

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale
in Pianificazione territoriale, urbanistica e paesaggistico-ambientale

Tesi di Laurea Magistrale

**UN MODELLO SISTEMICO DI VALUTAZIONE DELLA RESILIENZA NELLA GESTIONE
DEL RISCHIO INONDAZIONI. IL CASO DEL COMUNE DI SAN MAURO TORINESE**



Relatore
Prof. Stefano Ferrari

Candidata
Alessandra Russo

Febbraio 2019

Ai miei genitori. A me stessa.

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	1
1.1 Background	1
1.2 Obiettivi e domande di ricerca.....	3
1.3 Definizioni e focus della ricerca.....	3
1.4 Impostazione della tesi.....	5
2. RESILIENZA: UNA PROSPETTIVA PER I SISTEMI SOCIO-ECOLOGICI.....	6
2.1 Comprendere i disastri.....	8
2.1.1 Protezione civile, emergenza e ciclo del disastro.....	15
2.2 Rischio, disastro e vulnerabilità.....	22
2.2.1 Sul concetto di Vulnerabilità.....	25
2.3 Resilienza: un concetto emergente nella pianificazione del rischio.....	28
2.3.1 Dalla dimensione ingegneristica alla dimensione ecologica della resilienza.....	29
2.3.2 L'approccio socio-ecologico e la resilienza evolutiva.....	33
2.3.3 Connettere il concetto di resilienza alla pianificazione.....	36
3. LA RESILIENZA NELLA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI.....	41
3.1 L'utilizzo dei concetti di resilienza e resistenza in questa tesi.....	42
3.2 La gestione del rischio alluvioni in Italia.....	44
3.3 Resilienza e resistenza nella gestione del rischio alluvioni.....	47
3.3.1 Un approccio sistemico nella gestione del rischio alluvioni.....	47
3.3.2 Definizione di resilienza e resistenza dei sistemi di gestione del rischio alluvioni.....	47
3.3.3 Strategie di resilienza e resistenza nella gestione del rischio inondazioni.....	49
4. QUANTIZZARE LA RESILIENZA. L'APPROCCIO SISTEMICO DI K. M. DE BRUIJN PER I FIUMI DI PIANURA.....	51
4.1 Gli impatti delle inondazioni e il recupero.....	51
4.1.1 Gli impatti delle inondazioni.....	51
4.1.2 Il recupero dagli impatti delle inondazioni.....	53
4.2 Gli indicatori di resilienza e resistenza.....	56
4.2.1 Indicatori di reazione come indicatori di resilienza.....	56
4.2.2 Ampiezza della reazione.....	56

4.2.3	Gradualità.....	59
4.2.4	Tasso di recupero.....	61
4.3	Riflessioni.....	64
5.	APPLICAZIONE DEL MODELLO AL CASO STUDIO. LA RESILIENZA DEL SISTEMA FLUVIALE DI PIANURA NEL COMUNE DI SAN MAURO TORINESE.....	67
5.1	Introduzione.....	67
5.2	Inquadramento e delineazione del sistema.....	68
5.3	Caratteristiche del sistema e regime di portata.....	71
5.3.1	Caratteristiche fisiche del sistema.....	71
5.3.2	Il regime di portata e l'alluvione del 2000.....	73
5.3.3	Caratteristiche insediative, paesaggistiche e socio-economiche del sistema.....	75
5.4	Potenziati impatti da alluvione.....	79
5.4.1	L'approccio e la raccolta dati.....	79
5.4.2	Il metodo.....	81
5.5	I fattori che influenzano il tasso di recupero.....	92
5.5.1	L'approccio e la raccolta dati.....	9
2		
5.5.2	La Preparedness attraverso il questionario.....	93
5.6	Idoneità del dato e premesse all'analisi.....	95
5.7	Resilienza e resistenza del sistema.....	95
5.7.1	La soglia di reazione.....	95
5.7.2	L'ampiezza della reazione.....	96
5.7.3	La gradualità.....	103
5.7.4	Il tasso di recupero.....	103
5.8	Discussioni e conclusioni.....	110
6.	RIFLESSIONI, CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI.....	112
6.1	Riflessioni.....	112
6.1.1	La resilienza dal punto di vista della gestione del rischio di alluvioni.....	112
6.1.2	Applicabilità e riproducibilità degli indicatori di resilienza.....	114
6.2	Considerazioni.....	116
6.2.1	Una strategia di resilienza per San Muro Torinese.....	116
6.3	Conclusioni.....	118
	Riferimenti.....	119
	ALLEGATO.....	129

1 INTRODUZIONE

1.1 BACKGROUND

In passato, quando i livelli del progresso erano bassi, le società non avevano altra opzione che adattare i propri modelli di sviluppo alla natura e ai fenomeni naturali, come le inondazioni, accettando la manifestazione di queste ultime come espressione del volere di Dio. La sopravvivenza di molte antiche civiltà, come quelle presenti lungo il Fiume Nilo in Egitto, o lungo i fiumi cinesi e in Mesopotamia, dipendeva infatti proprio dalle esondazioni dei fiumi di pianura, principale risorsa per lo sviluppo, che attraverso la loro annuale ricorrenza e la conseguente deposizione dei sedimenti permettevano grandi produzioni agricole nelle piane inondabili, fondamentali al sostentamento delle società. Tuttavia, alcune attività antropiche, quali la crescita degli insediamenti umani, l'incremento delle attività economiche, la riduzione della naturale capacità di laminazione del suolo per la progressiva impermeabilizzazione delle superfici e la sottrazione di aree di naturale espansione delle piene, hanno contribuito nel tempo ad annullare gli effetti positivi delle periodiche inondazioni e ad aumentare la probabilità di accadimento del fenomeno, causando un intensificarsi di inconvenienti e di danni da disastri alluvionali, soprattutto negli ultimi decenni (ISPRA, 2018).

D'altra parte le caratteristiche morfologiche del territorio nazionale, in cui spazi e distanze concessi al reticolo idrografico dai rilievi montuosi e dal mare, sono per lo più assai modesti, lo rendono particolarmente esposto ad eventi alluvionali, noti come piene repentine o *flash floods*, innescati spesso da fenomeni meteorologici brevi e intensi. Studi effettuati nell'ultimo decennio (Drobinski et al., 2018; Marchi et al., 2010) evidenziano un aumento della frequenza di tali eventi per l'effetto combinato di variazioni climatiche significative, che alterano il regime termopluviometrico e del sempre crescente consumo di suolo (ISPRA, 2018), che accentua il carattere impulsivo della conseguente risposta al suolo in termini di deflussi.

Sebbene le alluvioni siano fenomeni naturali impossibili da prevenire, non è detto che queste debbano trasformarsi in disastri. Le strategie di gestione del rischio alluvione tentano proprio di evitare che le piene possano provocare effetti catastrofici sulle società, e si esprimono mediante l'attuazione di una combinazione di misure, di carattere strutturale e non strutturale, che consentano ad una zona di fronteggiarle. Per molti anni, la gestione del rischio alluvioni si è affidata prevalentemente a

soluzioni di carattere strutturale, come argini o altre opere idrauliche di contenimento dei livelli idrici, ma dalla fine degli anni Settanta le misure non strutturali, come ad esempio sistemi di allarme basati su tecniche di previsione delle alluvioni in tempo reale o la suddivisione di zone alluvionali per limitare l'occupazione delle piane alluvionali entro certi usi, hanno cominciato a ricevere maggiore attenzione (Rossi et al., 1994). Ad oggi, gli argini si possono trovare lungo molti fiumi di pianura. Esistono tuttavia molte zone in cui le popolazioni hanno accettato le annuali inondazioni o in cui vengono seguite altre strategie.

La strategia di gestione del rischio alluvioni comunemente applicata che mira ad accrescere e rafforzare gli argini, ha accanto molti vantaggi, ma anche qualche svantaggio. Uno dei più rilevanti svantaggi derivanti da questo tipo di misura è che quando un argine subisce una rottura, si verifica un'improvvisa ed incontrollata esondazione in cui i livelli dell'acqua possono aumentare velocemente, cogliendo gli abitanti di sorpresa. Negli alvei protetti dagli argini, la sicurezza è garantita solo per quei deflussi inferiori o pari alla portata di progetto, in questi casi, gli abitanti possono non avere la giusta percezione di trovarsi in una zona alluvionale, pertanto, possono non essere preparati all'eventualità di un'esondazione. Allo stesso tempo però, questo tipo di svantaggio potrebbe essere compensato da molti altri vantaggi che offre questa strategia.

Oggi, continuare ad adottare soluzioni strutturali per gestire il rischio esondazioni è possibile, ma come spiegato in precedenza, esistono anche valide ragioni per considerare altre possibili strategie. Nuove idee, nuovi approcci e visioni sono apparse nel tempo nel dibattito internazionale e nelle ricerche scientifiche, spesso espresse da concetti che si sono poi trasformati in parole d'ordine, la *sostenibilità* è una di queste. Le attuali ricerche e le politiche recentemente sviluppate (Liao, 2012) sembrano allontanarsi dall'idea di protezione dalle inondazioni praticata attraverso l'innalzamento e il rafforzamento degli argini, preferendo un approccio di regolazione delle piane inondabili attraverso la realizzazione di ecosistemi naturali sani, lasciando da un lato il controllo dell'inondazione alla pianificazione territoriale, e creando dall'altro più spazi per il fiume. Questo approccio di mitigazione del rischio alluvionale viene oggi etichettato come resiliente. Anche in Olanda, per migliorare la gestione del rischio alluvioni, i responsabili politici suggeriscono di rendere i sistemi idrici più resilienti. Tuttavia, che cosa si intenda per "sistemi idrici resilienti" non è del tutto chiaro (de Bruijn, 2005). Ci si aspetta che i sistemi resilienti siano in grado di affrontare meglio gli eventi imprevedibili (Silva et al., 2000). La '*resilienza*' ha quindi una connotazione positiva, anche se non è per nulla semplice spiegare quali siano esattamente gli aspetti positivi.

Il termine '*resilienza*', viene spesso usato in differenti discipline scientifiche

e nella lingua parlata. La resilienza viene di solito associata al ritorno da una situazione spiacevole causata da un disturbo ad una situazione in cui gli effetti del disturbo si sono esauriti. Le aziende che quasi falliscono ma che poi recuperano, o i pazienti negli ospedali che recuperano rapidamente vengono considerati resilienti. In tutte queste accezioni, la resilienza assume una connotazione positiva.

