DISTRETTO IDROGRAFICO
DELLE ALPI ORIENTALI

Progetto di Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni

Le mappe di allagabilità e di rischio

volume 2

Progetto di Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni

Le mappe di allagabilità e di rischio

volume 2

Il Progetto di Piano di Gestione del Rischio Alluvioni è stato elaborato da:

Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico		**Autorità di bacino del fiume Adige**
Segretario Generale	ing. Roberto Casarin	ing. Roberto Casarin *facente funzioni*
Dirigente di Coord. Area Tecnica	ing. Francesco Baruffi	dott. Renato Angheben
Dirigente Settore Progetti Europei	ing. Michele Ferri	
Collaboratori	ing. Irma Bonetto	ing. Giuseppe Fragola
	ing. Marco Gamba	ing. Luca Guarino
	ing. Roberto Fiorin	dott. Fabio Lazzeri
	ing. Martina Monego	ing. Daniele Rossi
	ing. Daniele Norbiato	ing. Roberto Veltri
	dott. Matteo Bisaglia	
	ing. Massimo Cappelletto	
	dott. Laura Dal Pozzo	
	p.i. Giorgio Gris	
	arch. Maria Muratto	
Collaboratori esterni	ing. Francesca Domeneghetti	
	ing. Alvise Finotello	
	ing. Giulia Garegnani	

In collaborazione con:

per la Provincia Autonoma di Bolzano: dott. Pierpaolo Macconi, sig. Matteo Vinchi

per la Provincia Autonoma di Trento, il Dip. di Protezione Civile e il Dip. Territorio, Agricoltura, Ambiente e Foreste: dott. Stefano Cappelletti, ing. Bruno Lorengo, ing. Stefano Fait

per la Regione del Veneto: ing. Roberto Tonellato, ing. Doriano Zanette, ing. Adriana Boccardo, dott. Marina Curtarello, ing. Massimo Lovison, ing. Alessandro Baglioni, ing. Giudo Selvi, ing. Pierluigi Simonini, dott. Riccardo Rossi, dott. Fabrizio Tagliavini, p.i. Bruno Zanetti

per la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia: ing. Roberto Shack, ing. Giorgio Pocecco, ing. Edoardo Faganello, dott. Fabio Di Bernardo, dott. Marco Lipizer

per l'Unione Veneta Bonifiche: ing. Carlo Bendoricchio, ing. Michele Caffini, ing. Martino Cerni, ing. Luca Mason, dott. Lisa Milan

per il MIBACT: arch. Chiara Donà, dott. Carlo Cacace, dott. Riccardo Brugnoli, dott. Fabrizio Loria, arch. Antonella Negri

per il Ministero delle Infrastrutture - Provv. regionale alle OO.PP: ing. Roberto Daniele

per il Dip. nazionale delle Protezione Civile: ing. Paola Pagliara, dott. Angelo Corazza

per l'ISPRA: ing. Maurizio Ferla

Hanno collaborato inoltre:

per l'Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico: Chiara Artusato, Evita Miriam Ballerin, Livia Beccaro, Leonardo Danieli, Alberto Cisotto, Anna De Carlo, Erminio Dell'Orto, Luigina Filippetto, Milena Fontebasso, Fabio Giuriato, Cristiana Gotti, Cesare Lanna, Roberta Longhin, Francesca Mastellone, Francesca Monego, Sara Pasini, Roberta Ottoboni, Nicoletta Sanità, Renelda Stocco, Giovanni Tomei, Cecilia Trevisan.

per l'Autorità di bacino del fiume Adige: Laura De Siervo, Cristina Endrizzi, Michele Giovannini, Donato Iob, Ciro Libraro, Paola Montesani, Guido Perghem, Paola Sartori, Marcello Zambiasi, Antonio Ziantoni.

Fotografie: archivio Autorità di bacino. Si ringraziano il servizio meteorologico dell'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente del Veneto e il Provveditorato regionale alle opere pubbliche per la gentile concessione delle fotografie relative alla stazione meteo e alla barriera mobile (MOSE).

INDICE

1. Premesse 1
2. Inquadramento e obiettivo delle attività 10
3. Aspetti tecnici riguardanti la rete idrografica di riferimento, la linea di costa e gli effetti idraulici 13
4. Aspetti tecnici e applicativi riguardanti l'idrologia 25
5. Approccio metodologico per la determinazione della funzione intensità e del rischio 28
5.1 Introduzione metodologica 28
5.2 La funzione intensità 31
5.3 La vulnerabilità 33
5.4 Esposizione 40
5.5 Il rischio 43
6. Note sulle modalità di accesso alle informazioni presenti sul sito WEB 46

1. Premesse

La direttiva 2007/60CE nelle sue premesse richiama alcuni principi che a prima vista possono sembrare scontati:

"Le alluvioni possono provocare vittime, l'evacuazione di persone e danni all'ambiente, compromettere gravemente lo sviluppo economico e mettere in pericolo le attività economiche della Comunità";

"Le alluvioni sono fenomeni naturali impossibili da prevenire. Tuttavia….."

Questi principi considerati, invece, in un campo più ampio e contestualizzato, assumono un significato ed una logica che può sfuggire ad una prima lettura.

Stabilito, infatti, che le alluvioni sono fenomeni complessi e che possono costituire pericolo per la vita umana con conseguenti danni alle cose ed all'ambiente, la Comunità europea ripropone immediatamente il legame tra la necessità di salvaguardare il territorio per poter stabilire un coerente sviluppo economico. Sapere, avere coscienza della situazione per stabilire le migliori scelte. E' questo lo spirito nel quale la direttiva chiede di impostare il piano delle alluvioni che non casualmente riporta il termine "gestione".

Le fasi con le quali dare seguito al processo chiesto dall'Europa sono ben note:

- la definizione di riferimenti certi (nomina delle autorità competenti e degli ambiti territoriali di riferimento);
- la valutazione preliminare del rischio da alluvioni, quale punto di partenza per avere un primo ordine di grandezza dei problemi;
- la predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio quale presupposto per operare delle scelte;
- infine, la predisposizione del piano di gestione del rischio da alluvione quale esito finale del processo.

Le prime due fasi sono state parzialmente completate. I distretti idrografici, infatti, non sono ancora una realtà. Siamo oramai nella terza fase che richiede per il suo sviluppo uno sforzo notevole se rapportato ai mezzi disponibili. Se da una parte è vero che l'Italia aveva già prodotto con lungimiranza i Piani per l'assetto idrogeologico, è altrettanto vero che il processo - per la sua complessità - non poteva ritenersi esaurito e l'avvento della direttiva poteva quindi essere inteso come una occasione per rivisitare e migliorare il lavoro già svolto.

A fronte dei mezzi in questo momento disponibili è oggettivamente difficile pensare di percorrere nella sua interezza questa strada virtuosa. Ciò nonostante la logica e lo spirito con il quale è stato impostato il lavoro che ha sviluppato fino ad ora il Comitato tecnico ci permette di pensare che l'obiettivo, se non subito, potrà essere raggiunto in tempi ragionevoli.

Nel seguito dei capitoli che compongono questo documento sono richiamati ed evidenziati passaggi fondamentali che non devono sfuggire nell'implementazione delle fasi previste dalla direttiva.

Una per tutte. Il piano di gestione del rischio da alluvione previsto dalla direttiva, solo nel momento in cui sarà concluso e consolidato in ogni sua parte, non ultima quella procedurale, potrà essere efficace. Sulla questione dell'efficacia del piano è necessario precisare come la stessa si debba rapportarsi all'efficacia del PAI. L'argomento, non banale, sarà ripreso in esteso nel sucessivo paragrafo.

E' in questo contesto che le scadenze di questa terza fase, previste dal decreto di

recepimento (22 giugno 2013) non vanno, pertanto, viste come una possibile data per mutare automaticamente strumenti di pianificazione già consolidati; vanno invece viste come l'inizio di un processo - oramai operativo - che si completerà probabilmente nel 2015.

Una domanda legittima che potrebbe scaturire in esito a questa complessa ed impegnativa terza fase di attività potrebbe riguardare l'utilizzo di eventuali nuove conoscenze sulla vulnerabilità del territorio nel frattempo che il piano prende forma.

La risposta è forse quella di prima: sapere, avere coscienza della situazione è la cosa migliore per stabilire le migliori scelte da operare.

Questo documento ha quindi il compito di illustrare le regole che, dopo lunghi e costruttivi dibattiti, sono state stabilite in sede di Comitato Tecnico con il contributo di tutte le Amministrazioni regionali facenti parte del Distretto Idrografico al fine di una implementazione coordinata della direttiva in questione.

Prima di entrare nel merito vero e proprio del progetto sviluppato è però quantomeno opportuno inquadrare o rivisitare le fasi già trascorse del processo decisionale che ha portato alle attività di seguito esposte, nonché descrivere - in via generale – le particolarià che si presentano nel distretto idrografico.

Infatti, con la comunicazione alla Commissione Europea del 26 maggio 2010 da parte di ISPRA, nelle more della costituzione dei distretti idrografici le Autorità di bacino Nazionali, Interregionali e Regionali ex L. 183/89, così come prorogate dalla L. 13/2009, sono state individuate quali autorità competenti per tutti gli aspetti connessi alla predisposizione degli strumenti pianificatori di cui al D.Lgs. 49/2010, con esclusione della parte di piano inerente la gestione in fase di evento, per la quale la competenza è affidata alle Regioni[1].

Sempre in attesa della definizione delle Autorità di Distretto, con D.Lgs. 219/2010 le Autorità di bacino Nazionali sono state anche incaricate di svolgere attività di coordinamento alla scala distrettuale al fine della predisposizione degli strumenti di pianificazione di cui al citato decreto legislativo n. 49/2010.

Nella nota a margine è riportato l'elenco delle Autorità competenti che sono interessate alle attività per il Distretto delle Alpi Orientali (DAO).

Le autorità competenti possono fare riferimento ad una o più unità di gestione (Unit of Management – UOM), che corrispondono alle superfici di riferimento per lo sviluppo delle attività e l'anagrafica delle aree di pericolosità idraulica, di rischio idraulico e l'inserimento dei dati[2]. L'elenco completo delle UOM è visualizzabile al portale SINTAI di ISPRA

[1]

C_CD	EUCACode	CompetentAuthorityNameNL	Acronym	Auth_CD
IT	ITCANL001	Ministero dell'Ambiente del Territorio e del Mare	MATTM	CANL001
IT	ITCANL002	Dipartimento di Protezione Civile - Presidenza del Consiglio dei Ministri	DPC	CANL002
IT	ITADBN901	Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico - ISONZO, TAGLIAMENTO, LIVENZA, PIAVE e BRENTA-BACCHIGLIONE		ADBN901
IT	ITADBN001	Autorità di bacino Nazionale del fiume Adige		ADBN001
IT	ITADBI017	Autorità di bacino Interregionale del Fiume Lemene		ADBI017
IT	ITADBI026	Autorità di bacino Interregionale del Fiume Fissero-Tartaro-Canalbianco		ADBI026
IT	ITADBR061	Autorità di bacino Regionale del Friuli Venezia Giulia		ADBR061
IT	ITADBR051	Autorità di bacino Regionale del Sile e della Pianura tra Piave e Livenza		ADBR051
IT	ITCAREG03	Regione Lombardia		CAREG03
IT	ITCAREG05	Regione Veneto		CAREG05
IT	ITCAREG06	Regione Friuli-Venezia Giulia		CAREG06
IT	ITCAPA021	Provincia Autonoma di Bolzano		CAPA021
IT	ITCAPA022	Provincia Autonoma di Trento		CAPA022

(fonte: "Direttiva Flood 2007/60"; sezione "Report EU"; file CAUOM_CompetentAuthorities_26_5_2010.zip url http://www.sintai.sinanet.apat.it/sistema152/flood/floodReportEU.do)

[2] nel database WISE (Water Information System for Europe); http://water.europa.eu

(http://www.sintai.sinanet.apat.it/). Quello relativa al Distretto delle Alpi Orientali è riportato nella tabella sottostante.

C_CD	EUUOMCode	UOMName	UOM_MS_CD
IT	ITN001	Adige	N001
IT	ITN003	Brenta-Bacchiglione	N003
IT	ITN004	Isonzo	N004
IT	ITN006	Livenza	N006
IT	ITN007	Piave	N007
IT	ITN009	Tagliamento	N009
IT	ITR051	regionale Veneto	R051
IT	ITR061	regionale Friuli Venezia Giulia	R061
IT	ITI017	Lemene	I017
IT	ITI026	Fissero-Tartaro-Canalbianco	I026

Tabella 1 - Unità di gestione (Unit of Management – UOM) del Distretto delle Alpi Orientali (fonte "Direttiva Flood 2007/60" - sezione "Report EU"; file CAUOM_UnitsofManagement_26_5_2010.zip url http://www.sintai.sinanet.apat.it/sistema152/flood/floodReportEU.do)

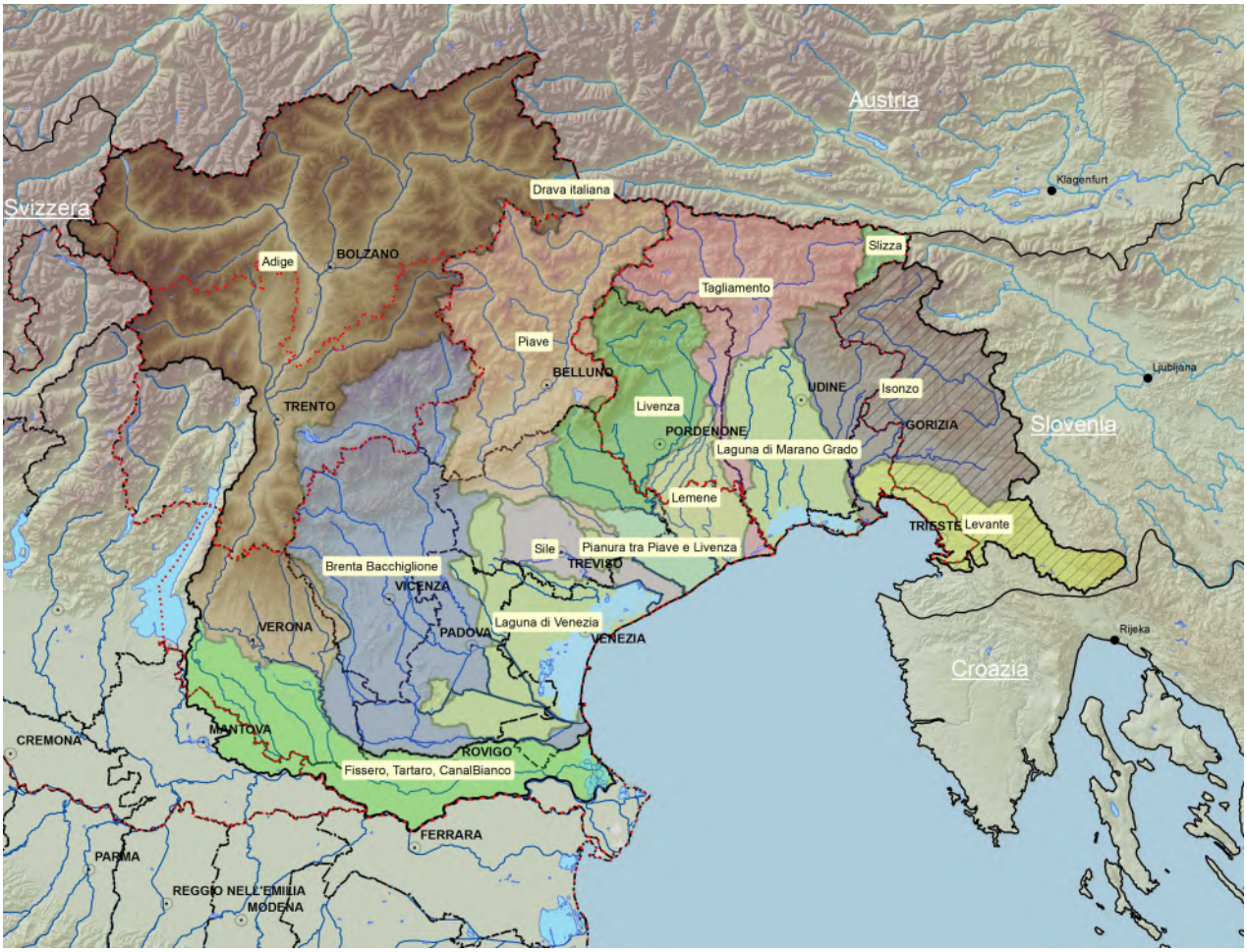


Figura 1 - Inquadramento del Distretto delle Alpi Orientali (fonte "Report di Fase 0")

Il distretto idrografico delle Alpi Orientali interessa prevalentemente le Province Autonome di Trento e Bolzano, le Regioni Veneto, Friuli Venezia Giulia e Lombardia, seppure

la porzione che ricade in quest'ultima riguardi solo una ridottissima porzione di pianura padana.

Oltre alle Autorità di bacino Nazionali, ci sono due Autorità di bacino Interregionali e due Autorità di bacino regionali le quali, insieme alle Regioni, le Province Autonome e allo stesso Ministero, rappresentano di fatto le "unità di gestione" (le Unit of Management della 2007/60) comunicate da ISPRA alla Commissione Europea. Non è da sottovalutare il fatto che il Distretto delle Alpi Orientali si estenda non solo all'interno del territorio italiano, bensì interessi anche zone della Svizzera e della Slovenia.

Dal punto di vista climatico, in linea generale il clima nel Distretto si configura come temperato-umido, con limitate differenze fra l'ammontare di precipitazione dei mesi più piovosi rispetto a quelli meno piovosi.

Permangono in ogni caso le tipiche fluttuazioni nella distribuzione mensile delle precipitazioni con i minimi a febbraio e luglio sia nelle zone di pianura che in quelle di montagna, ed i massimi di piovosità mensile nella tarda primavera (maggio-giugno) e nella parte centrale dell'autunno (novembre).

La precipitazione media annua risulta molto variabile, con andamento crescente nella direzione Sud-Nord almeno fino al primo ostacolo orografico costituito dalla fascia prealpina.

I valori medi annui variano da poco meno di 700 mm riscontrabili nella parte più meridionale della Regione Veneto (provincia di Rovigo) fino ad oltre 3.000 mm riscontrabili nell'area dei Musi di Lusevera ed Uccea situata nei pressi del confine con la Slovenia.

La prima linea displuviale provoca un rapido innalzamento dell'ammontare annuo della precipitazione con valori distribuiti tra i 1.500 e 2.300 mm, fino a raggiungere i 3.100 mm nel bacino dell'Isonzo (Musi) (prov. GO).

Superata tale linea sia per l'area veneta che per quella friulana, si assiste ad una generale diminuzione dell'ammontare annuo di precipitazione che si attesta su valori compresi tra i 1.000 e 2.000 mm.

Analizzando i dati concernenti l'anno "secco", si nota che la disposizione delle isoiete ricalca sostanzialmente quella dell'anno medio, anche se i valori di piovosità sono ovviamente inferiori.

La pianura veneta nell'anno "secco" può contare su apporti compresi fra 600 e 700 mm con riduzioni, rispetto l'anno medio, dell'ammontare annuo di precipitazioni nelle zone di pianura dell'ordine del 20-30%.

Le zone mediamente più piovose del Friuli (prealpi Carniche), superano nell'anno "secco" i 1.500 mm di precipitazione annua, per arrivare in ogni caso ad oltre 2.000 mm nelle stazioni del bacino dell'alto Isonzo.

Nell'anno "umido" nella pianura veneta l'apporto idrico si attesta sostanzialmente fra i 1.000 ed i 2.000 mm annui, sempre con andamento crescente da Sud a Nord, mentre nella pianura friulana oscillano tra i 1.500 mm fino a 4.000 circa della Valle Musi.

La rete idrografica principale si estende dalla Slovenia al Friuli Venezia Giulia alla Regione del Veneto ed al Trentino Alto Adige e comprende sei grandi corsi d'acqua che sfociano nell'Adriatico lungo l'arco litoraneo compreso fra Trieste e Chioggia: l'Isonzo, il Tagliamento, il Livenza, il Piave, il Brenta-Bacchiglione e l'Adige. Tra questi, l'Isonzo è trasfrontaliero in quanto 2/3 del bacino si trova in Slovenia ed 1/3 è in Italia.

Esiste inoltre un sistema idrografico minore costituito, sostanzialmente, dai fiumi di risorgiva presenti nella bassa pianura alimentati dalle dispersioni dei corsi d'acqua principali. Fra questi: il Dese, il Sile, il Lemene, lo Stella, il Cormor, L'Aussa-Corno. Nel Distretto è inoltre presente un ulteriore e particolare sistema idrografico costituito dai sistemi carsici del bacino del Timavo.

