato, soprattutto la risposta idrologica alla progressiva antropizzazione del territorio nella direzione di un suo uso sempre più intensivo.

Questo problema è attualmente oggetto di un aspro dibattito, a valle di notevoli e giustificati interessi economici e sociali, sia nel nostro paese, sia a livello internazionale, sulla spinta emotiva delle recenti piene rovinose che hanno diffusamente colpito non soltanto l'Italia, ma l'intera Europa e gli Stati Uniti. Per lo scarso approfondimento del problema scientifico, che spesso caratterizza tale dibattito, il progetto propone uno sforzo per formulare criteri oggettivi di valutazione dell'impatto dell'urbanizzazione sul sistema idrologico, presupposto indispensabile per la pianificazione di eventuali interventi di de-urbanizzazione, di controllo strutturale del rischio alluvionale e di mitigazione del rischio stesso tramite il preannuncio e l'organizzazione delle strutture di pronto intervento.

Gli obiettivi del progetto si possono configurare nei seguenti punti.

- Sviluppo di modelli trasferibili a diverse scale di risoluzione spaziale ed a diversi ambiti geografici, con particolare riferimento ai seguenti aspetti.
  - ◊ Compatibilità tra modello idrologico (equazioni e relativa parametrizzazione) e contenuto informativo territorialmente distribuito ricavabile dai sistemi informativi geografici (GIS),
  - ◊ Integrazione tra modello idrologico (dinamico) e GIS,
- Studi di simulazione degli effetti antropici a scala di evento a carattere alluvionale in relazione ai seguenti ambiti territoriali:
  - ◊ ambiente urbano (superficie inferiore ai 10 Km<sup>2</sup>),
  - ◊ piccoli bacini (superficie compresa tra i 10 e i 100 Km<sup>2</sup>),
  - ◊ bacini di medie dimensioni (superficie compresa tra i 100 e i 1000 Km<sup>2</sup>),
  - ◊ grandi bacini (superficie compresa tra i 1000 e i 10000 Km<sup>2</sup>),
 con lo sviluppo di almeno un caso di studio significativo per ognuno di questi ambiti.
- Studi di simulazione degli effetti antropici sulla frequenza e l'intensità delle piene in relazione ai seguenti ambiti territoriali:
  - ◊ ambiente urbano (superficie inferiore ai 10 Km<sup>2</sup>),
  - ◊ piccoli bacini (superficie compresa tra i 10 e i 100 Km<sup>2</sup>),
  - ◊ bacini di medie dimensioni (superficie compresa tra i 100 e i 1000 Km<sup>2</sup>),
  - ◊ grandi bacini (superficie compresa tra i 1000 e i 10000 Km<sup>2</sup>),
 con lo sviluppo di almeno un caso di studio significativo per ognuno di questi ambiti.
- Linee guida sullo sviluppo dei modelli spazialmente distribuiti degli eventi di piena (MIEP-LIG).
  - ◊ In questo ambito dovranno essere valutate attentamente le problematiche relative ai protocolli di interscambio di dati per facilitare l'accesso e l'impiego dei diversi sistemi informativi geografici utilizzati dalle unità operative, tenendo anche conto del recente disegno di legge regionale in materia di coordinamento dei sistemi informativi geografici di interesse generale.

## **PROGETTO METEO**

### **RETI DI MONITORAGGIO METEOROLOGICHE; OSSERVAZIONI MULTISENSORI DEI CAMPI DI PRECIPITAZIONE; MODELLI DI SIMULAZIONE E PREVISIONE DELLE PIOGGE**

Responsabile: Prof. Paolo LA BARBERA

1.4 S. Gabriele  
1.8 R. Rosso  
1.17 A. Piotti  
1.26 C. Corradini  
1.33 B. Bacchi  
1.42 S. Palmieri  
3.1 Melone  
3.2 Mugnai  
3.15 Giuli  
3.16 La Barbera  
3.20 Prodi  
3.24 Fattorelli  
3.28 Minciardi  
3.33 Rinaldo  
3.34 Baldini  
3.35 Brivio

## PROGETTO METEO (MODULO RAIN)

Gli strumenti di monitoraggio multisensoriale ad oggi disponibili (satelliti polari e geostazionari, radar e reti pluviometriche a terra) consentono una crescente accuratezza nella misura delle variabili idro-meteorologiche ed una maggiore comprensione del processo di precipitazione per scopi di modellazione e di previsione. Tuttavia, l'evoluzione dei fenomeni meteorologici più intensi, a partire dalla dinamica relativamente lenta delle perturbazioni atmosferica di scala sinottica sino al rapido sviluppo delle celle convettive, coinvolge una serie di processi fisici che si estende su di un continuo di scale spazio-temporali diverse. Nell'ambito di tale cascata di scale caratteristiche le attuali capacità di monitoraggio coprono solamente un numero ristretto di intervalli indipendenti e richiedono lo sviluppo di tecniche operative capaci di integrare dati provenienti da sensori diversi.

E' di rilevante importanza in particolare, e costituisce obiettivo del progetto RAIN della Linea 3, sviluppare metodologie di modellazione e previsione degli eventi estremi di precipitazione a risoluzioni spaziali dell'ordine dei 10-100 Km<sup>2</sup> e temporali dell'ordine di un'ora. L'analisi di tipo frattale e multifrattale del campo di precipitazione emerge sempre più chiaramente come uno strumento utile per l'analisi dei processi fisici che, come è il caso del campo di precipitazione, presentano un'estrema variabilità con oscillazioni dello stesso ordine di grandezza del valor medio della variabile in esame (intensità di precipitazione).

Gli obiettivi specifici del progetto di ricerca sono dunque:

- verificare l'osservabilità dei campi di precipitazione intensa utilizzando i diversi sensori disponibili, compresi i sensori montati sui satelliti delle prossime generazioni, per ottimizzare la loro integrazione con i modelli numerici dell'atmosfera;
- sviluppare metodologie di modellazione della distribuzione spazio-temporale delle precipitazioni, basate anche sull'analisi multifrattale, e valutare la loro affidabilità nonché, ove possibile, la stabilità della predizione;
- sviluppare e validare una metodologia operativa per la previsione delle inondazioni basata all'intera cascata di strumenti disponibili alle diverse scale.

## Articolazione temporale e prodotti

Si schematizza qui la presuntiva articolazione temporale dei prodotti ed i prodotti attesi.

<b>RAIN</b>			
<b>(Il progetto ha sviluppo continuo nel triennio)</b>			
	1996	1997	1998
Prodotti scientifici	Analisi frattale delle precipitazioni. Osservabilità multisensore dei campi di precipitazione Mediterranei.	Previsione in probabilità a mesoscala ed a scala di piccoli bacini idrografici. Analisi multifrattale dei campi di precipitazione. Algoritmi di previsione dei campi di precipitazione.	Metodologie operative per l'integrazione multisensore. Programmi di sviluppo di sensori su satellite Europeo.
Prodotti tecnici	Integrazione tra LAM e campi osservati.	Algoritmi di previsione dei campi di precipitazione	Trasferimento ad enti nazionali e regionali

## **PROGETTO METEO** **(MODULO ORO)**

### **Premessa**

La progettazione di opere idrauliche è spesso fortemente vincolata alla stima di piogge estreme di progetto, realizzabile usualmente tramite una procedura di regionalizzazione di parametri statistici. Similmente la formulazione di schemi di preannuncio delle piene deve spesso basarsi sulla stima di pioggia areale a partire da un numero limitato di osservazioni dirette. Da un lato tali problemi sono affrontati tipicamente su base statistica, dall'altro è stato ampiamente documentata l'esistenza di una modulazione dei campi di pioggia da parte dell'orografia che potrebbe essere in gran parte rappresentata tramite approcci fisicamente basati.

Tuttavia, precedenti studi sul problema degli effetti orografici mostrano come questi, sia qualitativamente, che quantitativamente, siano fortemente dipendenti da fattori geografici e climatologici. Quindi i risultati relativi sono scarsamente trasferibili da una regione ad un'altra ed anche da una particolare situazione meteorologica e ad un'altra.

Per quanto riguarda il territorio Italiano, sull'intera area peninsulare, sulla quale esistono bacini di rilievo nazionale quali ad esempio Arno e Tevere, non sono tutt'oggi disponibili dati ed informazioni ad una risoluzione spazio-temporale sufficiente (ad esempio, registrazioni pluviografiche ad alta risoluzione temporale e densità spaziale superiore a circa  $1/(10 \div 100\text{Km}^2)$ ) per la caratterizzazione dei suddetti effetti orografici, studiati invece più in dettaglio per le regioni alpine e prealpine.

### **Descrizione della ricerca**

In base a tali considerazioni, la caratterizzazione della componente orografica delle precipitazioni sull'Italia peninsulare richiede di affrontare i seguenti punti prioritari:

- 1) Il miglioramento ed il potenziamento delle esistenti reti di misura, sia pluviometriche che meteorologiche;
- 2) Il recupero ottimale dei dati storici e la relativa analisi insieme ai dati pluviometrici raccolti negli anni più recenti in alcune particolari aree dove sono state installate reti sperimentali ad alta risoluzione spazio-temporale (ad esempio, negli alti bacini dell'Arno e del Tevere.
- 3) Lo sviluppo di una modellistica fisicamente basata, di carattere diagnostico, a supporto delle suddette analisi di dati al suolo

### **Prodotti**

I risultati attesi da tali studi dovrebbero consentire di evidenziare gli aspetti fisici fondamentali che determinano la distribuzione della precipitazione in relazione ai diversi scenari meteorologici caratteristici del clima mediterraneo, con particolare riferimento alla fenomenologia di tipo frontale.

Tali risultati dovrebbero trovare applicazione, ad esempio, in una regionalizzazione più consistente dei parametri progettuali di pioggia intensa, basata quindi su elementi sia statistici sia più propriamente legati alla realtà fisica. Da un altro lato, lo sviluppo di

modellistiche meteorologiche di previsione di eventi estremi e per l'ottimizzazione delle reti di misura.



## **PROGETTO LIT**

### **RISCHI COLLEGATI ALL'AZIONE DEL MARE SUI LITORALI**

Responsabile: Prof. Eugenio PUGLIESE CARRATELLI

1.45 Boccotti

## PROGETTO LIT

Il LIT svolge una attività interlinea (Linee 1, 2 e 3), che si propone di costituire una base di dati dinamica del rischio di origine meteoemarina lungo i litorali italiani e di mettere a punto adeguate metodologie di prevenzione e di intervento per la protezione civile.

Essa è articolata in tre linee (Climatologica, fluidodinamica e Geologica); La ripartizione dei programmi delle varie unità operative non è tuttavia strettamente vincolata alle denominazioni formali ed ai settori delle linee cui esse fanno capo, ma cerca di utilizzare al massimo le competenze e le risorse dei componenti.

L'obiettivo principale dell'U.O. CUGRI è quello di sviluppare tecniche computazionali per la risoluzione di situazioni complesse dal punto di vista geometrico e/o granulometrico.

L'attività dell'U.O. sarà volta ad adattare, mettere a punto e se necessario sviluppare nuove tecniche particolarmente adatte ai problemi della protezione civile,

Per l'anno cui si riferisce questo programma l'U.O. si concentrerà sui problemi idrodinamici delle azioni trasversali alla linea di costa (cross-shore), ed in particolare sugli effetti di risalita delle onde (run-up). Esiste in effetti una larga letteratura sperimentale in merito a tali problemi, principalmente diretta ai problemi di stabilità delle dighe foranee, ed esistono alcuni filoni di ricerca per la modellazione del run up attraverso le equazioni delle acque basse (shallow water) e loro varianti.

A latere di questa attività, e compatibilmente con le risorse disponibili, l'U.O. intende affrontare i problemi di interazione tra vento e costa e lo studio dell'evoluzione morfologica di situazioni locali in prossimità di strutture a mare.

### Effetto del moto ondoso sulle coste

In prossimità delle coste di natura sabbiosa l'altezza delle onde è comparabile con la profondità dell'acqua e la risalita dell'onda lungo la costa è caratterizzata dal vistoso fenomeno di rottura di quest'ultima (breaking waves), ne consegue che, in generale, il calcolo della distanza di run-up non può essere effettuato con i normali metodi di integrazione delle equazioni per le acque basse (shallow water).

L'U.O. pertanto si propone di sviluppare metodi numerici alternativi per tenere conto di tali aspetti. La risoluzione numerica di problemi di superficie libera rappresenta, peraltro, una delle maggiori sfide nel campo della meccanica dei fluidi.

L'approccio che si intende seguire è basato sull'uso di un marker che viene utilizzato per individuare la posizione dell'interfaccia tra acqua ed aria.

I due fluidi sono trattati come appartenenti ad un'unica fase e le equazioni idrodinamiche che ne governano il comportamento sono risolte in coppia con l'equazione di trasporto del marker del fluido. Tale marker è utilizzato per definire ed aggiornare le proprietà fisiche locali (densità, viscosità, etc.) nelle celle di calcolo in accordo con il valore assunto dal marker ad un certo istante, in tal modo è possibile seguire l'evoluzione temporale della superficie di separazione tra i due fluidi.

La difficoltà di tale approccio è quella tipica connessa all'integrazione numerica di equazioni che rappresentano fenomeni in cui è presente una brusca superficie di separazione, in tali casi è infatti necessario impiegare particolari tecniche di integrazione numerica al fine di limitare gli effetti negativi connessi all'inevitabile presenza della diffusione numerica.

### Interazione tra vento e costa

Per quello che riguarda i problemi del vento, anche in collaborazione con l'Istituto Universitario Navale e grazie a fondi messi a disposizione autonomamente dal CUGRI, si approfondiranno i criteri di posizionamento degli anemometri costieri, le tecniche di trasmissione dati e di connessione in rete, la necessità di manutenzione e calibrazione; intendendo con quest'ultimo termine non solo la necessità di verificare i sensori, ma anche di considerare con cura gli effetti che la configurazione dei rilievi circostanti esercitano sul campo di vento nelle vicinanze degli strumenti; problema quest'ultimo spesso trascurato e che introduce una forte distorsione sui dati rilevati.

In effetti, ad esempio, nei casi in cui sia presente una zona di ricircolazione - e cioè la comparsa di componenti di velocità opposte a quella del vento in quota - non si può impiegare l'approssimazione parabolica delle equazioni fondamentali, né tantomeno alcun modello parametrico per il profilo verticale di velocità, ma è necessario ricorrere a schemi pienamente ellittici.

Sono stati presi inoltre contatti con il servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare per l'accesso ai dati di previsione dell'European Centre for Medium Range Forecasting di Reading (ECMRF) ed a quelli misurati da satellite dell'ESA.

Questa attività, oltre a chiarire le metodologie rilevanti per i problemi marini, andranno in qualche misura anche a beneficiare i settori affini.

### Evoluzione morfologica di situazioni locali in prossimità di strutture a mare

LU.O. dispone di un modello che determina l'evoluzione morfologica di situazioni locali mediante la risoluzione delle equazioni idrodinamiche fondamentali e dell'equazione di diffusione-convezione per i sedimenti. Le condizioni al contorno per quest'ultima equazione sono assegnate in base ad un approccio stocastico. Il modello è stato applicato con successo ad alcuni casi bidimensionali come la simulazione del processo di aggiustamento della concentrazione dei sedimenti in una corrente inizialmente priva ed il caso di migrazione del profilo di fondo di trincea.

LU.O. si propone di estendere tale modello al caso di situazioni granulometriche complesse e di integrare le condizioni al contorno peculiari del moto ondoso.

**SINTESI DELLE PROPOSTE DI RICERCA  
PER L'ANNO 1997**

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.1

### **VALUTAZIONE DELLE PORTATE MASSIME NEI FIUMI DEL TRIVENETO (AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE)**

Responsabile: prof. Virgilio Villi (\*)

#### **Relazione sull' attività di ricerca nel Progetto ARA-PIN**

Si prevede di articolare il lavoro nel modo sottoelencato:

1) Nel 1997 si completerà il quadro conoscitivo sulle aree del bacino dell' Adige che in passato sono state soggette ad allagamenti. Attualmente esso si limita alla parte più settentrionale del bacino e alla parte di pianura per cui gli va aggiunta l'informazione relativa alla parte di bacino ricadente in territorio trentino.

A questo scopo sono già stati presi gli opportuni contatti con l'Ufficio Idrografico della Provincia Autonoma di Trento e con i consorzi di bonifica che operano a livello locale, per verificare l'esistenza delle informazioni necessarie allo scopo.

L'obiettivo che ci si prefigge oltre al censimento delle aree allagate è la realizzazione di una cartografia unitaria in grado di fornire con immediatezza alcuni elementi conoscitivi sugli eventi alluvionali tra i quali in particolare gli elementi del contenuto urbano o infrastrutturale a rischio. Ciò soprattutto per tener conto della dinamicità dello sviluppo urbano ed infrastrutturale che hanno conosciuto sia il fondovalle principale sia i fondovalle delle vallate laterali.

2) Nei tratti di fondovalle sottostanti alle stazioni idrometrografiche per le quali si dispone di idrogrammi di piena e di stime dei volumi di piena di assegnata durata e tempo di ritorno, che sono stati calcolati nell'ambito del progetto VAPI ( si tratta delle stazioni di Tel, Ponte Adige, Trento ) si inizierà a lavorare simulando di dover realizzare una cartografia SAI. Al riguardo si farà riferimento a quanto già pubblicato a cura del Gruppo nella pubblicazione sulle azioni non strutturali per la mitigazione degli effetti di eventi estremi e sulla simulazione delle inondazioni in ambiente urbano.

Per quanto riguarda la cartografia si adotterà quella più recente prodotta dalle Provincie Autonome di Trento e Bolzano,

---

(\*) C.N.R. - Istituto di Geologia Applicata alla Pianificazione Viaria e all'uso del Sottosuolo (G.E.O.), C.so Stati Uniti 4, 35020 - CAMIN (Padova)

## Attività nel Progetto VAPI

L'anno prossimo continueranno le ricerche già avviate riguardanti le proprietà statistiche delle serie storiche delle piogge del Triveneto.