Il concetto di resilienza deriva dalle discipline scientifiche che studiano i 'sistemi ecologici'. In ecologia vengono analizzati il comportamento e la capacità di persistenza degli ecosistemi attraverso la reazione che questi sistemi oppongono ai disturbi (Holling, 1973). Questa reazione riflette sia la resilienza che la resistenza dei sistemi stessi. Poiché le onde di piena possono essere considerate un disturbo, è possibile applicare il concetto di resilienza anche nell'ambito della gestione del rischio alluvioni (Klijn e Marchand, 2000; de Bruijn, 2005). Studiare la resilienza potrebbe contribuire a creare un nuovo modo di guardare alla gestione del rischio alluvioni, favorendo migliori e più integrate strategie.

Al fine di comprendere se la connotazione positiva di questo nuovo concetto sia utile nel contesto della gestione del rischio alluvionale, è necessario dare una definizione di resilienza coerente con questo ambito di applicazione.

1.2 OBIETTIVI E DOMANDE DI RICERCA

L'obiettivo di questa tesi è quello di indagare, attraverso l'applicazione del modello di valutazione della resilienza dei sistemi fluviali di pianura teorizzato da K. M. de Bruijn, se la quantizzazione del concetto di resilienza può risultare utile nella gestione del rischio alluvioni. Il concetto di resilienza si può considerare utile quando la sua applicazione facilita lo sviluppo di nuove strategie o se emerge in strategie che differiscono da quelle comunemente applicate.

In particolare, il concetto è stato applicato al caso del Comune di San Mauro Torinese, in Piemonte. La domanda principale affrontata in questa tesi è dunque:

Applicare il concetto di resilienza agevola lo sviluppo di strategie per la gestione del rischio alluvioni?

La domanda principale può essere risolta affrontando le seguenti sotto-domande:

1. Quale definizione dare al concetto di resilienza che sia utile ed applicabile alla gestione del rischio alluvioni dei sistemi fluviali di pianura?
2. Quali indicatori possono essere usati per rendere il concetto di resilienza

- operativo e quantificabile nella gestione del rischio alluvioni?
3. Quanto è resiliente il sistemi di gestione del rischio alluvioni analizzato?
 4. Come può essere aumentata la resilienza del sistema? Attraverso quali strategie?

1.3 DEFINIZIONI E FOCUS DELLA RICERCA

Questa tesi si concentra sul rischio esondazione dei fiumi di pianura. Le inondazioni riguardanti altri tipi di fiumi, laghi o mari non sono state considerate. I fiumi di pianura sono caratterizzati da pendenze relativamente basse, un innalzamento lento del livello dell'acqua e un deflusso che attraversa una zona prevalentemente pianeggiante. Le alluvioni possono essere definite come inondazioni di aree che generalmente sono asciutte. Le esondazioni dei fiumi di pianura sono più prevedibili delle inondazioni marine, poiché il deflusso dei fiumi di pianura di solito cambia gradualmente. Questo dà alle persone il tempo di reagire. Un'altra caratteristica è che solitamente minacciano aree vaste e densamente popolate.

L'*area di interesse* di questa tesi include sia il fiume che la piana inondabile adiacente e comprende sia le caratteristiche fisiche che le caratteristiche socio-economiche di quest'area. Sulla base di un approccio sistemico, si assume che il *sistema socio-economico*, ovvero il sistema in cui le persone agiscono, e il *sistema fisico*, che include le strutture naturali e artificiali, insieme formino un *unico sistema integrato*.

La *gestione del rischio alluvioni* è stata intesa in questa tesi come l'insieme di quelle attività che mirano a migliorare e a mantenere le capacità di una regione di far fronte alle onde di piena. Le strategie di gestione del rischio alluvione dovrebbero consentire ad un sistema di funzionare normalmente nel presente e nel futuro, nonostante i disturbi provocati dalle piene. L'espressione 'gestione del rischio alluvioni' viene qui utilizzata per sottolineare non soltanto la *probabilità* di inondazione, ma anche i conseguenti *impatti*, e che non solo il sistema fluviale può essere gestito, ma anche il sistema socio-economico.

In questa tesi il *rischio alluvioni* è definito come l'impatto annuale previsto dovuto alle inondazioni. Questo è calcolato come la sommatoria del prodotto delle probabilità dei possibili eventi alluvionali e dei corrispondenti impatti.

La *resistenza* è definita come la *capacità del sistema di evitare le esondazioni*, mentre la *resilienza* è definita come la *capacità del sistema di riprendersi dagli impatti delle inondazioni*. La resistenza, pertanto, determina che le onde di piena possano fluire normalmente attraverso il sistema fluviale senza causare esondazioni, mentre la resilienza determina la capacità del sistema di recuperare dopo l'impatto

in caso di esondazioni. Il concetto di resilienza viene reso tangibile attraverso l'individuazione di indicatori che forniscono informazioni circa le capacità di recupero del sistema. Dal momento che sia la resistenza che la resilienza riflettono la reazione di un sistema alle onde di piena, gli indicatori mettono in relazione i diversi aspetti che descrivono questa reazione. Gli indicatori individuati da Karin de Bruijn sono (1) l'ampiezza della reazione, (2) la gradualità dell'incremento della reazione all'aumentare del disturbo e (3) il tasso di recupero (capitoli 3 e 4). La resilienza del sistema si può considerare alta quando l'ampiezza della reazione è bassa, la gradualità è ampia e il tasso di recupero è altrettanto alto. Se il sistema reagisce o meno dipende dalla sua resistenza. La resistenza è indicata dalla soglia di reazione, la quale corrisponde al livello di disturbo massimo che il sistema può subire senza reagire. Nel contesto della gestione del rischio alluvioni questa soglia di reazione è definita come il tempo di ritorno di una determinata portata per cui ci si aspetta che non si verificherà alcun danno.

1.4 IMPOSTAZIONE DELLA TESI

Questa tesi si compone di due parti. La prima parte consiste in un framework teorico di inquadramento dei concetti di disastro, rischio e componenti del rischio, e del significato e dell'evoluzione del concetto di resilienza sulla base della letteratura studiata, con lo scopo di comprendere quali siano le dimensioni chiave della resilienza che possono suggerire un nuovo percorso di teoria e pratica alla pianificazione della gestione del rischio (Capitolo 2). All'interno di questo quadro teorico, verrà affrontata la pratica della gestione del rischio alluvioni in Italia attraverso la normativa e gli strumenti di pianificazione predisposti, verrà dunque fornita una definizione di resilienza, così come asserito in questa tesi, che sia applicabile al contesto della gestione del rischio alluvioni (Capitolo 3).

Nella seconda parte verrà introdotto il modello di valutazione della resilienza per i sistemi fluviali di pianura teorizzato da Karin de Bruijn, attraverso la definizione degli indicatori di resilienza proposti nel modello stesso (Capitolo 4). Successivamente il suddetto modello verrà applicato al caso studio piemontese, nella fattispecie al Comune di San Mauro Torinese, attraverso un'analisi multidimensionale delle caratteristiche sia fisiche che socio-economiche del sistema (Capitolo 5).

Nell'ultima parte della tesi verranno riportate alcune riflessioni sulla base dei risultati ottenuti (Capitolo 6).

2 RESILIENZA: UNA PROSPETTIVA PER I SISTEMI SOCIO-ECOLOGICI

La prima parte di questa tesi serve a fornire il quadro teorico e concettuale della ricerca. L'obiettivo principale è definire qual è il terreno della pianificazione per la resilienza e chiarire perché oggi è diffuso l'uso del concetto di resilienza nelle scienze ambientali come nelle scienze sociali.

Questo primo capitolo esplora il periodo difficile in cui viviamo caratterizzato dal costante richiamo all'imprevedibilità dei disastri che coinvolgono la nostra società, come gli attacchi terroristici, le crisi finanziarie oppure i guasti ai sistemi infrastrutturali, ma si concentra sulle conseguenze degli eventi naturali estremi. Il capitolo si apre con una introduzione sul concetto di *disastro* e sulle categorie di disastro naturale e analizza le connessioni tra la società e le ragioni dei disastri naturali stessi (paragrafo 2.1). In effetti, l'aumento del benessere economico e fisico ha creato un'aspettativa di vita più lunga e ha contribuito a far accrescere la popolazione globale, con una conseguente intensificazione delle attività umane e delle pressioni sui territori. Allo stesso tempo si è potuto assistere al "restringimento" del globo a causa di eventi che, anche se si verificano in un ambito limitato, generano conseguenze dall'impatto globale (come ad esempio Chernobyl, gli attacchi terroristici dell'11 settembre o la crisi finanziaria del 2008 le cui conseguenze non si sono ancora esaurite, ecc.).

Dagli anni Novanta si è avviato un nuovo dibattito che ha messo in discussione la tradizione delle scienze sociali, sostenendo che la natura dei rischi contemporanei non ha precedenti in termini di impatto spaziale, temporale e potenziale, verso cui le tradizionali categorie di controllo e di misurazione del rischio¹ non sono più

¹ I termini disastro, pericolo, rischio e vulnerabilità saranno approfonditi nel corso di questo capitolo. Ad ogni modo, viene qui fornita una definizione di base di questi concetti sviluppati dall'UNISDR per promuovere una comprensione comune sull'argomento da parte del pubblico, delle autorità e dei professionisti (<http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>).

“Disastro = Una grave interruzione del funzionamento di una comunità o di una società che comporta perdite e impatti umani, materiali, economici o ambientali diffusi, che supera la capacità della comunità o della società colpite di far fronte con le proprie risorse. I disastri sono spesso descritti come il risultato della combinazione di: esposizione a un pericolo; condizioni di vulnerabilità presenti; e capacità o misure insufficienti per far fronte alle potenziali conseguenze negative.

Pericolo = Fenomeno pericoloso, sostanza, attività umana o condizione che può causare la perdita della vita, lesioni o altri impatti sulla salute, danni alla proprietà, perdita di mezzi di sussistenza e servizi, interruzione sociale ed economica o danno ambientale.

Rischio = Combinazione della probabilità di un evento e delle sue conseguenze negative.

Vulnerabilità = Caratteristiche di una comunità (o sistema) che la rendono sensibile agli effetti dannosi di un pericolo.”

valide. Per affrontare i pericoli che sfuggono alla logica del controllo, la nuova sfida è elaborare nuovi metodi che mettano in relazione i rischi con le decisioni e le pratiche.

Al fine di definire il quadro teorico, nel paragrafo 2.2 si affronteranno i concetti di rischio e di vulnerabilità e nel paragrafo 2.3 si esplorerà la letteratura sul concetto di resilienza, passando dall'approccio ingegneristico a quello evolutivo. Questo approccio è stato scelto perché la vulnerabilità e la resilienza, sebbene correlate, sono affrontate come concetti diversi nel campo delle sfide poste dal cambiamento ambientale, dal contesto sociale o dall'economia globale. Di solito, i termini vulnerabilità e resilienza si riferiscono a due differenti approcci verso i problemi in esame: il concetto vulnerabilità è più correlato alla dimensione ecologico-biofisica, mentre il concetto di resilienza si concentra maggiormente sulle questioni di politica sociale. Come sostenuto da Miller et al. (2010), la tensione epistemologica tra i due termini è principalmente causata dalle comunità di ricerca che si occupano di questi due fattori e dal modo in cui entrambe le comunità concettualizzano i sistemi e i cambiamenti. Miller ha inoltre teorizzato che la vulnerabilità e la resilienza sono complementari e ha esplorato la necessità dell'integrazione tra i due termini per raggiungere una serie di principi concettuali e metodologici comuni, in grado di guidare nuove modalità di gestione e di *governance* future.

