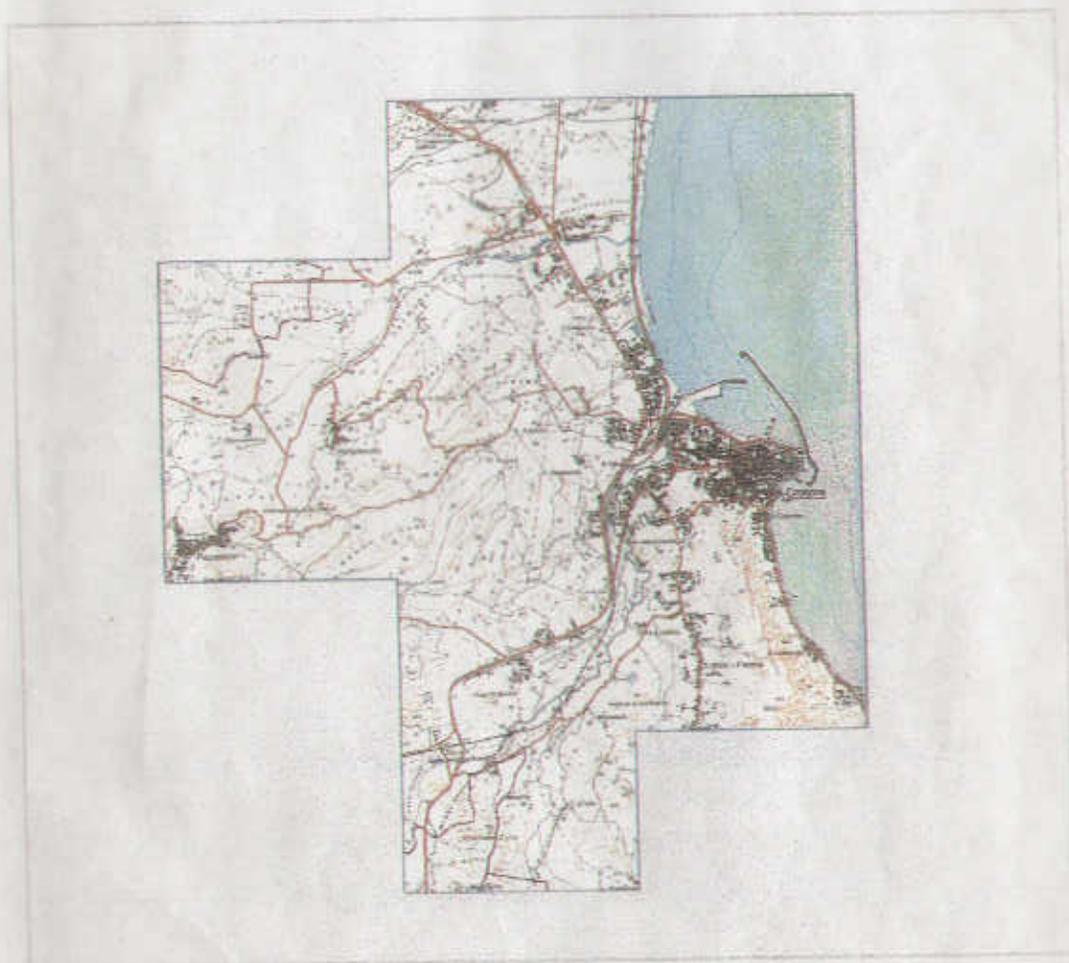


REGIONE CALABRIA

Commissario delegato agli interventi infrastrutturali di emergenza e di
prima sistemazione idrologica nel territorio del Comune di Crotona

Carta delle aree a rischio di inondazione nel territorio
del Comune di Crotona (ordinanza 97/k)



Prof. Ing. Pasquale Versace

Settembre 1998

PERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO DI INONDAZIONE PER LE PIENE DEI TORRENTI ESARO E PASSOVECCHIO

1. Introduzione

L'art. 20 del decreto legge 30 gennaio 1998, n° 6, convertito con legge 30 Marzo 1998 n.61, stabilisce che nei territori interessati dall'alluvione del 14 ottobre 1996 si proceda alla individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, con le modalità previste dalle direttive tecniche impartite dal Ministero dei Lavori Pubblici, con decreto 14 febbraio 1997 (G.U. n° 54 del 6 marzo 1997).