Tali ricerche sono state sulle serie dei massimi annuali delle piogge giornaliere e dei totali annui, per verificare l'ipotesi di white noise cioè di indipendenza ed identica distribuzione, nella convinzione di riscontrare che le variazioni attorno alla medie fossero casuali.

Si è invece trovato che l'ipotesi non è sufficientemente provata, e si è trovata anche una "sincronia" dei punti di cambio nelle serie dei massimi annuali delle piogge giornaliere e dei totali annui nelle stesse stazioni.

Sulla base di questi elementi l'attività di ricerca per l'anno prossimo è stata impostata verso:

1. la verifica dell'esistenza di punti di cambio anche nelle varianze;
2. verifica dell'applicabilità di modelli markoviani con stima eventuale dell'ordine degli stessi;
3. verifica dell'utilità di una modellizzazione "garch" vale a dire di modelli autoregressivi a varianza eteroschedastica condizionata.

L'obiettivo che ci si prefigge di raggiungere è come detto la conoscenza della struttura delle serie storiche delle piogge del triveneto. Accanto a questo si vuole anche verificare che relazioni esistono tra la distribuzione temporale degli eventi morfodinamici avvenuti nel Triveneto ed i punti di cambio esistenti nelle serie storiche.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.2

Responsabile: prof. Fiorenzo Mancini (\*)

### **INFORMAZIONI DERIVABILI DA CARTOGRAFIA PEDOLOGICA A VARIA SCALA**

Ermanno Busoni (\*)

#### **1. INTRODUZIONE**

La continua evoluzione delle modellistica idrologica e delle conoscenze sopra i fenomeni fisici e chimici che stanno alla base della dinamica superficiale e profonda del suolo rendono necessaria una consistente integrazione al precedente manuale relativo alle caratteristiche fisiche e idrologiche del suolo.

Questa operazione si renderebbe necessaria anche per fornire un tipo di informazioni più facilmente utilizzabile dagli utenti meno esperti mediante una guida ragionata a nuove tabelle di riferimento per le proprietà idrologiche del suolo nonché mediante la integrazione di alcuni dei nuovi modelli che descrivono la dinamica superficiale del suolo e il continuo cambiamento delle sue proprietà.

In questo anno potrebbero essere inoltre portate a compimento tutte le estensioni al modello SCSCN così da inquadrare in un modo organico l'approccio a questo modello secondo criteri "soil eterogeneity based " mediante le tecniche fuzzy. All'interno di una possibile estensione del manuale potrebbero essere integrate tutte le nuove tecniche per la ottimizzazione dei CN relativi a bacini idrologici.

Viene inoltre presentata una idea per attività di ricerca future che avrebbe una rilevante ricaduta pratica, qualora fosse realizzata.

#### **PROPOSTA DI PROGRAMMA DELLA ATTIVITÀ DI RICERCA.**

Estensione del precedente manuale sulle proprietà fisiche e idrologiche del suolo con le seguenti tematiche trattate in dettaglio e organizzate per una loro utilizzazione pratica (produzione di una ampia monografia o manuale rilegato in proprio):

1. Aggiornamento modelli per le perdite da infiltrazione e storage nelle depressioni superficiali.

---

(\*) C.N.R. - Centro Studi per la Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo, P.le delle Cascine, 15; 50144 FIRENZE

2. Effetto dei fenomeni di sigillamento, degradazione della superficie del suolo e della storia  
Idrologica nella variazione dei parametri idraulici e idrologici in superficie e in profondità.
3. Selezione e aggiornamento delle tabelle di riferimento per la scelta dei parametri idrologici con criteri ragionati di scelta. Potrebbero essere incluse delle tabelle per la scelta del numero di curva con consistenti modifiche (anche nella loro struttura) per i più tipici ambienti italiani (es: suoli argillosi che crepacciano o suoli che sigillano).
4. Metodo SCS-CN: organica presentazione di 5 metodi per la ottimizzazione dei Numeri di curva relativi a bacini di piccole e medie dimensioni. Alcuni di questi metodi sono inediti come ad esempio un metodo basato sulla ottimizzazione di un sistema basato su logica fuzzy che lega in modo continuo, attraverso una mapping function, le condizioni idrologiche antecedenti e i Numeri di curva.

Modello SCS-CN: Estensione modello SCS-CN con il completamente della integrazione delle tecniche numeriche fuzzy.

Analisi semplificata del rischio inerente la incertezza sopra i parametri idrologici del suolo mediante tecniche numeriche fuzzy. Estensione del modello proposto da Borselli (1996) e Borselli et al. (in stampa), a parametri e modelli per le perdite di infiltrazione di rilevante interesse come Steady state infiltration rate, Sorptivity ecc.

Una Proposta per attività a lungo termine:

Produzione a opera del centro di un sistema esperto per la stima e selezione delle proprietà idrologiche del suolo che tenga conto della variabilità e dinamica superficiale del suolo.

E' auspicabile che un elevato numero di esperti del settore possa contribuire, con le rispettive esperienze alla realizzazione di questa idea. In programma del genere sarebbe di grandissima utilità anche per operatori che provengono da aree culturali e scientifiche diverse .

## 2. BIBLIOGRAFIA.

Borselli L. (1996) - FUSLE: a computer program for soil loss risk analysis by fuzzy variables and possibilità distributions. (in stampa)

Borselli L. , Carnicelli S. , Ferrari G. , Galligani U. (in stampa). Field studies on the infiltration capacity in Zimbabwe; deling with infiltration dynamics and data uncertainty. In D. Harper and A. Brown (eds.) Sustainable management of tropical catchments. J. Wiley and Sons, London.



## GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.4

### MODELLAZIONE STATISTICA REGIONALE DEGLI EVENTI IDROLOGICI ESTREMI. AREE A RISCHIO DI INONDAZIONE.

Responsabile: Ing. Salvatore Gabriele (\*)

Secondo quanto previsto nel programma di ricerca 1996-1998, i temi che saranno sviluppati dalla U.O. nel corso del 1997 rientrano nei seguenti progetti di ricerca:

- VAPI.
- ARA-PIN
- MIEP
- METEO

#### Progetto VAPI

Aggiornamento Rapporto Nazionale, Rapporto Calabria. In collaborazione con la U.O. 1.15 dell'Università della Calabria, sulla base dei rapporti regionali, sarà proseguita la revisione del Rapporto Nazionale. Sarà terminata la fase di aggiornamento del Rapporto Calabria.

Banca Dati. Si procederà all'aggiornamento della Banca Dati delle piogge e delle portate massime annuali per tutto il territorio nazionale.

Verifica Regioni omogenee. In collaborazione con le UU.OO. interessate si procederà, nell'ambito del primo livello di regionalizzazione, ad una verifica sull'andamento dei parametri  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$  su regioni molto ampie (Calabria, Puglia, Basilicata, Campania).

Effetti delle modificazioni antropiche sulle portate di piena. Sarà indagata l'effettiva consistenza di fenomeni che appaiono tecnicamente secondari quali le modificazioni antropiche sulle portate di piena, in particolare:

- modificazioni di uso del suolo, specialmente a causa dei processi di disboscamento e di urbanizzazione del bacino imbrifero;
- interventi di difesa passiva.

Sulla base di recenti studi effettuati su alcune fiumare Calabre, si è potuto constatare che la maggior parte di queste presentano, nelle zone terminali, accentuati fenomeni di erosione. Il ridotto trasporto solido, da parte delle fiumare negli ultimi due e decenni, ha causato inoltre un evidente arretramento della linea di costa che ha provocato ingenti danni in occasione di mareggiate. Nel corso del 1997 saranno proseguite le indagini per verificare l'importanza dei processi antropici nei confronti della riduzione del trasporto solido. E' inoltre da tenere presente che, oltre alle modificazioni dell'uso del

---

(\*) CNR-IRPI Via Verdi, 248 - 87030 RENDE (CS)

suolo, negli ultimi 25 anni i massimi annuali delle piogge giornaliere ed orarie, risultano inferiori ai valori medi delle serie storiche. Saranno effettuate una serie di indagini per verificare l'importanza di ciascuno dei due fattori sopra citati.

## ARA-PIN

Nell'ambito del progetto ARA-PIN la U.O. 1.4 partecipa con una ricerca finalizzata alla localizzazione delle aree a rischio di inondazione, con particolare riferimento alle fiumare calabre. Nel corso degli ultimi due anni sono state sviluppate delle modalità operative per ricostruire, anche con l'ausilio di tecniche informatiche, le variazioni subite nel tempo da parametri e situazioni (uso del suolo, planimetrie dell'alveo, opere di difesa del suolo, etc.) di interesse per la valutazione delle massime portate di piena. Nel corso del 1997 si prevede di estendere le aree indagate alla provincia di Reggio Calabria ed all'alto Ionio.

Parallelamente saranno condotte ulteriori indagini storiche per la localizzazione delle aree storicamente inondate. A tal proposito il progetto AVI ha effettuato una accurata indagine cronachistica sui principali eventi verificatisi in questo secolo. La U.O ha già avviata una ricerca finalizzata al reperimento ed alla catalogazione di informazioni riguardanti i fenomeni di dissesto idrogeologico verificatisi in Calabria in differenti intervalli temporali. In particolare si prevede di estendere la ricerca agli eventi occorsi nel secolo diciottesimo, per i quali, pur essendoci una notevole disponibilità di dati non è stata mai realizzata una raccolta sistematica.

Attualmente sono già stati effettuati i primi passi fondamentali dell'indagine, ossia:

- individuazione delle principali sedi della ricerca e valutazione della consistenza del materiale disponibile;
- elaborazione di un quadro delle fonti disponibili per i differenti intervalli temporali indagati;

Gli sviluppi futuri prevedono la consultazione delle fonti individuate nelle diverse sedi della ricerca.

Presso le biblioteche civiche e nazionali della Calabria verranno visionate le "cronache" relative ai maggiori centri abitati della regione, nell'ambito delle quali è frequente trovare singoli capitoli dedicati agli eventi calamitosi che hanno interessato il centro e le aree limitrofe. Nelle stesse sedi verrà effettuato lo spoglio sistematico dei periodici locali, che sebbene presentino spesso lacune notevoli, possono costituire un valido contributo nella ricostruzione degli eventi.

Sempre presso tali biblioteche sarà inoltre possibile il collegamento in rete con le sedi di altre città ed in particolare con la sede di Napoli, presso la quale è disponibile una notevole documentazione inerente l'epoca del Regno delle due Sicilie.

Presso le sedi dell'Archivio di Stato si procederà all'analisi dettagliata dei documenti contenuti in una serie di Fondi Archivistici (Fondo Intendenza, Opere Pubbliche, Corpo degli Ingegneri di Acque e Strade, Corpo Reale del Genio Civile ecc.) che sono già stati visionati sommariamente per verificare la possibilità di reperire in essi notizie di interesse.

## MIEP

Tra gli obiettivi del progetto, che intende impostare la propria attività esclusivamente nell'ambito della modellistica spaziale distribuita, particolare interesse viene rivolta alla valutazione di tutti quei parametri che possono essere desunti da osservazioni remote.

Nell'ambito di una collaborazione con l'istituto di elettronica dell'Università della Calabria e del CNR-IRECE di Napoli, nel luglio 1996 è stato organizzato un volo aereo radar che ha illuminato una serie di piccoli bacini nel tratto di costa Paola-Aman te. I dati, rilevati da una coppia di antenne SAR, in banda X (stereo) ed in banda L, saranno utilizzati per effettuare esperienze sulla valutazione della biomassa e dell'umidità del suolo.

## **METEO**

L'analisi dettagliata delle caratteristiche e degli effetti provocati da eventi alluvionali di particolare intensità sarà proseguita anche nel corso del 1997.

Nel caso di piogge e/o piene particolarmente intense saranno realizzati dei rapporti di evento contenenti una dettagliata analisi idrologica (altezze di pioggia, portate, tempi di ritorno etc.) ed una parte descrittiva degli effetti provocati sul territorio.

La fase descrittiva sarà realizzata mediante ricognizione dei luoghi interessati ed eventuale raccolta di notizie stampa.

Nel corso del 1997 sarà mantenuta in efficienza la rete di telemisura in tempo reale di competenza del CNR IRPI

## **GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE**

U.O. 1.5

Responsabile: Prof. G. Di Silvio (\*)

### **PROGETTO ARA-PIN**

- 1) Proseguimento della consulenza tecnica fornita agli enti coinvolti nei programmi di protezione civile: Dipartimento (piano di emergenza Po), Provincia di Padova, Provincia di Belluno, Autorità di bacino Alto Adriatico, Autorità di bacino dell'Adige.
- 2) Ricerche specifiche: gestione del rischio di inondazione in territori di pianura solcati da corsi d'acqua in alta arginatura. Ci si propone di mettere a punto procedure o protocolli per l'allerta e la mobilitazione in prospettiva di possibile tracimazione e/o collasso arginale.

### **PROGETTO ARA-COD**

- 1) Proseguimento delle ricerche sulla modellazione delle colate detritiche; elaborazione dei dati sperimentali (raccolti in laboratorio) sulla progressiva erosione di un pendio saturo sottoposto a scorrimento superficiale.
- 2) Indicizzazione dei parametri che caratterizzino il rischio di sovralluvionamento in particolare la distanza a cui si può propagare l'effetto di immissioni concentrate di materiale solido. A tal riguardo è stata sviluppata una soluzione analitica del modello di erosione/trasporto/deposito unidimensionale per materiale plurigranulare.  
Tale soluzione sarà utilizzata per valutare l'importanza relativa delle grandezze in gioco (geometriche, idrauliche e sedimentologiche).

---

(\*) Ist. Idraulica "G. Poleni", Univ. di Padova, Via Loredan, 20 - 35131 PADOVA

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.7

### **CRITERI DI GESTIONE E VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO DI SISTEMI IDRICI IN PRESENZA DI PERIODI ECCEZIONALI DI MAGRA**

Responsabile: Prof. E. Lazzari (\*)

Per il progetto VAPI, nella l'estensione della modellazione TCEV alle piogge brevi considerando la base dati costituita dalle massime piogge annue di durata pari a 15, 30, 45 e 60 primi e 3, 6, 12 e 24 ore, registrate nelle 46 stazioni della rete pluviografica regionale, è emersa la possibilità di individuare gruppi di stazioni limitrofe caratterizzate da un'unica relazione tra grandezze idrologiche e quota delle stazioni. L'argomento è attualmente oggetto di indagini più approfondite, basate anche su di un riesame delle piogge giornaliere.

Si sta inoltre procedendo ad una indagine sui coefficienti di riduzione areale delle piogge giornaliere fondata sull'analisi delle distribuzioni probabilistiche dei valori areali massimi annui, recentemente rilevati sui principali bacini idrografici del territorio.

Relativamente al progetto ARDI-SIC si ritengono necessarie e si stanno attualmente sviluppando ulteriori indagini sulle serie idrologiche osservate per verificare, in particolare, la presenza di una periodicità nei periodi critici osservati. Ulteriori analisi sono attualmente in corso anche sui deflussi osservati su altri corsi d'acqua della Sardegna per avere una verifica degli andamenti riscontrati alla stazione di Tirso a Rifornitore.

Sul sistema del Sulcis-Cixerri-Campidano ci si propone infine di individuare soglie di allerta per il gestore del sistema e piani di intervento che prevedono il ricorso a derivazioni ed alla utilizzazione di risorse idriche non convenzionali.

---

(\*) D.I.T. - Sezione di Ingegneria Idraulica, Università di Cagliari.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.8

### **TECNICHE GEOMORFOCLIMATICHE DI PREVISIONE DEL RISCHIO IDROLOGICO**

Responsabile: Prof. Renzo Rosso (\*)

L'attività di ricerca prevista viene presentata in relazione ai tre progetti al cui sviluppo l'U.O. è dedicata.

#### **PROGETTO VAPI.**

Nel quadro del progetto *VAPI*, una volta portate a compimento le fasi di identificazione delle regioni a comportamento omogeneo nel regime di frequenza delle piene (in base alle proprietà di invarianza di scala del campo aleatorio delle portate al colmo di piena massime annuali, parametrizzate sull'area del bacino idrografico) e quella di valutazione delle curve di crescita per tali regioni (in base a modello GEV) verrà, innanzi tutto, riesaminata la

(A) valutazione della portata indice tramite il metodo geomorfoclimatico. A tale scopo, la metodologia geomorfoclimatica di stima, che consente di derivare una formulazione di tale grandezza congruente con uno schema di regionalizzazione fondato sulla distribuzione GEV, presenta tuttora alcuni fattori di incertezza. Essi sono principalmente legati alla caratterizzazione stocastica dei nubifragi. In questa ottica, particolare attenzione verrà prestata al miglioramento del modello stocastico temporale della precipitazione (attualmente basato su impulsi rettangolari esponenzialmente distribuiti a occorrenza poissoniana) e alla sua taratura in base alle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica locale, nonché alla valutazione del fattore di riduzione areale (di cui mancano sia una procedura fisicamente basata di valutazione, sia sufficienti basi di dati per la stima). Inoltre, verrà affrontato il problema della

(B) valutazione delle piene temibili in presenza di modificazioni antropiche dell'uso del suolo, individuabili in base a fonti storiche, tramite lo sviluppo di un caso di studio significativo per un bacino idrografico a intensa urbanizzazione della Liguria Tirrenica. Infine, verrà esplorata la

---

(\*) Istituto di Idraulica, Politecnico di Milano, P.zza Leonardo da Vinci 32, 20133- MILANO

(C) valutazione del rischio di instabilità superficiale dei versanti, integrandola nel contesto della modellazione geomorfoclimatica distribuita del rischio di piena, sia con l'ausilio di modelli teorici che di dati sperimentali di campo e telerilevati.