Questa area idrografica può considerarsi nel suo complesso suddivisa in tre aree omogenee: l'area montana e pedemontana, l'area d'alta pianura e l'area di bassa pianura.

L'area montana e pedemontana è costituita dai rilievi dolomitici del Trentino Alto Adige, del Bellunese e della Carnia e dalle zone alpine e collinari di varia conformazione ed origine che confinano il Nord ed il Nord-Est del Veneto, del Friuli e del Trentino Alto Adige.

L'alta pianura è costituita dalle conoidi alluvionali depositate dai corsi d'acqua uscenti dal bacino montano, caratterizzate da terreni ad elevata permeabilità, dove si manifestano i complessi rapporti fiume-falda.

All'uscita del bacino montano i corsi d'acqua sono ancora dotati di notevole pendenza, orientativamente comprese fra 0,1 e il 0,3% ed assumono la tipica configurazione pluricursale, con elevata mobilità laterale che dà forma ad ampi alvei ghiaiosi.

In questo settore fluviale sono presenti le importanti derivazioni irrigue che, attraverso le reti di distribuzione, vanno ad alimentare un territorio tendenzialmente arido.

Il limite meridionale dell'alta pianura è costituito dalla linea delle risorgive ed interessa tutta l'alta zona alluvionale della pianura veneta e padana, dal Friuli Venezia Giulia alla Lombardia.

Dalla linea delle risorgive ha origine la rete idrografica minore caratterizzata da una significativa perennità delle portate fluenti e da una buona qualità delle acque.

I sei grandi fiumi che costituiscono la rete idrografica principale sono tutti corsi d'acqua a carattere fluvio-torrentizio, con portate medie annue sostanzialmente comprese tra 80 e 100 m^3/sec e portate di piena fra 2.500 e 5.000 m^3/sec.

Una volta completato il loro percorso nell'alta pianura, risentono morfologicamente della brusca riduzione di pendenza che fa loro abbandonare il carattere pluricursale per assumere una configurazione monocursale con formazione di ampi meandri.

I tratti terminali, dove la pianura degrada dolcemente verso la linea di costa, sono presidiati da argini impostati su terreni di formazione recente a granulometria fine, di scarsa permeabilità ove storicamente si sono manifestati i più significativi e ricorrenti fenomeni alluvionali[3]. In questi ambiti territoriali l'uomo ha forzato - per così dire - gli spazi reali ove i corsi d'acqua si espandevano divagando, costringendoli entro argini che spesso assumono dimensioni considerevoli.

A fronte del loro ruolo e funzione di presidio del territorio, queste opere idrauliche spesso non sono conosciutute nella loro struttura, nei materiali che le compongono e soprattutto nel loro effettivo stato di manutenzione. Sono, infatti, spesso vulnerate dalla presenza di animali che le utilizzano come tane. In tal senso vengono riportate di seguito le cartografie che descrivono due più significativi eventi alluvionali nei bacini occidentali[4], cioè quello dell'11 settembre 1882 e quello del 4 novembre 1966 avvenuti per i bacini occidentali ove si sono manifestate imponenti rotte arginali. Oltre a questi si riporta la cartografia che rappresenta le aree di esondazione del più recente evento alluvionale avvenuto il 30 ottobre-2 novembre del 2010.

[3] per eventuali approfondimenti storici confronta:
Luigi Miliani, Le piene dei fiumi veneti e i provvedimenti di difesa, Ed. Felice Le Monnier, 1939, Firenze;
Antonio Averone, Saggio sull'antica idrografia Veneta, Arnaldo Forni Editore, 1911,
Atti della "Commissione interministeriale per lo studio della sistemazione idraulica e della difesa del suolo" (più nota come commissione De Marchi - 1974)

[4] Per il bacino più orientale, l'Isonzo, l'evento più significativo in assoluto è quello del 18 novembre 1940. Il più recente è invece quello del 25 dicembre 2009.

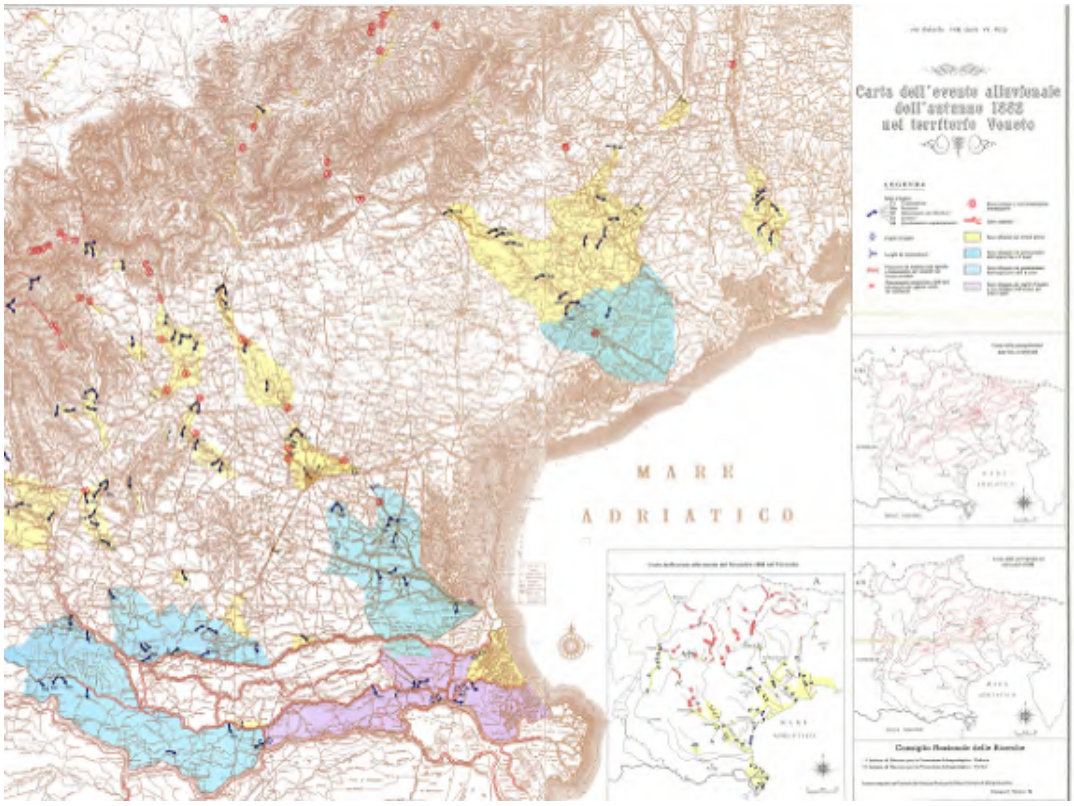


Figura 2 - Carta dell'evento alluvionale dell'autunno 1882

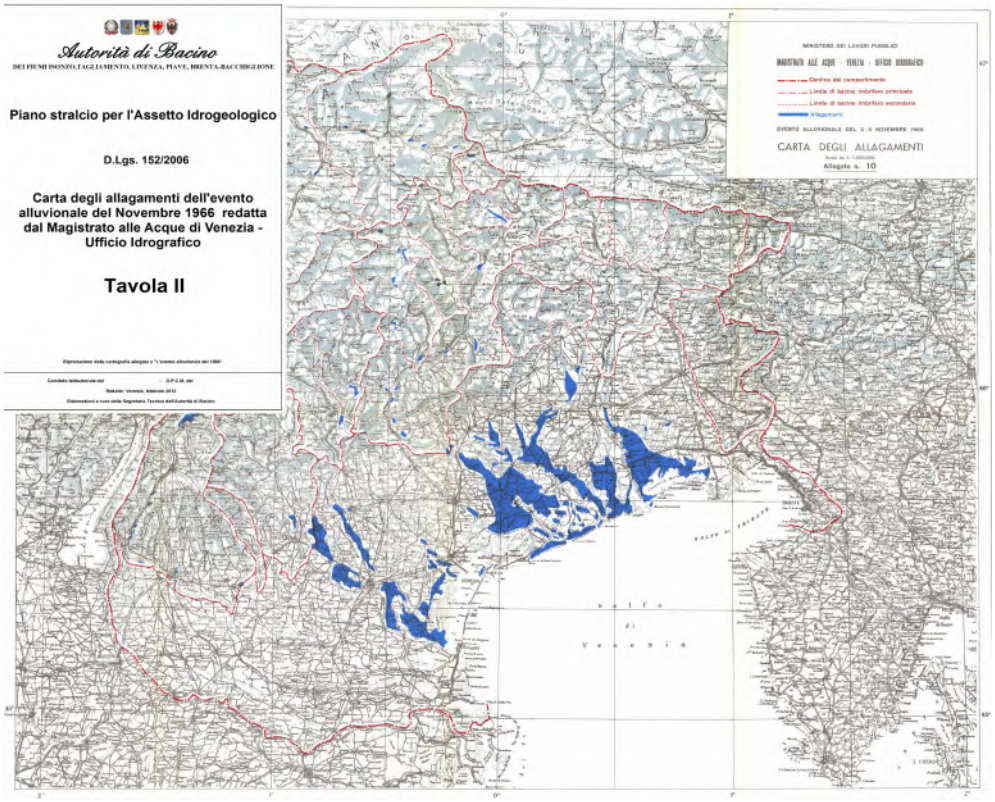


Figura 3 - Carta dell'evento alluvionale del novembre 1966.

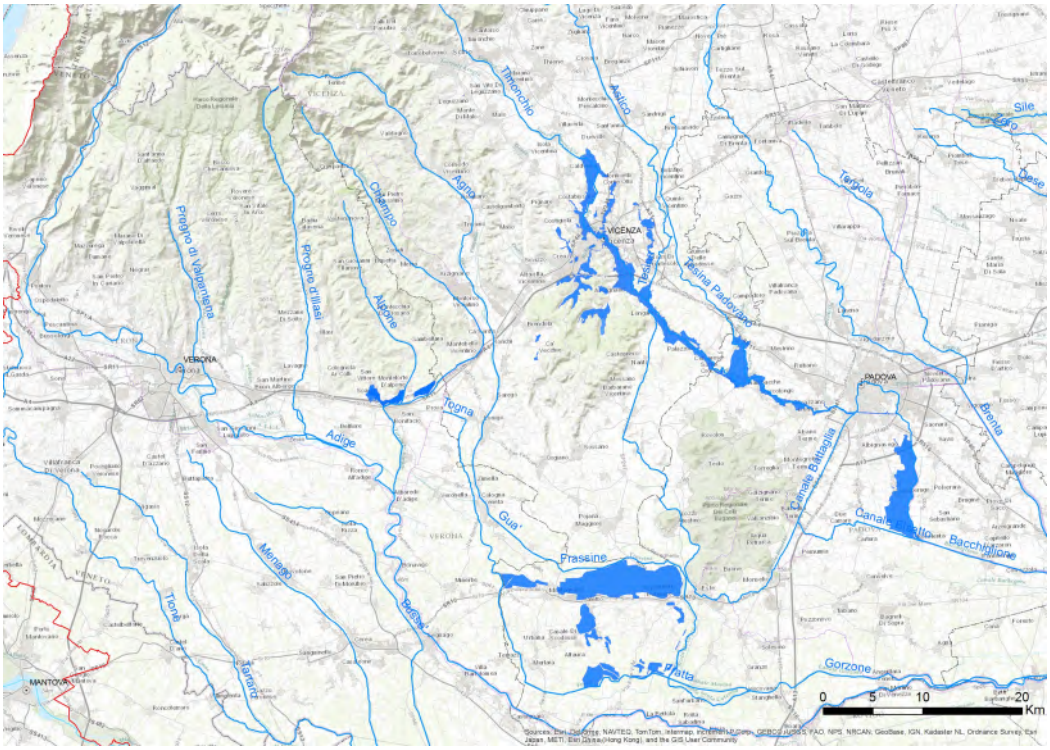


Figura 4 - Aree interessate dall'evento alluvionale del 30 ottobre - 2 novembre 2010 nel territorio veneto

I danni registrati a seguito di tale evento sono, infatti, in larga parte da imputarsi alle rotture arginali che si sono manifestate in più punti nel sistema idraulico del Bacchiglione, dell'Agno-Guà-Fratta-Gorzone e Chiampo-Alpone che si sviluppano tra le province di Vicenza, Verona e Padova.

Figura 5 – La rotta del fiume Adige a Salorno - 1981

Figura 6 - La rotta del fiume Piave a San Dona' - 1966

Figura 7 - La rotta del Frassine in comune di Saletto - 2010

Nell'ambito di tali tematiche si configurano due problemi significativi. Il primo riguarda le conoscenze attualmente disponibili per dare una risposta organica al problema sopra richiamato, il secondo è da riferire alle risorse economiche disponibili per effettuare le necessarie indagini conoscitive ed impostare le conseguenti azioni strutturali di mitigazione della pericolosità. Tutto ciò va evidentemente coniugato tra la necessità di permettere nel frattempo un organico sviluppo del territorio e dall'altra di stabilire una strategia di governo della possibile emergenza per cedimento di queste delicate opere.

A fronte, quindi, di questo complesso problema che coinvolge l'uso del territorio, la sua economia e non ultimo la pubblica incolumità, e della non conoscenza puntuale del modello geotecnico della rete arginale presente, nei territori del Distretto sono state operate le scelte di modellistica idraulica descritte nei successivi paragrafi.

2. Inquadramento e obiettivo delle attività

Come prima richiamato, nell'ambito della normativa nazionale di recepimento della Direttiva (D.Lgs. n. 49/2010) e secondo la tempistica prevista per giungere alla pubblicazione del Piano[6] (giugno 2015), entro il 22 dicembre 2013 dovranno essere inviati alla Comunità Europea i dati previsti dalla Direttiva relativi alle aree di allagamento nonché agli elementi a rischio.

Le annotazioni metodologiche che di seguito vengono esposte descrivono il progetto adottato per dare seguito alle attività richieste dalla Commissione Europea ed anche dal D.lgs n. 49/2010.

Va inteso che il processo di generazione dei dati sarà di natura "evolutiva" nel senso che la mappatura delle aree allagabili è una fotografia di partenza. Che potremo chiamare "fase conoscitiva zero". La ricerca di possibili diverse metodiche di indagine potrà migliorarla evolvendola verso una fase di proposizione, in relazione alla disponibilità dei nuovi mezzi o di basi conoscitive, degli esiti del confronto e delle ricerche in fase di sviluppo. Ovviamente tutto ciò entro e compatibilmente con il traguardo del piano definito per il 2015 e i successivi aggiornamenti previsti.

Va evidenziato che il piano richiesto dalla Commissione Europea riguarda tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni ed in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni ed i sistemi di allertamento. Il piano ricomprende, quindi, un ampissimo spettro di azioni che va dalla programmazione di eventuali azioni di mitigazione, tipico della pianificazione di bacino (ex legge 183/89) fino alla gestione dell'evento alluvionale; attività propria della Protezione Civile.

Nell'ambito della applicazione della direttiva 2007/60CE non va fatta confusione tra la potenzialità e il possibile utilizzo dei dati contenuti nel piano. L'art. 7 della direttiva (piani di gestione del rischio da alluvioni) nell'enumerare le misure che deve comprendere il piano per raggiungere gli obiettivi richiama, infatti, tra le varie voci la pianificazione del territorio, senza mai entrare nel merito del campo urbanistico[7]. In questi termini va evidenziato che il D.lgs.49/2010 richiama questo settore[8] e gli obblighi di conformazione una volta che il piano sarà completo in ogni sua parte ed in tutti i suoi aspetti, nonché sarà cogente. Cioè dovrebbe essere solo dopo o al massimo nel dicembre 2015.

L'uso del condizionale è necessario in quanto la materia si presenta complessa e oggetto di possibili interpretazioni. Il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio, con una nota dell'agosto 2013, con riferimento all'efficacia del D.lgs 49/2010, ha, infatti, rappresentato la necessità " ….laddove vengano rinvenute situazioni di rischio e/o

[6] Di seguito chiamato PRGA (piano di gestione del rischio di alluvioni)

[7] Dir 2007/60CE:Art. 7 punto 3: I piani di gestione del rischio di alluvioni comprendono misure per raggiungere gli obiettivi definiti a norma del paragrafo 2 nonché gli elementi indicati nell'allegato, parte A.I piani di gestione del rischio di alluvioni tengono conto degli aspetti pertinenti quali i costi e benefici, la portata della piena, le vie di deflusso delle acque e le zone con capacità di espansione delle piene, come le pianure alluvionali naturali, gli obiettivi ambientali dell'articolo 4 della direttiva 2000/60/CE, la gestione del suolo e delle acque, **la pianificazione del territorio**, l'utilizzo del territorio, la conservazione della natura, la navigazione e le infrastrutture portuali. I piani di gestione del rischio di alluvioni riguardano **tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento**, e tengono conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato. I piani di gestione del rischio di alluvioni possono anche comprendere la promozione di pratiche sostenibili di utilizzo del suolo, il miglioramento di ritenzione delle acque nonché l'inondazione controllata di certe aree in caso di fenomeno alluvionale.

[8] D.lgs 49/2010 :Art. 7 punto 6. Gli enti territorialmente interessati si conformano alle disposizioni dei piani di gestione di cui al presente articolo: **a) rispettandone le prescrizioni nel settore urbanistico,** ai sensi dei commi 4 e 6 dell'art. 65 del DLgs n. 152 del 2006; **b)** predisponendo o adeguando, nella loro veste di organi di protezione civile, per quanto di competenza, i piani urgenti di emergenza di cui all'art. 67, comma 5, del DLgs n. 152 del 2006, facendo salvi i piani urgenti di emergenza già predisposti ai sensi dell'art. 1, comma 4, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 1998, n. 267.

pericolosità non previste dal PAI" di procedere "secondo i rispettivi strumenti, all'integrazione dei medesimi ed all'applicazione della normativa in essi contenuta alle eventuali nuove aree perimetrate, al fine di rendere immediatamente cogenti le tutele. Nelle more, le mappe verranno trasmesse alla Protezione Civile per l'assunzione di azioni di prevenzione e salvaguardia delle aree ad elevato rischio di nuova individuazione".

A fronte di quanto sopra esposto vanno evidenziati alcuni aspetti che devono distinguere, specialmente in questa fase di transizione, i due strumenti di pianificazione PGRA e PAI concettualmente molto simili, strutturati però su diversi presupposti tecnico-amministrativi e con differenti finalità. Vediamo questi aspetti uno ad uno.

Gli aspetti tecnico-amministrativi. Partiamo da un presupposto fondamentale: il PGRA verrà predisposto a scala distrettuale, cioè sotto il coordinamento di un unico soggetto e con la convergenza (esito del coordianmento) delle amministrazioni regionali e delle province autonome presenti nel Distretto.

I PAI sono stati, invece, autonomamente predisposti dalle Autorità di bacino regionali, interregionali, nazionali, ancorchè riferiti a comuni criteri dettati dagli atti di indirizzo emanati con DPCM[9], in esito al D.L 180/98. Riportano pertanto - nei loro contenuti - le interpretazioni di criteri e normative ispirate a medesimi principi, ma per ovvi motivi diverse nei contenuti anche applicativi.

Su tali questioni va tenuto presente, per esempio, che spesso le alluvioni di pianura provenienti da un bacino vanno ad interessare territorialmente ed amministrativamente bacini limitrofi. Gli esiti della stessa alluvione possono quindi essere considerati (dai PAI) in modo diverso da cui discende la necessità di individuare un processo condiviso di omogeneizzazione.

Questo in termini di presupposti tecnico-amministrativi. In termini di "scopo" Il PGRA, come piano per la gestione del rischio delle alluvioni, ha la preminente finalità di governo[10] dei possibili eventi alluvionali, quindi con ampi risvolti riferito all'azione di protezione civile. Il PAI è stato concepito con finalità principalmente riferite al governo[11] del territorio e di

---

9 DPCM 29 settembre 1998 -Atti di indirizzo e coordianamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art.1, commi 1 e 2 del decreto legge 11 giugno 1998 n 180 G.U: 5-11-1999 serie generale n. 3

10 art. 7 comma 3 della direttiva 2007/60 .....omissis…I piani di gestione del rischio di alluvioni riguardano tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento, e tengono conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato. Omissis…..