Con ordinanza commissariale n° 97/K del 30 aprile 1998 il Commissario Delegato ha affidato allo scrivente il compito di effettuare tale perimetrazione.

La direttiva del Ministero dei Lavori Pubblici prima citata fornisce utili indicazioni in merito alla procedura da utilizzare e alle limitazioni d'uso da introdurre nelle aree a rischio. Si legge infatti al punto 2.1 (Area a rischio idraulico):
"Dovranno essere eseguiti studi di carattere idrogeologico o analisi statistiche volte ad individuare i prevedibili valori della portata al colmo di piena con almeno tre tempi di ritorno: $T1 = 30$ anni, $T2 = 200$ anni, $T3 = 500$ anni che si assumono come corrispondenti ad un'alta, una moderata ed una bassa probabilità di inondazione.

I risultati di tali studi e la conoscenza topografica a grande scala delle aree di inondazione e delle sezioni del corso d'acqua consentirà la trasformazione delle portate di piena di riferimento in livelli idrici attesi e la delimitazione delle aree con diverse probabilità di inondazione.

N

Le predette elaborazioni permetteranno, fra l'altro, di meglio definire gli interventi strutturali e non strutturali da intraprendere.

Nelle zone ad alto rischio di esondazione ($T1 = 30$ anni), andrà imposto o confermato il vincolo di inedificabilità o avviati interventi di protezione o di delocalizzazione degli insediamenti esistenti anche ai sensi dell'art. 4, comma 9, della legge 677/96.

Per le zone a moderato rischio di esondazione ($T2 = 200$ anni), andrà regolamentato il loro uso che dovrà tener conto, compatibilmente con la presenza di centri abitati, di salvaguardare ed eventualmente ampliare le aree di naturale espansione al fine: da un lato di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica del corso d'acqua in relazione alla capacità di invaso e laminazione delle piene delle aree predette, anche in rapporto agli effetti sulla condizione di deflusso della rete idrografica di valle; dall'altro di mantenere e migliorare le caratteristiche naturali e ambientali dei siti.

In questo senso eventuali interventi potranno essere autorizzati a condizione che gli stessi non comportino una riduzione o una parzializzazione apprezzabile della capacità di invaso e di laminazione delle aree stesse.

In relazione ai livelli idrici attesi tale scopo potrà essere raggiunto anche attraverso l'adozione di accorgimenti tecnico-costruttivi.

Il tempo di ritorno di 200 anni è il medesimo posto a base per la determinazione delle aree di espansione adiacenti all'alveo nell'Atto di indirizzo e coordinamento concernente i metodi ed i criteri per lo svolgimento funzionale dei servizi di Polizia

N

Idraulica, di piena, e di pronto intervento idraulico all'esame del Comitato nazionale della difesa del suolo.

Nelle zone a bassa probabilità di inondazione ($T3 = 500$ anni), l'aumento del livello di sicurezza delle popolazioni verrà affidato alla predisposizione di adeguati piani di allertamento e di interventi atti a mitigare l'effetto delle inondazioni".

Il territorio di Crotona colpito dall'alluvione del 14 ottobre 1996 è stato oggetto di un'ordinanza di protezione civile (n° 2469 del 26 ottobre 1996) che prevedeva tra l'altro la realizzazione di un piano per l'individuazione degli interventi infrastrutturali di emergenza e di prima sistemazione idrogeologica.