## PROGETTO MIEP.

Nel quadro del progetto *MIEP* la ricerca affronta problemi di modellazione idrologica finalizzata sia alla simulazione di eventi di piena (a), sia al preannuncio in tempo reale (b). Nell'ambito della simulazione, viene affrontato

(a.1) il problema della valutazione speditiva dei tempi caratteristici della risposta idrologica di piena, ovvero delle velocità di dispersione idrografica, necessari alla modellazione concettuale di eventi di piena.

Inoltre, verrà continuata l'attività di

(a.2) costruzione di una banca dati per la identificazione, la taratura e la validazione dei modelli matematici, raccogliendo, esaminando e ordinando su supporto informatico i dati di piogge e portate relativi agli eventi salienti riportati dalle pubblicazioni ufficiali del Servizio Idrografico e reperiti da altre fonti.

Viste le attuali difficoltà di modellazione dell'afflusso meteorico nei bacini di medie dimensioni, verrà anche affrontato il problema della

(a.3) simulazione stocastica multisito del processo temporale di pioggia, tramite lo sviluppo e l'applicazione di un modello generalizzato basato sulla "clusterizzazione" secondo il processo di Neyman-Scott.

Infine, verrà esplorata la possibilità di condurre esperimenti di

(a.4) simulazione delle piene in presenza di modificazioni climatiche, tramite lo sviluppo di un caso di studio significativo per bacini idrografici di medie e grandi dimensioni.

Per quanto riguarda la modellazione idrologica per il preannuncio in tempo reale, la ricerca affronterà:

(b.1) l'applicazione di un modello idrologico distribuito, tramite lo sviluppo di un caso di studio relativo a un bacino di piccolo-medie dimensioni (circa 1000 km<sup>2</sup>) e il confronto di prestazioni tra tale modello e un modello concettuale a parametri concentrati, già sviluppato;

(b.2) la soluzione speditiva del problema inverso, ossia la valutazione delle soglie pluviometriche di allarme, sia tramite studi storici che tramite modellazione matematica off-line.

Inoltre, in caso di adeguato supporto finanziario, l'U.O. potrà eventualmente provvedere alla

(b.3) elaborazione di un codice di calcolo, adatto alla distribuzione agli utilizzatori, finalizzato alla modellazione concettuale di eventi di piena e orientato all'applicazione al preannuncio di piena in bacini di medie dimensioni (<2000 km<sup>2</sup>).

## PROGETTO METEO.

La ricerca si propone la continuazione degli studi necessari alla messa a punto di criteri di impiego di sensori remoti a micro-onde attive nel monitoraggio e nella modellazione degli eventi alluvionali, con riferimento alla stima dell'umidità superficiale del suolo, sia a scala locale che di bacino elementare, utile alla valutazione dinamica dello stato di imbibimento del bacino e, quindi, alla caratterizzazione della pericolosità di

impatto di un evento meteorico intenso; e alla (ii) mappatura in "tempo reale" delle aree vallive alluvionate.

(i) Dopo aver messo a punto la procedura di stima dell'umidità superficiale per i suoli nudi, la ricerca sviluppa la messa a punto di modelli di inversione per la stima del contenuto idrico di suoli vegetati. In una prima fase di tipo teorico, verranno implementati appropriati modelli elettromagnetici, mentre, in una seconda fase di tipo sperimentale, acquisendo sia dati di laboratorio (presso la camera anecoica di JRC-EMSL, Ispra) che dati di pieno campo. Le campagne di acquisizione seguiranno le procedure messe a punto nelle precedenti fasi del progetto.

(ii) Per quanto riguarda la mappatura in tempo reale delle aree vallive alluvionate, verranno approfondite e ulteriormente validate le procedure di identificazione automatica proposte nella precedente fase del progetto. In particolare, utilizzando modelli digitali del terreno a risoluzione più elevata di quelli attualmente impiegati, si cercherà di esplorare la possibilità di evidenziare le interruzioni delle infrastrutture di trasporto durante le alluvioni.



## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.9

### **VALUTAZIONE DEGLI EVENTI IDROLOGICI ESTREMI**

Responsabile: Prof. Beniamino Sirangelo (\*)

L'Unità Operativa 1.9 del Centro inter-Universitario per la previsione e la prevenzione dei Grandi Rischi (C.U.G.RI:), avente sede presso l'Università di Salerno, svolgerà la propria attività, relativamente all'anno 1997, nell'ambito dei seguenti progetti di ricerca: Aree a Rischio di Alluvione - Piene ed Inondazioni (ARA-PIN); Aree a Rischio di Alluvione - collasso di SBARamenti (ARA-SBAR); VALutazione delle Piene (VAPI); Aree a Rischio di Deficienze Idriche per fenomeni di SICcità (ARDI-SIC).

Come negli anni precedenti è prevedibile che l'attività di ricerca sarà supportata anche da opportuni co-finanziamenti. In particolare è tuttora in fase di messa a punto una seconda convenzione con l'Autorità di Bacino dei fiumi Volturno e Liri-Garigliano, che fa seguito all'analoga convenzione già ottenuta per il 1995 ed ulteriormente finanziata per l'anno 1996. Appare inoltre possibile ottenere co-finanziamenti, su specifici settori, da parte dei Servizi Tecnici Nazionali.

#### **Progetto ARA-PIN.**

Come già riportato in precedenti documenti, i reali costi del programma di ricerca che l'Unità Operativa 1.9, in relazione al progetto ARA-PIN, intende sviluppare sono particolarmente elevati e perciò l'attività è stata frazionata e supportata da altre fonti di finanziamento. Al finanziamento qui richiesto al Dipartimento della Protezione Civile, per tramite del C.N.R. - G.N.D.C.I., fanno capo gli aspetti più prettamente scientifici e metodologici dell'attività svolta. L'attività che verrà svolta per l'anno 1997 è relativa alla fase 3a. ed ultima del progetto di ricerca sull'individuazione delle aree soggette a rischio di inondazione. Tale fase fa riferimento all'identificazione di dettaglio delle aree soggette ad elevato rischio di esondazione. Sono stati già individuati sia i modelli di calcolo sia i dati di base necessari per il conseguimento di una perimetrazione particolareggiata dell'inondazione. Quale primo banco di prova delle tecniche messe a punto per l'individuazione di dettaglio delle aree potenzialmente soggette ad inondazione, verrà effettuata un'applicazione su gran parte del corso del fiume Volturno e di alcuni dei suoi principali affluenti. Sempre nel corso del 1997, verrà valutata l'opportunità e la convenienza di ricorrere a modelli di esondazione ed espansione dell'inondazione di tipo bidimensionale, sia in ambito urbano, sia in ambito rurale, con particolare attenzione

---

(\*) Istituto di Ingegneria Civile, Università di Salerno, Via P.D. Melillo, 84084- FISCIANO (Salerno)

all'interfacciamento con l'usuale modellistica di propagazione (monodimensionale) delle onde di piena.

## **Progetto ARA-SBAR.**

Nell'ambito di tale progetto, contrariamente a quanto avvenuto negli scorsi anni, non figura più l'attività di supporto tecnico-scientifico al Servizio Nazionale Dighe, che proseguirà, auspicabilmente, sulla base di specifici finanziamenti provenienti da apposite convenzioni con i Servizi Tecnici Nazionali. La ricerca potrà allora essere indirizzata, più efficacemente, verso tematiche innovative quali la riproduzione dei fenomeni di espansione delle onde di piena dovute a dam-break o a manovre degli organi di scarico delle dighe mediante l'impiego di modelli idrodinamici bidimensionali (shallow water). In particolare, una prima indagine, relativa ai codici di calcolo già esistenti, ha evidenziato le difficoltà di applicazione dei pacchetti di software disponibili, che, nella maggior parte dei casi, sono stati sviluppati con riferimento a problematiche diverse da quella qui studiata (problemi di gasdinamica, analisi del moto nelle baie, ecc.). Ciò suggerisce di sviluppare codici di calcolo specifici o di perfezionare quelli esistenti, al fine di creare un mezzo che possa risultare particolarmente utile per la valutazione di dettaglio degli effetti delle strutture in alveo (quali ponti, argini, ecc.) sulle modalità di propagazione delle piene estreme, con specifica attenzione alle eventuali esondazioni ed inondazioni da esse causabili. L'attenzione dovrà essere rivolta, oltre che alla corretta scrittura ed integrazione numerica delle equazioni che governano il processo idrodinamico dell'inondazione, all'individuazione dell'interfaccia con la modellistica di propagazione monodimensionale, alla implementazione di efficaci tecniche di discretizzazione della variabilità del contorno della zona inondata, alla ottimizzazione degli algoritmi numerici, alla valutazione della robustezza delle procedure di integrazione in presenza di topografia irregolare ed, infine, alla individuazione di eventuali condizioni per le quali le ipotesi delle shallow water si rivelino inadeguate. Sempre nell'ambito del progetto ARA-SBAR, inoltre, ove si riesca a convogliare adeguati co-finanziamenti, verrà sviluppata la linea di ricerca sulla valutazione della Sicurezza Idraulica ed Idrologica delle Dighe Esistenti in Italia (SIIDE). Quale caso pilota, rispetto al quale testare le tecniche di valutazione della sicurezza e validarne l'efficacia, è stato individuato l'invaso artificiale della diga del Pertusillo (Basilicata).

## **Progetto VAPI:**

Nell'ambito del progetto VAPI, i principali spunti di ricerca applicata traggono origine dall'attività, appena conclusasi, oggetto del co-finanziamento erogato dalla Regione Piemonte e relativa all'analisi dell'evento alluvionale del novembre 1994 nel bacino del Fiume Tanaro. L'indagine ha infatti permesso di individuare opportuni criteri per la caratterizzazione climatica delle aree soggette ad eventi alluvionali ed ha evidenziato la necessità di completarne il quadro idrologico mediante caratterizzazione geomorfologica dell'area, dal punto di vista della litologia, della idrogeologia, dell'uso del suolo e della copertura forestale. E' oggetto di studio la trasferibilità delle metodologie individuate ad aree diverse da quella già sede di indagini e l'eventuale adattamento e generalizzazione della metodologia messa a punto.

## Progetto ARDI-SIC:

Nell'ambito del progetto ARDI-SIC sarà ulteriormente sviluppata la modellazione dei deflussi basata su processi stocastici di tipo shot noise, che si sono rivelati adatti a descrivere l'andamento dei deflussi aggregati su brevi durate (giornaliera e settimanale), dei quali riproducono soddisfacentemente le caratteristiche anche durante i periodi di magra. L'applicazione di tali tecniche ha fornito risultati di buon interesse per quanto riguarda il bacino del fiume Alento. Nel corso del 1997, le tecniche di cui sopra saranno testate facendo riferimento ad altri bacini, primo fra tutti il bacino del fiume Agri. Nella ricerca si sta attualmente valutando la possibilità di impiegare il modello suddetto al fine di ricostruire le serie storiche dei deflussi per i periodi in cui è disponibile la sola informazione pluviometrica. E' obiettivo di questo ulteriore sviluppo la valutazione dell'incremento di informazione così ottenibile ai fini della stima degli eventi o di prolungata siccità (o di piena) di assegnata probabilità. Alcune analisi preliminari, che è obiettivo della ricerca verificare ed approfondire, hanno mostrato che tale schema può portare ad una sensibile riduzione della varianza della stima per grandezze di interesse idrologico di assegnato tempo di ritorno.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.10

### **GEOMORFOLOGIA DEL BACINO IDROGRAFICO E FENOMENOLOGIA IDROLOGICA (progetto M.I.E.P.)**

Responsabile: Prof. Ignazio Melisenda Giambertoni (\*)

#### **1. SOMMARIO**

Come si evince dal titolo, obiettivo primario della U.O. 1.10 è quello della deduzione della risposta idrologica impulsiva (IUH) dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino e della sua rete idrografica. L'interesse di tale ricerca attiene principalmente alla possibilità di previsione degli eventi estremi di piena in bacini idrografici privi di osservazioni idrometriche; in senso lato tale previsione interessa anche bacini attualmente provvisti di installazioni di misura, ma per i quali la serie di portate disponibili, data la sua esiguità, non possa ritenersi statisticamente significativa. Coerentemente alle attività promosse nell'ambito del M.I.E.P., un secondo obiettivo, non in ordine d'importanza, dell'U.O. è quello della costituzione di un archivio storico degli eventi di piena più significativi registrati alle stazioni idrometrografiche gestite dal Servizio Idrografico della Regione, nonché degli eventi meteorici che li hanno provocati.

#### **DEDUZIONE DELLA RISPOSTA IDROLOGICA IMPULSIVA**

In anni recenti sono stati sviluppati modelli della risposta idrologica dei bacini idrografici che si basano sulle caratteristiche geomorfologiche della rete idrografica e del bacino. Una classe di tali modelli individua tali caratteristiche tra quelle che definiscono la struttura ad albero del reticolo. In essi la funzione di risposta impulsiva nel suo complesso, a meno della distribuzione dei tempi di attesa negli stati (livelli) geomorfologici, può essere identificata nella funzione di larghezza, che descrive il numero di elementi del reticolo in funzione della distanza degli stessi dalla sezione terminale. Le caratteristiche di picco e tempo al picco della risposta possono assai semplicemente essere definiti in funzione di descrittori sintetici della geomorfologia del reticolo. In questo contesto, la problematica connessa alla dipendenza dei parametri della risposta dalla scala di rilevamento degli stessi può essere affrontata mediante il riconoscimento di strutture invarianti di scala, sia di natura semplice (scaling), che complessa (multiscaling).

---

(\*) Dip. E.I.T.A., Università di Palermo, V.le delle Scienze, 90128 - PALERMO

Un primo obiettivo della ricerca è quello di legare le caratteristiche d'insieme del reticolo alla dimensione di similarità (frattale) dello stesso, al fine di ricavare formulazioni del picco e del tempo al picco che siano indipendenti dalla scala di rilevamento dei descrittori geomorfologici. Nell'ipotesi di casualità topologica del reticolo (l postulato di Shreve), che qui si assume, si è già mostrato che è possibile definire una dimensione di similarità del reticolo medesimo che descrive sinteticamente le modalità con cui si attua il processo di biforcazione nello spazio fisico disponibile. Tale dimensione risulta strettamente legata ad un fattore di forma topologico (equivalente topologico dell'esponente di Hack che descrive la relazione tra lunghezza dell'asta principale e superficie del bacino), che da' conto sinteticamente dell'andamento, più o meno allungato, dell'asta principale del reticolo nel suo procedere da monte verso valle; tale fattore può inoltre essere interpretato come un vincolo spaziale al processo di ramificazione.

Un secondo obiettivo consiste nel riconoscimento di strutture invarianti di scala che permettano di descrivere alcuni caratteri peculiari della funzione di larghezza più spesso riscontrati in natura, quali ad esempio la sua asimmetria positiva. Tale forma asimmetrica contrasta con quella assunta dalle funzioni di risposta impulsiva (in genere caratterizzate da asimmetria negativa) suggerendo come il ruolo della dispersione geomorfologica (Rinaldo et al.) o quello della variazione di velocità spaziale (Agnese et al.) possa risultare determinante nella composizione della "forma" della risposta idrologica. A tal riguardo un recente indirizzo della ricerca di base si interroga sui limiti imposti dalla dinamica del processo di piena alla formulazione del cosiddetto problema inverso, cioè al riconoscimento della forma del reticolo e del bacino idrografico a partire dalla forma nota della risposta.

A più lungo termine, si pensa di utilizzare le relazioni trovate per un approccio al problema della valutazione, a scala regionale, della legge di probabilità delle piene; l'idea guida è che la dimensione di similarità, unitamente all'area del bacino, possa costituire un utile strumento per la valutazione della portata "indice".

## **COSTITUZIONE DI ARCHIVIO STORICO DI EVENTI ESTREMI**

L'analisi idrologica degli eventi idrometrici estremi verificatisi nel passato in sezioni fluviali dotate di stazione di misura costituisce indubbiamente il sistema più opportuno per:

- riconoscere i caratteri fisici del fenomeno di piena e dei fenomeni idrologici ad esso connessi, nelle condizioni limite per il sistema osservato;
- verificare la adeguatezza dei modelli matematici che riproducono la trasformazione afflussi - deflussi nel bacino idrografico;
- tarare i modelli di piena.

Con l'obiettivo di fornire un contributo in tal senso, l'U.O. intende costituire un catalogo dei più cospicui eventi meteo-idrometrici che si sono manifestati nelle stazioni di misura siciliane osservate dal Servizio Idrografico della Regione. La scelta e la raccolta degli eventi sarà eseguita in collaborazione e con la consulenza dello stesso Servizio, che metterà a disposizione il suo archivio storico. La selezione sarà guidata oltre che dalla eccezionalità dell'evento anche dalla qualità ed affidabilità dei dati.

In particolare, sulla scorta dei documenti originali (cartellini e grafici) saranno raccolti e ordinati, per stazione e per evento:

- la serie idrometrica completa ed il relativo idrogramma di piena;
- le altezze di precipitazione registrate alle stazioni pluviometriche interne o limitrofe al bacino;

- la cronaca pluviometrica precedente l'evento considerato;
- le annotazioni del Servizio Idrografico;
- le eventuali ulteriori informazioni idraulico - territoriali riguardanti l'evento e le sue conseguenze (danni, eventi alluvionali, etc.);
- le scale di portata della stazione idrometrica.

Là dove possibile si cercherà di fornire, sulla scorta dei dati rilevati, una visione complessiva delle caratteristiche evolutive degli eventi esaminati a mezzo rappresentazione spazio - temporale del campo di precipitazione intensa.

Tutte le informazioni, in forma numerica e grafica, saranno organizzate sotto forma di scheda elettronica. A complemento della informazione e supporto della modellazione idrologica saranno forniti:

- gli elementi essenziali per la caratterizzazione geomorfologica del bacino e della rete idrografica;
- la caratterizzazione geolitologica dei suoli;
- l'uso del suolo.

## 2. PUBBLICAZIONI E PRODOTTI

C. Agnese, F. D'Asaro, G. Grossi and R. Rosso, On the scaling properties of topologically random channel networks (in via di pubblicazione su Journal of Hydrology).