Il termine vulnerabilità è stato teorizzato negli studi sul rischio e sulla capacità di risposta nelle scienze regionali (Simmie e Martin, 2010; Smith, 2009). D'altra parte, i contributi epistemici e accademici sulla teoria della resilienza provengono principalmente dalle scienze naturali e in particolare dall'ecologia (Holling, 1973; Pendall et al., 2010; Simmie e Martin, 2010), ma oggi sono molto diffusi anche nelle scienze sociali (Berkes e Folke, 1998; Folke, 2006; Gunderson e Holling, 2002).

La vulnerabilità è vista come una condizione correlata all'esposizione, alla suscettibilità, alla sensibilità e alla capacità di adattamento ai "rischi calcolati". Dall'altra parte, la resilienza include diverse caratteristiche critiche come la persistenza, l'adattabilità e la trasformabilità ai "rischi non calcolati" (Resilience Alliance, 2010). Il nucleo della resilienza sta nelle interazioni tra le componenti del sistema, di conseguenza, nelle interazioni tra il ruolo delle istituzioni, del capitale sociale, della leadership e della conoscenza con il sistema fisico. Nella gestione del rischio va sempre più diffondendosi un approccio di resilienza, sempre più auspicato anche nelle risposte istituzionali che cercano soluzioni al cambiamento climatico. Tuttavia, il terreno comune tra la vulnerabilità e l'approccio di resilienza riguarda il modo in cui i sistemi reagiscono a stress o a perturbazioni, mentre la differenza può essere ricercata nella modalità in cui le comunità considerano i sistemi.

La vulnerabilità si concentra sulla comprensione dei processi ecologici e biofisici, al fine di anticipare, adattarsi e gestire il cambiamento. La resilienza, invece, enfatizza le dinamiche e le interconnessioni interne al sistema, le relazioni socio-ecologiche e i feedback.

In verità, le numerose definizioni e i numerosi approcci alla vulnerabilità e alla resilienza, rivelano una natura multiforme dei problemi in esame. A causa di questa natura multidisciplinare e frammentata del tema e a causa della mancanza di un paradigma dominante all'interno della letteratura, questo capitolo non ha la pretesa di essere esaustivo, ma prova a definire un quadro teorico per questa ricerca.

In particolare, l'ultima parte di questo capitolo suggerisce di preservare il ruolo essenziale della pianificazione come attività decisionale nella gestione del futuro di una società. Allo stesso tempo, il mutevole paradigma nella prospettiva del rischio, richiede di rivedere alcuni aspetti della pianificazione e di definire un percorso alternativo di pianificazione tale da garantirne l'efficacia del suo ruolo (Pede, 2015). Un percorso che riconosca le implicazioni della sicurezza sociale, in cui l'assunto non sia solo quello del controllo di un rischio definito e misurabile, ma quello di rendere gestibile, per quanto possibile, un futuro incerto. Pertanto, nella prima parte di questa tesi verranno affrontate le seguenti domande:

1. *Quali sono le radici del concetto di “resilienza” e qual è il suo uso nel campo della gestione del rischio in un periodo di crescente incertezza?*
2. *Quali sono le dimensioni chiave della “resilienza” che suggeriscono un nuovo percorso di teoria e di pratica della pianificazione della gestione del rischio disastri?*

2.1 COMPRENDERE I DISASTRI

Anticamente il *Disastro* veniva associato alla “cattiva stella”, ovvero alla sfortuna. Il termine deriva dal latino *dis-astrum* (dove il prefisso *dis* esprime una mancanza, un difetto e *astrum* significa stella), e si riferiva all'idea che il manifestarsi di un evento avverso, di grande forza distruttiva, fosse dovuto alla nefasta influenza esercitata da una stella o da un pianeta.

Gli antichi, dunque, associavano una dimensione fatalistica e aleatoria ai disastri, volere del Fato o degli Dei e per questo inevitabili e fuori dal controllo umano, superata solo in epoca tardo moderna. Ad oggi in letteratura, non esiste ancora una definizione univoca e condivisa di “disastro”. Smith (1996) offre una definizione di disastro che tiene conto anche del senso di percezione degli individui

e scrive che: «un disastro deriva generalmente dalla interazione, nel tempo e nello spazio, tra l'esposizione fisica ad un processo pericoloso e una popolazione umana vulnerabile».

In generale un disastro viene definito in relazione all'entità delle sue conseguenze (perdite). La definizione più comune — data dal CRED², Centro per la Ricerca sull'Epidemiologia dei Disastri — definisce un disastro come “*una situazione o un evento che travolge il sistema locale e che richiede a livello nazionale o internazionale una assistenza esterna; un evento imprevisto e spesso improvviso che causa grandi danni, distruzione e sofferenza umana*”. Il CRED, inoltre, stabilisce che affinché un disastro possa essere inserito nel database (EM-DAT), deve essere soddisfatto almeno uno dei seguenti criteri: 10 o più persone segnalate uccise; 100 o più persone segnalate colpite; dichiarazione di uno stato di emergenza; richiesta di assistenza internazionale.

Marotta e Zirilli (2015) offrono la seguente definizione di disastro, a mio parere molto interessante: «un *disastro* è inteso come un evento (o una serie di eventi), concentrato nel tempo e nello spazio, durante il quale un'entità sociale subisce uno sconvolgimento dell'ordine delle cose, con gravi perdite umane e/o danni alle proprietà, la cui entità dipende fortemente dalle scelte che la stessa entità sociale compie o ha compiuto per prevenirli o contrastarli, e che possono essere assorbiti dal sistema colpito in un lasso di tempo relativamente breve, senza che quest'ultimo collassi³».

Rispetto al suo significato originario, vi è il rifiuto del fatalismo e il riconoscimento del disastro come conseguenza di una gestione inappropriata da parte nostra dell'ecosistema. In realtà però, questo è valido solo nel campo accademico, perché

2 Il Centro per la ricerca sull'epidemiologia dei disastri (CRED) è attivo da oltre 40 anni nel campo degli studi internazionali sulle catastrofi e sulla salute dei conflitti. Il CRED promuove la ricerca, la formazione e le competenze tecniche in caso di emergenze umanitarie, con particolare attenzione al soccorso, alla riabilitazione e allo sviluppo. È stato fondato a Bruxelles nel 1973 presso la School of Public Health dell'Università Cattolica di Lovanio (UCL) come istituzione senza scopo di lucro con status internazionale secondo la legge belga. Nel 1980, il CRED è diventato un centro di collaborazione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) come parte del Programma globale dell'OMS per la preparazione e la risposta alle emergenze. La ricerca del CRED si concentra su tutte le situazioni umanitarie e di emergenza con un impatto importante sulla salute umana. Questi includono tutti i tipi di disastri naturali immediati - come terremoti, inondazioni e tempeste - nonché disastri a lungo termine - come carestie e siccità - e situazioni che creano uno sfollamento di massa di persone - ad esempio, guerre civili e conflitti. Il Centro promuove anche la ricerca sugli aspetti più generali delle crisi umanitarie, come i diritti umani, le questioni socio-economiche e ambientali, i sistemi di allarme precoce, i bisogni speciali di donne e bambini e l'assistenza alla salute mentale. Il CRED lavora in quattro aree principali: Catastrofi naturali e relativi impatti; Conflitto civile e epidemiologia dei conflitti; Supporto di database e informazioni; Rafforzamento delle capacità e formazione.

3 Gli Autori specificano nel testo una differenza tra la definizione di “disastro” e quella di “catastrofe”, attribuendo alla seconda una dimensione drastica e brutale, tale da determinare il collasso o la distruzione della struttura di un sistema, dall'esito irreversibile. Un sistema affetto da “guasto catastrofico” subisce danni irrimediabili che possono essere recuperati solo a lungo termine.

gli individui tendono ancora ad associare il disastro al fatalismo ed è ancora molto diffusa una percezione sottovalutata del rischio (Pede, 2015; Capitolo 6). La verità è che sviluppo economico e rischi ambientali sono profondamente collegati. La crescita demografica, la rapida urbanizzazione (nel 2011 la popolazione mondiale ha raggiunto la soglia dei sette miliardi, quattro volte superiore alla popolazione mondiale del 1950, e per la prima volta nella storia umana, di questa oltre la metà vive nelle città), i cambiamenti climatici globali, l'eccessivo sfruttamento delle risorse, l'uso indiscriminato del suolo e il crescente uso di tecnologie sempre più complesse, incidono pesantemente sugli equilibri naturali e sono tra le principali cause responsabili dell'aumento significativo del numero dei disastri nell'ultimo ventennio e, ancor di più, dell'incremento della gravità delle loro conseguenze. I fenomeni naturali geodinamici (terremoti, eruzioni vulcaniche) e quelli di origine atmosferica o climatica (alluvioni, siccità), anche nel caso in cui non si tratti di eventi estremi, diventano disastri in un contesto abitato reso fragile e vulnerabile dalle azioni umane. Maggiore è l'ingerenza umana, maggiore è l'entità del danno associato a questi eventi (Marotta e Zirilli, 2015).

Le attività umane sono anche responsabili dell'innalzamento climatico⁴ del pianeta, attraverso le emissioni industriali dei gas serra (anidride carbonica, protossido di azoto, metano, gas fluorurati e altri), che sul lungo periodo potrebbero dar luogo ad un numero sempre più elevato di disastri legati ad eventi estremi di carattere idrometeorologico⁵, nonché ad un graduale innalzamento del livello del mare.