11 L.365 /2000 di conversione del D.L.12 ottobre 2000 n 279-; Art. 1-bis. Procedura per l'adozione dei progetti di piani stralcio
1. I progetti di piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico di cui all'articolo 1, comma 1, del decreto-legge n. 180 del 1998, sono adottati entro il termine perentorio del 30 aprile 2001, per i bacini di rilievo nazionale con le modalita' di cui all'articolo 18, comma 1, della legge 18 maggio 1989, n. 183, per i restanti bacini con le modalita' di cui all'articolo 20 della medesima legge, e successive modificazioni.
2. L'adozione dei piani stralcio per l'assetto idrogeologico e' effettuata, sulla base degli atti e dei pareri disponibili, entro e non oltre sei mesi dalla data di adozione del relativo progetto di piano, ovvero entro e non oltre il termine perentorio del 30 aprile 2001 per i progetti di piano adottati antecedentemente alla data di entrata in vigore della legge di conversione del presente decreto.
3. Ai fini dell'adozione ed attuazione dei piani stralcio e della necessaria coerenza tra pianificazione di bacino e **pianificazione territoriale**, le regioni convocano una conferenza programmatica, articolata per sezioni provinciali, o per altro ambito territoriale deliberato dalle regioni stesse, alle quali partecipano le province ed i comuni interessati, unitamente alla regione e ad un rappresentante dell'Autorita' di bacino.
4. La conferenza di cui al comma 3 esprime un parere sul progetto di piano con particolare riferimento alla integrazione a scala provinciale e comunale dei contenuti del piano, prevedendo le necessarie **prescrizioni** idrogeologiche ed **urbanistiche**. Il parere tiene luogo di quello di cui all'articolo 18, comma 9, della legge 18 maggio 1989, n. 183. Il comitato istituzionale, di cui all'articolo 12, comma 2, lettera a), della legge 18 maggio 1989, n. 183, sulla base dell'unitarieta' della pianificazione di bacino, tiene conto delle determinazioni della conferenza, in sede di adozione del piano.
5. Le determinazioni assunte in sede di comitato istituzionale, a seguito di esame nella conferenza programmatica, costituiscono variante **agli strumenti urbanistici**.

conseguenza costituisce fondamentale riferimento per la pianificazione urbanistica (PTCP, PAT, PATI, ecc.).

In conclusione i temi trattati dai due piani sono sicuramente fortemente correlati, tuttavia va tenuto in grande evidenza che le tempistiche proprie delle azioni di protezione civile e dei conseguenti scenari di riferimento, sono profondamente differenti dai tempi e dalle modalità di trasformazione ed evoluzione urbanistica del territorio. La prima la potremo definire di carattere impulsivo (tempestività dell'azione di presidio dell'evento), la seconda ad elevata inerzia spazio-temporale (azione di conservazione ed assetto del territorio).

Dalle considerazioni sopra esposte ne deriva la necessità di valutare come riportare le eventuali nuove cognizioni da uno strumento all'altro. Il tema non è di poco conto.

Nell'ambito del Distretto delle Alpi Orientale, fortemente industrializzato ed antropizzato, convergendo i piani di assetto idrogeologico di due Autorità di bacino Nazionali, due Autorità di bacino Interregionali, due Autorità di bacino regionali, nonché di due Province Autonome (Trento e Bolzano) risulta necessario valutare le modalità e le tempistiche con le quali si riterrà di acquisire in questi strumenti (PAI) le eventuali nuove indicazioni provenienti dal PGRA.

A fronte di questo complesso quadro di riferimento, tali attività saranno pertanto oggetto di una specifica modalità di recepimento da predisporre di concerto con le Amministrazioni regionali e le Province Autonome presenti nel Distretto.

È per questo motivo che i progetti sviluppati e di seguito riportati hanno previsto di utilizzare una procedura il più possibile completa, nella sua organizzazione, tra la pianificazione e gestione dell'emergenza così come richiesto dall'art. 7 comma 3 della Direttiva 2007/60/CE (cfr. anche D.Lgs. 49/2010).

Nel seguito dei capitoli si illustrano le modalità con le quali sono state affrontate le diverse problematiche. La sequenza logica con la quale sono state riportate è sostanzialmente legata alla sequenza delle attività; è stato, infatti, definito il sistema riferimento sul quale lavorare, le specifiche con le quali individuare le informazioni legate ai possibili fenomeni degli allagamenti da alluvione, le specifiche con le quali generare la forzante idrologica, cioè gli scenari richiesti dalla direttiva, le specifiche con le quali quantificare il rischio ed infine le modalità con le quali consultare i dati elaborati.

Si ritiene di evidenziare che la valutazione degli allagamenti da alluvioni provenienti dalla rete idrografica nonché del rischio, non può essere assimilata in tutto e per tutto a quello derivante dal mare perché trae origine da fenomeni diversi e da basi conoscitive diverse. Per queste ragioni le questioni sono state trattate separatamente nella fase di impostazione mentre, consci del fatto che i principi generali nella determinazione del rischio sono gli stessi, i criteri sono stati applicati senza alcuna diversificazione.

3. Aspetti tecnici riguardanti la rete idrografica di riferimento, la linea di costa e gli effetti idraulici

I principali elementi di riferimento che sono stati utilizzati nell'impostazione progettuale hanno riguardato:

1. coordinamento della pianificazione: il Piano di gestione del rischio di alluvioni sarà redatto in un'ottica di allineamento e coordinamento tra le due direttive comunitarie in materia di acque (direttive 2000/60 e 2007/60), in particolare per gli aspetti che possono costituire punto di contatto[12] tra i due strumenti previsti da tali normative e precisamente: il Piano di gestione del rischio di alluvioni, appunto, e il Piano di gestione delle acque;
2. rete idrografica di riferimento: nell'ottica sopra richiamata è stata presa come base di riferimento per la valutazione della pericolosità il reticolo idrografico già individuato nell'ambito del Piano di gestione delle acque (adottato dai Comitati Istituzionali dell'Autorità di bacino dell'Adige e dell'Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico - delibera n. 1 - riuniti in seduta comune il 24 febbraio 2010). Il criterio adottato è stato quello di considerare i soli bacini idrografici di superficie maggiore o uguale a 10 km^2, secondo quanto indicato dalla Direttiva comunitaria 2000/60;
3. la valutazione sugli effetti del possibile collasso delle strutture arginali e di difesa costiera. Si tratta di situazioni di tipo impulsivo, spesso improvvise e di difficile previsione, caratterizzate da fuoriuscite d'acqua dotate di una notevole energia/quantità di moto e che possono risultare assai pericolosi sia per i beni esposti che per la vita umana. Tali fenomeni costituiscono pertanto un elemento di notevole rilevanza ai fini della valutazione del rischio idraulico che insiste su di un determinato "oggetto"[13]. È altrettanto vero che, a causa delle variabili in gioco, si tratta di fenomeni molto complessi e di difficile previsione. Tuttavia va tenuto presente che la mappatura della allagabilità ha lo scopo di valutare, per quanto noto e deducibile, la propensione di un territorio a soccombere a tale fenomeno (art. 6 punto 5 Direttiva 2007/60/CE). Non ha dunque il compito di simulare un fenomeno vero e proprio, ma di simulare degli scenari degli effetti più o meno probabili;
4. la valutazione del rischio: il sistema di valutazione del rischio (idraulico) è stato impostato sulla letteratura consolidata, sulle indicazioni di ISPRA e sulle esperienze già presenti nel distretto;
5. emergenza: l'argomento riguarderà lo svilluppo del piano nella sua fase propositiva da impostare entro il 2014; La procedura di generazione dei dati relativi al rischio è stata il più possibile completa ed esaustiva nei contenuti proprio per costituire il presupposto del Piano di gestione nell'ottica del governo dell'emergenza (in questo caso alluvionale).

Per quanto riguarda la rete idrografica di indagine, dopo la fase iniziale attraverso la quale è stata svolta un'attività di ricognizione della rete atta a distinguere tra corsi d'acqua interessati da fenomeni di propagazione delle portate liquide o di portate iperconcentrate[14], è stata definita una prima rete idrografica di potenziale capacità di

[12] Art. 6 2007/60: Le mappe del rischio di alluvioni indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni nell'ambito degli scenari di cui al paragrafo 3 ed espresse in termini di:
a) numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati;
b) tipo di attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;
c) impianti di cui all'allegato I della direttiva 96/61/CE del Consiglio, del 24 settembre 1996, sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (1), che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette potenzialmente interessate, individuate nell'allegato IV, paragrafo 1, punti i), iii) e v) della direttiva 2000/60/CE;

[13] che può essere un edificio o un bene in generale

[14] cioè ricche di materiale solido sospeso

indagine. Va tenuto presente, infatti, che non sono disponibili risorse economiche per dar seguito a integrazioni/misure della geometria o delle caratteristiche del territorio o del suolo. La mancanza di economie non ha permesso ad esempio – in questa fase - di sviluppare adeguati elementi conoscitivi per le alluvioni con presenza di elevato volume di sedimenti, tra le quali si possono anche annoverare i debris flow. Va precisato che la direttiva considera tale casistiche quale informazione "utile", ma non determinante e da porre in correlazione unicamente alle aree allagate[15].

Il processo di valutazione è quindi proseguito con la valutazione dei dati disponibili e l'individuazione delle priorità, ovvero le situazioni a cui è stato attribuito un livello di precedenza nell'ambito delle attività previste[16]. La priorità è stata quindi rivolta alle situazioni rappresentate dai PAI e dagli eventi storici (art. 4 della direttiva 2007/60).

La restante parte di rete, che allo stato attuale è stata valutata non indagabile, sarà analizzata - se necessario - in una fase di approfondimento successivo, quando si renderanno disponibili i mezzi (tra cui il personale e le disponibilità economiche), nonché le necessarie informazioni di base.

Le analisi sulla rete idrografica di indagine, in linea di massima, sono state condotte attraverso l'uso di strumenti modellistici bidimensionali in quanto lo scopo è stato quello di generare i dati nei tre scenari richiamati, cioè di scarsa probabilità, media probabilità, elevata probabilità, avendo anche la possibilità di valutare successivamente le possibili azioni di mitigazione (nelle diverse fattispecie).

Gli strumenti modellistici utilizzati hanno permesso di simulare la propagazione delle piene lungo la rete di riferimento, considerando anche le conseguenze di eventuali fenomeni di esondazione delle acque verso il territorio circostante nei casi in cui i colmi di piena non erano contenibili entro le difese o le sponde naturali esistenti.

Nella schematizzazione bidimensionale il campo di moto è stato modellato mediante maglie/celle di calcolo aventi forma e dimensioni tali da rappresentare convenientemente il territorio potenzialmente allagabile.

Nei casi in cui gli elementi conoscitivi disponibili non erano commisurati allo svolgimento delle attività è stata utilizzata una metodologia di classificazione che ha fatto riferimento alle indicazioni di allagamento e mappatura rinvenibili in strumenti di pianificazione già disponibili (p.es. PAI).

Le condizioni al contorno, intese come portate in ingresso al campo di moto, sono state quelle definite nell'ambito della trattazione idrologica degli scenari stabili, cioè quelle relative corrispondenti agli eventi di precipitazione aventi tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni, in linea con quanto richiesto dal D.Lgs. 49/2010 e dalla Direttiva.

Tale selezione è stata basata sulle seguenti considerazioni:

- il T_R=30 anni, è in linea con i tempi di ritorno utilizzati nel dimensionamento delle reti di bonifica, che nel *Piano di gestione del rischio di alluvioni* caratterizzeranno sostanzialmente la rete minore;
- il T_R=100 anni, è quello di riferimento nel dimensionamento delle opere di difesa fluviali ed utilizzato nei piani già approvati;
- il T_R=300 anni, consente di testare il territorio nei confronti di potenziali effetti in caso di evento eccezionale/straordinario.

Tenuto conto che uno degli obiettivi del Piano di gestione del rischio di alluvioni è quello

[15] cfr. Reporting of spatial data for the flood directive (part II) FDRDG10-6-GIS guidance-maps-4, capitolo 8.9 paragrafo 8.9.1

[16] Art. 6 2007/60: Gli Stati membri predispongono, a livello di distretto idrografico o unità di gestione di cui all'articolo 3, paragrafo 2, lettera b), mappe della pericolosità da alluvione e mappe del rischio di alluvioni, nella scala più appropriata per le zone individuate nell'articolo 5, paragrafo 1.

di mappare la propensione del territorio ad essere più o meno affetto da condizioni di allagabilità, le onde di piena sono state determinate facendo riferimento alla durata di precipitazione che massimamente sollecita il sistema idrografico nella sua interezza ovvero che, a scala di bacino e non di sottobacino, determina l'instaurarsi dei massimi volumi e livelli idrometrici.

Va chiarito che la trattazione sopra descritta è funzionale al processo di pianificazione, non alla progettazione di opere.

Nel contesto del ruolo e della funzione delle opere idrauliche esistenti nei diversi bacini idrografici, nell'analizzare i diversi scenari di piena si è tenuto conto anche dell'eventuale presenza di serbatoi ad uso di laminazione. In tal senso va ricordato che la direttiva P.C.M. 27/2/2004 "gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini della protezione civile" impone che i serbatoi definiti a tale scopo devono essere dotati di appositi i piani di laminazione. Pertanto solo in presenza di questi piani di laminazione sono stati inseriti nella modellazione.

In tutti gli altri casi, i serbatoi sono stati considerati "trasparenti", ovvero ininfluenti rispetto ai processi idrodinamici.

Nella casistica dei serbatoi "trasparenti" sono stati inclusi anche quelli nei quali è previsto il pre-svaso stagionale (piano statico previsto dal PAI). Il pre-svaso stagionale, per sua natura, non può essere considerato uno strumento sufficiente per le diverse casistiche nelle quali può configurarsi un evento alluvionale (p.es. picco di piena ripetuto), bensì a questo può essere assegnata al più una capacità di mitigazione periodica.

Nella casistica più vasta dei possibili problemi di allagabilità del territorio legata all'efficienze delle opere idrauliche, sono stati considerati anche i possibili effetti dell'evento alluvionale dovuti alla rottura arginale per tracimazione. Il tema era peraltro già stato a suo tempo affrontato[17] dal PAI dell'Alto Adriatico ed in tal senso si richiamano le attività di pianificazione[18] e studio[19] poste in essere anche sucessivamente.

Pur nella sua semplicità, tale approccio metodologico in occasione dell'evento del 31 ottobre - 2 novembre 2010 ha dimostrato un buon grado di rappresentazione dei possibili fenomeni di allagamento del territorio dovuti al formarsi di una breccia arginale (Figura 8).

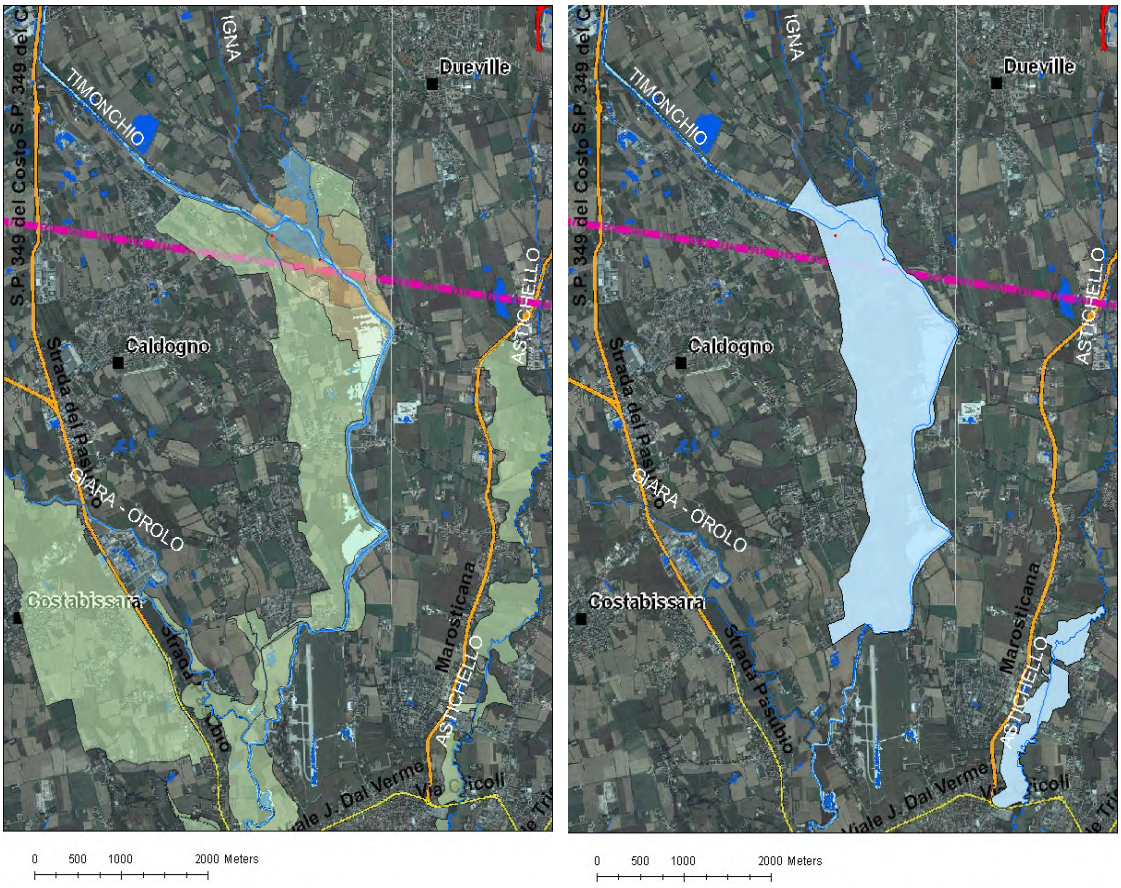
Lo schema è stato quindi riproposto per impostare la mappatura del PGRA, ovviamente utilizzando per la geometria del territorio e dei corsi d'acqua gli strumenti e i dati più recenti, nonché utilizzando per descrivere la propagazione delle acque gli strumenti modellistici più recenti (quali i modelli bidimensionali).

Nel contesto delle casistiche riguradanti il possibile collasso dei corpi arginali in esito alla forzante idraulica, non avendo a disposizione le caratteristiche geotecniche degli argini, salvo eccezioni, non è stato considerato il collasso arginale legato a fenomeni di infiltrazione delle acque(sifonamento).

[17] - cfr bibliografia di riferimento

[18] - cfr bibliografia di riferimento

[19] - cfr bibliografia di riferimento



mappatura del PAI (2004) **evento 31 ottobre-2 novembre 2010**

Figura 8 – Confronto fra previsioni PAI e reale accadimento di evento (31 ottobre - 2 novembre 2010)

A fronte dell'incertezza sopra richiamata, nonché in esito ai test effettuati[20], la formazione della breccia è stata già prevista in presenza di un franco arginale di circa 20 cm (circa, in relazione alle caratteristiche geotecniche non note ed alla possibile incertezza della quota arginale). L'acqua che fuoriesce dal corso d'acqua (nelle simulazioni) per sormonto dell'argine non viene più computata nelle successive sezioni poste più a valle. Sono state anche considerate le possibili combinazioni delle rotture e dello sfioro degli arginali. Questo in quanto, non conoscendo il modello geotecnico, non possono essere escluse a priori diverse combinazioni tra sfioro e la rottura.

Per la modellazione della formazione della breccia i riferimenti assunti sono stati quelli del PAI 2004 predisposti dall'Autorità di bacino dell'Alto Adriatico di cui si riportano alcuni schemi presenti nel piano (Figura 9). Ovviamente questo in linea generale. Casi particolari sono stati invece valutati in sede specifica.

I punti di criticità sono stati individuati dal modello idraulico sulla base dell'idrogramma di riferimento (tr 30, 100, 300) e valutati tenendo conto dell'altezza dell'argine (argini con altezza maggiore di 1 metro), nonché dell'eventuale presenza di banche o golene. Di conseguenza è stato valutato la possibile altezza del petto di sfioro che nel caso di argini diaframmati è coinciso con la quota della sommità arginale (solo effetto di sfioro senza formazione di breccia).