C. Agnese, G. Crescimanno and F. D'Asaro, A drought analysis in South Western Sicily based on daily rainfall series. , presented to the International Symposium and Workshop on Desertification in Developed Countries, Tucson, October 1994.

C. Agnese, A. Criminisi and F. D'Asaro, Analysis of some scaling properties of topological width function that are related to the hydrologic response (inviata per la pubblicazione su Water Resource Research).

C. Agnese and A. Criminisi, Multiscaling properties of topologically random channel networks (presented at IV International Workshop on Scale problems in Hydrology, June 17-20, 1996, Krumbach, Austria).

C. Agnese and F. D'Asaro, Long- term dependence in long rainfall records in Sicily (in preparazione).

C. Agnese and V. Bagarello, Describing unsteadiness of storm events for infiltration prediction (inviata per la pubblicazione su Transaction ASAE).

Raccolta dati di piena più significativi registrati alle stazioni idrometrografiche gestite dal S.I.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.12

### **PIANI DI EMERGENZA PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDROPOTABILE IN CONDIZIONI DI SICCAITA'**

Responsabile: Prof. G. Rossi (\*)

L'Unità Operativa svolgerà le sue attività prevalentemente nell'ambito del progetto ARDE-SIC ed inoltre contribuirà alle attività di ricerca del progetto ARA-PIN.

Con riferimento agli obiettivi del progetto ARDE-SIC l'U.O. svolgerà una specifica attività di ricerca sui metodi di analisi delle conseguenze delle siccità sui sistemi di approvvigionamento idrico oltre a contribuire con le altre U.O. alla verifica dell'applicabilità a casi concreti delle procedure di individuazione delle aree a rischio di crisi idrica.

Per quanto riguarda la ricerca si intendono valutare, con riferimento al caso studio del sistema idrico del palermitano, comprendente più fonti di approvvigionamento a servizio di utenze civili, irrigue ed industriali, gli effetti di diverse misure di mitigazione delle deficienze idriche, individuate in collaborazione con i principali Enti gestori del sistema.

La valutazione delle misure di mitigazione sarà basata sui risultati della simulazione del sistema idrico, espressi mediante diversi indici di comportamento riferiti alle domande complessive e alle domande ridotte con riferimento a soglie di disagio, diverse per i vari usi. In particolare si prevede di mettere a confronto convenienza e limiti dell'impiego di modelli di simulazione generalizzati (ad es. modello MODSIM ed IRIS) nei riguardi dello sviluppo ed applicazione di modelli specifici per il singolo caso esaminato.

La valutazione delle misure di mitigazione verrà effettuata mediante una procedura di analisi multicriteriale che consente di tener conto dei punti di vista anche conflittuali dei vari gruppi sociali interessati (metodo NAIADE sviluppato presso il CCR di Ispra).

Per quanto riguarda la verifica delle procedure indicate nell'allegato del DPCM 4/3/96 si procederà all'analisi di due casi studio, di cui il primo relativo ad un sistema idrico prevalentemente a scopo civile approvvigionato con acque sotterranee, ed il secondo comprendente più utenze (civile e irrigua) approvvigionate sia da acque superficiali che sotterranee.

Nell'ambito del progetto ARA-PIN si prevede di proseguire con le indagini relative all'analisi dell'imposizione di vincoli territoriali e della regolamentazione d'uso delle aree inondabili, analizzando in particolare il ruolo dei programmi di assicurazione.

---

(\*) Ist. di Idraulica, Idrologia e Gestione delle Acque, Viale A. Doria, 6 - 95125 CATANIA

## *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 (\*)

#### **PROGRAMMA SCIENTIFICO 1997**

Nel corso del 1997 l'Unità Operativa 1.15 svilupperà la propria attività nell'ambito dei seguenti progetti:

- ARA-PIN
- VAPI
- MIEP
- METEO
- LIT

Inoltre saranno sviluppate altre attività di servizio e di ricerca non riconducibili ai singoli progetti e che sono qui indicate come

#### **ALTRE ATTIVITA'**

Per ciascuno dei sei progetti sopra elencati, sono qui di seguito riportati gli argomenti che si prevede di sviluppare, descrivendo le attività ad essi connesse.

Nel prospetto seguente sono riepilogati i diversi argomenti di ricerca previsti per il 1997. Nello stesso prospetto si è riportato, per un confronto, anche l'articolazione delle attività previste per il 1996. E' da osservare che alcuni temi previsti nel 1996 sono stati accorpati. Altri argomenti sono stati eliminati perché virtualmente conclusi.

---

(\*) Dip. Difesa del Suolo, "V. Marone", Univ. della Calabria, contrada S. Antonello, 87040 MONTALTO UFFUGO SCALO (CS)



## Progetto ARA-PIN

- Programma di previsione e prevenzione del rischio idrogeologico nella Provincia di Cosenza.

Nell'ambito di una convenzione stipulata con la Provincia di Cosenza saranno prodotte le mappe delle aree inondabili secondo le modalità descritte nelle linee guida (Natale e Versace, 1994) e le monografie prototipo dei documenti cartografici relativi alla mappatura degli elementi a rischio, alla vulnerabilità e al danno. Saranno quindi individuati sulla base del confronto tra carta del danno e mappa delle aree inondabili le situazioni a rischio.

- Banca dati ASICAL.

Nel corso del 1996 verrà completata la versione su CD della banca dati. Nel 1997 è previsto l'aggiornamento di ASICAL, grazie all'inserimento di documenti (Annali Servizio Idrografico, etc.) che descrivono le inondazioni verificatesi in Calabria. Tali documenti potranno essere richiamati direttamente dal programma.

- Gestione dell'emergenza nel rischio idrogeologico.

In questo sottotema nel 1997 confluiranno anche le ricerche riguardanti le soglie di innesco dei fenomeni franosi. Saranno analizzate le relazioni tra informazione pluviometrica e gestione dell'emergenza, definendo le procedure attraverso le quali attivare le diverse fasi dell'emergenza (vigilanza, allerta, allarme) sulla base della informazione pluviometrica ottenuta in tempo reale dalle stazioni di telemisura. I risultati ottenuti consentiranno di implementare ulteriormente le procedure operative del sistema METEOR.

- Sicurezza idrologica delle dighe di sbarramento.

E' prevista l'estensione a tutte le principali dighe calabresi dell'analisi condotta nel 1996 su alcuni casi di studio. Si cercherà di definire, anche attraverso l'analisi di idrogrammi reali, la forma più idonea da assegnare all'onda di piena di progetto.

## Progetto VAPI

- Rapporto Nazionale.

Nel corso del 1997 sarà completata la revisione del Rapporto Nazionale di sintesi.

- Confronto tra le procedure europee di valutazione delle piene.

Nell'ambito della collaborazione fornita al progetto FRIEND dell'UNESCO (gruppo AMHY), sarà ulteriormente approfondito il confronto già avviato nel 1996. La ricerca attualmente in corso sulle caratteristiche teoriche ed applicative del modello VAPI

e della procedura francese AGREGEE sarà completata con l'utilizzo incrociato dei modelli probabilistici a diverse banche dati idrologiche europee.

## Progetto MIEP

- Modelli di precipitazione puntuale.

Nel corso del 1997 si vuole sviluppare uno studio sulle caratteristiche correlative e sui processi di level-crossing di serie sintetiche generate attraverso modelli stocastici di precipitazione puntuale, con l'obiettivo di analizzare le caratteristiche delle serie al di sopra di una soglia al variare della stessa e l'intervallo di aggregazione su cui vengono cumulate le altezze di precipitazione. Cio' al fine di valutare quali, tra i diversi modelli stocastici di precipitazione, riescono meglio a riprodurre le proprietà di level-crossing osservate nelle serie storiche.

- Modelli di piena.

Utilizzando i dati sperimentali raccolti sul bacino del T. Illice sarà sviluppato il confronto tra diversi modelli di piena. In particolare saranno analizzati i modelli geomorfologici (tipo GIUH) ed il TOPMODEL. Sarà analizzata in particolare l'applicabilità di questi modelli alla previsione in tempo reale. Nel corso dell'anno sarà inoltre avviata la raccolta delle basi di dati morfologici e di uso del suolo su bacini di maggiore dimensione.

## Progetto METEO

- Modelli di previsione delle piogge di tipo meteorologico.

Questo tema non è stato affrontato nel 1996 per motivi di finanziamento, lo si ripropone per il 1997. Il tema sarà sviluppato in collaborazione con il Dr Pirrone dell'Air Quality Laboratory dell'Università del Michigan, attualmente trasferito presso l'Università della Calabria. In questa prima fase si prevede di analizzare la applicabilità dei modelli RAMS e MMS, sviluppati dall'University of Colorado e dalla Pennsylvania State University, alla previsione delle precipitazioni in Italia Meridionale.

## Progetto LIT

- Erosione dei litorali calabresi.

Per questo tema si affronterà, insieme all'U.O. 2.25 coordinata dal prof. Guerricchio, il problema delle interazioni tra dinamica fluviale e litorale in corrispondenza delle foci. In particolare si esamineranno criticamente le metodologie del trasporto solido fluviale come strumento per la determinazione dell'apporto sui litorali. Si studieranno quindi con riferimento ad un particolare transetto costiero della costa tirrenica calabrese, in vicinanza di uno sbocco fluviale, le variazioni delle linee di costa con riferimento al clima ondoso ed

alle opere litoranee, ma anche agli effetti delle sistemazioni e dei prelievi di inerti lungo le aste fluviali adiacenti.

## **ALTRE ATTIVITA'**

- Commissione regionale.

Con decreto del Sottosegretario alla Protezione Civile del 21.5.96 è stata nominata una Commissione mista Dipartimento Protezione Civile - Regione Calabria "con il compito di fornire consulenza tecnico scientifica alla Regione Calabria per i problemi del rischio idrogeologico". L'articolo 2 del decreto prevede che la Commissione si avvalga "come supporto tecnico per le proprie attività dell'Unità Operativa 1.15 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche".

## GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.20

### **AREE A RISCHIO DI ALLUVIONE: COLATE DI DETRITI**

Responsabile: Prof. Aronne Armanini (\*)

L'obiettivo della ricerca è rivolto alla messa a punto di strumenti di calcolo automatico capaci di assistere le scelte in materia di rischio idrogeologico da fondazione di colate di detriti nei conoidi e nella relativa individuazione di rimedi strutturali e di vincoli.

In primo obiettivo consiste nella predisposizione di un modello matematico in grado di rappresentare i fenomeni di erosione e deposito di colate detritiche in condizioni di deflusso non stazionario. Lo schema analitico a cui fare riferimento è quello delle acque basse unidimensionali e bidimensionali, esteso alla variabile relativa alla quota del fondo, che si assume costituito da materiale omogeneo a quello della colata. Tale schema necessita di una ipotesi, da porre in forma algebrica o in forma differenziale, relativa alla relazione tra la concentrazione dei sedimenti e i parametri idrodinamici.

L'ipotesi più semplice consiste nell'assumere che la concentrazione sia pari alla concentrazione in equilibrio locale con i parametri velocità e profondità del flusso.

Il modello è costituito da un sistema di equazioni di tipo strettamente iperbolico. Se le equazioni sono scritte in forma non conservativa, ovvero sono espresse in funzione delle variabili primitive, il modello potrà essere analizzato tramite la celerità di propagazione delle piccole perturbazioni. Un primo importante obiettivo consisterà nel confronto fra tali espressioni e quelle relative ai deflussi a fondo fisso.

In particolare si cercherà di dare appropriata definizione al concetto di criticità per le colate detritiche, condizione che appare non essere espressa dal solo numero di Froude, come risulta invece nei processi fluviali. Il concetto di criticità riveste grande importanza in ambito fluviale, e, come si è parzialmente appurato nello studio dei fenomeni di impatto di colate su strutture fisse, anche nei fenomeni in esame. Questa fase della ricerca include anche il confronto con modelli proposti in letteratura, e con i pochi dati sperimentali o teorici disponibili.

Procedendo nella analisi teorica delle equazioni, altre funzioni assai significative nei sistemi iperbolici sono rappresentate dagli autovettori (relativi alle celerità di propagazione di cui sopra) e dagli invarianti di Riemann. Queste grandezze potranno essere ricavate in forma analitica approssimata, oppure quantitativamente tramite algoritmi di calcolo. Tale procedura appare già oggi essere foriera di risultati positivi, sia sul piano della soluzione numerica della equazioni, ma anche nella comprensione di come i fenomeni erosivi influenzano la dinamica del deflusso delle colate.

L'impiego di questi strumenti nella modellazione numerica ha già prodotto risultati positivi in problemi analoghi.

---

(\*) Dip. di Ingegneria Civile ed Ambientale, Università di Trento, 38050- MESIANO DI POVO (Trento)

Dal punto di vista della modellazione fisica, dopo le esperienze svolte in passato, relative a fenomeni di deflusso in condizioni fortemente non stazionarie, si intende promuovere una ricerca inerente la condizione di moto stazionario uniforme e non uniforme. Tale sperimentazione consentirebbe la verifica delle deduzioni teoriche inerenti la condizione critica tramite l'analisi del flusso attraverso restringimento o su cambi di pendenza.

Si intendono inoltre sperimentare le condizioni di moto uniforme. Le difficoltà insite nella realizzazione dell'apparato sperimentale sono legate al ricircolo del materiale solido, che raggiunge valori di portata paragonabili a quelli della portata liquida, dovendosi peraltro superare dislivelli geodetici significativi. Questo obiettivo è già stato inseguito nel passato con limitato successo. Si è pensato possibile ottenere risultati migliori cambiando la tecnica di ricircolo.

Si intende adottare un apparato sperimentale dotato di un nastro trasportatore corredato da dispositivi di convogliamento e parziale separazione dell'acqua dalla matrice solida. Il nastro dovrà essere costruito dopo una attenta ricerca delle soluzioni migliori.

Si è constatato che le tipologie di nastro trasportatore attualmente in commercio, con l'introduzione di opportune modifiche, possano risolvere il problema del ricircolo del materiale solido. In particolare si pensa di ricorrere ad una sezione del nastro conformata a V, di opportuna larghezza, sulla quale saranno predisposti listelli trasversali aventi una altezza ed una disposizione geometrica sul nastro stesso in fase di definizione.

Quasi tutti i temi proposti sono svolti in collaborazione con l'Azienda Speciale di Sistemazione Montana della Provincia Autonoma di Trento, con la quale esistono convenzioni annualmente rinnovate. Questa collaborazione offre casi di studio, di applicazione e di verifica dei prodotti ottenuti.

Progetto europeo nel quadro ENVIRONMENT: (Debris flow).

Altre istituzioni partecipanti: Università di Bologna - Istituto di Idraulica, Ecole des Mines de Paris; Cemagref - Grenoble; Office National de Forêts - Grenoble; CNR IRPI - Torino.

## Risultati prodotti:

ARMANINI,A., DELLAGIACOMA,F. and FERRARI,L., 1991: From the check dam to development of functional check dams, Fluvial Hydraulics of Mountain Regions. Lecture Notes on Earth Sciences, n.37, Springer-Verlag,pp.331-344.

ARMANINI,A., 1991, Physical Modelling of Debris-Flow, Inter. Symp. on Debris Flow and Flood Dis. Prot., Emeishan City, China, Oct. 1991. (invited paper).

ARMANINI,A., 1991, Opere di idraulica fluviale e di sistemazione dei torrenti: (I CONTENUTI TECNICO-SCIENTIFICI DELLA V.I.A.: LINEE GUIDA E METODOLOGIE VALUTATIVE.) A cura dell'Ufficio per la Valutazione di Impatto Ambientale della Provincia Autonoma di Trento.

ARMANINI,A., DE COL,R., DELLAGIACOMA,F., NARDIN,M., 1991 Proposte di Valutazione del Rischio da Debris-Flow nei Centri Abitati del Trentino, Studi Trentini di scienze Naturali. Acta Geologica, Vol.86, pp.271-282.

SCOTTON,P., ARMANINI,A., 1992: Experimental investigation of roughness effects of debris flow channels. VI Workshop on Two Phase Flow Prediction, Erlangen, 1992.

ARMANINI,A., SCOTTON,P., 1992: Experimental analysis on the dynamic impact of a debris flow on structures, INTERPRAEVENT 1992, Bern, Switzerland, Vol6.,pp107-117.

ARMANINI,A., 1992: Flood sediment transport, (Keynote paper in Floods and Flood Management) A.J.Saul Ed, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht The Netherlands.

ARMANINI,A., SCOTTON,P., 1993, On the dynamic impact of a debris flow on structures, Proc. XXV IAHR Congress, Tokyo, Vol. B,paper n. 1221.

SCOTTON,P.,ARMANINI,A., 1993, Effects of bed roughness on debris flow, XXV IAHR Congress, Tokyo, Vol.B, paper n. 1222.

ARMANINI,A., 1993, On the dynamic impact of debris flows, Proc. of the IAHR Intrnational Workshop on debris Flow (invited lecture), Kagoshima, Japan, pp. 89-99.

ARMANINI,A.,1991, Le opere di difesa e sistemazione montana: sicurezza idraulica e impatto ambientale, Dip. Ing.Civile e Amb. Università di Trento,Trento.

FRACCAROLLO,L., 1996; A simplified approach to debris flow simulations. C.M.W.R, Cancun, Messico.