Nel piano predisposto nel novembre 1996 sono indicati alcuni interventi, di tipo strutturale, e non strutturale, finalizzati alla riduzione del rischio di inondazione. Tali interventi riguardano in particolare:

- Rimozione dei detriti di piena (intervento 1)
- Ripristino mantellate e argini (intervento 2)
- Risagomatura del tratto terminale dell'Esaro (intervento 3)
- Rimozione del ponte in ferro sull'Esaro (intervento 4)
- Sistemazione del fiume Esaro (intervento 9)
- Regimazione delle acque a nord del fiume Esaro (intervento 10)
- Verifica idraulica e rifacimento tombini e ponti (intervento 11)
- Sistema di monitoraggio e piano di emergenza (intervento 12)
- Rilievo topografico dell'Esaro (intervento 17)

La realizzazione dell'intervento non strutturale rappresentato dalla rete di monitoraggio e dal piano di emergenza (intervento 12) è stato completato.

Risultano altresì completati tutti gli interventi di più immediata eseguibilità (interventi 1-2-3-17) ad eccezione della rimozione del ponte in ferro (intervento 4) che è comunque imminente.

Per quanto riguarda le sistemazioni di più ampio respiro (interventi 9-10-11) essi sono stati unificati in un unico intervento di sistemazione dei fiumi Esaro e Passovecchio, per il quale è allo stato disponibile il progetto preliminare di massima.

Tale progetto redatto nel novembre 1997 dagli ingegneri Calomino, Bevilacqua, Gugliotta, Perri e Tricoli, prevede la realizzazione di: 6 vasche di laminazione (2 sul Passovecchio, 4 sull'Esaro), arginature e canalizzazioni lungo i corsi d'acqua principali ed i maggiori affluenti, sistemazione idraulico-forestali dei versanti dissestati, rifacimento di numerosi attraversamenti stradali e ferroviari, che attualmente ostacolano il deflusso della corrente.

W

2. Perimetrazione delle aree

La perimetrazione delle aree a rischio è stata effettuata tenendo conto del fatto che il livello di sicurezza del territorio di Crotona è destinato ad aumentare, man mano che saranno realizzate le opere previste nel progetto preliminare di cui si è fatto cenno nel precedente paragrafo. Tali opere sono, allo stato attuale, in larga misura finanziate con i fondi resi disponibili dalle leggi 677/1996 e 61/1998.

Pertanto si è proceduto alla redazione di tre diverse perimetrazioni relative alle seguenti situazioni:

- stato di fatto, in assenza delle opere previste dal progetto di sistemazione. Si è solo ipotizzato che il ponte di ferro un tempo utilizzato dalle Ferrovie dello Stato venga rimosso. Tale rimozione, prevista dal piano di sistemazione come intervento 4, dovrebbe essere imminente;
- dopo la prima fase degli interventi di sistemazione, intendendo con tale espressione tutti gli interventi previsti dal progetto con la sola eccezione delle vasche di laminazione;
- dopo il completamento degli interventi di sistemazione, intendendo con tale espressione tutti gli interventi previsti dal progetto, incluse quindi le vasche di laminazione.

Si sono così realizzate tre serie di carte, ciascuna delle quali relativa ad una delle situazioni prima definite.

In ogni caso come supporto cartografico si è utilizzata la cartografia in scala 1:4000 messa a disposizione dall'Amministrazione comunale.

Su ciascuna carta sono riportati:

N

- l'alveo attuale dei fiumi Esaro e Passovecchio;
- le aree che possono essere inondate con periodo di ritorno inferiore a 30 anni (aree ad alto rischio di inondazione);
- le aree che possono essere inondate con periodo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni (aree a moderato rischio di inondazione);
- le aree che possono essere inondate con periodo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni (aree a limitato, o basso, rischio di inondazione).

In tutti i casi sono state assunte come aree inondabili quelle nelle quali il livello idrico risulta almeno pari a 20 cm.