È bene sottolineare che, più di ogni altra causa, è il livello di concentrazione abitativa raggiunto e il costante aumento dei livelli demografici in tutto il mondo che aumentano il rischio di disastro e aggravano le conseguenze delle catastrofi, quando queste si verificano. Crescente numero di esseri umani e maggiore densità abitativa, unitamente alla scelta di modelli insediativi poco sostenibili (come costruire nelle piane alluvionali o in zone sismiche), infatti, fanno sì che sempre più

4 Nel 1992, a Rio de Janeiro, le Nazioni Unite stipularono una convenzione che diede origine al protocollo di Kyoto del 1997, un accordo internazionale per il taglio delle emissioni, entrato in vigore il 16 febbraio 2005 e ratificato da 157 Paesi produttori di oltre il 60% dei gas serra. Il trattato prevede l'obbligo di operare una riduzione delle emissioni di elementi inquinanti (biossido di carbonio, metano, ossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) in una misura non inferiore all'8,65% rispetto alle emissioni registrate nel 1985 – considerato come anno base – nel periodo 2008-2012, prolungato al 2020. Tra i Paesi non aderenti, alcuni degli Stati a economia avanzata sui quali grava la maggiore responsabilità delle emissioni (in particolare Stati Uniti, ma anche l'Australia che ha ratificato il protocollo soltanto nel 2007), che ritengono eccessivo il costo per le loro economie e si rifiutano di aderirvi facendo leva sul pretesto che sul nesso di causalità diretta tra effetto serra, riscaldamento globale e cambiamento climatico, la comunità scientifica non abbia ancora raggiunto un consenso unanime.

5 L'IPCC, Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico, ha previsto nel periodo dal 1990 al 2100, un aumento della temperatura media della superficie terrestre da 1,4 a 5,8° C, e un aumento del livello del mare da 0,1 a 0,9 metri rispetto allo stesso periodo. Dal 1910 la temperatura globale media è aumentata di circa 1,5° C.

persone saranno esposte a rischi naturali e che il “costo” in termini di vite umane e perdite economiche sarà sempre più alto (Mileti, 1999).

Un disastro può avere molte forme e può essere classificato in molti modi. Generalmente i disastri si classificano in funzione alla presunta origine: alcuni derivano dalla forza della natura; altri dall’azione umana, e in alcuni casi possono derivare dalla combinazione di forze naturali e attività antropiche (Vale e Campanella, 2005). La natura e la società sono interconnesse a tutte le scale e ogni cambiamento di una può potenzialmente influenzare l’altra. La compresenza e l’interazione tra diversi fattori di pericolosità naturali e antropici, unitamente alle caratteristiche dei sistemi urbani, rendono i disastri urbani eventi sempre più complessi: un «mix interattivo di eventi naturali, tecnologici e sociali» (Mitchell, 1999). In alcuni casi un disastro può avere effetti a cascata anche sull’ambiente, come nel caso del naufragio della petroliera Erika al largo delle coste della Bretagna nel 1999, che ha causato il rilascio di tonnellate di petrolio in mare, devastando la vita marina (Birkland, 2004).

L’EM-DAT — la banca dati mondiale sui disastri lanciata dal CRED nel 1988 — distingue tra due categorie generiche di disastri, naturali e tecnologici. Allo stesso modo i disastri si possono distinguere tra quelli ad insorgenza lenta (che si manifesta gradualmente nel tempo), dovuti per esempio all’incremento della temperatura media dell’aria e degli oceani o alla scarsità delle risorse, e quelli improvvisi (che emergono rapidamente o inaspettatamente), che possono essere associati, ad esempio, ad alluvioni, cicloni tropicali o ondate di calore, prevalentemente connessi alle modificazioni delle condizioni meteo-climatiche. I primi, sono fenomeni che durano giorni, mesi o anche anni, come la siccità, la desertificazione, le epidemie; i secondi sono fenomeni istantanei, come inondazioni improvvise, terremoti, eruzioni vulcaniche, tsunami, tornado, o anche esplosioni chimiche, guasti alle infrastrutture, incidenti nei trasporti e procurano shock immediati (IPCC, 2011).

I disastri naturali sono generalmente classificati in sei sottogruppi e nelle loro principali tipologie (CRED, 2016; fig. 2.1):

1. Geofisici: eventi originati dalla crosta terrestre (ad es. terremoti, valanghe, frane, eruzioni vulcaniche);
2. Idrologici: eventi causati da deviazioni del normale ciclo dell’acqua e/o dal traboccamento di corpi idrici causato dall’impostazione del vento (ad es. alluvioni, smottamento, esondazioni);
3. Meteorologici: eventi causati da fenomeni atmosferici di breve durata (dalla piccola alla media scala), in un’arco temporale che va da minuti a giorni (ad es. tempeste e uragani);

4. Climatologici: eventi causati da fenomeni di medio/lungo corso (dalla media alla grande scala), in un arco temporale di variabilità climatica da intrastagionale a multidecennale (ad es. temperature estreme, siccità, incendi);
5. Biologici: eventi causati dall'esposizione di organismi viventi a germi e sostanze tossiche (ad es. epidemie, infestazioni di insetti, incontri con animali pericolosi);
6. Extra-terrestri: eventi dovuti alla collisione di oggetti celesti, come meteoriti, asteroidi, comete o altri, contro la Terra.

Un'altra classificazione comune è tra i cosiddetti *man-made disasters*, che si riferiscono a fenomeni "artificiali" causati dall'uomo e possono essere suddivisi in due categorie:

1. Tecnologici: disastri dovuti a disfunzioni ingegneristiche, ai trasporti e ai disastri ambientali (ad es. incidenti legati al trasporto, grandi incendi, contaminazioni chimiche e incidenti nucleari);
2. Sociologici: azioni criminali, attacchi terroristici, rivolte, guerre, fughe, ecc..

Class of hazard	Examples
Natural (geophysical)	
Geological	Earthquake, volcanic eruption, landslide (including rockfall, debris avalanche, mudflow), episode of accelerated erosion, subsidence
Meteorological	Hurricane, tornado, icestorm, blizzard, lightning, intense rainstorm, hailstorm, fog, drought, snow avalanche
Oceanographic	Tsunami (geological origins), sea storm (meteorological origins)
Hydrological	Flood, flashflood
Biological	Wildfire (forest or range fire), crop blight, insect infestation, epizootic, disease outbreaks (meningitis, cholera, etc.)
Technological	
Hazardous materials and processes	Carcinogens, mutagens, heavy metals, other toxins
Dangerous processes	Structural failure, radiation emissions, refining and transporting hazardous materials
Devices and machines	Explosives, unexploded ordnance, vehicles, trains, aircraft
Installations and plant	Bridges, dams, mines, refineries, power plants, oil and gas terminals and storage plants, power lines, pipelines, high-rise buildings
Social	
Terrorist incidents	Bombings, shootings, hostage taking, hijacking
Crowd incidents	Riots, demonstrations, crowd crushes and stampedes

Figura 2.1 Classes of natural, technological and social hazard. Fonte: In parte basata sulla tabella 4.3, p.101 di "Regions of risk: a geographical introduction to disasters", K. Hewitt (Harlow, England: Addison-Wesley-Longman, 1997); in Alexander (2002)

Un'ultima classificazione viene fatta per distinguere quei disastri naturali (frane, inondazioni, smottamenti) che possono essere conseguenze di azioni sbagliate intraprese dall'uomo nei confronti dell'ambiente naturale. In generale,

una linea di demarcazione netta tra l'origine antropica o naturale dei disastri è molto difficile da tracciare. È opinione diffusa e condivisa tra gli specialisti che tutti i disastri si potrebbero considerare *man-made*, nel senso che tra le cause all'origine dell'evento esista almeno una riconducibile ad una decisione umana. Secondo questa considerazione, anche gli eventi naturali che nascono senza un diretto coinvolgimento umano, molto spesso si trasformano in disastri antropici a causa delle azioni umane prima, durante o dopo il disastro (Marotta e Zirilli, 2015).

Ad ogni modo, la maggior parte dei disastri naturali o *man-made*, può essere considerata una conseguenza del fallimento dello sviluppo. Nonostante la crescita delle conoscenze scientifiche e delle competenze circa il rischio e la sua mitigazione, la pressione delle attività umane sul sistema ecologico sta aumentando con conseguenze sulla vulnerabilità territoriale. Allo stesso tempo, le conseguenze dei disastri naturali si riversano sullo sviluppo economico e sociale, perché richiedono l'intervento di tempo e di risorse indispensabili per la ricostruzione post-disastro, compromettendo la stabilità e lo sviluppo delle comunità. Questi sono detti "effetti secondari" e riguardano gli impatti di un disastro, di breve e lungo periodo, sulla economia generale e sulla condizione socio-economica (UNDP, 2004).

La stima degli effetti di un disastro viene effettuata sia in termini di impatti umani, che di impatti economici (UNDP, 2004). Nell'EM-DAT viene utilizzato il numero delle vittime come misura dell'impatto umano di un disastro. Nello specifico del calcolo, il numero di vittime viene calcolato come la somma del totale delle morti e del totale delle persone segnalate colpite, dove il numero delle morti totali include sia le morti confermate, che quelle mancanti e presunte, mentre le persone colpite rappresentano il numero di persone che richiedono assistenza immediata durante un periodo di emergenza (ad esempio richiedono un'assistenza di base per la sopravvivenza come cibo, acqua, alloggio, servizi igienico-sanitari e assistenza medica immediata), incluse persone ferite e persone evacuate. L'impatto economico di un disastro, invece, consiste nelle conseguenze dirette e indirette sull'economia locale. Le conseguenze dirette riguardano i danni alle infrastrutture (comunicazioni, energia elettrica, trasporti, distribuzione di acqua e gas), i danni alle abitazioni, nonché i danni alle colture. Le conseguenze indirette si riferiscono alla destabilizzazione del mercato, alla perdita di entrate, alla disoccupazione (CRED, 2015).

Alcune statistiche. Secondo un report del CRED — *The Human Cost of Natural Disasters: A Global Perspective* — del 2015, che presenta i dati relativi agli impatti dei disastri naturali (umani ed economici) su scala mondiale nel ventennio che va dal 1994 al 2013, le inondazioni hanno causato la maggior parte dei disastri naturali, rappresentando il 43% di tutti gli eventi registrati e colpendo circa 2,5

miliardi di persone. Al secondo posto dei disastri naturali più frequenti, le tempeste, seconde più costose in termini di vite perse e prime in termini di impatti economici. Mentre i terremoti (compresi gli tsunami) hanno ucciso più persone di tutti gli altri tipi di disastri messi insieme, (circa 750.000 vite). La siccità ha colpito nello stesso periodo oltre un miliardo di persone, ovvero il 25% del totale mondiale. Questo nonostante il fatto che la siccità abbia rappresentato solo il 5% degli eventi di emergenza. Un'analisi dei dati EM-DAT mostra anche come i livelli di reddito incidano sul numero delle vittime delle calamità. In media, si registra un numero di persone morte per disastro nei paesi a basso reddito tre volte superiore (332 morti) rispetto alle nazioni ad alto reddito (105 morti). Nel loro insieme, i paesi a più alto reddito hanno subito nel periodo 1994-2013 il 56% dei disastri, ma hanno perso il 32% delle vite, mentre i paesi a basso reddito hanno subito il 44% dei disastri, ma hanno registrato il 68% dei decessi. Ciò dimostra che i livelli di sviluppo economico, piuttosto che l'esposizione ai pericoli di per sé, sono i principali fattori determinanti della mortalità.