FRACCAROLLO,L., TORO,E.F., 1995; Experimental and numerical assessment of the shallow water model for two-dimensional dam break type problems. Journal of Hydraulic Research, Vol. 33, N.6, pp.843-863.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.21

### **ANALISI REGIONALE DEGLI EVENTI ESTREMI IN BASILICATA. PROGRAMMA PILOTA PROVINCIALE DI PREVISIONE E PREVENZIONE RISCHIO IDROLOGICO. ANALISI STATISTICA DEI DEFLUSSI DI MAGRA.**

Responsabile: prof. Fiorentino Mauro (\*)

#### **1. Premessa**

L'Unità Operativa 1.21 è impegnata nei seguenti progetti di ricerca:

- 1) Progetto VAPI
- 2) Progetto ARDI-SIC
- 3) Progetto ARA-PIN
- 4) Programma pilota di previsione e prevenzione del rischio idraulico ed idrologico

#### **2. Obiettivi**

Gli obiettivi da conseguire con riferimento ai progetti di ricerca sono:

- 1) Progetto VAPI: redazione del rapporto regionale VAPI-Basilicata, in collaborazione con l'U.O. dell'Università della Calabria
- 2) Progetto ARDI-SIC: Descrizione statistica delle magre e dei deficit di deflusso dei corsi d'acqua della Basilicata; Valutazione del rischio di deficienza idrica per vulnerabilità dei sistemi di distribuzione
- 3) Progetto ARA-PIN: Classificazione delle aree e dei siti vulnerabili alle inondazioni
- 4) Programma pilota: sviluppo di aspetti tecnico-scientifici rilevanti ai fini della messa a punto di Linee guida e di Metodologie standard da usare nelle redazioni dei programmi

---

(\*) Dip. di Ing. e Fisica dell'Ambiente, Università della Basilicata, Via della Tecnica 3, 85100- POTENZA

## Progetto VAPI

Nel 1997 si dovrebbero superare le difficoltà logistiche che hanno fin qui impedito il completamente del rapporto regionale "Vapi Basilicata". La parte relativa all'analisi regionale delle precipitazioni andrà revisionata, con estensione della stessa ad una regione territoriale molto più ampia di quella finora considerata, che investa l'intera fascia di territorio compresa tra il mar Tirreno da un lato e lo Ionio e l'Adriatico dall'altro.

Nell'ambito del progetto Vapi continuerà l'impegno di questa U.O. nel campo della valutazione su base geomorfologica della risposta idrologica dei bacini idrografici, basata sull'uso delle proprietà dei reticoli idrografici frattali.

### Contributo ai Programmi Provinciali di Previsione e Prevenzione del Rischio Idraulico ed Idrologico

Nel 1997 sarà operativa la convenzione, stipulata in accordo con il GNDCI, tra questa U.O. e l'amministrazione Provinciale di Potenza, per la predisposizione di un Programma Pilota di Previsione e Prevenzione del Rischio idraulico ed idrologico. In esso si prenderanno in considerazione gli aspetti relativi sia al rischio di piena che a quello di deficienza idrica. Tale programma è anche finalizzato allo sviluppo di aspetti tecnico-scientifici rilevanti ai fini della messa a punto di Linee guida e di Metodologie standard da usare nelle redazioni dei programmi stessi che avverranno a cura delle amministrazioni provinciali e regionali italiane.

Lo svolgimento del Programma, che avrà un respiro biennale, assorbirà per intero le attività, legate a progetto ARA-PIN, di definizione di aree e siti a maggior rischio di alluvione, e parte delle attività precedentemente intraprese con riferimento al rischio di deficienza idrica (progetto ARDI-SIC)

## Progetto ARDI-SIC

Le attività di ricerca connesse al progetto ARDI-SIC proseguiranno principalmente in due direzioni. Una è quella che ha per oggetto l'analisi multivariata delle serie storiche dei deflussi fluviali, che è finalizzata alla ricostruzione di serie sintetiche contemporanee, utili per la simulazione dei sistemi idrici. L'obiettivo finale è quello di predisporre modelli di simulazione che hanno lo scopo di valutare le prestazioni dei sistemi idrici sottoposti ad eventi siccitosi di prefissata probabilità. Le principali difficoltà in questo senso derivano dalla necessità di generare serie sintetiche anche in siti privi di dati. Questo problema viene affrontato facendo riferimento a modelli di tipo stocastico a base concettuale, i cui parametri sono suscettibili di interpretazione fisica e quindi in qualche modo regionalizzabili.

L'altra linea di ricerca riguarda l'affidabilità dei sistemi di distribuzione idrica. In questo ambito ci si occuperà dell'analisi di parametri idraulici significativi nell'ambito delle reti di distribuzione idrica, al fine di definire zone a rischio di deficienza idrica. Questo studio è condotto con riferimento ad alcune reti di distribuzione servite dal sistema idrico Basento-Camastra, su cui si stanno effettuando misure di portata e pressione in punti caratteristici delle condotte. Si intende inoltre proseguire la ricerca relativa a modelli di validità generale che caratterizzino l'affidabilità di una condotta di assegnate caratteristiche tecnologiche con riguardo a condizioni idrauliche relative a periodi di grave deficienza idrica. Dati di riferimento per questa ricerca sono stati raccolti relativamente a due



condotte adduttrici dell'Acquedotto Campano e sono stati resi disponibili dall'EAAP relativamente agli schemi idrici da esso gestiti in Basilicata.

I contributi di questa U.O. alle monografie "Linee guida per la redazione dei piani di previsione e prevenzione del rischio di deficienza idrica", "Valutazione della vulnerabilità dei sistemi idrici" e "Criteri di

stesura dei piani di emergenza e requisiti del sistema informativo" verranno predisposti come proposte metodologiche inserite nel programma pilota di previsione e prevenzione per la parte riguardante la deficienza idrica.

## **Progetto ARA-PIN**

Nell'ambito del già citato programma di previsione e prevenzione, le attività relative al progetto ARAPIN si svilupperanno su aspetti relativi all'individuazione di siti e/o aree a rischio in ambiente montano e pedemontano, quale quello della Provincia di Potenza. In una prima fase le attività si concentreranno sulle valutazioni di rischio relative agli attraversamenti stradali e ferroviari, nonché ai principali attraversamenti di reti di servizio.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.24

### **ANALISI DI FATTIBILITÀ DI MODELLI MATEMATICI DI ONDA DA ROTTURA DI DIGHE IN GRADO DI SIMULARE ANCHE LE MODIFICAZIONI D'ALVEO**

Responsabile: Ing. Paolo Molinaro (\*)

#### **PROGETTO ARA-SBAR (Aree a rischio di alluvione per collasso sbarramenti) Sviluppo di Modelli matematici per la simulazione delle onde da rottura diglie.**

Dott. Ing. A. Di Filippo, Dott. Ing. P. Molinaro

Analisi di fattibilità di modelli matematici di onda da rottura di dighe in grado di simulare anche le modificazioni d'alveo in risposta alle raccomandazioni della Presidenza del Consiglio dei Ministri, contenute nella Circolare del marzo 1996.

Lo studio di un'onda da rottura di dighe viene attualmente condotto per mezzo di modelli matematici di onda di piena che si basano sull'ipotesi di alveo a fondo fisso.

La recente circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri del marzo 1996 riporta delle "Raccomandazioni tecniche " su come effettuare gli studi futuri di tali onde. In particolare si utilizza una cartografia sufficientemente dettagliata e viene sottolineata la necessità che si valutino gli effetti sulla propagazione dell'onda prodotti dalle possibili modificazioni morfologiche.

L'ENEL-CRIS ha sviluppato in passato sia modelli di onda da rottura di diga a fondo fisso, sia modelli di dinamica fluviale a fondo mobile; quest'ultimi sono stati applicati per la simulazione del processo di interrimento di serbatoi artificiali

La presente ricerca si propone, a partire dalle esperienze già maturate nel settore, di studiare l'influenza della scala della cartografia sulla precisione dei risultati e analizzare la fattibilità di modelli di propagazione di onde da rottura di diga accoppiati a modelli di evoluzione d'alveo.

Data la complessità del problema si intende procedere per gradi, secondo il seguente programma da completarsi entro l'anno.

---

(\*) ENEL-CRIS, Via Ornato 90/14, 20162 -MILANO

1. Analisi dell'influenza della scala delle cartografie per un caso reale;
2. Analisi della bibliografia sui modelli di onda da rottura di diga in grado di simulare l'evoluzione d'alveo;
3. Sviluppo di un prototipo di modello matematico di modificazione morfologica.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.26

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

Responsabile: Ing. Corrado Corradini (\*)

Nell'ambito del Progetto MIEP (MIEP-LIG) l'obiettivo è quello di sviluppare un modello concettuale per la rappresentazione del deflusso superficiale Hortoniano a scala di collina, come base per la modellistica a scala di bacino. Tale metodologia non può prescindere né dalla costruzione di un approccio per l'infiltrazione puntuale, che sia praticamente incorporabile in una analisi areale, né da affidabili analisi del ruolo della variabilità spaziale delle caratteristiche idrauliche dei suoli di maggiore interesse e della sua concreta rappresentazione. In tale contesto nel 1997 è prevista la seguente attività:

a) Sarà affrontata la problematica della messa a punto di un approccio concettuale per l'infiltrazione puntuale in suoli non omogenei caratterizzati da una sottile crosta di conducibilità idraulica molto più bassa di quella del terreno sottostante.

Entro tale problematica sono state eseguite una varietà di simulazioni attraverso soluzione numerica dell'equazione di Richards sia per suoli a tessitura fine sia per suoli a prevalente contenuto sabbioso. Tali simulazioni saranno utilizzate per costruire e verificare l'approccio concettuale, la cui formulazione (per grandi linee avviata nel corso del 1996) dovrebbe essere completata nel 1997.

Il problema viene affrontato cercando di adattare la modellistica sviluppata negli anni precedenti per l'infiltrazione puntuale in suoli omogenei, ed in particolare l'ultima versione che per eventi di pioggia anche molto complessi usa una sola equazione differenziale ordinaria e la schematizzazione di un profilo reale di contenuto d'acqua del suolo con un profilo fittizio composto al massimo dalla combinazione di due profili rettangolari distorti.

b) Sarà portata avanti l'attività relativa alla analisi ed alla rappresentazione degli effetti della variabilità spaziale delle proprietà idrauliche del suolo sulla formazione del deflusso superficiale. Avendo già sviluppato un modello che descrive l'interazione fra infiltrazione puntuale e trasferimento dei deflussi superficiali in presenza della variabilità suddetta, saranno esaminati i seguenti elementi: necessità idraulica di saturazione ( $K_s$ ), possibilità di trascurare il "run-on" nelle varie fasi di sviluppo dell'idrogramma, definizione di un

---

(\*) Istituto di Idraulica, Facoltà di Ingegneria, Università di Perugia, S. Lucia, 06100 PERUGIA

campo di applicazione per semplificazioni del problema ottenute adottando  $K_s=K_s$  invariante sulla superficie del suolo e "run-on" eventualmente trascurabile dopo la fine della pioggia.

Continueranno le misure della "sorptivity" e della conducibilità idraulica di saturazione sulla base di differenti tipi di permeametro, il permeametro tipo GUELPH ed il permeametro a disco. Le misure saranno condotte su differenti parcelle di suolo allo scopo di definire le strutture spaziali delle grandezze misurate.

Nell'ambito del Progetto METEO l'obiettivo è quello di sviluppare una modellistica di tipo diagnostico per lo studio delle precipitazioni su scala meso-locale. Dai primi risultati di tale ricerca si è riconosciuto come i campi di velocità ascensionale ricostruiti dal modello, e conseguentemente i campi di pioggia, siano estremamente sensibili alla rappresentazione dell'andamento spaziale dello spessore dello strato limite turbolento, al di fuori del quale lo schema fluido-dinamico adottato trova la sua naturale applicazione. Nel proseguo della ricerca si intende quindi studiare schemi semplificati che consentono di ricostruire, in situazioni reali, lo spessore dello strato limite in funzione dell'andamento del profilo orografico e della forzante geostrofica alle scale risolte, nonché delle caratteristiche di variabilità dell'orografia al di sotto di tali scale.

Infine, relativamente alla problematica dell'utilizzo di previsioni quantitative di pioggia ai fini della previsione delle piene, i risultati teorici ottenuti richiedono un loro successivo approfondimento per la definizione di parametrizzazioni statistiche da applicare, a livello operativo, ai campi di precipitazione previsti, e da legare ai parametri meteorologici caratteristici delle diverse situazioni. A tale scopo, il recente evento calamitoso occorso sulle Alpi Apuane rappresenterà un particolare caso di studio sul quale applicare e testare i modelli e le teorie sviluppate.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.29

### **CAUSE E COMPORTAMENTO DINAMICO DI COLATE DETRITICHE TORRENTIZIE IN VAL D'AOSTA; RELAZIONI TRA MAGNITUDO DELLE COLATE DETRITICHE E PARAMETRI MORFOMETRICI DEI BACINI (PROGETTO ARA-COD) RICOSTRUZIONE DELL'IDROLOGIA DI EVENTI ESTREMI IN PIEMONTE E VALLE D'AOSTA (PROGETTO ARA-PIN)**

Responsabile: Prof. Giovanni Mortara (\*)

#### **Progetto ARA-COD**

Saranno analizzati comparativamente gli eventi alluvionali del 1993, 1994 e 1996 che in Val d'Aosta hanno originato numerose colate detritiche torrentizie con danni diffusi. Sarà approfondita l'analisi delle relazioni tra "magnitudo" delle colate detritiche e parametri dei bacini in ambiente dolomitico, ove sarà condotta anche una campagna di analisi granulometrica sui depositi in conoide. L'indagine conoscitiva sui centri abitati a rischio nelle Alpi orientali riguarderà il bacino del F. Piave ove si concentrano i debris flow più gravi e frequenti del territorio veneto. Proseguiranno le indagini nei bacini attrezzati dei torrenti Marderello (TO) e Moscardo (UD).

#### **Progetto ARA-PIN**

Sulla base dell'attività iniziata presso l'Ufficio Idrografico di Torino per il recupero dei dati storici sulle maggiori piene avvenute in Piemonte e Valle d'Aosta nel sec. XX, sarà condotta una ricerca finalizzata alla ricostruzione dell'idrologia degli eventi meteorologici estremi che sono stati causa di fenomeni di instabilità lungo la rete idrografica principale. Lo studio si prefigge di valutare: tipologie di eventi meteorologici ricorrenti sul territorio e loro frequenza; evoluzione della variabilità spaziale degli eventi e della gravità dei danni

---

(\*) Ist. Ric. Prot. Idrogeol. Bacino Padano, 10135 TORINO

derivati. Saranno utilizzati i dati meteo-climatici originali, in parte inediti, conservati presso l'Ufficio Idrografico di Torino recentemente ordinati. Lo studio sarà integrato da attività di fotointerpretazione di immagini riprese in occasione di eventi di piene.

*GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE  
CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.30

- 1) EVOLUZIONE DEI CORSI D'ACQUA  
CONSEQUENTE A FENOMENI PAROSSISTICI E  
SUA INFLUENZA SULLE POSSIBILITA' DI  
ESONDAZIONE DEGLI STESSI;**
- 2) IL MOTO VARIO NEGLI ALVEI BANCHINATI  
CON PARETI FISSE ED IL TRASPORTO DI  
SOLUTI;**
- 3) ANALISI DEL COMPORTAMENTO DEI  
SISTEMI IDRICI IN CONDIZIONI DI CRISI**

Responsabile: Prof. Vittorio Biggiero (\*)

**PIANO DELLE RICERCHE RELATIVO  
AL PERIODO 1997-1999  
PROGETTO ESECUTIVO 1997**

---

(\*) Dip. di Idraulica, Gestione delle Risorse Idriche ed Ing. Ambientale, Università di Napoli "Federico II",  
Via Claudio, 21 80125 NAPOLI



## 1. PREMESSE

L'Unità Operativa 1.30 opera, già da numerosi anni, presso il Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Ambientale "Girolamo Ippolito" dell'Università di Napoli "Federico II", dapprima sotto la responsabilità del compianto prof. Ing. Mario Ippolito e, successivamente, sotto la direzione del Prof. Ing. Vittorio Biggiero. L'attività di ricerca, iniziata con riferimento al solo studio dei fenomeni di esondazione che si potevano verificare da alvei banchinati anche a seguito di fenomeni di sovralluvionamento, si è successivamente suddivisa, a partire dallo scorso triennio, in tre distinti filoni di ricerca, aventi per tema, rispettivamente:

1. l'esondazione dai corsi d'acqua per effetto di fenomeni di sovralluvionamento;
2. la propagazione delle piene nelle zone golenali latitanti il corso d'acqua e processi di dispersione di inquinanti
3. i rischi di deficienza idrica conseguenti a siccità o a fenomeni di inquinamento delle falde acquifere.

Ciò, in particolare, soprattutto al fine di rispondere meglio alle esigenze via via manifestatesi da parte del Dipartimento della Protezione Civile, e all'avvenuto accorpamento delle attività di ricerca svolte dalle diverse unità operative nei progetti di settore denominati ARA-PIN, ARDI-SIC, etc.

Sulla base delle attività già espletate, e dei nuovi obiettivi che il GNDCI intende conseguire, la ricerca per il triennio 1997-1999 si articolerà, ancora, su tre distinte tematiche:

1. Variazioni d'alveo conseguenti a fenomeni parossistici e loro influenza sulle possibilità di esondazione dagli stessi (Responsabile Scientifico: Prof. Ing. Vittorio Biggiero);
2. Il moto vario negli alvei banchinati con pareti fisse ed il trasporto di soluti (Responsabile Scientifico: Prof. Ing. Carlo Montuori)
3. Analisi del comportamento dei sistemi di adduzione e di distribuzione idrica in condizioni di crisi (Responsabile Scientifico: Dott. Ing. Domenico Pianese)

In quanto segue, per ciascuna dei tre temi precedentemente indicati, vengono dettagliatamente descritte le attività di ricerca e di analisi che si intendono sviluppare sia nel prossimo triennio che, più in particolare, nel corso del 1997,

## RICERCA N. 1

### **Titolo: VARIAZIONI D'ALVEO CONSEGUENTI A FENOMENI PAROSSISTICI E LORO INFLUENZA SULLE POSSIBILITÀ DI ESONDAZIONE DAGLI STESSI**

Responsabile Scientifico: Prof. Ing. Vittorio Biggiero

Membri: Dott. Ing. Renata Della Morte  
Dott. Ing. Rudy Gargano  
Dott. Ing. Domenico Pianese  
Dott. In . Federico Murrone

## **2. ATTIVITA' CHE SI INTENDONO SVILUPPARE NEL TRIENNIO 1997-1999**

La ricerca che si intende sviluppare nel prossimo triennio costituisce il logico proseguimento delle attività già sviluppate nel precedente.