In definitiva le carte prodotte e le relative legende sono le seguenti:

1ª Serie. Carta delle aree a rischio di inondazione nel territorio del Comune di Crotona. Con la seguente legenda:

- A. Zone ad alto rischio di inondazione; $T \leq 30$ anni, $h \geq 20$ cm
 - B. Zone a moderato rischio di inondazione; $30 < T \leq 200$ anni, $h \geq 20$ cm
 - C. Zone a limitato rischio di inondazione; $200 < T \leq 500$ anni, $h \geq 20$ cm
- (*T*: periodo di ritorno, *h*: tirante idrico)

2ª Serie. Carta delle aree a rischio di inondazione nel territorio del Comune di Crotona dopo il completamento della prima fase degli interventi di sistemazione dei fiumi Esaro e Passovecchio previsti dal progetto preliminare di massima del Novembre 1997 (tutti gli interventi escluso le vasche di laminazione). Con la seguente legenda:

- A₁ Zone ad alto rischio di inondazione; $T \leq 30$ anni, $h \geq 20$ cm
 - B₁ Zone a moderato rischio di inondazione; $30 < T \leq 200$ anni, $h \geq 20$ cm
 - C₁ Zone a limitato rischio di inondazione; $200 < T \leq 500$ anni, $h \geq 20$ cm
- (*T*: periodo di ritorno, *h*: tirante idrico)

N

3^a Serie. Carta delle aree a rischio di inondazione nel territorio del Comune di Crotona dopo il completamento degli interventi di sistemazione dei fiumi Esaro e Passovecchio previsti dal progetto preliminare di massima del Novembre 1997. Con la seguente legenda:

- A₂ Zone ad alto rischio di inondazione; $T \leq 30$ anni, $h \geq 20$ cm
 - C₂ Zone a limitato rischio di inondazione; $200 < T \leq 500$ anni, $h \geq 20$ cm
- (*T: periodo di ritorno, h: tirante idrico*)

Come si può notare da un attento esame delle carte, dopo la prima fase di interventi solo l'area all'interno delle arginature può essere inondata con periodo di ritorno inferiore a 30 anni e quindi all'esterno delle arginature il rischio di inondazione è ovunque moderato ($T = 200$ anni) o limitato ($T = 500$ anni). Inoltre dopo il completamento di tutte le opere anche la piena con periodo di ritorno $T = 200$ anni risulta contenuta nelle arginature, sia pure (è bene sottolinearlo) senza alcun franco di sicurezza. Pertanto all'esterno delle arginature rimangono solo alcune aree a limitato rischio di inondazione.

In tabella 1 è riportata la classificazione delle aree inondabili.

- | | |
|----------------|--|
| A. | Aree che allo stato attuale presentano un alto rischio di inondazione ($T < 30$ anni) |
| A ₁ | Aree che dopo la prima fase degli interventi di sistemazione risulteranno ancora ad alto rischio di inondazione. Tali aree si è visto saranno confinate tra le arginature. |
| A ₂ | Aree che dopo il completamento degli interventi di sistemazione risulteranno ancora ad alto rischio di inondazione. Tali aree si è visto saranno confinate tra le arginature. |
| B. | Aree che allo stato attuale presentano un moderato rischio di inondazione ($30 < T \leq 200$ anni) |
| B ₁ | Aree che dopo la prima fase degli interventi di sistemazione risulteranno ancora a moderato rischio di inondazione. |
| B ₂ | Aree che dopo il completamento degli interventi di sistemazione risulteranno ancora a moderato rischio di inondazione. Tali aree si è visto saranno confinate tra le arginature. |
| C. | Aree che allo stato attuale presentano un limitato rischio di inondazione ($200 < T \leq 500$ anni) |
| C ₁ | Aree che dopo la prima fase degli interventi di sistemazione risulteranno ancora a limitato rischio di inondazione. |
| C ₂ | Aree che dopo il completamento degli interventi di sistemazione risulteranno ancora a limitato rischio di inondazione. |

Tab. 1 - Classificazione delle aree inondabili

Per valutare l'altezza idrica che si prevede possa essere raggiunta in occasione delle piene trentennali, duecentennali e cinquecentennali in ciascuna delle tre situazioni ipotizzate, è stato predisposto un ulteriore elaborato.