Come molte altre nazioni altamente sviluppate, l'Italia è colpita da eventi di allagamento abbastanza frequentemente, con effetti devastanti sulla maggior parte del suo territorio (Guzzetti, Stark, & Salvati, 2005). I dati dell'ultimo rapporto del Ministero dell'Ambiente e del Territorio (2017) rivelano che il 68,8% dei comuni italiani sono esposti a livelli di rischio idrogeologico elevato o molto elevato. La regione con la maggior parte delle aree a rischio è la Valle d'Aosta, nel nord dell'Italia, con 660,2 km², pari al 20,2% della superficie totale di questa regione.

Oltre alle conseguenze umane ed economiche, i disastri possono essere la causa di lesioni psichiche profonde. L'impatto psichico è difficile da misurare, poiché non è necessariamente proporzionale alla portata di un disastro e poiché il trauma provocato può persistere anche molto tempo dopo l'impatto fisico di un disastro. Ad esempio, gli attacchi terroristici dell'11 settembre del 2001 hanno procurato un trauma a tutto il mondo occidentale, rafforzando il senso di paura e di percezione del rischio (Vale e Campanella, 2005).

Questa tesi si concentra principalmente sui disastri di carattere idrologico. In questa ricerca si cercherà di indagare inoltre il ruolo della preparazione delle comunità come fattore di resilienza nella gestione del rischio idrologico (Capitolo 6). La moltitudine di attori coinvolti durante le diverse fasi del disastro, non consente una trattazione globale e unica del disastro, poiché ogni crisi coinvolge diversi attori in base al tipo di fenomeno, all'estensione spaziale, temporale e giurisdizionale. Tuttavia, parte dei suggerimenti che si presenteranno nel corso di questa ricerca potrebbero essere applicati anche ad altri tipi di catastrofi, come ad esempio la multidimensionalità della resilienza territoriale (fisica e socio-

economica) e la condivisione della conoscenza al fine di migliorare la capacità di gestire le emergenze da parte delle comunità.

2.1.1 PROTEZIONE CIVILE, EMERGENZA E CICLO DEL DISASTRO

Come già discusso (vedi par. 2.1), la comprensione dei pericoli e dei disastri è cambiata attraverso la storia. In passato, nei casi in cui all'origine dei disastri ci fossero forze di carattere naturale, le persone consideravano questi eventi come "*acts of God*", atti di Dio. Questa prospettiva enfatizzava l'inevitabilità degli eventi catastrofici a causa del legame con una punizione divina, piuttosto che una conseguenza della pressione delle attività umane sulla terra. Questo atteggiamento fatalistico implicava che non si poteva fare nulla per il verificarsi dei disastri, quindi non incoraggiava lo sviluppo delle conoscenze per affrontarli. La principale sfida in questo campo è stata la consapevolezza dei termini di "pericolo" e di "rischio" (par. 2.2) e il loro legame con le attività umane. Il primo grande cambiamento si ebbe nei paesi occidentali tra il XIX e il XX secolo con lo sviluppo della scienza e con l'accresciuta idea dei disastri come *acts of nature*, atti della natura, non più atti di Dio. Questa nuova consapevolezza ha introdotto nel tempo alcune sfide, portando alla luce la possibilità di operare per la riduzione degli impatti degli eventi disastrosi — in particolare attraverso misure ingegneristiche — e con azioni di prevenzione e di mitigazione (Quarantelli, 2000).

Anche se i primi studi sulle responsabilità umane nel disastro iniziarono dal 1900, ci volle ancora mezzo secolo per considerare i disastri indirettamente derivanti dagli atti della società (*acts of society*). Le persone sono abituate a creare involontariamente le condizioni necessarie perché da un pericolo si possa generare un disastro, costruendo per esempio edifici non a prova sismica in zone a rischio, oppure edificando in piane alluvionali. La responsabilità di un disastro non è attribuibile dunque al fenomeno naturale estremo in sé, ma alle condizioni di vulnerabilità e di esposizione (par. 2.2) che si vengono a creare. Come affermò il sismologo statunitense Charles Richter (ideatore della famosa scala sismica che misura la magnitudo di un terremoto) «non sono i terremoti che uccidono le persone, bensì gli edifici mentre cadono». Attraverso questa semplice considerazione si evidenzia il problema di fondo: non sono gli eventi che causano il disastro, ma la loro interazione con l'ambiente antropizzato (Scandone e Giacomelli, 2015).

Finalità, scopo e portata della pianificazione di emergenza

C'è un curioso paradosso che riguarda i disastri. Se da un lato è vero che i disastri sono eventi straordinari che richiedono organizzazione e risorse speciali per affrontare il danno, le perdite e le interruzioni che causano, è altrettanto vero che dall'altro, i disastri sono sufficientemente frequenti e simili tra loro per essere considerati eventi normali, non anormali. Sebbene siano necessari poteri di emergenza e misure speciali quando si verifica un disastro, i requisiti e le esigenze sono abbastanza prevedibili per essere pianificati. In effetti, la pianificazione di un disastro oltre ad essere possibile è un obbligo per le autorità civili responsabili della sicurezza della popolazione in tutte le sue categorie (Alexander, 2002). Il campo della protezione civile⁶ è relativamente

⁶ La storia della protezione civile in Italia è strettamente legata alle calamità che hanno colpito il Paese. Terremoti e alluvioni hanno segnato la storia e l'evoluzione del nostro Paese contribuendo a creare quella coscienza di protezione civile, di tutela della vita e dell'ambiente che ha portato alla nascita di un Sistema di Protezione Civile in grado di reagire e agire in caso di emergenza e di mettere in campo azioni di previsione e prevenzione.

La prima vera e propria legge che delinea un quadro complessivo di interventi di protezione civile è la legge n. 996 dell'8 dicembre 1970: "Norme sul soccorso e l'assistenza alle popolazioni colpite da calamità – Protezione Civile".

Per la prima volta il nostro ordinamento recepisce il concetto di protezione civile e precisa la nozione di calamità naturale e catastrofe. Si afferma quindi il concetto di protezione civile intesa come predisposizione e coordinamento degli interventi e si individuano i compiti fondamentali affidati ai vari organi della protezione civile per una razionale organizzazione degli interventi e per far arrivare nel modo più rapido ed efficace i soccorsi alle popolazioni colpite.

La legge 96/70 privilegia il momento dell'emergenza: di fatto si disciplina solo il soccorso da mettere in campo nell'immediatezza dell'evento. Il regolamento d'esecuzione della legge viene approvato solo dopo 11 anni; nel frattempo rovinosi terremoti colpiscono nel 1976 il Friuli e nel 1980 la Campania. Di fronte a queste catastrofi il sistema dei soccorsi mostra tutti i suoi limiti: si apre un dibattito civile e culturale con l'obiettivo di superare il vecchio assetto operativo. Comincia a farsi strada l'idea che i disastri vadano affrontati dopo averli "immaginati, descritti e vissuti" prima e che occorra dimensionare le strutture di intervento tenendo conto di scenari già elaborati e di misure di prevenzione già messe in atto. Si comincia a parlare di protezione civile non solo come soccorso, ma anche come previsione e prevenzione. Nel 1981 il regolamento d'esecuzione della legge n. 996 del 1970 individua per la prima volta gli organi ordinari (Ministro dell'Interno, Prefetto, Commissario di Governo nella Regione, Sindaco) e straordinari di protezione civile (Commissario straordinario), e ne disciplina le rispettive competenze. La protezione civile viene definita compito primario dello Stato. Si comincia a parlare di prevenzione degli eventi calamitosi, attraverso l'individuazione e lo studio delle loro cause. Nel 1982 viene formalizzata la figura del Ministro per il Coordinamento della Protezione Civile (legge n.938 del 1982), una sorta di "commissario permanente" in sostituzione del Commissario straordinario. Il Ministro per il Coordinamento della Protezione Civile si avvale del Dipartimento della Protezione Civile, questo ultimo raccoglie informazioni e dati in materia di previsione e prevenzione delle emergenze, predisporre l'attuazione dei piani nazionali e territoriali di protezione civile, organizza il coordinamento e la direzione dei servizi di soccorso, promuove le iniziative di volontariato, e coordina la pianificazione d'emergenza, ai fini della difesa civile.

La protezione civile si muove ormai lungo quattro direttrici principali: previsione, prevenzione, soccorso, ripristino della normalità. La svolta definitiva arriva con la legge n. 225 del 1992 e la nascita del Servizio Nazionale della Protezione Civile, con il compito di "tutelare l'integrità della vita, i beni, gli insediamenti e l'ambiente dai danni o dal pericolo di danni derivanti da calamità naturali, da catastrofi e altri eventi calamitosi". La struttura di protezione civile viene riorganizzata profondamente come un sistema coordinato di competenze al quale concorrono le amministrazioni dello Stato, le Regioni, le Province, i Comuni e gli altri enti locali, gli enti pubblici, la comunità scientifica, il volontariato, gli ordini e i collegi professionali e ogni altra istituzione anche privata. Tutto il sistema di protezione civile si basa sul principio di sussidiarietà. Quando un evento non può essere fronteggiato con i mezzi a disposizione del comune, si mobilitano i livelli superiori attraverso un'azione integrata: la Provincia, la Prefettura, la Regione, lo Stato.

Fonte: www.protezionecivile.gov.it

nuovo e in rapida evoluzione. È nato dalle organizzazioni di difesa civile che sono state istituite all'inizio della Guerra Fredda con l'inutile scopo di proteggere la popolazione e le istituzioni vitali dagli effetti dell'attacco nucleare. Negli anni Settanta l'enfasi cominciò a spostarsi verso catastrofi non causate da guerre, e questo portò gradualmente alla creazione di un campo completamente nuovo che prevedeva misure di aiuto, soccorso, mitigazione e preparazione per combattere i disastri naturali (es. alluvioni, uragani e terremoti) e tecnologici (ad es. emissioni di radiazioni, incidenti di trasporto e sversamenti tossici). La società è diventata progressivamente più complessa e, a quanto pare, più disponibile a mettere a rischio la sua ricchezza. I disastri sono quindi diventati inesorabilmente più frequenti e più costosi. Allo stesso tempo, l'aumento della connettività e del potere comunicativo ha dato ai disastri un crescente senso di immediatezza per le persone che non sono direttamente coinvolte in un particolare evento, ma che possono seguirlo attraverso immagini televisive, articoli di giornale o attraverso Internet. La pianificazione delle emergenze e dei disastri (considerata come sinonima) è decollata negli anni '90 e ha iniziato a diffondersi a tutti i livelli di governo, industria e società.