Obiettivo specifico della ricerca è l'analisi delle interazioni che si sviluppano tra l'alveo mobile, la corrente idrica e il trasporto di sedimenti in condizioni "parossistiche", quali:

- sovralluvionamento d'alveo per effetto di brusche intromissioni di materiale solido (frane rottura di rilevati in terra);
- esondazione dai corsi d'acqua per il contemporaneo effetto di piene e di fenomeni sovralluvionamento, eventualmente indotti anche dalla presenza di opere (in particolare ponti e delimitazioni d'alveo);

A tale scopo, anche in collaborazione con le altre unità operative impegnate nei settori ARA-SBAR e ARA-PIN, si metteranno a punto una serie di criteri volti ad individuare il grado di dettaglio con cui affrontare lo studio dei fenomeni, in modo da distinguere i casi in cui risulti possibile far riferimento ad una modellazione semplificata delle interazioni alveo-sedimenti- corrente liquida (ad esempio, mediante *modelli disaccoppiati*, in grado di portare in conto granulometrie uniformi o disuniformi), dai casi in cui, in conseguenza di elevati numeri di Froude, risulti viceversa quasi obbligatoria la modellazione mediante *modelli accoppiati* possibilmente in grado di portare in debito conto gli effetti di granulometrie disuniformi.

Parallelamente alle attività sopra indicate, sarà avviata una sperimentazione laboratorio volta, prevalentemente, ad individuare su base sperimentale le condizioni che determinano l'innescio e la propagazione dei fenomeni di sovralluvionamento d'alveo e a fornire dei risultati utili alla verifica e alla eventuale taratura dei modelli matematici che saranno messa punto nel corso della ricerca.

La sperimentazione sarà condotta su una canaletta di dimensioni 18.00 x 0.75 x 0.60 m già attualmente disponibile presso il Dipartimento, e già attrezzata con un sistema per il rifornimento di materiale solido e per la misura in automatico, sebbene lungo una unica direttrice e limitatamente ad un tratto della lunghezza di circa 3.50 m, delle quote di fondo.

I risultati conseguiti dall'espletamento delle due attività di ricerca sopra descritte saranno riportati, con eventuali contributi da parte di componenti di altre unità operative inserite nel GNDCI, in uno specifico rapporto tematico, nel quale sarà inoltre riportata anche un'analisi critica dei modelli sin qui proposti in letteratura.

### **3. ATTIVITA' CHE SI INTENDONO SVILUPPARE NEL 1997**

Nel primo anno di attività, la ricerca sarà rivolta, soprattutto, alla implementazione di un modello matematico di tipo numerico ed *accoppiato*, inizialmente idoneo a portare in conto granulometrie uniformi ed omogenee e successivamente sviluppato al fine di renderlo idoneo a portare in conto anche granulometrie disuniformi, al fine di descrivere nel modo più accurato possibile le interazioni alveo-corrente liquida-trasporto solido. Sarà inoltre avviata, e possibilmente portata a termine, un'analisi volta ad individuare le inclinazioni delle direzioni caratteristiche (celerità di propagazione di piccoli disturbi) connesse con una modellazione fisico matematica dei fenomeni basata non solo su granulometrie disuniformi (peraltro già parzialmente disponibile in letteratura), ma anche su equazioni, a carattere semi-empirico, volte a portare in conto gli effetti di non stazionarietà e non uniformità del trasporto solido. Ciò, in particolare, allo scopo:

1. di valutare i siti nei quali applicare le condizioni al contorno necessarie per la chiusura dei modelli;
2. di verificare in quali condizioni risulta possibile disaccoppiare le equazioni di bilancio relative alla fase liquida da quelle relative al trasporto di materiale solido e all'evoluzione dell'alveo

Nel corso del 1997 sarà peraltro avviata anche la sperimentazione di laboratorio precedentemente descritta, con lo specifico obbiettivo di mettere a punto definitivamente l'attrezzatura sperimentale e di fornire i primi risultati utili al fine di operare una verifica del modello numerico che si andrà a predisporre.

## RICERCA N. 2

### **Titolo: IL MOTO VARIO NEGLI ALVEI BANCHINATI CON PARETI FISSE ED IL TRASPORTO DI SOLUTI**

Responsabile Scientifico: Prof. Ing. Carlo Montuori

Membri: Dott. Ing. A. Rinando Carra  
Dott. Ing. Umberto Golia  
Prof. In Massimo Greco

#### **4. ATTIVITA' CHE SI INTENDONO SVILUPPARE NEL TRIENNIO 1997-1999**

Il moto negli alvei banchinati presenta caratteri peculiari, legati alla brusca variazione che la larghezza dell'alveo subisce per altezze idriche che eccedano la profondità di savanella. Già nel moto permanente nascono dei problemi, in particolare, per la corretta soluzione del problema del moto uniforme quando le altezze siano prossime a quella del savanella, mentre lo stesso concetto di condizione di stato critico presenta delle particolarità.

Il significativo gradiente trasversale di velocità che si determina tra la corrente nel savanella e quella sulla banchina, e la possibilità che la linea di pelo libero nella sezione trasversale non risulti una retta orizzontale, creano queste difficoltà. In questo genere di alvei, pur ricorrenti nella pratica, è quindi necessario portare in conto la variabilità delle velocità delle altezze idriche nella direzione trasversale. Lo studio dei processi di moto vario in essi deve quindi essere affrontato almeno con l'uso di modelli bidimensionali, nei quali si ritiene, usualmente, di poter conservare l'ipotesi di distribuzione idrostatica delle pressioni lungo verticale.

Con la disponibilità, acquisita in un precedente progetto di ricerca, del programma TELEMAC-2D, che consente la simulazione di un moto vario graduale bidimensionale, intende quindi investigare in dettaglio il comportamento di una onda di piena in alvei di fatta.

Si vuole determinare, inoltre, in quali casi una approssimazione monodimensionale, corrente, può comunque fornire risultati sufficientemente approssimati ai fini tecnici. Per questa determinazione si ricorrerà al confronto dei risultati ottenuti dal modello bidimensionale con quelli di un modello monodimensionale conservativo appositamente realizzato.

Aspetti simili presenta il problema del trasporto di soluti negli alvei larghi, in cui, quindi, la larghezza della corrente risulta di ordine di grandezza superiore a quello dell'altezza idrica. In tale situazione, secondo Fischer, il fenomeno di dispersione idrodinamica risulta determinato in massima parte dai gradienti trasversali di velocità, e di conseguenza i coefficienti di dispersione risultano nettamente maggiori di quelli che si

potrebbero determinare, tramite la teoria di Taylor considerando i soli gradienti verticali della velocità. Fischer ha anche provveduto a fornire, sotto alcune ipotesi la cui portata non sempre è immediatamente evidente, una teoria coerente con questo effetto, da cui trarre la determinazione dei coefficienti di dispersione.

La teoria di Fischer ha già avuto verifiche sperimentali, se pur non esaurienti, a causa, tra l'altro, delle difficoltà che si hanno nella rilevazione dettagliata dei campi idrodinamico e di concentrazione, rilevazione necessaria a sviluppare i complessi calcoli di integrazione che forniscono il coefficiente di dispersione. Al fine di ottenere una verifica più accurata e sistematica della predetta teoria può essere d'aiuto, quindi, la realizzazione di "esperimenti numerici", che prendano le mosse dal campo idrodinamico bidimensionale determinato l'ausilio di un modello numerico, quale il programma TELEMAT-2D già citato.

Ci si propone quindi di procedere a tali verifiche, con lo scopo di avere ulteriori conferme della teoria del Fischer e di precisare meglio la validità delle ipotesi in esse introdotte.

## **5. ATTIVITA' CHE SI INTENDONO SVILUPPARE NEL 1997**

Nell'ambito del programma di ricerca sopra riportato, nel corso del I anno si darà luogo alle attività iniziali e specificamente alla definizione di alcuni esempi cui applicare metodologie indicate a valle di una accurata indagine bibliografica, anche per accertare disponibilità di dati sperimentali

### **RICERCA N. 3**

#### **Titolo: ANALISI DEL COMPORTAMENTO DEI SISTEMI DI ADDUZIONE E DI DISTRIBUZIONE IDRICA IN CONDIZIONI DI CRISI**

Responsabile Scientifico: Dott. Ing. Domenico Pianese

Membri: Prof. Ing. Vittorio Biggiero  
Dott. Ing. Renata Della Morte  
Dott. Ing. Rudy Gargano  
Dott. Ing. Riccardo Martino  
Dott. Ing. Francesco Pirozzi  
Prof. Ing. Carmine Sabatino  
Prof. Ing. Lucio Tagliatela

## 6. ATTIVITA' CHE SI INTENDONO SVILUPPARE NEL TRIENNIO 1997-1999

Le attività che si intendono sviluppare nel prossimo triennio sono volte, prevalentemente, ad analizzare il comportamento dei sistemi di adduzione e di distribuzione idrica in condizioni di crisi o prossime alla crisi.

A tale scopo, anche sulla base della letteratura esistente e del lavoro già precedentemente svolto dalle Unità Operative del G.N.D.C.I. impegnate nel settore ARDISIC, si metteranno a punto delle metodologie "oggettive" per la definizione di "crisi", valutando la possibilità di operare delle distinzioni tra:

- condizioni di emergenza determinate da carenze quali-quantitative delle risorse;
- condizioni di inefficienza derivanti da carenze strutturali, quali quelle connesse alla presenza di insufficienti capacità di accumulo o derivanti dalla insufficiente interconnessione tra i diversi sistemi acquedottistici di norma presenti in una data regione;
- condizioni di difficoltà o di impossibilità di alimentazione derivanti dalla rottura o dalla esclusione dal servizio di condotte, serbatoi, stazioni di sollevamento, organi di regolazione e controllo;
- condizioni di emergenza determinate da variazioni subite, lungo il percorso dalle fonti di alimentazione ai punti di recapito, dalle caratteristiche di qualità delle acque defluenti nel sistema, vuoi per brusche alterazioni delle caratteristiche di qualità delle acque immesse (per esempio, in conseguenza di fallanze di impianti di potabilizzazione), vuoi per alterazioni derivanti dai fenomeni di mescolamento di acque provenienti dalle diverse fonti, vuoi per l'alterazione conseguente a processi di decadimento e a reazioni con i materiali presenti sulla parete interna del condotto.

Più in particolare, i temi che si intendono sviluppare nel prossimo triennio possono essere così sintetizzati:

1. Valutazione dell'affidabilità dei sistemi acquedottistici in relazione alla variabilità della richiesta da parte dell'utenza, in relazione alla possibilità di guasto di componenti meccanici (pompe, valvole di regolazione e di controllo) o strutturali (tubazioni e manufatti) -,
  2. Valutazione delle possibilità di far fronte a particolari richieste di punta con la realizzazione, lungo i sistemi di distribuzione idrica, di adeguate capacità di compenso, opportunamente disposte in rete;
  3. Valutazione delle variazioni delle caratteristiche fisico-chimiche ed organolettiche delle acque presenti nei serbatoi a servizio della rete;
  4. Valutazione degli effetti di fenomeni di mescolamento sulle caratteristiche di qualità delle acque provenienti da differenti fonti di approvvigionamento.
- Variazione delle caratteristiche di qualità delle acque defluenti nei sistemi acquedottistici per effetto di ritorni in rete e di contaminazioni indotte da rotture.

## **7. ATTIVITA' CHE SI INTENDONO SVILUPPARE NEL 1997**

Nel primo anno di attività, le ricerche saranno orientate, prevalentemente, a fornire dei criteri per l'analisi dell'affidabilità dei sistemi idrici in relazione a richieste altamente variabili da parte dell'utenza, valutando la possibilità di far fronte a tali esigenze sia con la modifica o la realizzazione di uno o più tronchi di condotta, sia con la realizzazione di adeguate capacità di compenso disposte lungo la rete, sia con l'interconnessione di differenti schemi idrici. A tale scopo, saranno maggiormente sviluppate alcune indagini già precedentemente avviate presso il Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Ambientale dell'Università di Napoli "Federico II", in particolare per quanto riguarda i benefici effetti indotti, in relazione ai fenomeni di punta della richiesta, dalla presenza in rete di adeguate capacità di compenso.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.31

### **ANALISI REGIONALE DI EVENTI IDROLOGICI ESTREMI MODELLAZIONE IDROLOGICA DEGLI EVENTI DI PIENA ED ANALISI DELLA SENSITIVITÀ A VARIAZIONE DEI FATTORI CLIMATICI**

Responsabile: Prof. M. Tomasino (\*)

#### **PROGETTO VAPI (Valutazione delle piene) Completamento Progetto VAPI relativamente alla Romagna Marche e sviluppo dell'indagine su base interregionale**

L'attività dell'U.O. 1.31 nel 1997 prevederà da un lato il completamento del progetto VAPI relativamente alla regione Romagna Marche, dall'altro una rielaborazione su base interregionale delle piogge intense che abbraccia i Compartimenti S.I.M.N. di Bologna, Pisa e Roma.

Relativamente al primo punto le analisi previste includono una approfondita disanima della validità dei valori del tempo di ritardo caratteristico dei bacini idrografici di competenza ricavati mediante le analisi effettuate nel corso del 1996 sulla base delle curve di riduzione dei volumi di piena. Per conferire maggior validità ai risultati ottenuti si prevede inoltre, almeno le due sezioni del Reno a Casalecchio e del Candigliano ad Acqualagna per le quali sono disponibili rilievi contemporanei di precipitazione areale e di portata, una valutazione diretta del tempo di ritardo a confronto dei valori ottenuti per via indiretta. Saranno infine indagate le possibili interrelazioni esistenti tra i tempi di ritardo e le caratteristiche geo-morfoclimatiche dei bacini idrografici al fine di ricavare relazioni regionali estendibili anche a sezioni per le quali non sono disponibili rilievi diretti.

Per quanto attiene il secondo punto le analisi programmate prevedono il completamento della raccolta e della validazione dei dati pluviometrici relativi alle piogge intense per i Compartimenti S.I.M.N. sopra citati, operazione in gran parte realizzata nel corso del 1996 ancora attraverso interscambi di dati tra le diverse U.O. competenti coinvolte nel progetto. I dati sia delle piogge giornaliere massime annue sia delle piogge massime annue di 1,3,6,12,24 ore saranno quindi elaborati al fine di verificare la validità dei risultati precedentemente ottenuti nella regionalizzazione dell'Italia Centrale (U.O. 1.31

---

(\*) ENEL-S.p.A. - DSR CRIS Unità Idrogeologica Impiantistica, Corso del Popolo 245, 30172 Mestre VENEZIA



e 1.34); tali risultati evidenziano infatti come i confini delle zone, pluviometricamente omogenee presentino sin dal primo livello di analisi un andamento più o meno parallelo alla direzione prevalente della linea di costa adriatica e/o tirrenica. Tale comportamento suggerisce di effettuare alcuni affinamenti agli studi precedenti ipotizzando come logica di suddivisione regionale la costruzione di regioni secondo fasce parallele alle linee di costa. Se tale ipotesi sarà verificata, attraverso la suddivisione in 4-6 fasce si potrà evidenziare l'esistenza di dipendenze rispetto alle linee di costa o rispetto alla catena appenninica ed eventualmente individuare relazioni che legano i parametri regionali che definiscono la curva di crescita di **un** punto alla sua posizione geografica. Come previsto nella procedura VAPI l'analisi sarà effettuata inizialmente sui valori di precipitazione massima giornaliera per i quali è disponibile una più ampia informazione sperimentale, e successivamente estesa alle piogge orarie.

In base all'impiego che sarà richiesto dal completamente dei primi due livelli di analisi regionale si valuterà inoltre se approfondire l'analisi delle precipitazioni indice, sia a livello

giornaliero che orario, o se demandare tale parte delle elaborazioni al 1998.

## **PROGETTO MIEP (Modellazione Idrologica Eventi di Piena)**

L'attività prevederà la continuazione della raccolta, validazione ed organizzazione su supporto informatico dei dati idrometeorologici (piogge, temperature, portate) raccolti su base semi-oraria nel bacino dell'Alto e Medio Tevere e nel bacino del Piave a monte di Pieve di Cadore, rappresentativi rispettivamente di un regime appenninico e di un regime nivo-pluviale.

La raccolta dati sarà inoltre estesa con il recupero dei dati idrometeorologici relativi a sezioni idrografiche alpine (Dora Baltea, bacini dolomitici del Prescudin e dell'Arzino) e a sezioni appenniniche (bacini toscani, emiliani e marchigiani). Lo scopo della raccolta è quello di fornire alla comunità scientifica un supporto sperimentale di base sufficientemente affidabile ed accurato per lo studio della modellazione dei fenomeni idrologici (trasformazioni piogge-portate) sia per la deduzione di grandezze caratteristiche del bacino, in particolare il tempo di ritardo, attraverso misure indirette. Relativamente a quest'ultimo punto si valuterà in particolare la possibilità e validità operativa di ricavare il tempo di ritardo per via indiretta attraverso la curva di riduzione delle piene di assegnata durata. L'analisi sarà per quanto possibile estesa su base interregionale così da evidenziare eventuali differenze indotte dalle diverse caratteristiche geomorfoclimatiche dei bacini esaminati.

Costituirà inoltre oggetto di indagine un approfondito controllo della validità a fini operativi degli idrogrammi di piena ricavati tramite equazioni di bilancio in un rilevante numero di serbatoi ENEL (oltre 10). Qualora tali dati risultassero operativamente validi potrebbero rappresentare una preziosa fonte di informazione sia per quanto attiene i valori massimi di piena di assegnata durata, sia per la determinazione delle curve di riduzione dei volumi di piena, sia infine per la taratura di eventuali modelli afflussi-deflussi.