Tale elaborato consta di due parti:

- cartografia al 4000 che individua una serie di nodi utilizzati per il modello di calcolo e numerati progressivamente;

- tabelle riportanti per ciascun nodo la quota assoluta raggiunta dall'acqua nelle diverse fasi progettuali (stato attuale, prima fase di interventi, completamento degli interventi) e per i diversi periodi di ritorno (30, 200, 500 anni).

Attraverso l'uso combinato dei dati grafici e di quelli tabellari ed effettuando, nel caso, le necessarie interpolazioni può essere stimato in ogni punto delle aree inondabili la quota assoluta che presumibilmente sarà raggiunta dall'acqua. Confrontando tale dato con la quota del terreno si potrà stimare l'altezza d'acqua e quindi valutare l'entità presumibile del danno e stabilire le eventuali misure precauzionali da adottare nell'uso del territorio.

3. Uso del suolo nelle aree inondabili

L'art. 20, comma 4 del decreto legge 30 gennaio 1998, n° 6, convertito con legge 61/1998 prevede che nel territorio di Crotona interessato dalla piena del 1996 "è vietato procedere alla ricostruzione di immobili distrutti o alla costruzione di nuovi insediamenti nelle aree a rischio idrogeologico" individuate "sulla base delle direttive tecniche impartite con decreto del Ministero dei Lavori Pubblici in data 14 febbraio 1997". Pertanto c'è un esplicito riferimento alle prescrizioni del decreto ministeriale i cui aspetti essenziali sono riportati nel paragrafo 1 di questa relazione.

Nel caso specifico di Crotona occorre tener conto del fatto che il complesso e articolato intervento di sistemazione fluviale, progettato e in larga misura già finanziato, introduce un elemento dinamico di cui la direttiva ministeriale non tiene conto. Aree che allo stato attuale sono ad elevato rischio di inondazione potranno diventare, man mano che si realizzano le opere di difesa, aree a moderato, o addirittura limitato, rischio di inondazione, usufruendo in tal modo di una progressiva attenuazione dei vincoli.

D'altra parte, anche se protette da arginature e vasche di laminazione, le aree morfologicamente soggette alle piene dell'Esaro e del Passovecchio rimangono pur sempre vulnerabili per effetto di un sia pure ipotetico malfunzionamento del sistema di difesa. Pertanto il carico antropico in tali zone andrebbe comunque moderato e andrebbero comunque adottate opportune cautele nella programmazione di nuovi insediamenti.

Alla luce delle precedenti considerazioni, utilizzando le notazioni di tabella 1, una ipotesi di regolamentazione delle aree inondabili da sottoporre alla valutazione della Amministrazione comunale potrebbe essere la seguente:

Aree di tipo A.

In queste aree (ad eccezione di quelle comprese tra le arginature) il livello di rischio è destinato a diminuire in quanto, come si è visto, con l'esecuzione delle opere previste dal progetto preliminare di massima tutte le portate con $T \leq 200$ anni risulteranno contenute all'interno delle arginature.

Tali aree tuttavia presentano attualmente un elevato rischio di inondazione. Pertanto allo stato dei fatti non dovrebbero essere realizzate o completate nuove strutture, ad eccezione delle opere di sistemazione fluviale, né dovrebbe essere concessa l'agibilità per le strutture già esistenti. Ci si dovrebbe limitare in tali aree alla programmazione di nuovi e limitati interventi, avviando i relativi percorsi burocratici. Eventuali necessarie opere di urbanizzazione potranno essere avviate solo se non comportano alcun incremento di rischio.