[20] Comitato tecnico del 3 maggio 2013

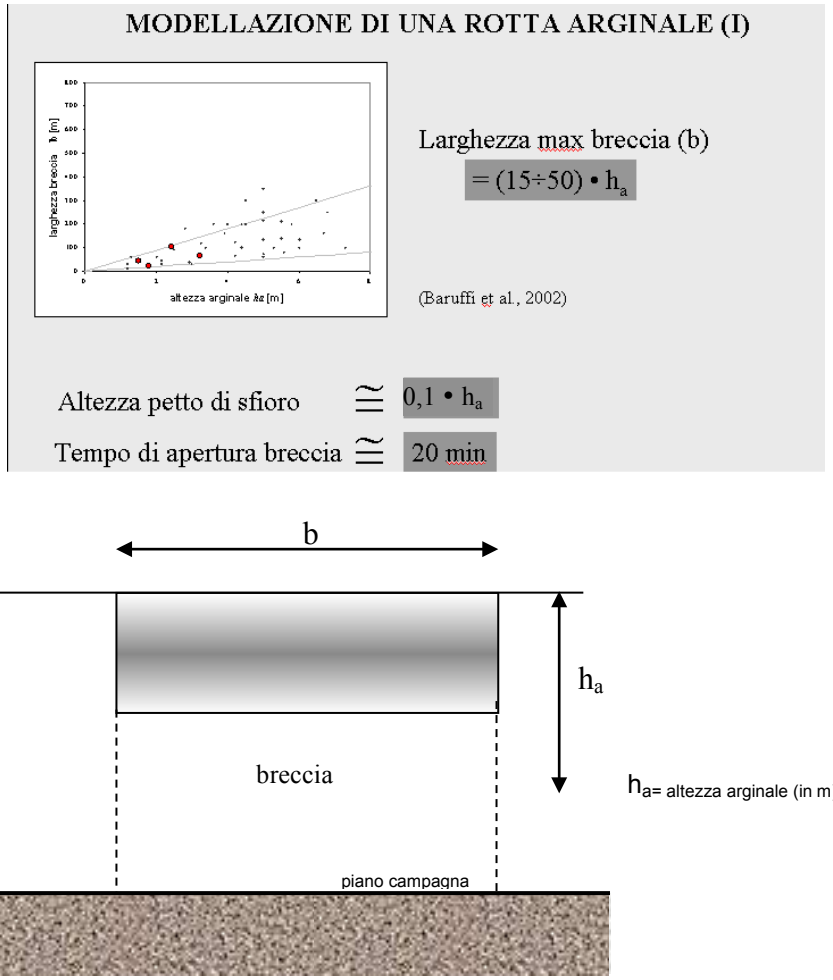


Figura 9 – Criteri generali per la modellazione della formazione della breccia

La formazione del numero di brecce lungo una tratta critica ha costituito una variabile di difficile determinazione. Va infatti posta anche in funzione della lunghezza della tratta critica stessa. La risposta a tale questione è stata formulata, dopo una serie di test, in via del tutto deduttiva ed a carattere orientativo, assegnando, attraverso una funzione a scaletta, la formazione di un certo numero di brecce in relazione alle conoscenze storiche e alla lunghezza della tratta critica. La definitiva valutazione è stata riferita ad ogni singola situazione locale, alle conoscenze ed alla sensibilità di chi ha impostato il modello.

Nella definizione di tale funzione, si è tenuto conto del fatto che lo scopo dell'indagine non è tanto l'analisi del fenomeno di formazione della breccia da un punto di vista geotecnico, bensì dei suoi effetti in termini di "propensione all'allagamento" del territorio. Nel caso di sovrapposizione degli effetti di due brecce, è stato assunto – per la comune porzione di territorio analizzato - la condizione delle variabili h e v più gravose tra le due (inviluppo delle aree allagabili).

Un caso particolare ha rigurdato le aree intercluse tra corpi arginali (come nel caso dei meandri). In questo caso, a fronte di un ampio sviluppo lineare della tratta critica, il territorio sotteso è molto limitato. L'apertura di più brecce sul meandro avrebbe replicato più volte, sulla stessa area, una certa lama d'acqua. Se dal punto di vista dei volumi fuoriuscibili, nel caso più gravoso, ciò potrebbe costituire effettivamente una differenza, dall'altro non va dimenticato che, nel caso di aree intercluse, l'area viene comunque bagnata. Lo schema

definitivo assunto ha pertanto privilegiato la propensione all'allagamento delle aree intercluse. Per questo motivo in caso di tratte critiche su un tratto meandriforme (che interclude un'area), l'indicazione è stata quella di operare una sola breccia nella tratta considerata. Va da sè che casi particolari sono stati considerati nella loro specificità.

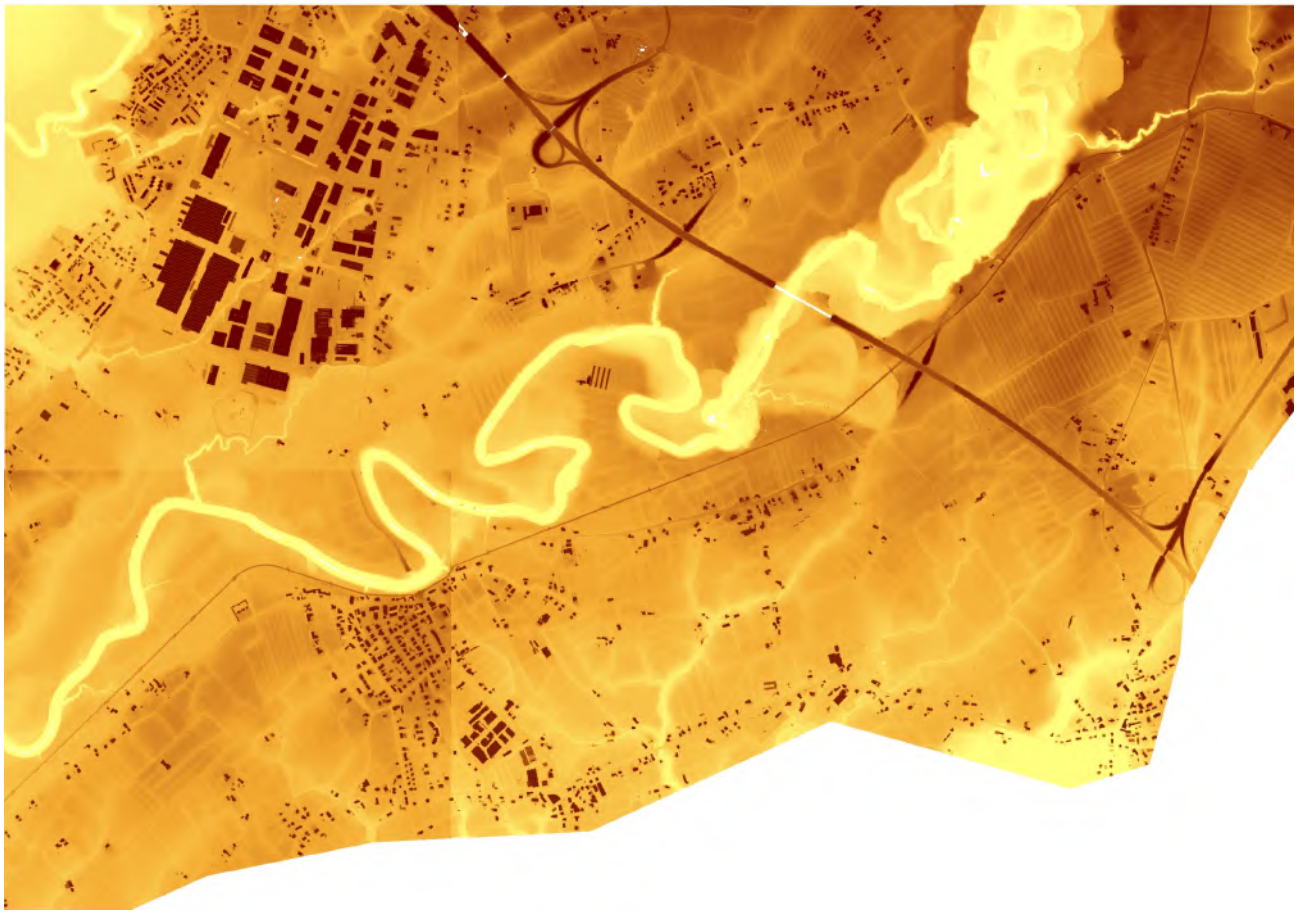


Figura 10 – Esempio di aree intercluse tra corpi arginali

Per quanto riguarda le condizioni di marea utilizzate quale condizione al contorno per la modellazione delle reti fluviali, è stato fatto riferimento all'evento del 1966 per l'ambito costiero compreso tra l'Adige e il Tagliamento (compreso) ed al 1969 per quello compreso tra il Tagliamento e Trieste.

La generazione dei dati relativi a fenomeni di allagabilità dal mare delle zone costiere ha necessitato di una apposita e diversa metodologia.

La metodologia di base adottata ha fatto riferimento ad un approccio con modello bidimensionale e, ove non è stato possibile implementare tale modello, si è fatto riferimento all'approccio semplificato sviluppato dalla Regione Emilia Romagna. Va, infatti, tenuto presente che il modello semplificato elaborato dalla Regione Emilia-Romagna non permette la determinazione delle velocità di propagazione delle acque esondate. Tuttavia non si ritiene che ciò induca gravi sottostime degli effetti del fenomeno esondativo poiché, in generale, la propagazione dei livelli non avviene in maniera tale da rendere la velocità la grandezza fisica che più aggrava la condizione di pericolosità.

Figura 11 - zone costiere suddivise per bacino

I criteri di applicazione sono stati stabiliti di concerto con tutte le autorità competenti sul territorio del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali, quali il Magistrato alle Acque di Venezia, la Regione del Veneto, la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, l'Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA) - Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine - Servizio Laguna di Venezia, prendendo a riferimento studi e documenti predisposti dalla comunità europea e di letteratura[21].

Va precisato anche che, in mancanza di una precisa definizione normativa del "livello di protezione adeguato", della complessità dell'arco costiero di studio dovuta alla presenza di significativi fenomeni di subsidenza e della sua esposizione a violente mareggiate, nonché alla presenza di numerosi corsi d'acqua a carattere torrentizio[22], è stato scelto di non avvalersi dell'art. 6, comma 6, della direttiva 2007/60[23].

Il distretto idrografico delle Alpi Orientali presenta 280 Km di coste che sono rappresentate nella Figura 11 con i relativi bacini idrografici sottesi. Allo sviluppo lineare delle coste vanno aggiunte le aree lagunari di Venezia e Marano - Grado che presentano uno sviluppo superficiale stimabile rispettivamente di 550 e 160 km^2.

[21] cfr bibliografia di riferimento

[22] in occasione di importanti eventi alluvionali, come il '66, le acque provenienti dalle rotte fluviali si sono mescolate con quelle derivanti da allagamento del mare.

[23] comma 6 dell'art. 6 della direttiva 2007/60:"
"Gli Stati membri possono decidere che, per le zone costiere in cui esiste un adeguato livello di protezione, l'elaborazione di mappe della pericolosità da alluvione si limiti allo scenario di cui al paragrafo 3, lettera a)"

Nell'ambito del tema trattato si ritiene utile richiamare il significato di alcuni termini tecnici di non immediata comprensione.

Per sorgente (sources) si intendono le grandezze fisiche che generano le condizioni di pericolosità, cioè le fonti del pericolo; per caratterizzare queste grandezza è necessario tener presente che il dato principale per la redazione delle mappe di allagabilità nelle aree costiere è rappresentato dalla probabilità di ricorrenza attribuibile al livello massimo totale che le acque marine possono raggiungere lungo la linea di costa.

Tale livello massimo H_{tot} può essere in generale composto dalla somma di vari termini:

$$\mathbf{H_{tot} = L_{MM} + H_{astr} + H_{surge} + H_{set} + Rup + H_s}$$

dove:

L_{MM} = livello medio mare dell'anno corrente. I valori medi dell'ultimo decennio riferiti allo Zero IGM 1942 sono: per Venezia[24] (28,73 – 23,56) 5,17 cm; per Trieste (16.50 - 23.56) – 7.06 cm;

H_{astr} = altezza relativa alla marea astronomica; sono state prese a riferimento le tavole annuali (di marea astronomica per Venezia) predisposte a cura di ISPRA, CNR-ISMAR di Venezia e Centro Maree del Comune di Venezia;

H_{surge} = massimo sovralzo di marea dovuto a cause meteorologiche (i valori sono riportati in Tabella 2);

$H_{set\ up}$ = sovralzo del medio mare dovuto alla presenza di onde (+40 cm per tutti gli scenari);

Rup = run-up ovvero il massimo livello di risalita sul profilo di costa (+40 cm per tutti gli scenari);

H_s = massima altezza dell'onda di sessa (valore incluso nel H_{surge}).

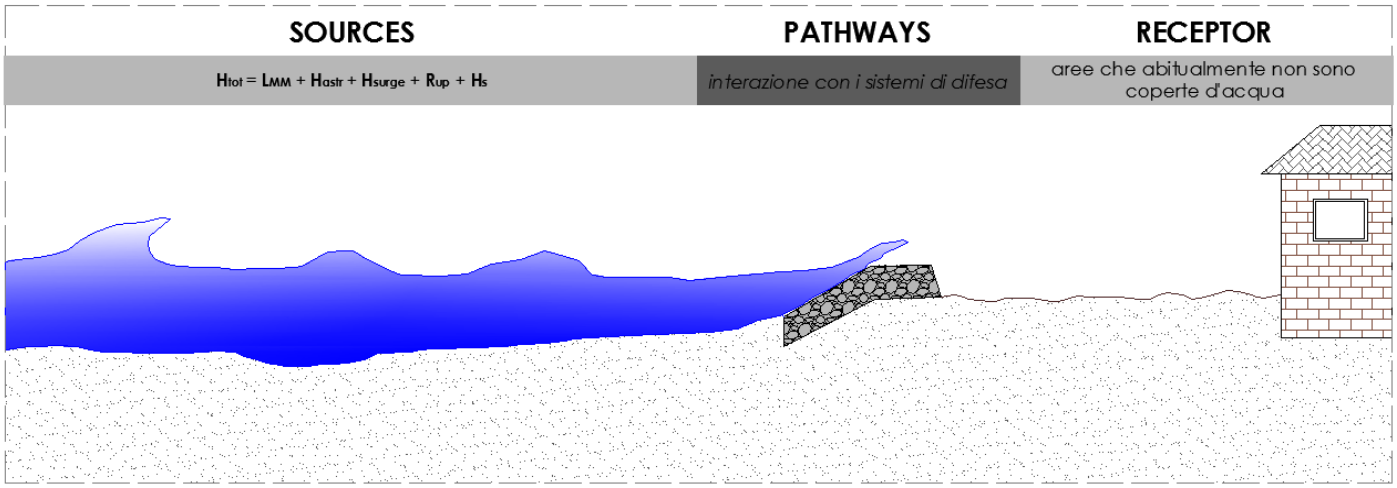


Figura 12 - sequenza di studio

[24] Lo Zero Mareografico di Punta della Salute (ZMPS) rappresenta il piano di riferimento per la misura dei livelli marini nelle le stazioni della Rete Mareografica della Laguna di Venezia e dell'Alto Adriatico (RMLV) dell'ISPRA. Lo Zero della Rete Altimetrica Fondamentale dello Stato coincide invece con il l.m.m. calcolato per l'anno centrale 1942 attraverso le osservazioni raccolte presso la stazione mareografica di Genova gestita dall'Istituto Idrografico della Marina. Per iniziativa del Comitato Interministeriale per la Difesa di Venezia (D.l. 24/06/1966), nel 1968 il l.m.m. Genova 1942 venne riportato a Venezia, in prossimità della stazione mareografica fondamentale di Punta della Salute, mediante livellazione di alta precisione eseguita tra Conegliano e Venezia. Rispetto allo ZMPS, lo Zero della Rete Altimetrica Fondamentale dello Stato (Genova 1942), risultò più alto di 23,56 cm.

Il trasferimento (pathways) è la zona in cui i livelli marini da sottocosta, interagendo con i sistemi di difesa, si propagano successivamente nell'entroterra.

Per ricettore (receptor) si intendono le zone che abitualmente non sono coperte d'acqua e per le quali si dovranno determinare la pericolosità e il rischio. Per caratterizzare il ricettore si è utilizzato il DTM (Digital Terrain Model) realizzato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A).

In relazione ai dati disponibili, nel caso dell'area Nord-Adriatica la caratterizzazione statistica dei valori di livello totale H_{tot}, per i 100 e i 30 anni di tempo di ritorno è stata basata sulla caratterizzazione statistica di livelli estremi di marea, secondo l'approccio sviluppato da Pirazzolli e Tomasin (CNR grandi masse 2008)[25] .

Per gli eventi rari che il Decreto 49/2010 caratterizza con Tr = 300-500 anni, si è fatto riferimento ai valori della punta massima di marea raggiunta e certamente misurata (o quanto meno validata) nel corso di eventi alluvionali estremi come ad esempio per Venezia il 4 novembre 1966 (H_{MAX} = 194 cm ZMPS) o per Trieste il 26 novembre 1969 (H_{MAX} = 360 cm ZIT)[26].

Sulla base di tali ipotesi sono stati assunti seguenti scenari di riferimento:

ZONA 1 (tra Caleri e foce Tagliamento)			
	Tr 30	Tr 100	Tr 300
Livello medio mare + Marea astronomica + metereologica (tide + surge)	+145	+155	+170
Wave set up	+40 cm per ogni scenario		
ZONA 2 (tra foce Tagliamento e Muggia)			
	Tr 30	Tr 100	Tr 300
Livello medio mare + Marea astronomica + metereologica (tide + surge)	+140	+160	+200
Wave set up	+40 cm per ogni scenario		

Tabella 2 - riepilogo livelli in cm sullo zero I.G.M.

Per definire le modalità di trasformazione delle altezze nel mare sul ricettore (pathways), in considerazione delle ipotesi sulla trattazione del R_{up}, si è reso necessario caratterizzare i

[25] Cfr bibliografia di riferimento

[26] A tal riguardo l'articolo di Pirazzoli e Tomasin[26] riferisce che la burrasca del 4 novembre 1966 è un caso del tutto anomalo che pone difficoltà alle considerazioni statistiche. Il Tr attribuibile a questo evento, secondo la distribuzione GEV risulterebbe di oltre 500 anni. Ciò quindi conferma che statisticamente l'evento del 1966 si presenta come un outlier e quindi, in aderenza più a quanto stabilito dalla Direttiva piuttosto che dal D.Lgs 49/2010, tale caso può essere adottato per caratterizzare l'evento estremo pur nell'incertezza della determinazione esatta del valore attribuibile al tempo di ritorno

sistemi di difesa presenti sull'arco costiero.

Questi ultimi sono definiti come l'insieme di una o più opere che, insistendo su un tratto di costa, lo difendono dagli effetti degli eventi meteo-marini.

Per la classificazione si è tenuto conto:
- dell'effetto smorzante che i sistemi possano offrire rispetto all'azione dinamica del mare;
- dalla loro capacità di resistere e non lasciarsi danneggiare nel tempo dal moto ondoso;
- dalla protezione che offrono rispetto all'alluvione definita come l'allagamento temporaneo, di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua.

Sulla base di questi assunti, per tutto l'arco costiero di riferimento sono stati definiti cinque livelli di difesa rispetto a due parametri:
- Affidabilità: parametro che tiene conto della tipologia costruttiva delle opere e della loro attitudine a difendere il territorio dagli eventi che principalmente causano le inondazioni;
- Manutenzione: parametro che tiene conto dell'attuale stato di manutenzione, dei programmi di manutenzione futura e di piani di monitoraggio.

Per ogni tratto di costa, l'ente che ne ha in carico la gestione, tenendo conto di tali parametri, ha quindi espresso un giudizio esperto sui sistemi di difesa esistenti rappresentativo sia del livello di difesa attuale che di quello futuro attraverso il parametro legato alla manutenzione. Nell'esprimere il giudizio è stato tenuto presente il comportamento che i sistemi di difesa hanno avuto in corrispondenza di eventi passati.

I livelli di difesa sono stati, quindi, sintetizzati come segue (Tabella 3):

Livello di difesa	
L3	il sistema di difesa è in grado di resistere ai tre eventi (T_r30, T_r 100 e T_r 300) – le opere possono lasciarsi, eventualmente, sormontare ma non distruggere dai tre eventi considerati.
L2	il sistema di difesa è in grado di resistere ai soli eventi T_r30 e T_r 100 – le opere possono lasciarsi, eventualmente, sormontare ma non distruggere dagli eventi T_r30 e T_r 100 e sono trasparenti rispetto al T_r 300
L1	il sistema di difesa è in grado di resistere al solo evento T_r30 – le opere possono lasciarsi, eventualmente, sormontare ma non distruggere dall'evento T_r30 e sono trasparenti rispetto a T_r 100 e T_r 300.
L0	il sistema di difesa non è in grado di resistere a nessun evento

Tabella 3 - definizione del livello di difesa

La valutazione dei tiranti d'acqua che si possono presentare sul territorio ha quindi tenuto conto del livello di difesa offerto dall'insieme di opere che insistono sul tratto di costa considerato (valutato attraverso il giudizio esperto degli enti gestori che ne conoscono anche lo stato di manutenzione) secondo lo schema di Figura 13.