La banca dati di eventi idrologici intensi, che sarà messa a disposizione delle U.O. interessate, permetterà la valutazione delle modalità di risposta dei bacini idrografici alla

sollecitazione meteorica e una più approfondita analisi delle interazioni tra la tipologia della risposta e la geomorfologia, pedologia ed uso dei bacini stessi.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.32

### **L'APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DI DECISIONE MULTICRITERIALE NELLA GESTIONE INTEGRATA DEI SISTEMI IDRICI IN CONDIZIONI DI SICCIÀ'**

Responsabile: Prof. G. Benfratello (\*)

#### **1. PREMESSE**

L'argomento della ricerca programmata per il 1997 consiste nella valutazione di una serie di alternative di esercizio del Sistema Idrico Palermitano tramite un sistema di analisi multicriteriale; in particolare la metodologia di valutazione è denominata NAIAD e è stata sviluppata presso l'ISIS del CCR di Ispra. Il processo di valutazione viene effettuato su un numero finito di "scelte" che, un ipotetico (o reale) decisore deve affrontare; nel nostro caso le scelte corrispondono a diverse ipotesi di gestione del sistema atte a fronteggiare possibili periodi siccitosi (periodi in cui l'offerta non riesce a soddisfare la domanda). La valutazione delle alternative avviene in base ad un certo numero di criteri di valutazione tipici del caso in questione ad esempio di tipo economico, sociale, ... ).

il programma della ricerca è così articolato:

- Analisi della teoria economica su cui si fondano le valutazioni multicriteriali a confronto con i metodi classici di valutazione di possibili strategie di esercizio del sistema in condizioni di siccità.

Per verificare il funzionamento con i deflussi ridotti di tutte le fonti che alimentano il sistema saranno utilizzate le tecniche di generazione delle serie sintetiche che simulano periodi siccitosi oggetto delle ricerche condotte nel triennio 1993-95 dall'U.O. 1.32.

- Descrizione del sistema in studio nella situazione attuale e in quella di riferimento, cioè quella utilizzata come base per la simulazione.
- Analisi delle ipotesi di funzionamento.
- Identificazione dei criteri di valutazione (che vengono utilizzati in NAIAD) e processi di stima.

---

(\*) Università di Palermo, Facoltà di Ingegneria, P.zza Marina 61, 90133 PALERMO

## 2. LA RISORSA NATURALE ACQUA - NECESSITA' DI UNA GESTIONE INTEGRATA

L'uso eccessivo e non corretto della risorsa naturale acqua hanno già creato danni duraturi ed irreversibili, facendo così raggiungere e superare i vincoli imposti dalle condizioni di uso sostenibile di una risorsa naturale.

Tale situazione si presenta alquanto sfavorevole per le regioni dell'Europa meridionale che già presentano problemi di stress idrico, in gran parte causati da fenomeni di siccità. Da un punto di vista idrologico, la siccità può essere considerata come una riduzione delle precipitazioni.

Le previsioni sui cambiamenti climatici indicano che probabilmente vi sarà una diminuzione delle precipitazioni nell'Europa meridionale ed un aumento nell'Europa settentrionale. In autunno, sembrerebbe che tutte le regioni subiranno un aumento accentuato delle precipitazioni. Un'altra conseguenza dei cambiamenti climatici sarà l'aumento del livello del mare. Ciò può avere gravi conseguenze sulle risorse idriche dato che può condurre alla salinizzazione dei corpi idrici costieri. Infatti, l'uso eccessivo delle risorse idriche ha condotto all'infiltrazione delle acque marine nei corpi acquatici sotterranei causandone la salinizzazione. Inoltre, l'uso di fertilizzanti agricoli, la deposizione incontrollata di rifiuti (anche tossici) e metalli pesanti hanno causato la contaminazione dei corpi acquatici anche sotterranei.

Bisogna notare che da un punto di vista globale, l'acqua è inserita in un ciclo naturale che non modifica la quantità complessiva presente nell'ecosistema terrestre, e invece molto importante l'aspetto antropico connesso all'uso, cioè la possibilità che l'inquinamento possa modificare in modo irreversibile la qualità di una risorsa idrica, e renderla quindi inutilizzabile per altri usi. A tal proposito appare sempre più evidente come i problemi di inquinamento delle acque si possano affrontare solo in un'ottica che tenga contemporaneamente conto di tutte le attività che a vario titolo insistono sulla risorsa, e che abbia come punto di riferimento principale l'unità ecologica fondamentale all'interno della quale si sviluppano le relazioni tra le diverse forme di inquinamento. Ciò conduce all'esigenza di una *gestione integrata delle risorse idriche*.

Da un punto di vista strettamente idrologico, "un sistema idrico è costituito dall'insieme di elementi naturali (corpi idrici), di elementi artificiali (opere ed impianti) e di strutture organizzativo-decisionali che interagiscono per raggiungere uno o più obiettivi".

Nei sistemi destinati all'utilizzazione delle risorse idriche, i problemi decisionali dell'esercizio differiscono dai problemi decisionali della pianificazione in quanto la struttura del sistema idrico, le dimensioni delle opere e la allocazione ordinaria delle risorse tra i vari usi possono considerarsi note. Le deficienze idriche, tipiche dei periodi di siccità, comportano il decidere come ripartire tali carenze tra gli utenti e nel tempo. Inoltre, è necessario decidere come ripartire i prelievi tra le varie fonti di approvvigionamento. Tale situazione conduce a diversi conflitti tra usi diversi ed interessi diversi tipici della gestione delle risorse naturali.

In questa ricerca, si intende verificare la possibilità di utilizzare l'approccio multicriteriale come quadro di riferimento per la gestione integrata delle risorse idriche in condizione di siccità. Ovviamente, l'insieme delle azioni ammissibili non è mutuamente esclusivo per cui dal punto di vista operativo, l'individuazione di un ordinamento di tali azioni può essere molto utile al fine della scelta di una combinazione di azioni rispondente ad un particolare

problema. Tali azioni vanno individuate considerando diversi punti di vista nonché gli impatti sui diversi attori sociali coinvolti

### 3. MISURE ATTE A FRONTEGGIARE LA SICCAITA'

E' possibile far fronte a periodi di siccità adottando delle particolari misure che possiamo raggruppare in tre grandi categorie:

- I) misure che tendono ad incrementare le risorse idriche utilizzabili;
- II) misure tese a ridurre le domande;
- III) misure che agiscono nei confronti degli effetti negativi della siccità.

La prime due categorie intervengono sui volumi offerti (incrementandoli) o riducendo i volumi richiesti, nella terza categoria sono comprese quelle misure che tendono a mitigare gli effetti più dannosi della siccità.

Delle misure raggruppate al punto I quelle che più direttamente interessano si orientano verso una gestione più efficiente o diversa degli impianti esistenti e verso la realizzazione di nuovi impianti.

Per inciso, all'interno della stessa categoria possiamo distinguere anche le misure che comportano interazioni con il ciclo idrologico (a) e quelle che prevedono la realizzazione di nuovi impianti (b)

Fra le misure che è possibile adottare in caso di siccità ricordiamo:

1. regole di esercizio per i serbatoi diverse dalle normali;
2. prelievi di emergenza dai serbatoi;
3. sovrasfruttamento degli acquiferi;
4. riduzione delle perdite;
5. riciclo delle acque;

Tutte queste categorie saranno analizzate nello studio, sia come ipotesi di partenza che come alternative di esercizio:

Le misure per ridurre le domande (punto II) sono:

- 1) campagne di sensibilizzazione ad un miglior uso delle risorse potabili;
- II) divieto di prelievo per usi ritenuti di scarsa rilevanza;
- III) mezzi tariffari atti a scoraggiare eventuali abusi (vedi paragrafo seguente);
- IV) razionamento.

La voce "razionamento" indica una delle possibilità che si presentano in questo studio. L'eventualità di effettuare una distribuzione turnata in realtà più che una alternativa è una possibile evenienza che potrebbe aver luogo qualora il livello di emergenza idrica, espresso in termini percentuali rispetto al target, raggiungesse una determinata soglia (soglia di intervento del razionamento).

Le misure per mitigare gli affetti negativi della siccità. sono di natura economica e prevedono del risarcimenti a quelle parti sociali (agricoltura, industria) che subiscono danni economici in seguito ad un valore del genere.

### 4. L'APPROCCIO MULTICRITERIALE

Gli effetti della siccità possono classificarsi in vari modi, ad es. sulla base del settore colpito (agricolo, civile, industriale), sulla base della durata (breve e lungo termine) o sulla base dell'ambito territoriale influenzato dalla siccità. Ciò che qui interessa prendere in

considerazione sono gli effetti diretti sull'agricoltura, dell'industria e sulla popolazione civile. L'arco temporale studiato è quello a breve termine (altrimenti entreremmo nel campo della pianificazione) e l'ambito territoriale è, praticamente, quello provinciale.

Gli effetti che può avere un periodo siccitoso sul settore agricolo sono esprimibili in termini di riduzione della produzione, danni permanenti alle colture perenni e costi maggiori per l'approvvigionamento da fonti alternativa, oltre agli effetti indiretti sulle industrie collegate al settore.

Gli effetti sulle utenze civili possono riassumersi in:

- disagi degli utenti privati in seguito alla riduzione delle erogazioni;
- l'ente (o gli enti) di gestione vedono diminuire le entrate e in certi casi devono assicurare fonti d'emergenza che sostituiscono in parte quelle normali;
- aumento del rischio igienico connesso all'eventuale uso intermittente delle rete.

A questi si accompagnano gli effetti sull'ambiente, tra i quali:

- maggiore frequenza di incendi;
- effetti sulla qualità delle acque nei corpi idrici;
- riduzione della possibilità di utilizzo dei laghi per scopi ricreativi (attualmente non è il nostro caso, ma potrebbero prevedersi sviluppi futuri in tal senso);
- danni alla flora e alla fauna delle zone umide.

Nella ricerca, si intende anche analizzare la possibilità di utilizzare l'approccio multicriteriale come quadro di riferimento per la gestione integrata delle risorse idriche in condizioni di siccità. Viene utilizzato il termine gestione integrata delle risorse idriche perché appare sempre più evidente come i problemi di gestione delle acque si possano affrontare solo in un'ottica che tenga contemporaneamente conto di tutte le attività che a vario titolo insistono sulla risorsa, e che abbia come punto di riferimento principale l'unità ecologica fondamentale all'intorno della quale si sviluppano le relazioni tra le diverse forme d'inquinamento. Dal punto di vista della scala territoriale va considerato il concetto di bacino idrografico in senso lato, definito come l'area territoriale il cui sistema idrico interagisce debolmente con i sistemi idrici in condizione di siccità, per le seguenti ragioni:

- è possibile considerare le molteplici azioni, non mutuamente esclusive, presenti in questo tipo di problemi;
- è possibile considerare la natura multidimensionale dei problemi di gestione delle risorse naturali;
- è possibile esplicitare i conflitti tra i vari attori sociali;
- è possibile la collaborazione tra vari esperti favorendo così un approccio multidisciplinare;
- è possibile tener conto della natura incerta di molti input (economici, ambientali, idrologici, ecc.),
- è possibile usare modelli facilmente comprensibili dai vari attori del processo di decisione aumentando così la probabilità di ottenerne il consenso;
- è possibile usare modelli facilmente combinabili con i modelli di simulazione raggiungendo così un elevato grado di realismo nel valutare diverse regole di esercizio di un sistema idrico.

## **GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE**

U.O. 1.33

### **EVENTI IDROLOGICI ESTREMI E DINAMICA DEI PROCESSI DI VERSANTE E D'ALVEO IN AMBIENTE MONTANO**

Responsabile: Prof. B. Bacchi (\*)

Le attività dell'Unità Operativa per il 1997 afferiranno ai progetti di ricerca denominati, rispettivamente, "Progetto VAPI", "Reti di monitoraggio meteorologiche (METEO)", "Modellistica Idrologica degli eventi di piena (MIEP)" e "Collasso di sbarramenti (ARA-SBAR)". In ciascuno di questi progetti si propone di sviluppare la attività di ricerca di seguito delineata.

#### **PROGETTO DI RICERCA VAPI**

Si intende proseguire l'attività di ricerca, già delineata nel corso del 1996, e mirata alla stima delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica nell'area alpina lombarda. Ai fini della *stima delle precipitazioni estreme in località non monitorate da pluviometri*, si cercherà di tenere conto degli effetti dell'orografia sulla distribuzione spaziale delle precipitazioni intense, anche facendo riferimento alle simulazioni fornite da modelli meteorologici ad area limitata.

#### **PROGETTO DI RICERCA METEO**

Si intende proseguire l'analisi delle proprietà del processo degli attraversamenti di soglie di intensità elevate nel dominio spazio-temporale al fine della stima del *fattore di riduzione delle precipitazioni all'area* (Bacchi e Ranzi, 1996). Le proprietà statistiche osservate verranno correlate alla struttura tridimensionale dei campi di alcune variabili termodinamiche osservabili mediante radar, satelliti e sondaggi verticali dell'atmosfera.

---

(\*) Univ. di Brescia, Fac. di Ingegneria, Via Brianze 38, 25123 BRESCIA

## **PROGETTO DI RICERCA *MIEP***

Ai fini della previsione delle piene in tempo reale, si intende verificare l'efficacia dell'uso combinato di modelli idrologici di tipo distribuito con le previsioni dei campi atmosferici (in particolare precipitazione, temperatura e velocità di vento) fornite da modelli atmosferici ad area limitata (Buzzi et al., 1994).

Nell'ambito di questa attività si intende proseguire, compatibilmente con le risorse messe a disposizione, l'attività di coordinamento delle attività di alcune UU.OO. del CNR-GNDCI in seno al progetto internazionale *Mesoscale Alpine Programme-MAP (MAP, 1995)*. L'U.O. 1.33 sta svolgendo questa attività da circa un anno, in sede nazionale, e, da alcuni mesi, anche in sede internazionale, avendone ricevuto l'incarico dal Centro di Coordinamento di Zurigo.

## **PROGETTO DI RICERCA *ARA-SBAR***

Nel primo anno la ricerca proseguirà il confronto, iniziato da alcuni mesi, tra alcuni codici di calcolo già presentati in letteratura, verificando le capacità degli stessi di riprodurre situazioni di crollo relativamente documentate. A questa fase ne farà seguito una di analisi dei parametri comuni ai vari schemi di calcolo onde pervenire alla individuazione di situazioni geometricamente semplificate, che consentano un confronto tra modelli. Si spera che ciò permetta una valutazione comparativa dell'incertezza intrinseca dei differenti risultati della simulazione.



## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.34

### **ANALISI REGIONALE DEGLI EVENTI ESTREMI DELL'ITALIA CENTRALE VULNERABILITA' DEI SISTEMI DI APPROVVIGIONAMENTO IDROPOTABILE**

Responsabile: Prof. G. Calenda (\*)

Il rapporto regionale VAPI, "Valutazione delle piene nei bacini delle sezioni idrografiche di Roma e Pescara", verrà portato a compimento con la stesura dei capitoli riguardanti la regionalizzazione delle piene.

La regionalizzazione delle piene verrà eseguita utilizzando semplici modelli di trasformazione afflussi-deflussi, a partire dalla regionalizzazione delle piogge. I parametri dei modelli saranno tarati con le portate di egualtempo di ritorno delle piogge ottenute nelle sezioni idrometrografiche con la regionalizzazione delle massime portate storiche al colmo.

Verranno ultimati i capitoli operativi riguardanti le scale di deflusso, l'effetto della laminazione dovuta agli invasi, ecc. Si porterà, altresì, a compimento la stesura dei capitoli introduttivi riguardanti l'inquadramento morfoclimatico dei bacini, i dati inerenti le principali inondazioni, l'inquadramento geologico, ecc.

Il volume sarà corredato da adeguata cartografia tematica.

Con riferimento al progetto ARDI-SIC s'intende proseguire con la definizione della vulnerabilità strutturale dei sistemi acquedottistici, introdurre criteri probabilistici di interconnessione tra eventi meteorologici (siccità) e guasti.

Verrà completata la mappatura relativa alla Regione Lazio.

---

(\*) Terza Università di Roma, Via Ostiense 159, 00154 ROMA

## GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.42

Responsabile: Prof. S. Palmieri (\*)

Utilizzazione di un modello ad alta risoluzione per la stima delle precipitazioni in zone ad orografia complessa per la caratterizzazione di eventi estremi e per la post-elaborazione dei dati da modelli climatici globali.

### Descrizione obiettivo della ricerca

Ci si propone di sperimentare il modello PEHRM (Precipitation Estimate High Resolution Model) nella caratterizzazione di altri eventi estremi che hanno interessato il territorio nazionale, sviluppando anche uno schema semplificato per consentire, sulla base dei dati meteorologici correnti e/o previsti una diagnosi della intensità di una perturbazione meteorologica. Inoltre altri possibili miglioramenti del modello saranno presi in considerazione come la introduzione della topografia a gradini (step topography), schemi alternativi per considerare l'effetto della convezione, una parametrizzazione in funzione del numero di Froude per discriminare casi in cui gli elementi topografici vengono aggirati dalle correnti da eventi in cui prevale il sollevamento forzato.

Una indagine nuova, già avviata come studio pilota dalla U.O. 1.42 nella seconda metà del 1996, sarà approfondita nel 1997. Essa è costituita dalla valutazione, su punti diversi del territorio nazionale, di come potrebbe variare il rischio di eventi estremi passando dal clima presente a quello futuro. Lo scopo è quello di capire fino a che punto la distribuzione e l'intensità di eventi estremi potrà cambiare in uno scenario climatico più caldo. Alcuni autori (Rowntree, 1993-Bruce, 1994) hanno rilevato dallo studio dei risultati delle simulazioni climatiche che, poiché la frequenza degli eventi estremi non varia sensibilmente, l'incremento invernale delle piogge previsto alle medie latitudini e la ridotta precipitazione estiva sono da ascrivere prevalentemente a variazioni di *intensità* di eventi estremi. Per approfondire questa tematica è necessario disporre dei dati prodotti dalle corse più recenti dei modelli climatici globali e nel contempo bisogna sviluppare strumenti in grado di disaggregare le precipitazioni giornaliere (output dei modelli climatici) nello spazio e nel tempo. Ci si propone di disaggregare nello spazio, tenendo conto della topografia particolareggiata della zona da studiare, mediante la utilizzazione del modello PEHRM. La disaggregazione nel tempo (precipitazioni orarie) verrà realizzata mediante un appropriato simulatore Monte Carlo.