Prescr. - Qualsiasi proposta di intervento in un'area di tipo A deve essere accompagnata da una perizia idraulico-idrologica che:

- asseveri l'effettiva situazione di rischio sia allo stato attuale, sia nel tempo con il progredire delle opere di sistemazione idraulica;
- indichi gli accorgimenti tecnico-costruttivi da adottare per rendere trascurabile, anche durante la fase di esecuzione il rischio per le persone ed i beni;
- definisca i tempi di attuazione dell'insediamento previsto in modo che siano compatibili con lo stato di avanzamento delle opere di sistemazione idraulica.

In tutti i casi l'agibilità della struttura realizzata potrà essere concessa solo dopo il completamento delle opere di sistemazione necessarie a far sì che l'area in questione diventi a limitato rischio di inondazione, risulti cioè inondabile con un periodo di ritorno superiore a 200 anni.

Regola Nelle aree di tipo A andrebbe comunque evitata la realizzazione di strutture particolari la cui inondazione potrebbe provocare danni molto rilevanti. Andrebbero pertanto esclusi: sottopassi, piani cantinati, scuole, cinema, discoteche, impianti sportivi, strutture per l'assistenza ad anziani o disabili, impianti tecnologici capaci di provocare in caso di inondazione danni rilevanti alle persone e all'ambiente e altre strutture che prevedono una notevole concentrazione di persone.

Are di tipo B. In tali aree, allo stato attuale potrebbero essere consentiti limitati ampliamenti di strutture esistenti, e potrebbe essere concessa l'agibilità di strutture già realizzate o in via di completamento. E' necessaria in ogni caso una perizia idraulico-idrologica che asseveri l'effettivo livello di rischio per la pubblica incolumità.

Per quanto riguarda i nuovi insediamenti dovrebbero valere le prescrizioni relative alle aree di tipo A, pertanto dovrebbe essere consentita la programmazione di nuovi e limitati interventi, avviando i relativi percorsi burocratici. Eventuali necessarie opere di urbanizzazione potranno essere avviate solo se non comportano alcun incremento di rischio.

Qualsiasi proposta di intervento in un'area di tipo B deve essere accompagnata da una perizia idraulico-idrologica che:

- asseveri l'effettiva situazione di rischio sia allo stato attuale, sia nel tempo con il progredire delle opere di sistemazione idraulica;
- indichi gli accorgimenti tecnico-costruttivi da adottare per rendere trascurabile, anche durante la fase di esecuzione il rischio per le persone ed i beni;
- definisca i tempi di attuazione dell'insediamento previsto in modo che siano compatibili con i tempi di realizzazione delle opere di sistemazione idraulica.

In tutti i casi l'agibilità della struttura realizzata potrà essere concessa solo dopo il completamento delle opere di sistemazione necessarie a far sì che l'area in questione diventi a limitato rischio di inondazione, risulti cioè inondabile con un periodo di ritorno superiore a 200 anni.

Per le aree di tipo B non dovrebbero valere le restrizioni relative alle strutture particolari previste per le aree A.

Aree di tipo C. In tali aree la direttiva ministeriale prevede solo la predisposizione di adeguati piani di allertamento. Tale indicazione nel caso di Crotone risulta rispettata dal momento che come si è visto al punto 1 sono già stati realizzati il sistema di monitoraggio ed il piano di emergenza previsti come intervento n°12 nel piano del novembre 1996.

In queste aree prima della realizzazione degli interventi di sistemazione, andrebbero evitati: sottopassi, cantinati, asili nido, scuole elementari e medie, strutture per disabili ed anziani, impianti tecnologici potenzialmente a rischio di inquinamento. La realizzazione di altre strutture particolari quali: scuole superiori, cinema, impianti sportivi, discoteche o altre che prevedono una notevole

concentrazione di persone, andrebbe subordinata alla redazione di una perizia idraulico-idrologica che valuti il livello di rischio per la pubblica incolumità.