Per ogni tratto di costa è stata definita la possibile resistenza delle opere di difesa agli eventi con Tr 30, 100 o 300 anni e ne è stato, quindi, simulato l'effetto del possibile sfondamento predisponendo le conseguenti mappe di allagabilità e di rischio.

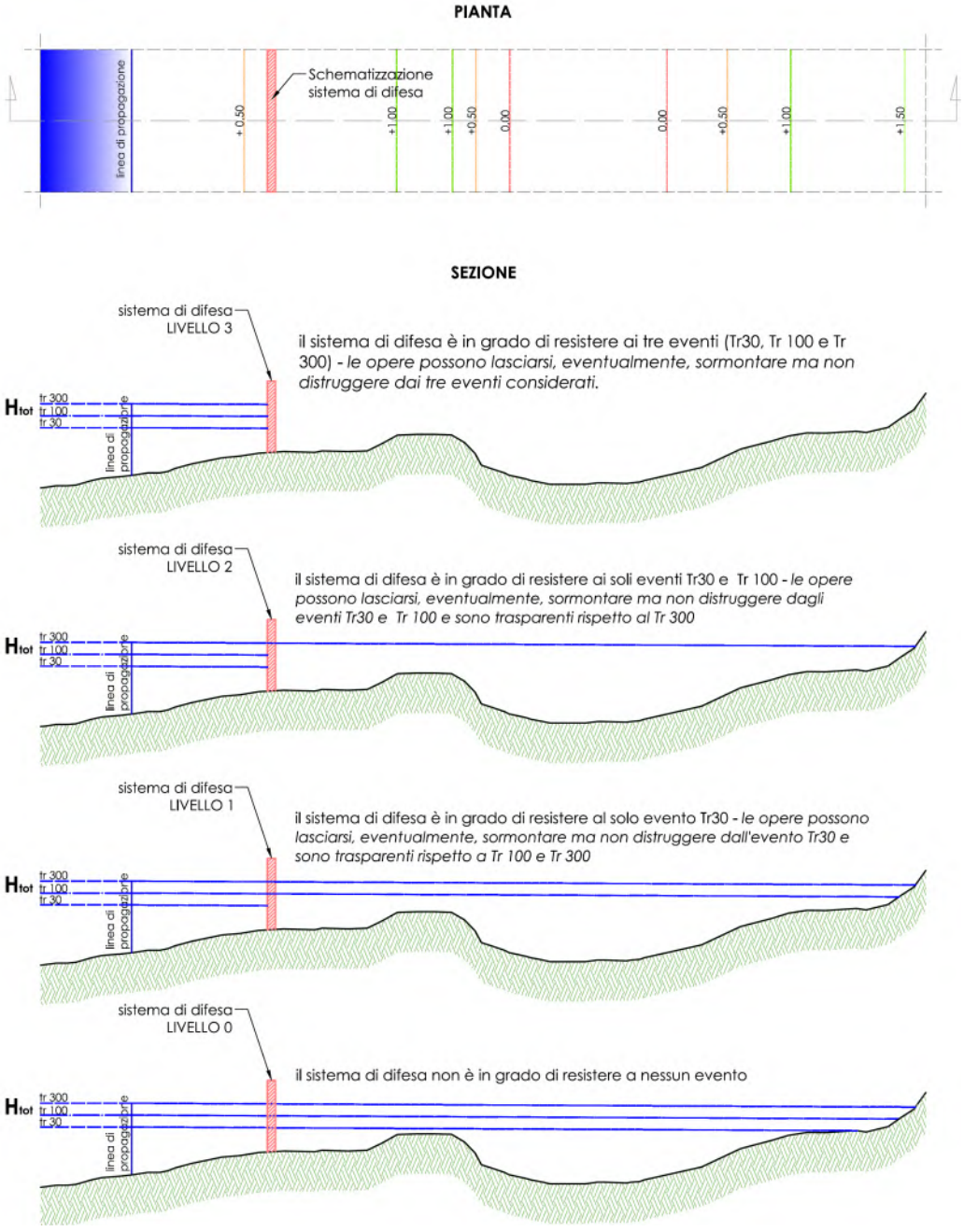


Figura 13 – Schema di valutazione della possibile resistenza delle opere di difesa agli eventi con Tr 30, 100 o 300 anni

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- *Rusconi A.,Baruffi F., Braidot A.,Ferri M., Metodologia speditiva per la perimetrazione delle aree di pianura a probabilità di inondazione, in Atti del XVIII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, 16-19 settembre 2002, Potenza, pp.385-393*
- *L. 365, 11 dicembre 2000 - Progetto di piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, Brenta-Bacchiglione ,predisposto dall'Autorità di bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione Venezia 2004, approvato dal C.I. 03.03.2004.*

- *Ranzi, R., Barontini S., Mazzoleni M., Ferri M., and Bacchi B., Levee breaches and "geotechnical uncertainty" in flood risk mapping, IAHR European Division Congress, Munich, 27-28 June 2012, Technische Universität München, 6 pp. (on USB Pen), 2012*
- *Guidelines on Coastal Flood Hazard Mapping redatto, nell'ambito del Progetto FLOODRISK cofinanziato dalla UE nell'ambito del 6° FP (2002-2006), HR Wallingford*
- *Convenzione Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave e Brenta-Bacchiglione, CNR-ISMAR di Venezia, APAT Servizio Laguna di Venezia per una ricerca avente come oggetto un'indagine sull'assetto morfologico delle coste – 16 aprile 2008.*
- *Mappatura della pericolosità nelle aree costiere marine della Regione Emilia-Romagna ricadenti nel distretto padano e dell'Appennino Settentrionale redatto dalla Regione Emilia Romagna a cura del Servizio Geologico*
- *Extreme sea level on the Adriatic coasts: a comparision of extimation methods 2008 da Pirazzolli e Tomasin*

4. Aspetti tecnici e applicativi riguardanti l'idrologia[27]

Al fine di definire e caratterizzare i processi di produzione di deflusso e trasporto durante il manifestarsi di eventi alluvionali, è stato utilizzato uno schema di tipo geomorfologico, che riconduce la risposta idrologica del bacino alle caratteristiche fisiche e geomorfologiche del sistema idrografico[28].

In particolar modo è stato adottato un approccio di tipo geomorfoclimatico[29], che si discosta da altri schemi, basati su ipotesi semplificative, come, ad esempio, l'assunzione di una distribuzione temporale uniforme (a scala di evento) delle precipitazioni e una sommaria descrizione geomorfologica del bacino (con modelli Hortoniani) che non tengono conto della complessità della reale rete idraulica.

Lo schema di calcolo ha utilizzato tutte le informazioni derivanti da mappe digitali del terreno, dall'interpolazione geostatistica di dati meteorologici e da mappe di uso del suolo.

Sono state assunte le seguenti ipotesi di progetto per la determinazione degli idrogrammi con assegnata frequenza di accadimento con l'obiettivo di semplificare le procedure/tempi di calcolo nel rispetto della validità dei risultati:

- il tempo di ritorno è riferito all'evento meteorico e quindi al volume di precipitazione caduto in un determinato intervallo temporale. Questo assunto trova giustificazione nella semplificazione della procedura di calcolo adottata e che in alternativa dovrebbe considerare la probabilità composta di molteplici variabili, quali la temperatura, lo spessore del manto nevoso, il grado di imbibizione del terreno, le condizioni di sicurezza dei corpi arginali esistenti al verificarsi dell'evento meteorico;
- il modello idrologico viene utilizzato ad evento (e non in modo continuo);
- non vengono simulati i processi di evapotraspirazione;
- le condizioni iniziali delle variabili che entrano in gioco nella determinazione della precipitazione efficace sono stati determinati mediante taratura con riferimento all'evento storico di riferimento (più gravoso) registrato per il bacino idrografico in esame. Questo approccio ha permesso di tenere conto indirettamente anche dei processi di scioglimento nivale, così come è avvenuto nell'evento del '66.

La base di dati utilizzati è stata costituita dalle misure di altezza di precipitazione al suolo, registrata su tutte le stazioni attive esistenti sul territorio, acquisiti con frequenza oraria dal Servizio Dighe e dal Dipartimento Protezione Civile (Servizio Prevenzione Rischi) della Provincia Autonoma di Trento, dall'ARPAV della Regione Veneto (Centro Meteorologico di Teolo), dal Servizio Idraulica della direzione Centrale dell'Ambiente e dei Lavori Pubblici della Regione Autonoma del Friuli Venezia Giulia, dalla Protezione Civile della Regione Autonoma del Friuli Venezia Giulia, da ENEL e da EDISON S.p.A.

Sono stati inoltre recuperati dei valori massimi annuali di precipitazione di breve durata registrati tra il 1923 ed il 1998, consultando gli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. Infine sono stati raccolti dagli Enti sopra richiamati anche i livelli idrometrici su sezioni strumentate lungo i corsi d'acqua dell'intero Distretto delle Alpi Orientali e le relative scale delle portate, ove disponibili.

L'approccio utilizzato per la generazione delle precipitazioni di progetto (valore della precipitazione corrispondente ad un assegnato tempo di ritorno) è partita da un'analisi

[27] cfr bibliografia di riferimento

[28] Rodriguez-Iturbe & Valdes, 1979, Gupta et al., 1980, Rodriguez-Iturbe & Rinaldo, 1997)

[29] Ferri et al., 2010

approfondita dei dati storici a disposizione. In particolare è stata necessaria l'elaborazione di alcune statistiche. Tali statistiche consentono, infatti, la caratterizzazione della struttura delle precipitazioni che dovrà essere rispettata dalle precipitazioni sintetiche generate.

Fissato per ciascuna stazione pluviometrica il volume di precipitazione caduto per un dato evento meteorico, lo ietogramma[30] è stato determinato mediante l'uso di forme note in letteratura o caratteristiche per gli eventi estremi riscontrati nel comprensorio di riferimento (ad esempio *Autorità di Bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico*, 2008). Nel caso in questione sono stati generati ietogrammi, utilizzando diverse ipotesi sull'andamento nel tempo delle altezze di precipitazione[31].

Nel processo di elaborazione, per tutte le diverse forme considerate è stato verificato che gli ietogrammi sintetici[32] generati avessero volumi di pioggia congruenti, per ogni durata, con la curva di possibilità pluviometrica associata al tempo di ritorno T.

Poiché la dimensione dei bacini idrografici del Distretto delle Alpi Orientali è maggiore e non comparabile con quella caratteristica dei fronti perturbativi, la distribuzione della pioggia nello spazio è stata ottenuta utilizzando il Kriging[33] che rappresenta un efficace mezzo di interpolazione statistica di dati, essendo uno strumento di stima lineare ed ottimale.

La risposta idrologica[34] del bacino idrografico è stata stimata utilizzando un modello (integrato) in grado di riprodurre i processi di produzione e di propagazione dei deflussi.

Infine, sulla base dei parametri idrologici ottenuti dalla calibrazione, la congruenza della risposta dell'intero bacino idrografico simulata con il modello integrato (idrologico-idraulico) è stata valutata mediante un confronto calcolato-osservato dei livelli idrometrici registrati nelle stazioni idrometriche ubicate lungo il reticolo di pianura e non considerate nella calibrazione del modello idrologico.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- *Autorità di bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico, Progetto di Piano Stralcio per la sicurezza idraulica del fiume Brenta – Documento Preliminare, pp 68-73, Comitato Istituzionale, 2008*
- *Boni, M., Zanetti S., Marani M., Rinaldo A., Modello stocastico di precipitazione per il bacino del fiume Piave, Relazione finale, Università degli Studi di Padova, Dipartimento IMAGE, 2008*
- *Boni, M., Zanetti S., Marani M., Rinaldo A., Modello stocastico di precipitazione per il bacino del fiume Cellina-Meduna-Colvera, Relazione finale, Università degli Studi di Padova, Dipartimento IMAGE, 2008*
- *Burlando, P., e Rosso R., 1991: Statistical models for design storm prediction, in 'Modelli idrologici superficiali nella pianificazione di bacino', edito da U. Maione, Città Studi, Milano, 367-421.*
- *Burlando, P., e Rosso R., 1996: Scaling and multiscaling models of depth-duration-frequency curves for storm precipitation. J. Hydrol., Vol. 187, 45-64.*
- *Cosby, B.J., Hornberger G.M., Clapp R.B. & Ginn T.R. A statistical exploration of the relationships of soil moisture characteristics to the physical properties of soils, Water Resources Research, 20, 682-690, 1984.*
- *De Smedt, F.H., Liu Y.B. & Gebremeskel S. Hydrologic modeling on a catchment scale using GIS and remote sensed land use information, Risk Analysis II, C.A. Brebbia (Ed), WIT press, Southampton, Boston, pp.295-304, 2000.*
- *Dingman, S. L. Physical Hydrology, 2nd Edition, Prentice Hall, p.646, 2002.*

[30] Cioè i grafici che descrivono la distribuzione nel tempo della precipitazione

[31] Di tipo : uniforme; monotono crescente; triangolare isoscele; doppio colmo; come risultato di un processo moltiplicativo binomiale casuale (Gupta et al., 1993).

[32] Cioè generati mediante modello di calcolo

[33] Esso permette, partendo da una serie di dati osservati in diverse stazioni di misura, di calcolare il più probabile valore di precipitazione in un punto generico. Ripetendo il calcolo per i centri di ogni cella di una griglia regolare la cui risoluzione è stata fissata pari a 200 m, è possibile determinare la distribuzione della pioggia nello spazio.

[34] Cioè che portate si generano nei corsi d'acqua a fronte delle precipitazioni che si possono manifestare nel corrispondente bacino idrografico

- *Ferri, M., Norbiato D., Monego M., Galli A., Gualdi S., Bucchignani E. & Baruffi F., Impact of climate change on hydrological regimes and water resources in TRUST (Life+ 2007) project, Hydropredict 2010 Procedings , Praga*
- *Gupta, V.K., Waymire E. & Wang C.T., A representation of an istantaneous unit hydrograph from geomorphology, Water Resources Research, 16(5), 855-862, 1980.*
- *Gupta, V. , Waymire C., A statistical analysis of mesoscale rainfall as a random cascade, Journal of Applied Meteorology, feb. 1993, vol. 32, pag. 256).*
- *Hall, M.J., Zaki A.F. & Shahin M.M.A. Regional analysis using Geomorphoclimatic Instantaneous Unit Hydrograph, Hydrology and Earth System Sciences, 5(1), 93-102, 2001.*
- *Lai, C.T. & Katul G., The dynamics role of root-water uptake in coupling potential to actual transpiration, Advances in Water Resources, 23, 427-439, 2000.*
- *Laio, F., Porporato A., Ridolfi L. & Rodriguez-Iturbe I. Plants in water-controlled ecosystems: active role in hydrologic processes and response to water stress II: Probabilistic soil moisture dynamics, Advances in Water Resources, 24, 707-723, 2001.*
- *Moisello, U., Idrologia Tecnica, La Goliardica Pavese s.r.l., 1999*
- *Nash & Sutcliffe, River flow forecasting through conceptual models. Part I. A discussion of principles, Journal of Hydrology, 10, 282-290, 1970.*
- *Rodriguez-Iturbe, I. & Valdes J.B. The geomorphologic structure of hydrologic response, Water Resources Research, 15(6), 1409-1420, 1979.*
- *Rodriguez-Iturbe, I., Sanabria M.G. & Bras R.L. A Geomorphoclimatic Theory of the Instantaneous Unit Hydrograph, Water Resources Research, 18(4), 877-886, 1982.*
- *Rodriguez-Iturbe, I. & Rinaldo A., Fractal river basin, Cambridge Univ. Press, 466-524, 1997.*
- *SCS. Hydrology. National Engineering Handbook, Supplement A, Section 4. Soil Conservation Service, US Department of Agriculture: Washongton, DC, 1972.*
- *Verri, G., Sato M. & De Prato F., Applicazione integrata di metodologie avanzate per la modellazione idrologica dell'onda di piena del Torrente Cormor, 31° Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Perugia, 2008.*
- *Zanetti, S., Nicotina L, Settin T., Botter G., Rinaldo A, Marani M., Modello stocastico di precipitazione per il bacino del fiume Bacchiglione, Relazione finale, Università degli Studi di Padova, Dipartimento IMAGE, 2008*

5. Approccio metodologico per la determinazione della funzione intensità e del rischio[35]

5.1 Introduzione metodologica

Una volta stabiliti i criteri metodologici per generare i dati richiesti dalla Direttiva 2007/60/CE, così come esposto nei precedenti paragrafi, è stato anche stabilito l'approccio metodologico per la determinazione della pericolosità e del rischio. Sul concetto di pericolosità (in questo caso idraulica) è bene premettere che la stessa è legata a più fattori. Il primo riguarda la velocità assunta dall'acqua, il secondo l'altezza dell'acqua nel luogo considerato (detta tirante). La combinazione di queste due variabili determina la pericolosità. Essendo le combinazioni molteplici viene conseguentemente chiamata "funzione Intensità."

La procedura che verrà di seguito riportata ha infatti avuto il compito di rappresentare le modalità con le quali sono stati "trasformati" i dati acquisiti in esito ai tre scenari previsti dalla Direttiva in termini di funzione di intensità, di danno potenziale e conseguentemente di rischio.

Nell'ambito di quanto sopra esposto può essere utile ricordare che l'impostazione della metodologia che viene di seguito esposta è stata dettata anche dalla necessità di coordinare i criteri con scelte già operate dalle Amministrazioni delle Province Autonome di Trento e di Bolzano.

Ciò anche in applicazione dei disposti del D.Lgs 219/2010 con il quale le Autorità di bacino nazionali sono state incaricate di svolgere attività di coordinamento a scala distrettuale al fine della predisposizione del Piano di gestione del rischio di alluvioni.

Prima di entrare nel merito operativo risulta opportuno richiamare le specifiche[36] nella materia riportate nella direttiva 2007/60CE in esito alla quale le mappe della pericolosità

[35] cfr bibliografia di riferimento

[36] CAPO III: MAPPE DELLA PERICOLOSITÀ E MAPPE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI-Articolo 6-
1. Gli Stati membri predispongono, a livello di distretto idro- grafico o unità di gestione di cui all'articolo 3, paragrafo 2, lettera b), mappe della pericolosità da alluvione e mappe del rischio di alluvioni, nella scala più appropriata per le zone individuate nell'articolo 5, paragrafo 1.
2. L'elaborazione di mappe della pericolosità e mappe del rischio di alluvioni per le zone di cui all'articolo 5 condivise con altri Stati membri è preceduta da uno scambio di informa- zioni preliminare tra gli Stati membri interessati.
3. Le mappe della pericolosità da alluvione contengono la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo i seguenti scenari:
a) scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi; b) media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno probabile ≥ cento anni); c) elevata probabilità di alluvioni, se opportuno.
4. Per ciascuno degli scenari di cui al paragrafo 3 è necessario indicare i seguenti elementi:
a) portata della piena;
b) profondità delle acque o, se del caso, livello delle acque;
c) se opportuno, velocità del flusso o flusso d'acqua considerato.
5. Le mappe del rischio di alluvioni indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni nell'ambito degli scenari di cui al paragrafo 3 ed espresse in termini di:
a) numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati;
b) tipo di attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;
c) impianti di cui all'allegato I della direttiva 96/61/CE del Consiglio, del 24 settembre 1996, sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento, che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette potenzialmente interessate, individuate nell'allegato IV, paragrafo 1, punti i), iii) e v) della direttiva 2000/60/CE;
d) altre informazioni considerate utili dagli Stati membri, come l'indicazione delle aree in cui possono verificarsi alluvioni con elevato volume di sedimenti trasportati e colate detriti- che e informazioni su altre notevoli fonti di inquinamento.
6. Gli Stati membri possono decidere che, per le zone costiere in cui esiste un adeguato livello di protezione, l'elabora- zione di mappe della pericolosità da alluvione si limiti allo scenario di cui al paragrafo 3, lettera a).
7. Gli Stati membri possono decidere che, per le zone in cui le inondazioni sono causate dalle acque sotterranee, l'elabora- zione di mappe della pericolosità da alluvione si limiti allo scenario di cui al paragrafo 3, lettera a).
8. Gli Stati membri provvedono a ultimare le mappe della pericolosità da alluvione e quelle del rischio di alluvioni entro il 22 dicembre 2013.

richieste nei tre scenari stabiliti devono obbligatoriamente riportare:

1. la perimetrazione del possibile allagamento;
2. la profondità delle acque e la portata della piena alla sezione corrispondente.

La velocità è opzionale. E' solo il caso di evidenziare che non viene chiesta la mappatura delle classi di pericolosità (che è invece tipica di altri strumenti di pianificazione come il PAI) in quanto ritenuta solo strumentale (funzione intensità) alla valutazione del rischio.