Al giorno d'oggi le attività per prevenire e affrontare le emergenze sono per lo più soddisfatte dalla protezione civile, è meno noto che il suo ruolo non è limitato soltanto al momento della crisi, ma riguarda tutte le fasi di un disastro potenziale/reale, dalla previsione alla ripresa. La maggioranza della popolazione, considera la protezione civile come una responsabilità prevista del governo e non si considera anch'essa responsabile in questo campo. Al contrario, la maggior parte delle autorità politiche e dei funzionari governativi sostengono che la società moderna sia la principale colpevole dell'aumento dei disastri. Ma nell'ultimo ventennio si è data una maggiore attenzione a questo problema (Pede, 2015). Indicativo di questa tendenza generale è stata la proclamazione da parte dell'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) di dichiarare gli anni '90 come l'*International Decade for Natural Disaster Reduction* e la successiva *International Strategy for Disaster Reduction* (ISDR), adottata dall'Assemblea generale dell'ONU nel 1999 affinché potesse fungere da punto focale nel sistema ONU per il coordinamento delle iniziative di prevenzione delle catastrofi, nell'ottica della prevenzione e della limitazione della perdita di vite umane e dei danni economici; inoltre, nella Millennium Declaration adottata nel 2000, l'ONU annota l'importanza di ridurre "il numero e gli effetti dei disastri naturali e *man-made*" (ONU, 2000, p. 23). Questo sforzo ha messo i disastri sull'agenda politica di molti paesi nel mondo, soprattutto dei paesi in via di sviluppo.

Alexander, 2002 : «*Facciamo tutti parte del processo di protezione civile. Le emergenze possono essere pianificate dagli esperti, ma saranno sperimentate*

dalla comunità di soccorso e dal pubblico in generale. Pertanto, dovremmo tutti prepararci per il prossimo disastro, dato che solo pochi di noi saranno in grado di evitarlo completamente».

Ai fini di questo lavoro è indispensabile fare una puntualizzazione sul concetto di *emergenza*. Un'emergenza è definita come un evento eccezionale che supera la capacità delle normali risorse e dell'organizzazione nel farvi fronte. Si possono distinguere tre livelli di emergenza in Italia: primo livello, incidente semplice, che può essere affrontato da un singolo comune o giurisdizione; secondo livello, incidente complesso, che deve essere affrontato utilizzando risorse regionali e richiede un più alto grado di coordinamento; terzo livello, catastrofe, che fa riferimento ad un evento di tale portata e gravità che può essere gestito solo con la piena partecipazione del governo nazionale e con l'aiuto internazionale. Il concetto di emergenza in Italia viene per la prima volta introdotto con la Legge 225 del 24/2/1992 "Istituzione del servizio nazionale della protezione civile" che definisce emergenza (art.5) "*ogni situazione in cui è necessario attivare risorse di soccorso fuori dall'ordinario*". La definizione è centrata sulla fase successiva all'impatto dell'evento catastrofico, ma il Servizio Nazionale di Protezione Civile ha anche compiti di tutela mediante lo svolgimento di attività di previsione, prevenzione e soccorso.

Lo scopo principale della pianificazione di emergenza è ridurre il rischio per la vita costituito da disastri reali e potenziali. Pianificare significa progettare delle strategie prima che l'evento si verifichi, in un contesto di normalità, distante un tempo sufficiente dalla calamità e dalla catastrofe (Marotta e Zirilli, 2015). La pianificazione di emergenza è una reazione sia alla necessità di una maggiore sicurezza, che ai progressi della conoscenza scientifica dei pericoli. Il monitoraggio dei processi geofisici suscettibili di generare eventi estremi, l'accumulo di casi studio sui disastri passati, l'analisi del rischio (compreso il modo in cui è percepito dai soggetti che corrono il rischio) e la migliore comprensione della dimensione sociale del rischio, sono tutti elementi alla base della pianificazione in materia di disastri.

Durante la seconda metà del XX secolo si è registrato un tale incremento dei costi dei danni provocati dai disastri naturali, da rendere evidente quanto sia più vantaggioso favorire la ricerca nel campo della prevenzione e della mitigazione del rischio. Man mano che la conoscenza migliora, è necessario rivalutare i rischi e i pericoli ed elaborare piani che tengano conto delle nuove scoperte. Ciò sottolinea il fatto che la pianificazione di emergenza sia un processo continuativo piuttosto che l'obiettivo finale.

Disaster management

Il Disaster management è il modo migliore per affrontare l'impatto dei disastri e dei loro effetti (Marotta e Zirilli, 2015). In questa sede, è importante specificare la relazione tra gestione del rischio, gestione delle emergenze e gestione del disastro, onde evitare confusione (fig. 2.2).

Il termine gestione del rischio riguarda tutti i tipi di rischio, compresi i processi industriali, i portafogli finanziari, la salute e la sicurezza pubblica. Comprende anche i rischi volontari che sono rischi associati alle attività che decidiamo di intraprendere, come guidare la macchina, andare in motocicletta, o fumare sigarette (Bignami, 2010; Smith, 2009).

Altrimenti, la gestione delle emergenze riguarda *“l'organizzazione e la gestione delle risorse e delle responsabilità per affrontare tutti gli aspetti delle emergenze, in particolare preparazione, risposta e riabilitazione”* (UNISDR, 2004, p.3). Riguarda tutti i tipi di rischi collettivi.

Infine, UNISDR (2004) ha definito la gestione del rischio disastro come *“il processo sistematico di usare decisioni amministrative, organizzazioni, capacità operative e capacità di implementazione delle politiche, strategie e capacità di adattamento delle società e delle comunità per ridurre l'impatto dei rischi naturali e dei disastri ambientali e tecnologici. Ciò comprende tutte le forme di attività, comprese le misure strutturali e non strutturali per evitare (prevenzione) o per limitare (mitigazione e preparazione) gli effetti negativi dei pericoli”* (pag. 3).



Figura 2.2 Relazione tra Risk, Emergency e Disaster Management. Fonte: D. F. Bignami, (2010) *“Protezione civile e riduzione del rischio disastri. Metodi e strumenti di governo della sicurezza territoriale e ambientale”*

Il Disaster management prevede ormai da tempo, uno schema ben preciso dell'intero ciclo di vita dell'emergenza, composto da quattro fasi ben distinte, divise ognuna in due sottofasi.

La suddivisione in quattro fasi ha origine dal lavoro della National Governors' Association degli Stati Uniti (1978). Consiste in un approccio comprensivo nella gestione delle emergenze e dei disastri attraverso l'individuazione di fasi temporali utili per la comunicazione e per l'azione, ognuna caratterizzata dalla prevalenza di determinati obiettivi e dal diverso ruolo giocato dai vari attori sociali. Le prime due fasi sono precedenti l'impatto e sono la "prevenzione" (*prevention*), o "mitigazione", che comprende tutte le azioni volte a ridurre l'impatto di disastri futuri, e la "preparazione" (*preparedness*), che si riferisce alle azioni intraprese per ridurre l'impatto dei disastri quando sono previsti o imminenti. Le seconde due fasi avvengono in seguito all'impatto e sono la "risposta" (*response*), che si riferisce alle azioni di emergenza prese durante l'impatto di un disastro (l'obiettivo principale è la salvaguardia delle vite umane) e il "recupero" (*recovery*), che riguarda il processo di riparazione dei danni, il ripristino dei servizi e la ricostruzione delle strutture in seguito al disastro (fig. 2.3).

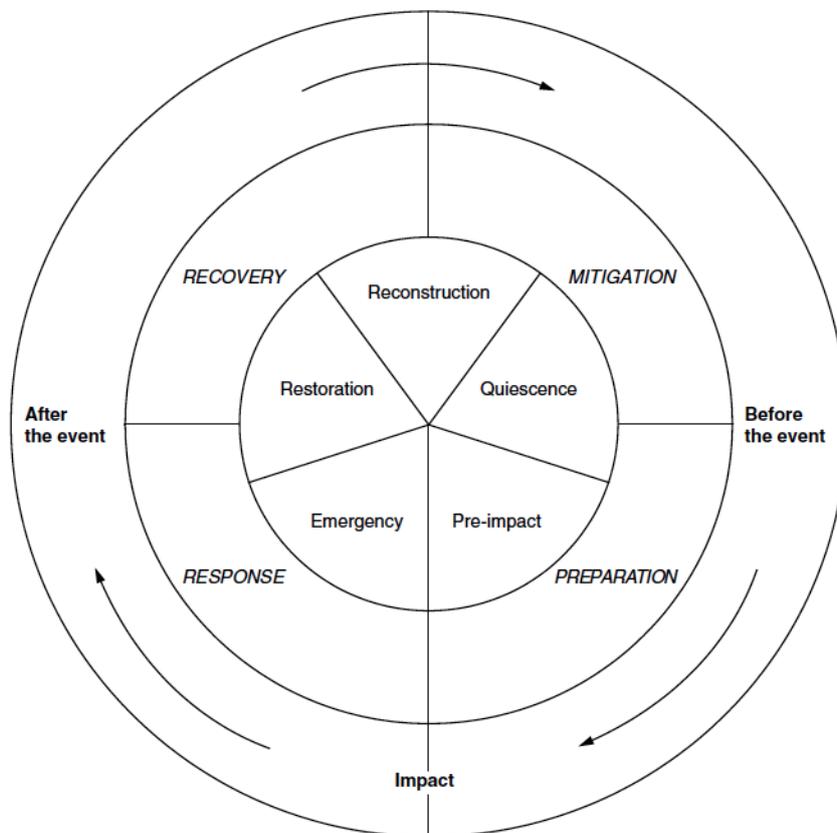


Figura 2.3 Ciclo del disastro. Fonte: D.E. Alexander, (2002) "Principles of emergency planning and management"

Ciclo del disastro: Prevention, Preparedness, Response, Recovery (PPRR chain)

Secondo quanto detto in precedenza, i disastri tendono ad essere eventi ripetitivi, e pertanto formano un ciclo (la PPRR chain) che può essere diviso nelle fasi di prevenzione, preparazione, risposta e recupero.

La fase di “prevenzione” (detta anche fase di mitigazione), è l’espressione solitamente usata per indicare tutte le iniziative volte a ridurre l’impatto di un disastro attuabili precedentemente al suo verificarsi. Questa fase comprende al suo interno due momenti concettualmente distinti che sono la “percezione del rischio” da parte degli individui da un lato, e l’attitudine, dall’altro, a mettere in campo azioni volte a modificare le cause del rischio, diminuire la vulnerabilità della collettività e aumentare la resilienza, momento definito di “adeguamento”. L’implementazione di politiche di prevenzione avviene tanto attraverso la pianificazione, quanto attraverso misure capaci di ridurre i rischi collegati a catastrofi sia naturali che causate dall’uomo. Alla base delle misure di prevenzione, ovvero azioni rivolte a ridurre la probabilità dell’evento e l’intensità dell’impatto, c’è l’analisi dei rischi. Il termine si applica ad una vasta gamma di soluzioni che si differenziano tra misure di tipo strutturale (argini, edifici resistenti), e misure di tipo non strutturale (di tipo normativo o altro).