W

4. Osservazioni sui risultati dello studio e precauzioni da osservare nella loro utilizzazione

La delimitazione delle aree inondabili descritta nei precedenti paragrafi è stata ottenuta, come si vedrà più avanti, attraverso l'applicazione di modelli idrologici e idraulici particolarmente avanzati.

Tali modelli si basano su tecniche ormai consolidate e producono risultati che possono essere ritenuti più che attendibili. Tuttavia si tratta sempre di modelli che forniscono una rappresentazione approssimata della realtà anche perché si fondano su assunzioni che, per quanto ragionevoli e attendibili, schematizzano i più complessi fenomeni naturali. Pertanto quando si utilizzano i risultati dello studio per casi particolari e di rilevante interesse, può essere utile lo sviluppo di ulteriori analisi, basate magari su dati più puntuali e aggiornati, al fine di verificare la precisione di detti risultati.

Per quanto riguarda le ipotesi e le assunzioni poste alla base delle elaborazioni va precisato che :

- la delimitazione delle aree inondabili allo stato attuale, in assenza cioè di interventi di sistemazione, è stato effettuato assumendo come già realizzata la rimozione del ponte in ferro dismesso dalle FF.SS. In realtà tale ponte che doveva essere rimosso fin dal novembre 1996 (intervento 4 del piano) è ancora al suo posto anche se l'Ente attuatore dell'intervento assicura che la rimozione è imminente. Pertanto la delimitazione delle aree inondabili non può essere considerata valida fino a che il ponte in ferro non sarà rimosso.

- la delimitazione delle aree inondabili dopo l'attuazione della prima fase delle opere di sistemazione e dopo la conclusione di tali opere è stata fatta nella duplice ipotesi che le opere siano quelle previste dal progetto preliminare di massima redatto nel novembre 1997 da Calomino ed altri e che la realizzazione avvenga in due fasi successive: arginature e risagomatura dei ponti prima, vasche di laminazione poi. Ovviamente qualora una di queste ipotesi venisse, sia pure parzialmente, a mancare ne deriverebbe la perdita di validità della corrispondente zonazione. Sarebbe a tale proposito opportuno procedere periodicamente alla delimitazione delle aree inondabili, sulla base dell'effettiva realizzazione delle opere di sistemazione.
- va inoltre segnalato che le aree inondabili delimitate sulla base dei modelli idrologici e idraulici non sempre corrispondono a quelle individuate come aree colpite dall'alluvione del 14 ottobre 1996. I motivi di questa diversità possono essere molteplici. In primo luogo gli idrogrammi di piena utilizzati per il modello non coincidono con l'idrogramma di piena verificatosi il 14 ottobre, che peraltro non è stato misurato ma può essere solo ipotizzato. Nelle simulazioni poi non si è considerata l'esistenza del ponte in ferro che ha provocato, durante la piena, danni rilevanti soprattutto in destra idrografica, sul fondo Gesù. Il modello non ha simulato fenomeni locali, accaduti nella realtà, dovuti a ostruzioni improvvise causate dall'ammassarsi di materiale in corrispondenza di strettoie o al collasso di difese arginali o agli altri innumerevoli fenomeni puntuali che inevitabilmente accompagnano ogni evento di piena. Nel modello, inoltre, si sono utilizzate le sezioni rilevate dopo

la piena del '96 e dopo i lavori di spurgo effettuati successivamente. Si è considerata cioè una situazione ben diversa da quella che esisteva prima dell'evento, caratterizzata da un differente livello di occupazione dell'alveo.

Questi in sintesi sono alcuni dei motivi che possono spiegare le differenze tra le due mappature.

af

5. Tecniche adottate per la identificazione delle aree inondabili

La perimetrazione delle aree inondabili nel territorio del Comune di Crotona è stata effettuata utilizzando metodi idrologici e idraulici, puntualmente descritti negli allegati.