Analogamente le mappe di rischio di alluvioni nei tre scenari prestabiliti devono obbligatoriamente essere espresse in termini di:

a) numero indicativo di abitanti potenzialmente interessati;
b) tipo di attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;
c) impianti di cui all'allegato I della direttiva 96/61/CE che potrebbero provocare inquinamento accidentale (in caso di alluvione) su aree protette di cui all'allegato IV della 2000/60CE.

Le altre informazioni di cui al punto D dello stesso articolo sono opzionali (vedi nota a piè di pagina 36).

Questa premessa risulta importante per chiarire il motivo per cui si è voluto parlare di "funzione intensità" e non di "pericolosità". Questo per non indurre in possibili errate conclusioni. Si ritiene di evidenziare ulteriormente che, oltre alla esigenza di coordinarsi con le Amministrazioni presenti nel distretto, le specifiche tecniche riportate permetteranno di generare i dati sul rischio nella più ampia scala che si vorrà utilizzare nel piano di gestione di cui alla direttiva europea in questione o, se necessario, per aggiornare strumenti di pianificazione previsti dalle normative nazionali (L.225/92; L. 365/2000; D.lgs 49/2010).

Il concetto di rischio è legato alla capacità di calcolare la probabilità che un evento pericoloso accada, nonché alla capacità di definire il danno provocato. Il rischio è quindi legato alla possibilità che un fenomeno naturale o indotto dalle attività dell'uomo possa causare effetti dannosi sulla popolazione, gli insediamenti abitativi e produttivi e le infrastrutture, all'interno di una particolare area, in un determinato periodo di tempo (www.protezionecivile.gov.it).

Rischio e pericolo quindi non sono la stessa cosa: il pericolo è la causa, il rischio sono le possibili conseguenze derivanti dal suo effetto, cioè il danno che ci si può attendere.

Alla luce dei concetti sopra esposti, il rischio viene determinato secondo la formulazione proposta da KR WP1 Team (2012) che trova il suo riferimento normativo italiano nel D.P.C.M. del 29 settembre 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998 n. 180:

$$\overline{R} = \overline{P} \cdot \overline{V} \cdot \overline{E} = \overline{P} \cdot \overline{D} \qquad (5.1)$$

dove:

$\overline{P}$ = Pericolosità: è la probabilità che un fenomeno di una determinata intensità si verifichi in un certo periodo di tempo, in una data area;

$\overline{V}$ = Vulnerabilità: è la propensione di un elemento (persone, edifici, infrastrutture, attività economiche) a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un

evento di una certa intensità. La vulnerabilità dipende dal contesto nel quale la si vuole valutare, nonché dalla maggiore (o minore) preparazione (dell'elemento considerato) nel caso in cui l'evento si manifesti. Per definire la vulnerabilità in termini fisici (cioè riferita all'elemento considerato) viene utilizzato come parametro la suscettibilità;

$\overline{E}$ = Esposizione o Valore esposto: è il numero di unità (o "valore") di ognuno degli elementi a rischio presenti in una data area, come le vite umane o gli insediamenti. Nell'ambito di una trattazione generale, anche per l'esposizione deve essere considerato l'aspetto economico e sociale, introducendo il cosiddetto Fattore di Valore;

$\overline{D}$ = Danno potenziale: è la combinazione del valore dell'elemento esposto con il valore di tale elemento rispetto ad un evento di data intensità.

Nell'ambito del Distretto delle Alpi Orientali, l'impatto delle inondazioni è stato valutato a scala comunale. Tale scelta è una conseguenza dei dati o delle banche dati attualmente disponibile sul territorio di indagine. L'informazione sull'esposizione è stata riferita principalmente all' uso del suolo mentre la vulnerabilità è stata legata solo alla suscettibilità.

Sulla base di queste ipotesi la quantificazione del rischio è stata espressa in termini relativi, ovvero il rischio di un elemento esposto assume una gradazione compresa tra 0 e 1, dove 0 e 1 sono rispettivamente i casi di assenza di rischio o massimo rischio dell'elemento esposto.

Ciò è stato riferito alle tre macro-categorie di elementi esposti:

• **popolazione** (art.6-5.a della 2007/60/CE e del D.Lgs.23.02.2010);

• **attività economiche** (art.6-5.b della 2007/60/CE): edifici, agricoltura, ambienti naturali e semi-naturali (art.6-5.d del D.Lgs. 23.02.2010), infrastrutture e strutture strategiche (art.6-5.b del D.Lgs. 23.02.2010);

• **beni ambientali e culturali-archeologici** (art.6-5.c del D.Lgs.23.02.2010), comprendendo tra essi, gli impianti di cui all'allegato I del DLgs n°59 del 18.2.2005 e le aree protette di cui all'allegato 9 del D.Lgs. 152 del 2006.

Le tre macro-categorie trovano i loro descrittori nelle classi di uso del suolo riportati in Tabella 4 tenuto in conto quanto indicato dalla C.E.[37].

Cod	Descrizione
1	Residenziale
2	Strutture ospedaliere, sanitarie, assistenza sociale
3	Edifici sede di servizi pubblici
4	Commerciale e artigianale
5	Industriale
6	Agricolo specializzato
7	Agricolo non specializzato, boschi, prati, pascoli, aree cimiteriali, parchi urbani

[37] reporting sheet di Novembre 2010; documento di riferimento predisposto dalla Comunità europea per l'implementazione della Direttiva 2007/60

Cod	Descrizione
8	Turistico-Ricreativo
9	Improduttivo
10	Aree sciabili, Campo da golf, Maneggio
11	Campeggi
12	Reti di comunicazione e trasporto: strade di importanza primaria
13	Reti di comunicazione e trasporto: strade di importanza secondaria
14	Zona ferroviaria
15	Zona per impianti turistici, Zona per attrezzature collettive, Zona per attrezzature collettive sovracomunali, Attrezzature collettive nel sottosuolo
16	Reti tecnologiche e di servizio
17	Strutture a supporto delle reti di comunicazione e trasporto (aeroporti, porti, aree di servizio, parcheggi)
18	Zona per la produzione di energia
19	Discariche, Impianti di trattamento dei rifiuti, Aree estrattive, Depuratori
20	Aree su cui insistono impianti di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59
21	Aree di rilievo storico-culturale e archeologico; beni culturali
22	Beni ambientali
23	Zona militare

Tabella 4 - Lista delle classi di uso del suolo utilizzate come descrittori delle macro-categorie

La valutazione della pericolosità e del rischio è stata effettuata sullo scenario di base, che non prevede dunque misure preventive.

Nella successiva fase di redazione del Piano di Gestione, nella quale potranno eventualmente essere valutate possibili alternative di mitigazione del rischio, sarà pertanto possibile considerare la capacità di adattamento come eventuale deterrente per ridurre il rischio.

Come già anticipato, nell'ambito del Distretto delle Alpi orienali si è proceduto ad elaborare i dati acquisiti in esito ai tre scenari previsti dalla Direttiva in termini di funzione di intensità, di danno potenziale e conseguentemente di rischio secondo le procedure di seguito dettagliate.

5.2 La funzione intensità

L'art. 6 della 2007/60/CE identifica tre scenari su cui valutare la pericolosità idraulica:

1. scarsa probalità di alluvione o scenari di eventi estremi;
2. media probabilità di alluvioni;
3. elevata probabilità di alluvione.

In linea con quanto richiesto dal D. Lgs. 49/2010, i tempi di ritorno associati agli scenari di

progetto sono stati: 30, 100 e 300 anni.

Prima di entrare nel merito della trattazione vera e propria è necessario consolidare un principio generale, già presente nei documenti di pianificazione del Distretto delle Alpi Orientali, riguardante una particolare area territoriale: la cosiddetta area fluviale.

Va precisato, infatti, che l'area fluviale è un ambito territoriale particolare nel quale devono potersi svolgere processi geomorfologici e idrodinamici propri del corso d'acqua e conseguentemente - nella sua interezza o completa estensione - è da considerare come come espressione nella massima classe di pericolosità (per la ovvia causalità) per principio generale, con vulnerabilità assunta pari a 1.

Conseguentemente, fissato lo scenario, il dominio sul quale è stata sviluppata la procedura di calcolo ed indagato il grado di rischio nelle sue diverse fattispecie è stato il territorio che potrebbe essere interessate dall'occupazione delle acque esterne all'area fluviale, ovvero quelle aree che potrebbero essere inondate conseguentemente al sormonto spondale e/o al cedimento delle arginature durante eventi di piena di assegnata probabilità di accadimento.

Note nei vari punti del territorio i tiranti d'acqua massimi *h* e le velocità massime *v* che si possono manifestare durante un evento di piena, il pericolo è legato all'intensità del fenomeno (*I*), cioè è funzione del tirante e della velocità.

L'origine della funzione di seguito descritta è sostanzialmente impostata prendendo a riferimento, come elemento vulnerabile, l'incolumità delle persone.

Con riferimento alla Figura 14, le tre classi, Intensità bassa (I_b), Intensità media (I_m), Intensità alta (I_a), sono state così definite:

$$I_b = \begin{cases} h \le 1.0m \ sev \le 0.5m/s \\ h \cdot v \le 0.5 \ sev > 0.5m/s \end{cases} \qquad (5.2)$$

$$I_m = \begin{cases} 1.0 < h \le 2msev \le 0.5m/s \\ 2.0 < h \cdot v \le 1sev > 0.5m/s \end{cases} \qquad (5.3)$$

$$I_a = \begin{cases} h > 2msev \le 0.5m/s \\ h \cdot v > 1sev > 0.5m/s \end{cases} \qquad (5.4)$$

Riprendendo i concetti già espressi nei paragrafi per la determinazione del rischio e l'esigenza di una sua rappresentazione in termini relativi nell'intervallo compreso tra 0 e 1, è necessario associare ai 3 gradi di intensità, un valore di natura numerica.

Anche in questo caso, sulla base di valutazioni di natura strettamente qualitativa, nonché sulla base di valutazioni già effettuate da altre amministrazioni (Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche – Provincia Autonoma di Trento – DPR 15/02/2006), vengono riportati nella Figura 14 e nella Tabella 5 i valori associati a ciascuna classe di intensità.

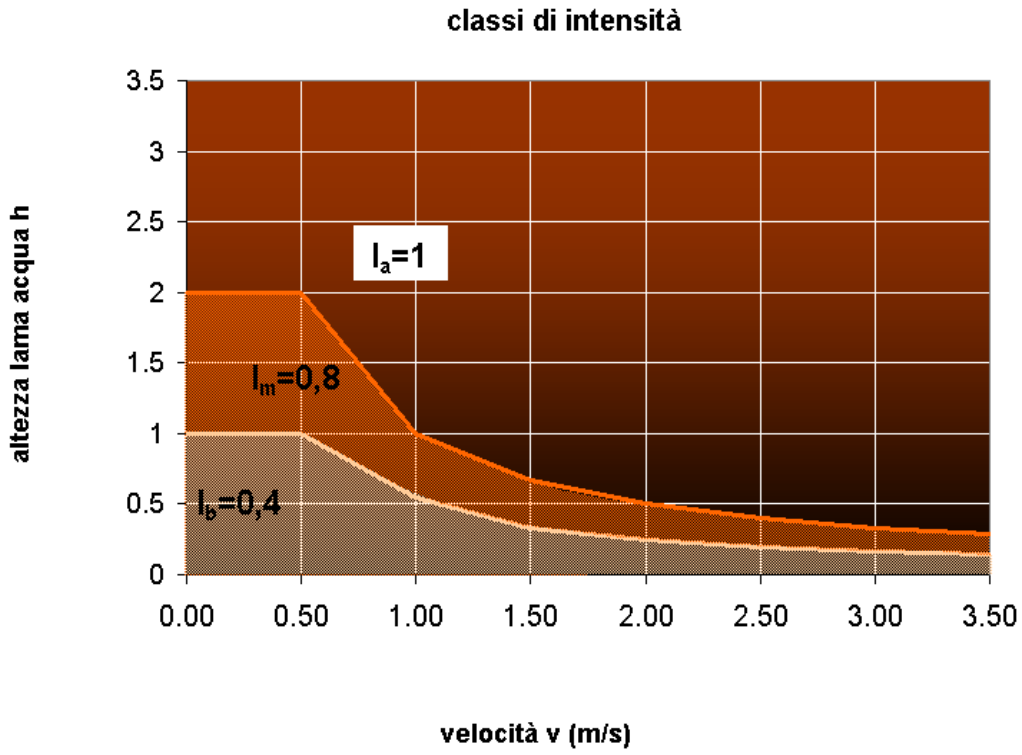


Figura 14 - Definizione delle classi di Intensità (I)

Descrizione	Classe di I	Valore di I
Intensità bassa (Ib): zone inondate da acque con basso tirante	*Ib*	0.4
Intensità media (Im): zone inondate da acque con tiranti e/o velocità significative	*Im*	0.8
Intensità alta (Ia): zone inondate da acque profonde e/o ad elevata velocità di deflusso	*Ia*	1.0

Tabella 5 - Valori di Intensità

Il metodo sopra descritto porta ad ottenere in ogni punto del territorio considerato, la classe di intensità per ciascuno scenario.

Nel momento in cui per ogni punto delle aree allagate si ritenesse di determinare un unico valore della funzione intensità si procederà ad una combinazione ragionata dei valori ottenuti dai tre scenari corrispondenti a Tr=30, Tr=100 e Tr=300.

5.3 La vulnerabilità

Come prima esposto, questa variabile va riferita alle persone, alle attività economiche, ai beni ambientali e culturali.

5.3.1 Persone

Per caratterizzare la vulnerabilità associata alla presenza umana, si fa riferimento a valori di velocità e profondità che determinano "instabilità" rispetto alla posizione di equilibrio (eretta). Molti degli autori che si sono occupati della instabilità delle persone in acqua

fluente propongono di far riferimento a valori critici del prodotto tra tirante d'acqua (*h*) e velocità (*v*) del flusso.

Ramsbottom et al. (2004) e Penning-Rowsell et al. (2005), hanno proposto per la popolazione un'equazione semiquantitativa, ripresa anche in "Flood Risks to People - Phase 2 - Guidance Document" (2006), secondo rapporto tecnico del progetto "Risks to People" del Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), che lega un indice di pericolo da inondazione (Flood Hazard Rating, *FHR*) con l'altezza e la velocità dell'acqua oltre che ad un fattore connesso alla quantità di flottante trasportato (Debris Factor - DF). Il tutto viene riassunto nella seguente relazione:

$$FHR = h \cdot (v + 0.5) + DF \qquad (5.5)$$

I valori di *DF* in funzione di *h*, *v* e uso del suolo prevalente sono riportati in Tabella 6.

	Valori di DF		
Campi di h e v	**Pascolo/Agricolo**	**Bosco**	**Urbano**
0 m < h ≤ 0.25 m	0	0	0
0.25 m < h ≤ 0.75 m	0	0.5	1
h > 0.75 e/o v > 2 m/s	0.5	1	1

Tabella 6 - DF per diversi valori di h, v e uso del suolo prevalente

Sulla base dei valori che può assumere *FHR,* sono stati associati, in via del tutto deduttiva, i valori di V_P, cioè del valore di vulnerabilità connesso alle persone fisiche. Una delle ipotesi di base che viene assunta è che le persone risultano vulnerabili per tiranti superiori almeno a 0.25m.

Nella Tabella 7 sono riassunte tali considerazioni. Fanno eccezione a queste, le persone ospitate in "Strutture ospedaliere, sanitarie, assistenza sociale" in cui la vulnerabilità viene assunta pari a 1 già per FHR > 0.75, in quanto il loro stato fisico le rende maggiormente vulnerabili.

La tematica sopra esposta è riassunta attraverso la rappresentazione grafica del campo *h*, *v* di Figura 15.

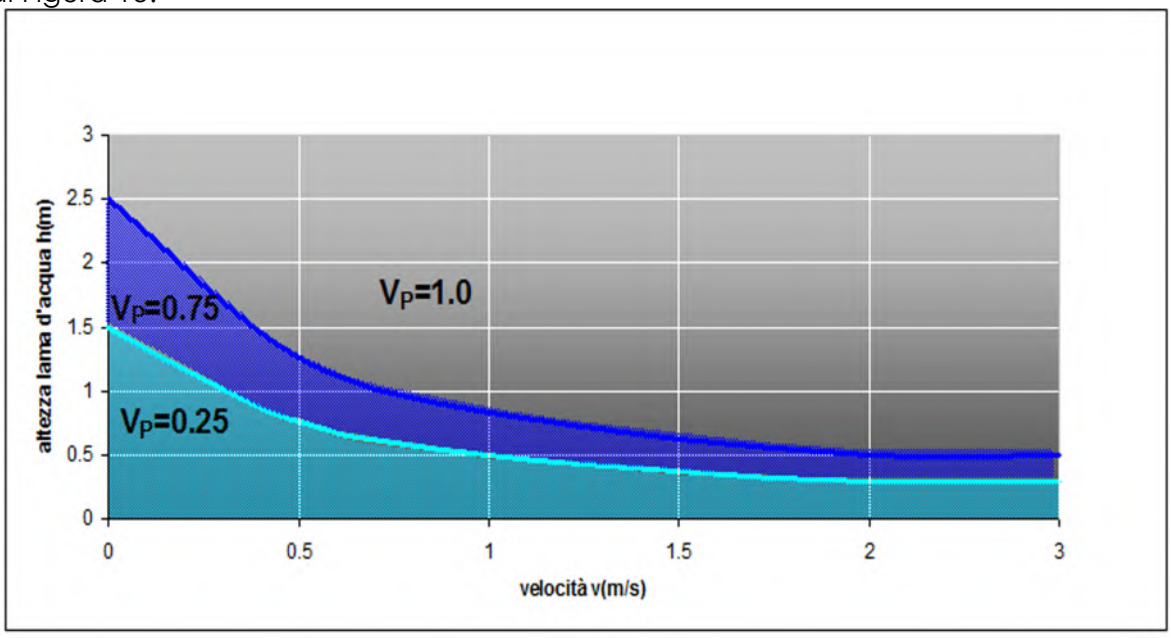


Figura 15 - Valori di vulnerabilità legata alle persone fisiche (Vp) in funzione dei valori di h e v per DF=0

Descrizione	Campi di FHR	Vp
Cautela: "Zone inondate da acque fluenti con basso tirante o da acque ferme ma profonde"	FHR < 0.75	0.25
Pericolo per qualcuno (bambini): "Zone inondate da acque profonde o ad elevata velocità di deflusso"	0.75 ≤ FHR < 1.25	0.75
Pericolo per chiunque: "Zone inondate da acque profonde o ad elevata velocità di deflusso"	FHR ≥ 1.25	1

Tabella 7 - Valori di vulnerabilità in relazione alle persone fisiche

5.3.2 Attività economiche

Le attività economiche trovano riferimento nelle categorie di uso del suolo di Tabella 4. Anche in questo caso la metodologia adottata si basa sull'identificazione di tre classi di vulnerabilità (V_E), in funzione dei valori di *h* e *v* che manifestano in conseguenza ad un allagamento.

Per quanto concerne gli edifici (categorie 1, 2, 3, 4, 5, 14, 15, 17, 18, 19, 23 di Tabella 4), essi possono collassare a causa della pressione dell'acqua, dello scalzamento delle fondazioni, o di una combinazione di tali cause. In aggiunta, va tenuto presente il possibile effetto del materiale solido trasportato da una piena soprattutto in forma di legname e materiale detritico che può provocare danni alle strutture.

Facendo riferimento alla Figura 16, la vulnerabilità strutturale degli edifici e dei beni in essi contenuti è sintetizzata secondo le leggi di Tabella 8.