Con la fase di “preparazione” all’emergenza, si identifica in generale tutto ciò che precede l’eventuale emergenza. L’obiettivo della preparazione è di garantire che i manager dell’emergenza e le loro squadre e i cittadini, siano in grado di fornire una risposta efficace quando si verifica un disastro. In questa fase si possono distinguere due sottofasi che individuano, da una parte, le azioni svolte in un periodo non immediatamente precedente l’impatto, la cosiddetta “programmazione”, e dall’altra, quelle svolte nel periodo immediatamente precedente l’impatto, ovvero l’“allarme”. La preparazione consiste in un ciclo continuo di pianificazione, gestione, organizzazione, formazione, reperimento risorse, valutazione e monitoraggio, tale da garantire il rafforzamento delle capacità di protezione, risposta e recupero dagli effetti delle catastrofi naturali.

La fase di “risposta”, consiste invece nella messa in atto di azioni durante l’evento e immediatamente dopo, con lo scopo principale di salvaguardare le vite umane. Questa fase si realizza solo se si è concretizzato il disastro e si può suddividere nelle sottofasi di “mobilitazione pre-impatto” e di “attività di emergenza post-impatto”. In questa fase vengono messi in atto i piani sviluppati durante la fase di preparazione e mobilitati tutti i servizi di emergenza e primo intervento.

L’ultima fase è la fase di “recupero o ripristino”. Lo scopo è il ripristino dell’area colpita allo stato precedente e si può suddividere in una fase di “riabilitazione”,

della durata di sei mesi in cui si cerca di ristabilire i servizi essenziali, e in una fase di “ricostruzione”, che inizia in genere dopo sei mesi dal disastro e tende a ripristinare le normali condizioni di vita della comunità colpita. Questa fase può richiedere anni, ma rappresenta il momento in cui si creano i presupposti per ricostruire superando il livello di sviluppo persistente al disastro, poiché un disastro si può sempre considerare come un’occasione, una “finestra di opportunità” (Olsson et al., 2006). offerta all’attuazione di misure di prevenzione che altrimenti non verrebbero mai realizzate.

2.2 RISCHIO DISASTRO E VULNERABILITÀ

Da sempre l’uomo ha cercato di fare previsioni sul proprio futuro, sia per poter approfittare delle occasioni favorevoli, che per predisporre difese e rimedi per evitare dannose conseguenze. Non esiste evento su cui non sia possibile fare delle previsioni. Questa intuizione ha spinto l’uomo ad elaborare “*metodi di previsione*”, strumenti che gli consentissero di esprimere una misura dell’incertezza dell’universo, partendo dall’osservazione del passato e del presente. Qualsiasi operazione di previsione scientifica di un fenomeno, si applica nel dominio dell’incertezza e pertanto si esprime attraverso un linguaggio probabilistico. Definire i criteri attraverso cui attribuire una misura alla probabilità che un evento accada e conoscere quali potrebbero essere le sue conseguenze, è fondamentale per poter compiere delle scelte.

La valutazione del rischio disastri consiste nella valutazione globale, sia della stima della probabilità che un evento disastroso accada, che della stima della probabilità del danno che potrebbe provocare. Da ciò una definizione basilare di rischio:

$$\text{Rischio} = \text{probabilità} \times \text{conseguenze}.$$

A seconda del modo in cui viene definito l’elemento esposto a rischio, il valore atteso del danno può essere misurato in termini di perdite economiche, umane, materiali, ambientali o paesaggistiche. All’interno della formula del rischio, la probabilità di accadimento di un evento, in un certo periodo di tempo e in una data area, è detta anche *pericolosità* (o *hazard*). La pericolosità non va confusa con il termine “pericolo”, che rappresenta invece una quantità non misurabile legata alla potenzialità dell’evento (Marotta e Zirilli, 2015). Per esempio: supponiamo che si trovino in mare aperto due persone, una su una nave di linea e l’altra su una barca

a remi. Entrambi i naviganti corrono il pericolo di annegare, ma la probabilità di annegamento (ovvero, il rischio) è molto maggiore per la persona che viaggia sulla barca a remi. Il pericolo è dunque un fattore intrinseco o una condizione latente, e rappresenta la potenzialità che un evento ha di arrecare danno, nuocere o creare delle perdite, caratteristica che a differenza del rischio, non può essere misurata. Secondo l'UNISDR (2004) il pericolo è definito come “*un evento fisico potenzialmente dannoso, un fenomeno o una attività umana, che può causare la perdita di vite umane o lesioni, danni alla proprietà, interruzione sociale ed economica o degrado ambientale*”.

Per valutare concretamente il danno atteso di un evento pericoloso, abbiamo bisogno di conoscere quali sono i fattori che lo influenzano maggiormente, che generalmente vengono sintetizzati in due parametri significativi: il valore esposto, cioè i beni presenti sul territorio esposti al pericolo, e la loro attitudine a sopportare l'evento disastroso. Il danno D , si può dunque esprimere come il prodotto tra quel particolare valore di esposizione E dei beni e il loro grado di vulnerabilità V , secondo la formula:

$$D = V \cdot E$$

La vulnerabilità, misura della fragilità e quindi, della incapacità di un elemento esposto a resistere all'evento calamitoso, dipende dalle caratteristiche stesse dell'elemento ed è una probabilità. L'esposizione, è il valore di ciò che può essere colpito dall'evento, ovvero le persone, le cose o l'ambiente e può essere misurato con il numero di vite umane perdute, con le perdite economiche (valore venale) o con l'entità del danno fisico (UNDRO 1979). Il danno stimato, diventa dunque la probabilità che queste determinate perdite si concretizzino.

Negli studi sulle catastrofi, la formulazione ufficiale dei termini correlati alla stima dei rischi naturali è stata fornita dalla Conferenza generale dell'UNESCO nel 1972. Da un punto di vista scientifico, il rischio viene definito come una funzione della combinazione di tre componenti: Pericolosità (H), Vulnerabilità (V) ed Esposizione (E). Risulta per cui:

$$\text{Rischio (R)} = f [\text{Pericolosità (H)} \cdot \text{Vulnerabilità (V)} \cdot \text{Esposizione (E)}]$$

dove:

H =probabilità di accadimento di un fenomeno potenzialmente dannoso, di determinata intensità, in uno specificato periodo di tempo futuro, in una determinata area;

V =grado di perdita per un dato elemento a rischio o di una combinazione di elementi,

risultante dal verificarsi di un fenomeno naturale di una data intensità; è espressa attraverso un valore compreso tra 0 (nessun danno) e 1 (perdita totale);

E =entità degli elementi a rischio, come persone, attività economiche, beni o proprietà, che possono essere danneggiati quando si verifica un evento; si calcola in modo diverso a seconda della specifica natura dell'elemento coinvolto.⁷

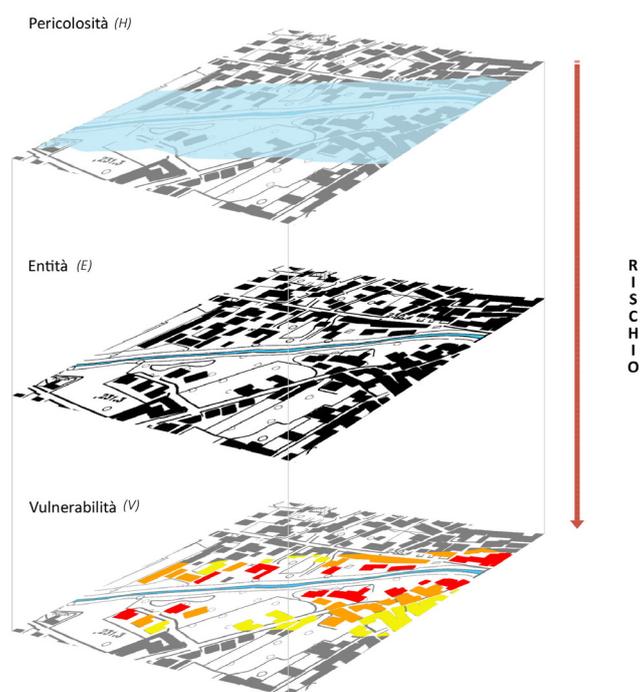


Figura 2.4 Rischio disastro: Pericolosità (H), Entità (E), Vulnerabilità (V). Fonte: Micali S. (2014), “Il rischio annuo della perdita di vite umane in aree inondabili nei Comuni di None e Santena”.

Secondo l'equazione, ad ogni elemento del rischio viene attribuita la stessa pesatura. Questo vuol dire che a parità di prodotto pericolosità x danno (dove $D=V \cdot E$), descrivendo quindi situazioni molto diverse tra loro, il rischio è considerato equivalente (ciò significa che tra un evento raro con conseguenze gravi e un evento con elevata pericolosità, ma con conseguenze meno gravi, si può descrivere la stessa condizione di rischio). Mentre a parità di pericolosità tra due eventi disastrosi, tanto più il danno è elevato, tanto è maggiore il rischio. Perché un rischio sussista è fondamentale che sussistano contemporaneamente sia l'esposizione che la vulnerabilità (se non si è esposti non si può essere vulnerabili). Qualsiasi tipo di fenomeno estremo che si manifesta in una regione disabitata e senza alcun tipo di

⁷ UNDRO, 'Natural Disasters and Vulnerability Analysis. Report of Expert Group Meeting', 9-12 July 1979. Office of the United Nations.

bene non può provocare disastri, pertanto il rischio R è uguale a zero. L'analisi dei rischi è un'operazione fondamentale per la valutazione e l'attuazione di strategie di mitigazione e di gestione del rischio.

2.2.1 SUL CONCETTO DI VULNERABILITÀ

Dalla fine del XIX secolo, con l'avanzare delle scienze ingegneristiche e ambientali, la ricerca scientifica si è concentrata sull'individuazione di soluzioni strutturali, come strumento di controllo dei potenziali danni causati dagli eventi naturali estremi. Strumenti di previsione meteorologica e strutture a scopo di difesa erano molto diffuse per la stessa ragione: proteggere gli esseri umani, le loro attività e gli edifici dalle potenziali conseguenze dannose. Durante questo periodo l'interazione tra i rischi ambientali e il comportamento umano veniva ancora sottovalutata. Solo dopo la seconda metà del XX secolo, cresciuta l'enfasi sulle mutue interazioni tra natura e società scaturite dall'avanzare dello sviluppo economico, il paradigma comportamentale comincia ad essere esplorato. Il complicato mix di interazioni tra sistemi umani e naturali ha infatti contribuito ad aumentare la vulnerabilità mostrando la complessità delle cause del disastro, in cui l'interferenza umana ha un ruolo attivo. Nel paradigma della complessità, il rischio necessita di una trattazione multidisciplinare e riconosce la vulnerabilità come componente essenziale del rischio e, pertanto, come elemento chiave per la sua riduzione.