Il modello utilizzato richiede:

- la base topografica dell'alveo e delle aree inondabili
- un modello idrologico (modulo A1 e A2) per determinare la piena di ingresso (portata al colmo e idrogramma) nei successivi moduli idraulici
- un modulo idrologico (modulo B) per descrivere l'effetto di laminazione esercitato sulle piene naturali dalle vasche
- un modulo idraulico (modulo C) di propagazione delle piene lungo l'alveo fluviale
- un modulo idraulico (modulo D) di propagazione delle piene fuori dall'alveo fluviale

Rimandando agli allegati per i dettagli, è sufficiente fornire in questa sede alcune informazioni generali:

1. Come base topografica per il fiume Esaro si è utilizzato il rilievo effettuato nel 1997 dalla società Spazioverde s.r.l. in esecuzione dell'intervento 17 del piano di interventi infrastrutturali di emergenza e di prima sistemazione idrogeologica. Tale rilievo riguarda 53 sezioni trasversali
2. Come base topografica per il torrente Passavecchio sono stati utilizzati i dati del progetto preliminare di massima redatto dagli ingegneri Calomino ed altri, nonché una base cartografica al 4000 fornita dal Comune di Crotona

af

3. I valori delle portate al colmo (modulo A1) da inserire come ingresso al modello idraulico sono stati desunti dallo studio idrologico di Niccoli e Versace "Studio Idrologico per la stima della Piena di progetto nel Bacino dell'Esaro di Crotona" dell'aprile 1997. In particolare si sono assunti in corrispondenza dei periodi di ritorno di 30, 200 e 500 anni i valori

Q_T (m ³ /s)	Esaro	Passovecchio
Q_{30}	655	502
Q_{200}	1088	835
Q_{500}	1301	998

4. L'andamento degli idrogrammi di piena (modulo A2) è stato ottenuto attraverso un modello di simulazione afflussi deflussi le cui caratteristiche essenziali sono:
- pluviogramma di ingresso di forma rettangolare in accordo con la curva di probabilità pluviometrica proposta nel citato studio idrologico di Niccoli e Versace;
 - separazione delle piogge nette utilizzando il metodo del Curve Number (CN) proposto dal Soil Conservation Service (SCS) degli Stati Uniti;
 - modello di trasformazione piogge nette-deflussi superficiali del tipo idrogramma unitario istantaneo (IUH). In particolare si è utilizzato il modello di Clark;
 - discretizzazione dei bacini idrografici dell'Esaro e del Passovecchio in più sottobacini ciascuno dei quali funziona come un modello a parametri concentrati. In particolare l'Esaro è stato suddiviso in 5 bacini principali, il Passovecchio in 3.

5. L'andamento degli idrogrammi di piena nel caso in cui siano funzionanti le vasche di laminazione è stato ottenuto simulando, vasca per vasca, il comportamento idraulico delle opere previste, così come dimensionato dai progettisti. (modulo B)
6. La propagazione delle piene in alveo, nei diversi casi, è stata effettuata utilizzando il modello BEC-RAS del Corp of Engineers degli Stati Uniti (modulo C). Nei casi di livello idrico superiore alle quote arginali, naturali o artificiali, tale livello è stato utilizzato come ingresso al modello di propagazione fuori alveo. Nel simulare la propagazione in alveo si è trascurata la variazione dei volumi di piena per effetto della esondazione. Nei casi in cui tale approssimazione non è ammissibile la necessaria correzione è stata effettuata nel modello di propagazione fuori alveo
7. La propagazione fuori alveo (modulo D) è stata simulata con un modello bidimensionale realizzato ad hoc e basato su un reticolo a maglie irregolari, definite in base alle caratteristiche morfologiche delle aree inondabili. Il modulo prevede anche la correzione dei livelli di riferimento forniti dal precedente modello di propagazione in alveo, per tenere conto, ove necessario, della diminuzione del volume di piena verso valle per effetto della esondazione.

Rende, 4 Novembre 1998

Nersoc
Prof. ing. Pasquale Versace

N