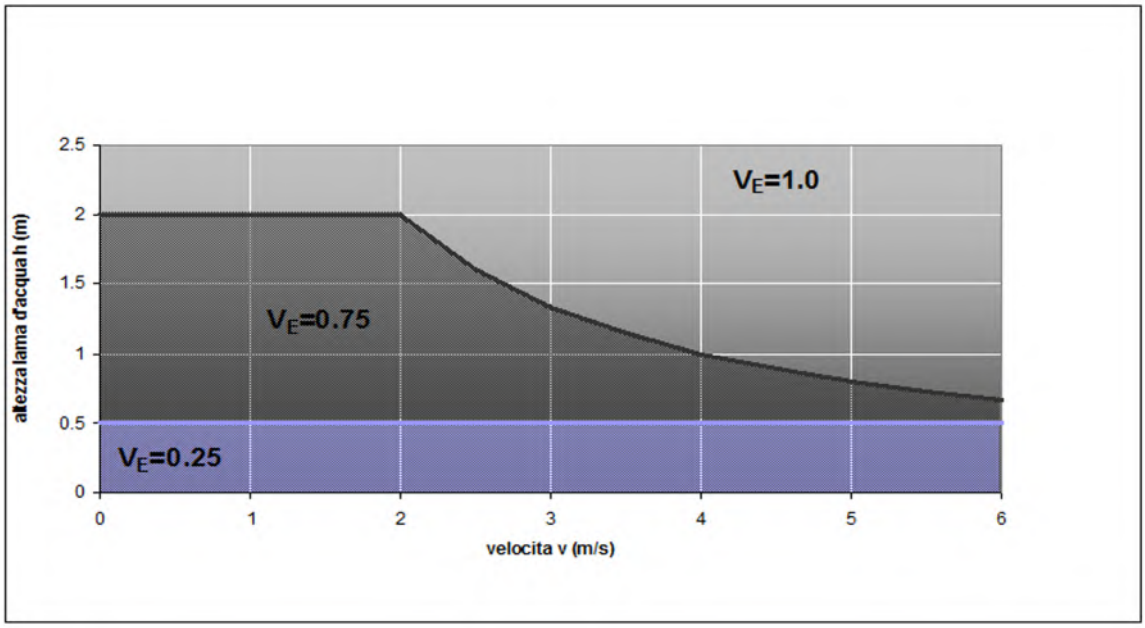


Figura 16 - Valori di vulnerabilità legata agli edifici (VE) in funzione dei valori di h e v

Descrizione	Logiche di h e v	V_E
Danni simili a quelli causati da un'inondazione naturale a basso tirante	se h < 0.5	0.25
Danni moderati, come finestre e porte buttate a terra, danni parziali ai "beni interni" e piccoli danni ai principali elementi strutturali degli edifici	con v < 2 m/s se 0.5 ≤ h < 2 m; con v ≥ 2 m/s se (h ·v) < 4 m^2/s e h ≥ 0.5	0.75
Collasso totale o danni gravi alle strutture che necessitano demolizione e ricostruzione	con v < 2 m/s se h ≥ 2 m; con v ≥ 2 m/s se (h ·v) ≥ 4 m^2/s	1

Tabella 8 - Attribuzione della vulnerabilità agli edifici (categorie 1, 2, 3, 4, 5, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 23 di Tabella 4)

Nel caso di campeggi (categoria 11 di Tabella 4), tali valori limite sono modificati secondo alcuni risultati delle analisi (condotte da Maijala nel 2001), come riportato in Figura 17 e Tabella 9.

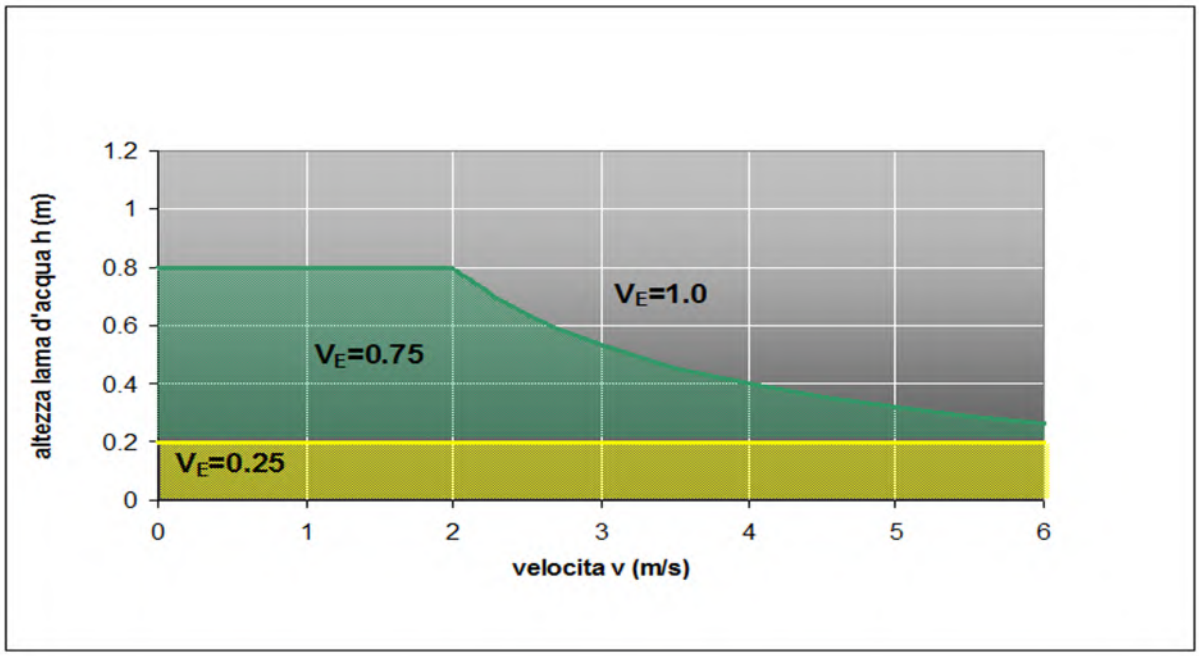


Figura 17 - Valori di vulnerabilità legata ai campeggi (VE) in funzione dei valori di h e v

Descrizione	Logiche di h e v	V_E
Danni simili a quelli causati da un'inondazione naturale a basso tirante	se h < 0.2	0.25
Danni parziali ai "beni interni" e alla struttura stessa	con v < 2 m/s se 0.2 ≤ h < 0.8 m; con v ≥ 2 m/s se (h ·v) ≤ 1.6 m^2/s e h ≥ 0.2	0.75
Collasso totale o danni gravi alla struttura	con v < 2 m/s se h ≥ 0.8 m; con v ≥ 2 m/s se (h ·v) > 1.6 m^2/s	1

Tabella 9 - Attribuzione della vulnerabilità ai campeggi (categoria 11 di Tabella 4)

Per le classi d'uso del suolo corrispondenti alle infrastrutture di collegamento (categorie 12 ÷ 13 di Tabella 4), la vulnerabilità è legata all'impossibilità di utilizzare le infrastrutture e

quindi all'interruzione del servizio. Ciò può verificarsi sia con sia senza danni strutturali alle infrastrutture stesse (semplice allagamento o anche distruzione del bene). Sulla base delle stime di altezza d'acqua e velocità a cui gli autoveicoli diventano instabili in presenza di inondazione viene adottata la funzione di vulnerabilità di Tabella 10. Va precisato che i valori di *h* e *v* derivano da osservazioni condotte durante sperimentazione in laboratorio[38]. In conclusione è stata adottata la funzione di vulnerabilità per le infrastrutture viarie di Tabella 10 e rappresentata in Figura 18.

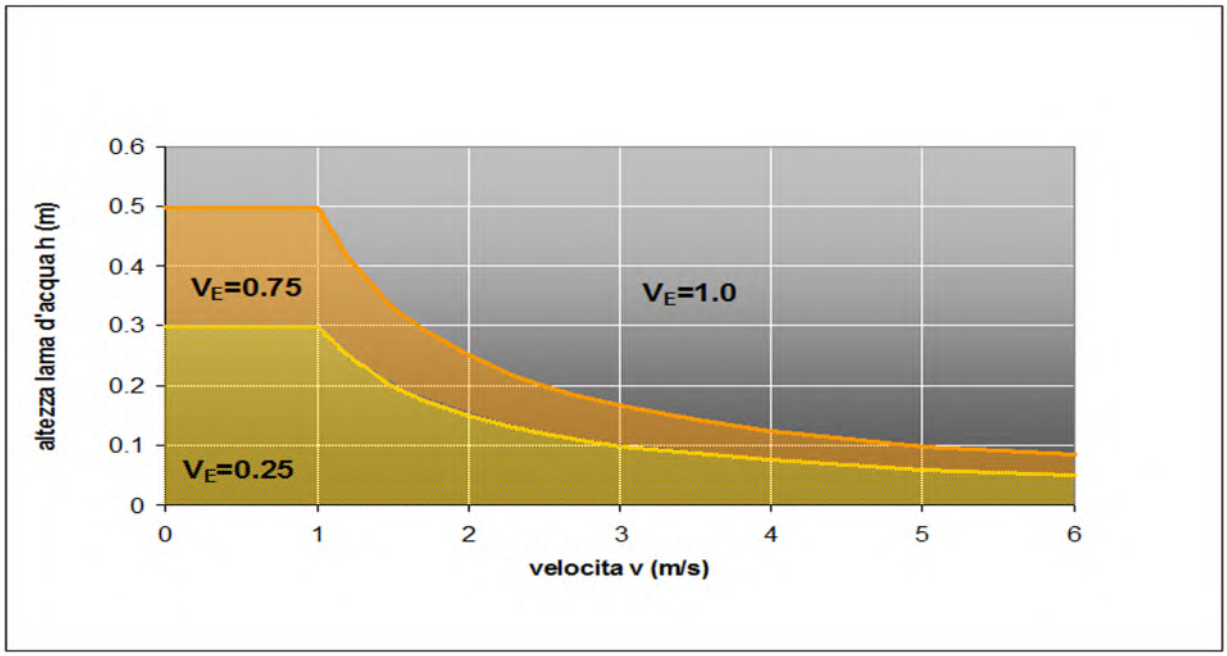


Figura 18 - Valori di vulnerabilità legata alle infrastrutture di collegamento (VE) in funzione dei valori di h e v

Descrizione	**Logiche di h e v**	**V_E**
La stabilità del veicolo non è compromessa con eventuali danni ridotti; limitati disagi nell'utilizzo dell'infrastruttura	con v < 1 m/s se h < 0.3 m; con v ≥ 1 m/s se h ·v < 0.3 m²/s	0.25
Il veicolo si trova in condizioni di stabilità critica con eventuali danni parziali; si possono manifestare disagi nell'utilizzo dell'infrastruttura	con v < 1 m/s se 0.3 ≤ h < 0.5 m; con v ≥ 1 m/s se 0.3 ≤ h ·v < 0.5 m²/s	0.75
Il veicolo ha perso le condizioni di stabilità e si verificano danni significativi che ne compromettono il futuro; l'infrastruttura non è agibile	con v < 1 m/s se h ≥ 0.5 m; con v ≥ 2 m/s se h ·v ≥ 0,5 m²/s	1

Tabella 10 - Attribuzione della vulnerabilità alle infrastrutture viarie (categorie 12 ÷ 13 di Tabella 4)

Per le reti tecnologiche e di servizio, si assume che ci possa essere vulnerabilità sono in caso di tiranti e velocità maggiori rispettivamente a 2 m e 2 m/s. Nel qual caso V_E assume valore pari a 1.

Per la valutazione della vulnerabilità nelle aree agricole (categorie 6 e 7 di Tabella 4), si assume l'ipotesi che il danno, in prima istanza, è legato alla perdita del raccolto e, per valori di altezza e velocità più elevati, agli edifici e ai beni in essi contenuti. In relazione a ciò risulta

[38] Reiter (2000), e dei valori di riferimento limite riportati nel rapporto finale di Australian Rainfall and Runoff (AR&R) Project n. 10 "Appropriate Safety Criteria for Vehicles – Literature Review", rel. Febbraio 2011,

intuitivo che la massima altezza d'acqua tollerabile che può sommergere un terreno agricolo dipende dal tipo di coltivazione e dall'altezza della vegetazione.

Tali valutazioni sono riassunte da Tabella 11 a Tabella 14 e rappresentate nella Figura 19.

Nel caso di terreno improduttivo (Categoria 9 di Tabella 4) la vulnerabilità (V_E) assume valore 0.25, indipendentemente dai valori di *h* e *v*.

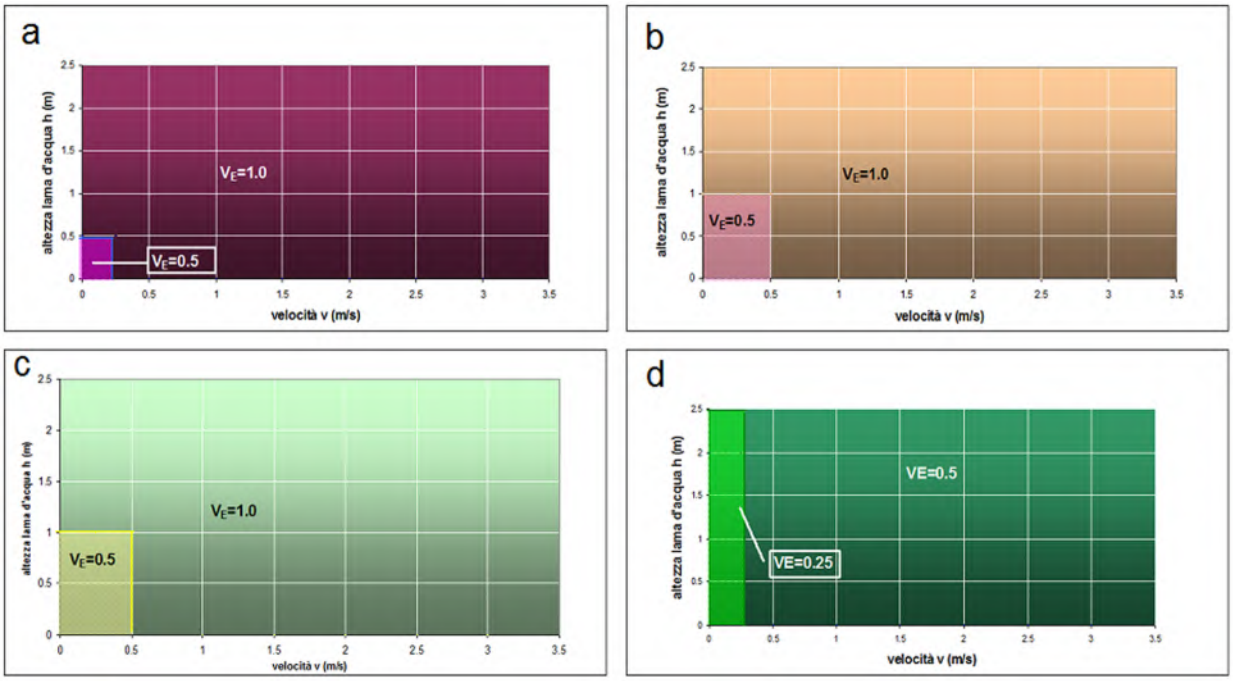


Figura 19 - Valori di vulnerabilità in funzione dei valori di h e v legata ai: (a) vigneti (VE), (b) frutteti e olivi, (c) vegetali da campo, (d) ambienti naturali e semi-naturali

Descrizione	Logiche di h e v	V_E
Altezze d'acqua e velocità tollerabili per lo specifico terreno agricolo	se v ≤ 0.25 m/s e h ≤ 0.5 m	0.5
Altezze d'acqua e velocità non tollerabili per lo specifico terreno agricolo	altrimenti	1

Tabella 11 - Attribuzione della vulnerabilità a vigneti (categoria 6 di Tabella 4)

Descrizione	Logiche di h e v	V_E
Altezze d'acqua e velocità tollerabili per lo specifico terreno agricolo	se v ≤ 0.5 m/s e h ≤ 1 m	0.5
Altezze d'acqua e velocità non tollerabili per lo specifico terreno agricolo	altrimenti	1

Tabella 12 - Attribuzione della vulnerabilità a frutteti e olivi (categoria 6 di Tabella 4)

Descrizione	Logiche di h e v	V_E
Altezze d'acqua e velocità tollerabili per lo specifico terreno agricolo	se v ≤ 0.25 m/s	0.5
Altezze d'acqua e velocità non tollerabili per lo specifico terreno agricolo	altrimenti	1

Tabella 13 - Attribuzione della vulnerabilità a vegetali da campo (categoria 7 di Tabella 4)

Descrizione	Logiche di h e v	V_E
Altezze d'acqua e velocità tollerabili per lo specifico ambiente	se v ≤ 0.5 m/s e h ≤ 1 m	0.25
Altezze d'acqua e velocità non tollerabili per lo specifico ambiente	altrimenti	0.5

Tabella 14 - Attribuzione della vulnerabilità per ambienti naturali e semi-naturali (categoria 7, 8, 10, e 22 di Tabella 4)

Nel caso infine di aree di rilievo storico-culturale ed archeologico (categoria 21 di Tabella 4) in mancanza di specifici dati sperimentali, se la lama d'acqua manifesta tiranti ≥ di 0,5 m si assume la vulnerabilità (VE) pari a 1.

Diversamente, cioè per tiranti ≤ di 0, 5 la V_E si assume pari a 0.25.

5.3.3 Ambiente e beni culturali

La suscettibilità ambientale rispetto alle inondazioni è descritta, in letteratura, mediante 3 indicatori: contaminazione/inquinamento, erosione, "spazi aperti". La contaminazione è causata essenzialmente da tre sorgenti: industrie, rifiuti umani/animali, stagnazione delle acque esondate. L'erosione può causare disturbi alla superficie del terreno e alla copertura vegetale oltre che compromettere eventuali infrastrutture. Gli "spazi aperti" si riferiscono alle aree con ambiente naturale usate per le attività ricreative all'esterno, quali attrazioni turistiche e riserve naturali.

L'approccio utilizzato nel Distretto delle Alpi Orientali, è stato quello di equiparare l'ambiente alle Aree Protette potenzialmente interessate dalle inondazioni. In particolar modo nel caso di presenza di aree sensibili rispetto ai nutrienti, comprese quelle designate come zone vulnerabili a norma della direttiva 91/676/CEE (Nitrati) e le zone designate come aree sensibili a norma della direttiva 91/271/CEE (Reflui urbani), è stata assunta vulnerabilità pari a 1.

Analogamente, nel caso invece di aree designate per la protezione degli habitat e delle specie, compresi i siti pertinenti della rete Natura 2000 istituiti a norma della direttiva 92/43/CEE (Direttiva Habitat) e della direttiva 79/409/CEE (Direttiva Uccelli), è stata valutata la presenza di impianti IPPC e/o di fonti rilevanti di inquinamento nell'intorno dell'area. In caso affermativo è stata posta vulnerabilità pari a 1. In caso negativo si tratta l'area secondo le leggi di Tabella 14.

Nell'ambito delle possibili conseguenze sulla componente ambientale derivanti da fenomeni di allagamento, va peraltro considerato il possibile impatto indiretto (sull'ambiente) derivante dalla inteserzione dell'area alluvionata con il sistema antropico rappresentato nelle sue varie componenti (chiamate categorie) in Tabella 4.

In mancanza di studi specifici è stato assunto che la vulnerabilità ambientale indiretta (V_A) cioè quella derivante dalla conseguente perdita di funzionalità per alluvionamento di una delle categorie richiamate nella Tabella 14 (V_E), sia pari a 0,25.

Per quanto riguarda il "patrimonio culturale" non disponendo di elementi conoscitivi o informativi tali da stabilire una vulnerabilità specifica dei singoli beni in funzione delle caratteristiche dell'inondazione è stato posto, in via cautelativa, una vulnerabilità indifferenziata pari a 1.

5.4 Esposizione

Con riferimento alle tre macro-categorie, si riporta di seguito la metodologia per la quantificazione dell'esposizione.

5.4.1 Persone

L'esposizione delle persone è stata riferita al numero di persone che insistono sul territorio attraverso un fattore di densità (F_d-stabilito nelle 4 classi di Tabella 15), ed alla durata temporale della presenza umana.

Numero di persone	F_d
1 ÷ 50	0.90
51 ÷ 100	0.95
101 ÷ 500	0.98
> 500	1

Tabella 15 - Valori relativi alla presenza umana (Fd)

Questa viene rappresentata dal fattore di durata (F_t), calcolato come il rapporto della durata ipotizzata di permanenza rispetto alle 24 ore (PGUAP – Provincia Autonoma di Trento – DPR 15/02/2006). Nella Tabella 16 sono riportati detti valori per ciascuna delle classi utilizzate nel presente piano.