---

(\*) Dip. di Fisica, Università "La Sapienza" di Roma, P.le Aldo Moro 2, 00185 ROMA

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.43

### **METODOLOGIE DI PREVISIONE E PREANNUNCIO DI PIENA**

Responsabile: Prof. A. Brath (\*)

L'Unità Operativa 1.43, attiva presso il Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti, delle Acque, del Rilevamento e del Territorio (DISTART) della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna, si propone, nell'anno 1997, di sviluppare la propria attività nell'ambito dei Progetti MIEP e VAPI.

Per quanto riguarda il Progetto VAPI, l'attività che si propone di svolgere riguarda innanzitutto il proseguimento degli studi già intrapresi sulla ridefinizione delle ipotesi di regionalizzazione del territorio dell'Italia centrosettentrionale. In tale settore, si sta procedendo ad un riesame delle ipotesi di regionalizzazione scaturite dalle risultanze dei vari studi regionali finora condotti da alcune Unità Operative. L'ipotesi che si intende verificare è se, considerando un'ampia regione dell'Italia centrosettentrionale, comprendente la parte meridionale del bacino del Po (Emilia), e i compartimenti idrografici di Bologna (territori della Romagna e delle Marche), di Pisa (bacino dell'Arno) e di Roma (bacino del Tevere), sia possibile riconoscere delle macroregioni, almeno al primo livello di regionalizzazione, sia nel comportamento di frequenza delle piogge giornaliere massime annuali sia, in una seconda fase, in quello delle portate al colmo di piena. L'attività già svolta in questo campo ha riguardato la fase di ricerca documentale e di raccolta su supporto magnetico dei dati disponibili, in particolare quelli delle piogge massime annuali di durata giornaliera e di durata assegnata sia inferiore che superiore al giorno. Tale attività, svolta in collaborazione con la U.O. attiva presso l'Enel-Cris di Mestre, è stata pressochè conclusa e pertanto nell'anno 1997 si ritiene di poter procedere allo sviluppo delle analisi di regionalizzazione.

Sempre nell'ambito del progetto VAPI, questa U.O. si propone di proseguire nell'anno 1997 le ricerche già intraprese, svolte in collaborazione con la U.O. 1.8 operante presso il Politecnico di Milano, riguardanti l'analisi delle possibilità offerte dall'applicazione dei concetti di invarianza di scala semplice e multipla (mono o multifrattalità) al problema dello studio regionale della frequenza delle piene. La principale ricaduta applicativa di tale approccio riguarda la fase di identificazione delle regioni omogenee dal punto di vista del regime di frequenza delle piene, fase che notoriamente rappresenta una delle più delicate dell'intera procedura di regionalizzazione. L'idea di utilizzare tecniche di questo tipo per il riconoscimento delle regioni omogenee nasce dalla considerazione che la delimitazione di un insieme di bacini idrografici in zone omogenee idonee all'applicazione del metodo della portata indice corrisponde all'ipotesi che il campo aleatorio delle portate al colmo di piena

---

(\*) Istituto di Costruzioni Idrauliche, Facoltà di Ingegneria, Università di Bologna, Viale Risorgimento, 2 - 40136 BOLOGNA

(parametrizzato sull'area del bacino idrografico) sia semplicemente scala invariante, ossia monofrattale, all'interno di ciascuna delle zone stesse. Ne discende che il riconoscimento della monofrattalità può risultare un prezioso strumento di guida nell'identificazione di regioni omogenee, consentendo di superare i limiti propri delle tecniche di zonizzazione attualmente in uso. A tale riguardo, i risultati dell'applicazione della tecnica proposta ai corsi d'acqua dell'Italia nord-occidentale evidenziano come essa presenti una capacità discriminante piuttosto soddisfacente. I risultati delle applicazioni condotte hanno permesso di evidenziare come l'intera Liguria tirrenica sia caratterizzata da un comportamento sensibilmente monofrattale. Per il bacino del Po nel suo complesso è invece emerso un comportamento di tipo chiaramente multifrattale; è stato comunque possibile individuare attraverso la metodologia proposta una partizione del bacino padano in quattro sottoregioni, che risponde ai richiesti criteri di omogeneità nel regime di frequenza delle piene. Le tecniche basate sull'invarianza di scala potranno essere utilizzate, in associazione a quelle più tradizionali, anche per lo studio di regionalizzazione del territorio dell'Italia centrosettentrionale di cui si è detto in precedenza.

Per quanto riguarda invece il Progetto MIEP, nell'anno 1997 ci si propone innanzitutto di proseguire l'attività già intrapresa nell'anno precedente e finalizzata alla redazione di alcuni contributi al Rapporto Manuale sui Modelli Idrologici degli Eventi di Piena. Parallelamente, ci si propone di proseguire le ricerche sulla stima su base concettuale della portata di piena indice, che hanno permesso nell'anno precedente di mettere a punto una metodologia fisicamente basata per la stima indiretta di tale grandezza. Queste ricerche sono svolte in stretta connessione con gli obiettivi del Progetto VAPI. La metodologia messa a punto rappresenta l'evoluzione di un percorso di ricerca già da tempo intrapreso, basato sull'uso di una schematizzazione concettuale della trasformazione della sollecitazione meteorica in portata alla sezione di chiusura del bacino idrografico e sulla caratterizzazione stocastica del processo delle precipitazioni che investono il bacino idrografico stesso. Applicando opportune tecniche analitiche di derivazione approssimata si ottiene la distribuzione di probabilità dei colmi massimi annuali. Tale metodologia consente di derivare una formulazione della piena indice, congruente con uno schema di regionalizzazione fondato sulla distribuzione GEV, quale è quello che è risultato preferibile alla luce dei risultati ottenuti nelle ricerche condotte nell'ambito del Progetto VAPI per la regionalizzazione delle piene del bacino padano e della Liguria tirrenica, attività a cui, come già detto, la presente U.O. ha partecipato in collaborazione con la U.O. 1.8.

Nell'anno 1997 ci si propone di validare la citata metodologia di stima della portata indice con riferimento a diversi ambiti geografici. In particolare ci si propone di analizzarne la capacità predittiva con riferimento alle Regioni Emilia-Romagna e Marche, ed eventualmente, se sarà possibile disporre dei dati necessari allo scopo, anche per il bacino del Tevere e quello dell'Arno.

Sempre in tale ambito ci si propone di sviluppare un'analisi comparativa dei vari metodi di stima della portata indice proposti nell'ambito del Progetto VAPI in particolare i metodi multiregressivi, il metodo concettuale proposto da Rossi e Villani, e la predetta metodologia geomorfoclimatica.

Sempre nell'ambito delle attività del Progetto MIEP, per il 1997 ci si propone ancora di sviluppare la linea di ricerca riguardante le previsioni di pioggia fornite da modelli meteorologici, intrapresa a partire da alcune analisi condotte sull'evento alluvionale che ha interessato il Piemonte meridionale nel novembre 1994. In particolare, si intende proseguire la sperimentazione delle possibilità dell'impiego delle previsioni di precipitazione prodotte sia dai modelli generali di circolazione dell'atmosfera che dai modelli meteorologici ad area limitata ai fini del preannuncio di piena. A tal fine, ci si

propone di verificare la possibilità di applicare tecniche di downscaling per ottenere previsioni di pioggia ad una risoluzione compatibile con le necessità del preannuncio di piena in bacini di dimensione medio-piccola a partire dalle previsioni formulate dai modelli meteorologici, che, com'è noto, sono relative a maglie spaziali ancora molto ampie per gli scopi del preannuncio. Infine, ci si propone di verificare la possibilità di integrare le previsioni di pioggia formulate da tali modelli con previsori stocastici, sviluppati a scala di bacino, che siano in grado di modellare in tempo reale l'errore di previsione del modello meteorologico; questa integrazione dovrebbe consentire un miglioramento delle previsioni di pioggia in ingresso ai modelli di preannuncio di piena.

Sempre nell'ambito del progetto MIEP, ci si propone di sviluppare alcune attività che potranno trovare una loro ricaduta applicativa diretta nell'ambito della programmata convenzione tra il GNDCI e il Dipartimento dei Servizi Tecnici dello Stato. In particolare, ci si propone di proseguire studi già intrapresi, finalizzati allo sviluppo di modelli concettuali idonei ad essere formulati in un contesto di funzionamento adattativo per scopi di preannuncio di piena. Potranno essere analizzate sia la possibilità di utilizzare in modalità pienamente adattativa modelli concettuali a parametri concentrati, di struttura particolarmente parsimoniosa, sia la possibilità di utilizzare modelli più articolati, idonei alla simulazione dei deflussi fluviali, sia a parametri concentrati che distribuiti, integrando in tal caso la previsione fornita con modalità off-line da tali modelli con un opportuno previsore dell'errore di calibrazione.

## **Elenco pubblicazioni dell'anno 1996 del responsabile della U.O.**

- Brath, A., C. De Michele e R. Rosso - Una metodologia indiretta a base concettuale per la valutazione della portata indice, *Atti del XXV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*, Torino, 16-18 Settembre 1996, Vol.I, 52-63, 1996.
- Brath, A. e U. Maione - Caratterizzazione statistica e predicibilità in tempo reale di alcuni recenti eventi alluvionali, *Atti del XXV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*, Torino, 16-18 Settembre 1996, Vol.I, 64-76, 1996.
- Rosso, R., A. Brath, P. Burlando, C. De Michele e M. Mancini - Invarianza di scala del regime di piena. Applicazione all'Italia nord-occidentale, *L'Acqua*, 5 (in stampa), 1996.
- Brath, A., C. De Michele, G. Galeati e R. Rosso - Una metodologia per l'identificazione di regioni omogenee nel regime di piena. Applicazione all'Italia nord-occidentale, memoria accettata per la pubblicazione su *L'Acqua*, luglio, 1996.
- Maione, U. e A. Brath (eds.) *La sistemazione dei corsi d'acqua naturali*, Atti del Corso di aggiornamento, Milano, 9-13 ottobre 1995, Editoriale BIOS, Cosenza, settembre, 1996.
- Brath, A. (1996) Modelli matematici di formazione delle piene fluviali, in Maione, U. e A. Brath (eds.) *La sistemazione dei corsi d'acqua naturali*, Atti del Corso di aggiornamento, Milano, 9-13 ottobre 1995, Editoriale BIOS, Cosenza, settembre, 1996.
- Brath, A. e U. Maione (1996) - La progettazione delle opere di sistemazione fluviale, in Maione, U. e A. Brath (eds.) *La sistemazione dei corsi d'acqua naturali*, Atti del Corso di aggiornamento, Milano, 9-13 ottobre 1995, Editoriale BIOS, Cosenza, settembre, 1996.
- Brath, A. e U. Maione - Gli eventi alluvionali del 1993 e 1994 nel bacino padano, *Ingegneria Ambientale* (in stampa), 1996.

- Brath, A., P. Burlando, C. De Michele, M.Mancini e R.Rosso - Assetto frattale e multifrattale del regime di piena nell'Italia Nord-Occidentale, memoria presentata al Convegno *La difesa dalle alluvioni*, Firenze, 1996.
- Brath, A., P. Burlando, C. De Michele, M.Mancini e R.Rosso - Studio del regime di piena a diverse scale di aggregazione mediante l'analisi di invarianza di scala, memoria presentata al Convegno internazionale *La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica*, Alba, 1996.
- Brath, A. e U. Maione - Sulla capacità predittiva dei modelli meteorologici ai fini della prevenzione delle catastrofi idrogeologiche, memoria presentata al Convegno internazionale *La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica*, Alba, 1996.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.44

### **INDIZI E PROCESSI GEOMORFOLOGICI DEL SISTEMA ALVEO-PIANURA FLUVIALE CORRELATI AGLI EVENTI IDROLOGICI ESTREMI**

Responsabile: Paolo TACCONI

Come già descritto nella richiesta di finanziamento riferita allo stesso anno finanziario, l'U.O. di Perugia intende occuparsi della valutazione del rischio geologico-idraulico connesso agli eventi idrologici estremi attraverso l'analisi di situazioni geomorfologiche relative alla dinamica del sistema alveo-pianura alluvionale (frane di sbarramento in alveo, erosione e frane di sponda, colate, zone soggette a esondazione ecc.).

Gli eventi idrologici estremi possono infatti determinare modificazioni molto rilevanti dell'alveo e della pianura alluvionale, modificazioni che permangono nel tempo come elementi geomorfologici rilevabili.

La ricerca si propone di mettere a punto una metodologia che partendo dalla individuazione e dall'analisi di questi elementi valuti l'evento idrologico che li ha determinati e/o la frequenza di eventi idrologici passati ad essi correlabili.

La ricerca inoltre si propone di analizzare i processi geomorfologici in atto che potenzialmente possono determinare portate estreme. Verranno analizzate situazioni in condizioni geografiche diverse con particolare riferimento ai bacini dell'Italia centro-settentrionale.

I casi attualmente considerati sono i seguenti: la frana presso Barattano (Comune di Gualdo Cattaneo - PG) che sta interessando l'alveo del T. Puglia, affluente del F. Tevere, e che riveste particolare interesse per il suo stato di piena attività. La ricerca prevede l'osservazione e la parametrizzazione del fenomeno al fine di prevederne i successivi stadi evolutivi e gli effetti prodotti a valle da eventuali e future tracimazioni e/o crolli dello sbarramento naturale causate da eventi geologici estremi.

Nel caso della Frana di Montebestia (Comune di Montone - PG), la cui situazione geomorfologica è stata precedentemente studiata in termini di evoluzione storica e di inquadramento tipologico (vedi rapporto primo semestre 1996), la fase successiva di ricerca prevede il monitoraggio tramite tecniche G.P.S. e l'installazione di inclinometri e piezometri allo scopo di determinare le cause della frana e valutare il rischio idraulico legato alla possibile occlusione del corso d'acqua sottostante (T. il Rio - bacino del T. Lana, affluente del F. Tevere).

Si sta altresì valutando l'opportunità di studiare le frane di Colle Pizzuto (Comune di Sangemini - Terni) - risalente a qualche decennio fa e che ha già prodotto un bacino di sbarramento - e la frana del F.so di San Martino, presso Montone (PG) la cui dinamica

molto rapida in testata (crolli) alimenta una colata di detrito sottostante che lentamente si sposta lungo il fondovalle.



## GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE

U.O. 1.45

### RICERCHE SUI RISCHI COLLEGATI AGLI STATI METEO MARINI

Responsabile: Paolo BOCCOTTI

Obiettivo primario di questa U.O. è ricavare i periodi di ritorno e le probabilità di accadimento di mareggiate di assegnate caratteristiche, lungo le coste italiane. Allo scopo vengono utilizzati i dati della rete ondometrica nazionale a partire dal luglio 1989. Fino ad ora sono stati analizzati i dati nel loro complesso, onde verificare la congruenza. Inoltre si è proceduto all'analisi dettagliata dei dati relativi alle località di Crotone e di Monopoli.

Per il prossimo anno di attività si intende:

- a) dare un contributo di tipo generale ai criteri di previsione direzionale basati sui dati degli ondometri;
- b) proseguire l'indagine dettagliata estendendola ai siti di La Spezia, Ponza e Pescara.

Quanto al punto a), va detto che il problema della previsione in tempi lunghi di altezze e direzioni delle onde, a partire dai rilievi di ondometri nazionali è assai poco trattato in letteratura; laddove è molto ricca la trattazione del problema omnidirezionale (cioè, previsione delle altezze delle onde a prescindere della direzione di provenienza).

Quanto al punto b), andremo avanti con la successione operativa già applicata nello studio delle due prime località; vale a dire

- i)  $P(H_s > h)$  = probabilità che l'altezza significativa delle onde superi una qualsiasi assegnata soglia  $h$ ;
- ii)  $R(H_s > h)$  = periodo di ritorno di una mareggiata nella quale  $H_s$  superi un'assegnata soglia  $h$ ;
- iii)  $R(H)$  = periodo di ritorno di una mareggiata nella quale si realizzi almeno una singola onda più alta di un'assegnata soglia  $H$ ;
- iv)  $H_{\max} di \Delta t$  = altezza d'onda massima attesa in un qualsiasi assegnato intervallo di tempo  $\Delta t$ .

L'operazione viene effettuata su base direzionale cioè la successione viene ripetuta settore per settore (apertura  $22^\circ$ , 5). La  $P(H_s > h)$  viene ricavata direttamente a partire dai dati degli ondometri direzionali. I periodi di ritorno e la  $H_{\max} di \Delta t$  vengono calcolati mediante le soluzioni analitiche basate sul concetto di mareggiate triangolari equivalenti.

Per ogni località vengono analizzate le storie di ciascuna mareggiata registrata; per ogni mareggiata vera viene ricavata la "triangolare equivalente"; infine si ricava la regressione deviata  $\rightarrow H_{s\max}$  per le mareggiate triangolari equivalenti. Tale regressione infatti compare nelle predette formule dei periodi di ritorno e dell'altezza massima attesa.

## *GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE*

U.O. 1.46

### **MODELLISTICA IDROLOGICA DI BACINO PER LA VALUTAZIONE DEL PROCESSO EROSIVO**

Responsabile: Sandro MORETTI

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.

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 Scienze della Terra di Firenze, quali:

- rete di elaboratori forniti di software arc-info;
- simulatore di pioggia per le applicazioni di campagna e di laboratorio;
- apparecchiature di laboratorio per la valutazione dei parametri relativi alle caratteristiche fisiche, meccaniche ed idriche dei terreni presi in esame.

L'analisi del processo erosivo sarà supportata da una modellistica del tipo: WEPP (Water Erosion Prediction Project), KINEROS e 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.