Cod	Descrizione	F_t
1	Residenziale	1
2	Strutture ospedaliere, sanitarie, assistenza sociale	1
3	Edifici sede di servizi pubblici	1
4	Commerciale e artigianale	0.5 ÷ 1
5	Industriale	0.5 ÷ 1
6	Agricolo specializzato	0.1 ÷ 0.5
7	Agricolo non specializzato, boschi, prati, pascoli, aree cimiteriali, parchi urbani	0.1 ÷ 0.5
8	Turistico-Ricreativo	0.4 ÷ 0.5
9	Improduttivo	0.1
10	Aree sciabili, Campo da golf, Maneggio	0.3 ÷ 0.5
11	Campeggi	1
12	Reti di comunicazione e trasporto: strade di importanza primaria	0.5
13	Reti di comunicazione e trasporto: strade di importanza secondaria	0.5
14	Zona ferroviaria	0.7 ÷ 1
15	Zona per impianti turistici, Zona per attrezzature collettive, Zona per attrezzature collettive sovracomunali, Attrezzature collettive nel sottosuolo	1
16	Infrastruttura a rete, Infrastruttura per le comunicazioni	0.3 ÷ 0.5
17	Strutture a supporto delle reti di comunicazione e trasporto (aeroporti, porti, aree di servizio, parcheggi)	0.7 ÷ 1
18	Zona per la produzione di energia	0.4

Cod	Descrizione	F_t
19	Discariche, Impianti di trattamento dei rifiuti, Aree estrattive, Depuratori	0.3
20	Aree su cui insistono impianti di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59	0.9
21	Aree di rilievo storico-culturale e archeologico; beni culturali	0.5 ÷ 1
22	Beni ambientali	0.5 ÷ 1
23	Zona militare	0.1 ÷ 1

Tabella 16 - Valori relativi alla presenza umana (Ft)

L'esposizione riferita alle persone (E_P) è quindi calcolata come:

$$E_P = F_d \cdot F_t \qquad (5.6)$$

5.4.2 Attività economiche

Per gli adempimenti normativi è richiesta l'indicazione della distribuzione (cioè della collocazione spaziale) e della tipologia delle attività economiche insistenti sull'area inondabile, nonché la valutazione delle potenziali conseguenze negative per le varie tipologie di attività.

L'esposizione relativa alle attività economiche (E_E) è stata espressa attraverso i costi di ripristino, di mancata produzione e di mancata fruizione del servizio. I valori adottati per esprimere detta valenza economica, mutuati da letteratura, sono riportati nella Tabella 17.

Cod	Descrizione	E_E
1	Residenziale	1
2	Strutture ospedaliere, sanitarie, assistenza sociale	1
3	Edifici sede di servizi pubblici	1
4	Commerciale e artigianale	1
5	Industriale	1
6	Agricolo specializzato	0.3 ÷ 1
7	Agricolo non specializzato, boschi, prati, pascoli, aree cimiteriali, parchi urbani	0.3
8	Turistico-Ricreativo	0.5
9	Improduttivo	0.1
10	Aree sciabili, Campo da golf, Maneggio	0.3 ÷ 1
11	Campeggi	0.5
12	Reti di comunicazione e trasporto: strade di importanza primaria	1
13	Reti di comunicazione e trasporto: strade di importanza secondaria	0.5 ÷ 1
14	Zona ferroviaria	1
15	Zona per impianti turistici, Zona per attrezzature collettive, Zona per attrezzature collettive sovracomunali, Attrezzature collettive nel sottosuolo	0.3
16	Infrastruttura a rete, Infrastruttura per le comunicazioni	1

Cod	Descrizione	E_E
17	Strutture a supporto delle reti di comunicazione e trasporto (aeroporti, porti, aree di servizio, parcheggi)	1
18	Zona per la produzione di energia	1
19	Discariche, Impianti di trattamento dei rifiuti, Aree estrattive, Depuratori	0.5
20	Aree su cui insistono impianti di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59	1
21	Aree di rilievo storico-culturale e archeologico; e culturali	1
22	Beni ambientali	1
23	Zona militare	0.1 ÷ 1

Tabella 17 - Valori relativi alla valenza economica (EE)

5.4.3 Ambiente e beni culturali

Per definire il valore esposto in relazione alla componente ambientale, si è proceduto in termini relativi tra le diverse classi di uso del territorio avendo in questo caso a riferimento le modifiche che possono essere indotte dall'evento calamitoso sull'assetto ambientale degli elementi coinvolti. Detti valori (E_A), mutuati da letteratura, sono riportati in Tabella 18.

Cod	Descrizione	E_A
1	Residenziale	1
2	Strutture ospedaliere, sanitarie, assistenza sociale	1
3	Edifici sede di servizi pubblici	1
4	Commerciale e artigianale	0.8
5	Industriale	0.3 ÷ 1
6	Agricolo specializzato	0.7
7	Agricolo non specializzato, boschi, prati, pascoli, aree cimiteriali, parchi urbani	0.7
8	Turistico-Ricreativo	0.1
9	Improduttivo	0.3
10	Aree sciabili, Campo da golf, Maneggio	0.3
11	Campeggi	0.1
12	Reti di comunicazione e trasporto: strade di importanza primaria	0.2
13	Reti di comunicazione e trasporto: strade di importanza secondaria	0.1
14	Zona ferroviaria	0.7
15	Zona per impianti turistici, Zona per attrezzature collettive, Zona per attrezzature collettive sovracomunali, Attrezzature collettive nel sottosuolo	0.3
16	Infrastruttura a rete, Infrastruttura per le comunicazioni	0.1
17	Strutture a supporto delle reti di comunicazione e trasporto (aeroporti, porti, aree di servizio, parcheggi)	1
18	Zona per la produzione di energia	1
19	Discariche, Impianti di trattamento dei rifiuti, Aree estrattive, Depuratori	1

Cod	Descrizione	E_A
20	Aree su cui insistono impianti di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59	1
21	Aree di rilievo storico-culturale e archeologico	1
22	Beni ambientali e culturali	1
23	Zona militare	0.1 ÷ 1

Tabella 18 - Valori relativi alla valenza ambientale (EA)

5.5 Il rischio

La relazione introduttiva che rappresenta la quantificazione del rischio può essere rappresentata per ciascuna macrocategoria (rischio specifico), così come esplicitamente richiesto nel *reporting sheet* [39]di Novembre 2011:

$$R_P = P \cdot V_P \cdot E_P = P \cdot D_P \qquad (5.7)$$

$$R_E = P \cdot V_E \cdot E_E = P \cdot D_E \qquad (5.8)$$

$$R_A = P \cdot V_A \cdot E_A = P \cdot D_A \qquad (5.9)$$

dove R_P, R_E, R_A, V_P, V_E, V_A, E_P, E_E, E_A, D_P, D_E, D_A rappresentano rispettivamente il rischio, la vulnerabilità, l'esposizione ed il danno riferiti alla componente popolazione (P), economica (E) e ambientale (A), cioè le tre macro-categorie sopra richiamate.

Affrontata così la determinazione del rischio specifico, per gli adempimenti previsti nel D. Lgs. 49/2010, per formulare un giudizio complessivo in termini di "rischio totale" (*R*), per ogni area si è proceduto mediante una combinazione delle tre componenti del rischio, **come sotto riportato utilizzando tre pesi diversi per le tre componenti del rischio:**

p_P= peso alla macro-categoria persone $=10$;

p_E= peso alla macro-categoria attività economiche $=1$;

p_A= peso alla macro-categoria ambiente $=1$

$$R = \frac{p_p \cdot R_P + p_E \cdot R_E + p_A \cdot R_A}{p_p + p_E + p_A} \qquad (5.10)$$

Anche per il "rischio totale" al fine di stabilire la sua classe (moderato, medio, elevato , molto elevato), sono stati introdotti gli intervalli di appartenenza numerica, così come illustrato in Tabella 19.

[39] documento tecnico della C.E.

Intervalli di r	Descrizione	Categoria di Rischio
0.1 < R ≤ 0.2	Rischio moderato per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli	R1
0.2 < R ≤ 0.5	Rischio medio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche	R2
0.5 < R ≤ 9	Rischio elevato per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale	R3
0.9 < R ≤ 1	Rischio molto elevato per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche	R4

Tabella 19 - Definizione della classe di Rischio (totale)

Il metodo sopra descritto porta ad ottenere in ogni punto del territorio oggetto di analisi, la classe di Rischio totale. In altri termini per ogni punto (in senso lato) è stato definito un rischio totale per il tempo di ritorno di 30 anni (R_{Tr30}), uno per il tempo di ritorno di 100 anni (R_{Tr100}) ed uno per il tempo di ritorno di 300 anni (R_{Tr300}).

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- *Australian Rainfall and Runoff (AR&R) Project n. 10 "Appropriate Safety Criteria for Vehicles – Literature Review", rel. Febbraio 2011*
- *Balbi S., Giupponi C., Gain A. , Mojtahed V. , Gallina V. , Torresan S. , Marcomini A.,. The KULTURisk Framework (KR-FWK): A conceptual framework for comprehensive assessment of risk prevention measures. Deliverable 1.6. KULTURisk Project 265280, 2012*
- *Citeau, J.-M.,. A New Control Concept in the Oise Catchment Area. Definition and Assessment of Flood Compatible Agricultural Activities, FIG working week, Paris, France, 2003*
- *Clausen, L. & Clark, P.B. 1990., The development of criteria for predicting dambreak flood damages using modelling of historical dam failures. In: International Conference on River Flood Hydraulics, edited by W. R. White. 17. - 20. September, 1990. John Wiley & Sons Ltd. Hydraulics Research Limited, 1990. pp. 369-380*
- *DEFRA & Environment Agency. Flood and Costal Defence R&D Program: Flood Risk to People, Phase 2, FD2321/TR2 Guidance Document. 2006*
- *IPCC-SREX. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.); Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2012.*
- *Maijala, T.,. Rescdam: Development of rescue actions based on dam-break flood analysis, Final Report, Grant agreement no. Subv 99/52623 Community Action Programme in the field of civil protection, Helsinki: Finnish Environment Institute, 2001*
- *Merz B., Hall J., Disse M., and Schumann A.: Fluvial flood risk management in a changing world,*
- *Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 10, 509–527, 2010.*
- *Penning-Rowsell, E.C., P. Floyd, D. Ramsbottom, and S. Surendran. Estimating Injury and Loss of Life in Floods: A Deterministic Framework. Natural Hazards 36:43-64, 2005*
- *Protezione Civile Nazionale, www.protezionecivile.gov.it*

- *Provincia Autonoma di Trento, Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche, Parte IV, DPR 15/02/2006*
- *Ramsbottom, D., S. Wade, V. Bain, M. Hassan, E. Penning-Rowsell, T. Wilson, A. Fernandez, M. House, and P. Floyd. R&D Outputs: Flood Risks to People. Phase 2. FD2321/IR2.Department for the Environment, Food and Rural Affairs/Environment Agency, London, United Kingdom, 2004*
- *Reiter P.,. International methods of Risk Analysis, Damage evaluation and social impact studies concerning Dam-Break accidents. EU-Project RESCDAM. Helsinki PR Water Consulting, 2000*
- *Torresan S., Gallina V., Torresan S., Critto A., Zabeo A., Semenzin E., Marcomini A.,. D.1.7. Part A, Development of a risk assessment methodology to estimate risk levels, KULTURisk Project 265280, 2012*

Note sulle modalità di accesso alle informazioni presenti sul sito WEB

Le specifiche attività di analisi e di elaborazione svolte secondo gli elementi tecnici e le indicazioni metodologiche descritti nei capitoli precedenti consentono di dare attuazione alla direttiva "alluvioni" 2007/60/CE e al decreto di recepimento D. Lgs. 49/2010 per quanto riguarda in particolare la fase di predisposizione delle mappe di allagabilità e rischio di alluvione.

La rappresentazione degli strati informativi allo scopo elaborati avviene sia attraverso specifici servizi web, da organizzare secondo le linee guida disposte dalla Commissione Europea per il reporting ai fini della direttiva e dal Ministero dell'Ambiente per l'informazione al pubblico italiano, sia con la predisposizione di mappe elaborate ad una scala di rappresentazione e con una base cartografica prefissate.

Gli esiti delle elaborazioni ad oggi realizzate nell'ambito del Distretto delle Alpi Orientali, riferibili come detto alle altezze idriche nelle aree allagabili e alla classificazione del rischio, sono al momento disponibili su rappresentazione cartografica riprodotta in tavole a scala 1:25.000 e con base topografica "World Topo Map"[40].

Essendo le tavole impostate sulla dimensione standard UNI A1, per organizzare al meglio la rappresentazione della vastità del territorio del distretto, è stato definita una griglia con l'area di copertura di ogni singolo elemento (foglio), individuato con un codice che fa riferimento alla riga e alla colonna della griglia (righe da "A" a "T"; colonne da "01" a "17"; es: N12).

Il quadro di unione dei fogli per la consultazione delle mappe è riportato in Figura 20.

Questo schema di rappresentazione delle mappe sul territorio del Distretto viene utilizzato per ognuna delle serie tematiche di mappe elaborate e ciò significa che, per ogni singolo foglio, sono disponibili più tavole, distinguibili nei contenuti e nella loro denominazione come di seguito specificato.

I CONTENUTI DELLE DIVERSE SERIE TEMATICHE DI MAPPE			
SERIE	**CONTENUTI con riferimento ai diversi scenari:** bassa probabilità (**HLP**) media probabilità (**HMP**) alta probabilità (**HHP**)	**DENOMINAZIONE TAVOLA**	**ESEMPIO**
mappe delle altezze idriche (**WH**)	classificazione delle altezze idriche riferite alle aree allagabili	ID foglio - scenario - codice SERIE	**H12-HMP-WH**
mappe di rischio (**R**)	classificazione del rischio del fenomeno alluvionale riferito alle aree allagabili	ID foglio - scenario - codice SERIE	**H12-HMP-R**

Tabella 20 – Contenuti delle serie tematiche di mappe

Con riferimento al primo esempio riportato in tabella, si deduce che la tavola relativa al foglio H12 e descrittiva delle classi delle altezze idriche delle aree che sono risultate allagabili con uno scenario di media probabilità, sarà univocamente individuata con la denominazione H12-HMP-WH.

[40] Base topografica disponibile su WEB che utilizza le seguenti fonti di dati e informazioni: Esri, DeLorme, NAVTEQ, TomTom, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), and the GIS User Community

Evidentemente ciò è verificato solo per i fogli all'interno dei quali si riscontrano aree di possibile allagamento.

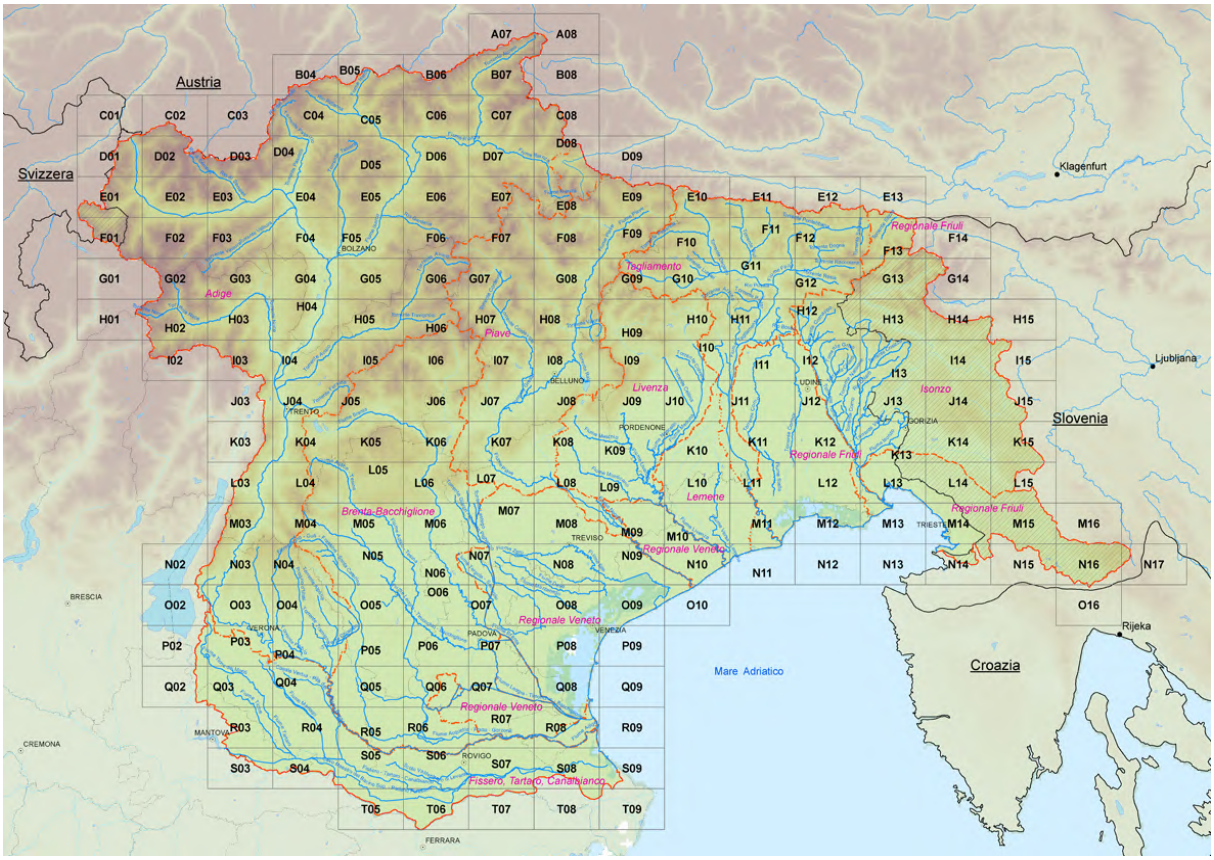


Figura 20 - Quadro di unione dei fogli

La visione e lo scarico delle mappe descritte avviene con accesso al sito WEB del Distretto delle Alpi Orientali selezionando, in successione, la sezione "Piano di Gestione del Rischio Alluvioni" e la sottosezione "Consultazione delle mappe".

Figura 21 – La Home Page del sito del Distretto con la indicazione della sezione da selezionare

Figura 22 – La sezione del sito WEB relativa al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Si procede quindi attivando il servizio WEB indicato che propone la visione di insieme del distretto e del quadro di unione dei fogli.

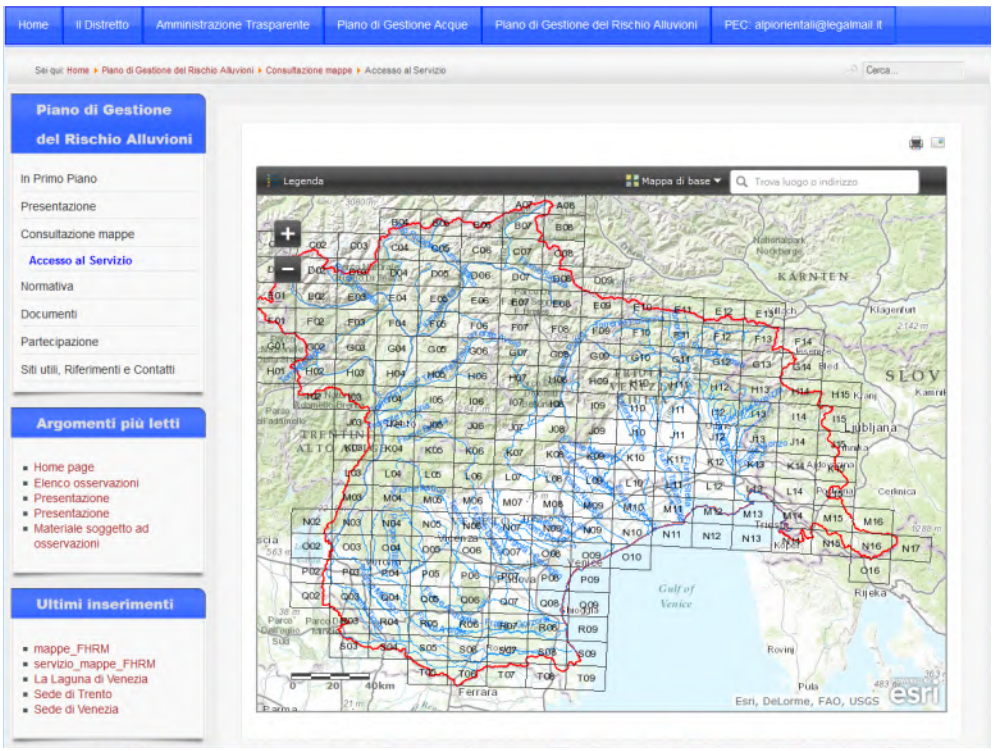


Figura 23 – La visualizzazione su WEB

La selezione di un punto del distretto attiva la visualizzazione dei contenuti riferiti al relativo foglio. Se le mappe sono disponibili, è possibile scaricarle per la visualizzazione attivando il link indicato.

La funzione "cerca località" consente inoltre di trovare sulla rappresentazione del distretto una determinata località di interesse.

Venezia - Trento, dicembre 2014

Distretto idrografico delle Alpi Orientali

Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico
Cannaregio 4314 - 30121 Venezia VE
Tel 041 714444 - Fax 041 714313

Autorità di bacino del fiume Adige
Piazza Vittoria 5 - 38122 Trento TN
Tel 0461 236000 - Fax 0461 233604

PEC alpiorientali@legalmail.it

www.alpiorientali.it