Il termine vulnerabile (dal latino *vulnus*, ferita, e *bilis*, possibilità) esprime “un concetto legato a tutto ciò che è esposto alla possibilità di essere ferito, leso, colpito o danneggiato” (Marotta e Zirilli, 2015). La vulnerabilità è una condizione pre-esistente, legata a fattori di debolezza interni ad un sistema, e ne rappresenta la naturale attitudine al lasciarsi ferire da un eventuale fattore perturbativo esterno, condizionandone la capacità di preparazione, reazione e recupero dallo stesso. Le conseguenze disastrose di un evento, più che dagli altri parametri del rischio, sono direttamente connesse al livello di “fragilità” strutturale interno di un sistema socio-economico.

In una prima concettualizzazione della vulnerabilità, questa è stata interpretata come vulnerabilità territoriale, ovvero come la somma della vulnerabilità fisica e sistemica di uno specifico territorio. La vulnerabilità fisica interessa prettamente le caratteristiche fisiche di un territorio, per esempio gli edifici, le arterie stradali, le ferrovie, gli aeroporti e altre infrastrutture, che possono subire impatti a seguito di sollecitazioni provocate da eventi come sisma, alluvioni, eruzioni vulcaniche o di altra natura, perdendo così la propria funzionalità. La vulnerabilità sistemica, invece,

riguarda le ripercussioni dirette e indirette che l'interruzione della funzionalità dovuta allo stesso evento calamitoso provoca sulle componenti sistemiche del territorio, quali le famiglie, le imprese, le istituzioni, ecc. e sulla loro interazione con altre componenti in termini sociali e produttivi.

Successivamente il dibattito scientifico sulla vulnerabilità si è arricchito di una nuova dimensione, la vulnerabilità sociale, ancora in gran parte ignorata. La vulnerabilità sociale viene generata dall'interazione di forze sociali e i molteplici fattori di stress e riguarda la propensione di un intero sistema sociale a subire danni, nonché il suo grado di incapacità a far fronte alle perturbazioni esterne. La dimensione sociale della vulnerabilità mette in evidenza le già note differenze tra i Paesi meno sviluppati e i Paesi occidentali, sottolineando come un'economia meno sviluppata contribuisca ad aumentare la vulnerabilità di un sistema sociale (Marotta e Zirilli, 2015).

L'International Strategy for Disaster Reduction⁸, fornisce una definizione molto ampia di vulnerabilità ai disastri, definendola come *“funzione delle azioni e dei comportamenti umani. Essa descrive il livello di suscettività di un sistema socio-economico a subire o meno gli impatti dovuti al verificarsi delle catastrofi naturali, tecnologiche e ambientali. Il grado di vulnerabilità è determinato dalla combinazione di numerosi fattori, tra cui la consapevolezza del pericolo, le caratteristiche degli insediamenti e delle infrastrutture, le strategie politiche e amministrative e le capacità organizzative in tutti i settori della gestione dei disastri. Esiste una vulnerabilità sociale, una vulnerabilità economica e una vulnerabilità politica, esse sono correlate alle disuguaglianze dei modelli economici, alle divisioni etniche o razziali”* (ISRD, 2002).

Il contributo di Pelanda (1981) nella definizione del *“grado di vulnerabilità”* di un sistema socio-economico, aiuta a comprendere la complessità del concetto di vulnerabilità secondo le sue molteplici sfaccettature, integrando e connettendo tra loro le diverse dimensioni della vulnerabilità, quella fisica, sistemica e sociale in un determinato momento nel tempo e nello spazio. Pelanda scompone la vulnerabilità di un sistema in tre componenti distinte e tra esse interagenti: la *vulnerabilità generale*, la *vulnerabilità tipologica* e la *vulnerabilità specifica*.

La vulnerabilità tipologica è connessa alle condizioni socio-tecnologiche locali di un sottosistema territoriale precedenti all'impatto. Fa riferimento a fattori socio-organizzativi e tecnologici che influenzano la probabilità di minimizzare o evitare

⁸ La Strategia Internazionale per la Riduzione dei Disastri (ISDR) è un quadro globale stabilito all'interno delle Nazioni Unite per la promozione di azioni di riduzione della vulnerabilità sociale e dei rischi connessi ai disastri naturali, tecnologici e ambientali.

gli eventuali danni di una specifica tipologia di eventi potenzialmente distruttivi: la resistenza delle strutture fisiche (ad es. edifici antisismici), il livello di preparazione programmata per la gestione delle emergenze, la consapevolezza socio-politica dello specifico rischio, le capacità di *risk analysis*.

La vulnerabilità specifica, riguarda la distribuzione delle risorse culturali, organizzative, tecnologiche ed economiche delle unità sistemiche dei sottosistemi (già descritte in questa sezione), che consentono potenzialmente alle stesse di auto-organizzarsi e di assumere un comportamento adattivo sotto stress, successivamente all'impatto. La vulnerabilità specifica rappresenta il grado di adattività (o inadattività) della risposta sociale quando si materializza la vulnerabilità tipologica.

La vulnerabilità generale riguarda il grado dello sviluppo socio-economico, tecnologico e organizzativo di un sistema sociale nazionale. Gli indicatori del grado di vulnerabilità generale sono: la disponibilità quantitativa e qualitativa delle risorse economiche, culturali, organizzative, tecnologiche e normative; il grado di connessione funzionale del sistema nazionale ai suoi sottosistemi locali; il grado di connessione funzionale tra il sistema nazionale e il sistema sovranazionale. Il livello di vulnerabilità generale influenza le vulnerabilità sottosistemiche (tipologica e specifica) nel pre-impatto e le capacità di riabilitazione del sistema nel post-impatto.

Tutti i livelli di vulnerabilità descritti sono tra loro interconnessi e reciprocamente influenzabili e si manifestano nelle distinte fasi del disastro.

Suscettibilità e Sensibilità

Secondo Nicola Marotta (professore alla Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pisa) la vulnerabilità di un sistema può essere definita come una condizione risultante da due sue specifiche componenti, la *suscettibilità* e la *sensibilità* al danneggiamento, secondo l'equazione:

$$\text{Vulnerabilità} = \text{suscettibilità} \times \text{sensibilità}.$$

Per suscettibilità, l'autore intende la naturale attitudine o propensione di un sistema a lasciarsi coinvolgere dall'evento calamitoso, subendone i conseguenti danni in funzione delle proprie caratteristiche intrinseche. Marotta definisce la suscettibilità come la misura del "grado di partecipazione all'evento" del sistema, ovvero come la stima della probabilità con cui il sistema (costituito oltre che da elementi fisici, da gruppi demografici e comunità) tende a subire un cambiamento conseguentemente un evento estremo.

La sensibilità, detta anche "tasso di cambiamento", rappresenta invece la

stima della velocità con cui si concretizza il cambiamento dovuto all'impatto del fenomeno estremo, ovvero la velocità con cui un sistema tende a perdere la propria configurazione iniziale.

Secondo l'autore, un sistema suscettibile al cambiamento è un sistema poco resiliente, mentre un sistema sensibile al cambiamento è un sistema poco resistente, che può arrivare al collasso anche a seguito di una modesta perturbazione. Suscettibilità e sensibilità sono concetti difficilmente quantificabili, in quanto sono condizionati da fattori sociologici (consapevolezza del rischio, capacità di far fronte), economici (condizioni degli insediamenti e delle infrastrutture), politici (maggiore o minore efficienza dell'amministrazione e delle politiche pubbliche, disponibilità di risorse), geografici (grado di integrità degli ecosistemi), demografici (densità e livello di sviluppo della popolazione) e si differenziano di fatto, per ogni elemento esposto a rischio in termini di azione e reazione verso fattori che possono manifestarsi singolarmente o simultaneamente.

È opinione condivisa da una larga parte della comunità scientifica che la vulnerabilità di un sistema possa essere ridotta attraverso strategie che ne incrementino le sue capacità di *resilienza* e *resistenza*.

2.3 RESILIENZA: UN CONCETTO EMERGENTE NELLA PIANIFICAZIONE DEL RISCHIO

In questi tempi difficili, pervasi da un acuto senso di incertezza e da costanti rimandi all'imprevedibilità di ciò che potrebbe trovarsi in agguato dietro l'angolo; che si tratti di eventi climatici catastrofici, attacchi terroristici, crisi finanziarie, rivolte civili, licenziamenti collettivi, tra gli antidoti prescritti per affrontare un tale stato di flusso, quello che sembra abbia e che stia rapidamente guadagnando consensi è proprio la "resilienza".

Sembra che la resilienza stia sostituendo la sostenibilità nei discorsi di tutti i giorni, allo stesso modo in cui l'ambiente è stato incluso negli imperativi egemoni del cambiamento climatico (Davoudi, 2012). Tuttavia, nonostante l'ampia letteratura prodotta negli ultimi vent'anni e il crescente numero di iniziative istituzionali che mirano a sviluppare ed accrescere la resilienza delle città, non è del tutto chiaro che cosa significhi la resilienza o, quantomeno, quale possa essere una definizione condivisibile del concetto (Davoudi, 2012; Galderisi, 2013). Quel che invece emerge senza equivoci è che essere resilienti sia un buon presupposto.

Da oltre cinquant'anni, la letteratura scientifica propone un'interpretazione della città come sistema. Con l'evolvere del paradigma della complessità e di una

lettura più dinamica dei sistemi urbani, la città è stata sempre più interpretata come sistema complesso, non lineare, capace di auto-organizzarsi e di modificarsi costantemente sotto l'azione di fattori perturbativi (come il cambiamento climatico, la scarsità delle risorse, l'inquinamento, i rischi singoli o concatenati), frutto di processi endogeni od esogeni al sistema. Tuttavia, la probabilità che tali fattori si manifestino è fortemente influenzata dalla città stessa, che da un lato, gioca il ruolo di sistema altamente vulnerabile, e dall'altro, proprio per le sue caratteristiche e modalità di evoluzione è essa stessa responsabile di generare o amplificare tali fattori (Galderisi, 2013).

Il concetto di resilienza è stato formulato per la prima volta in campo ecologico negli anni Sessanta, ma ha influenzato molti altri campi di ricerca, in primo luogo, le scienze fisiche ed economiche, poi la psicologia, l'antropologia, la geografia umana e altre scienze sociali (Folke, 2006).

I paragrafi seguenti analizzano come la resilienza sia stata trattata in letteratura all'interno di differenti ambiti disciplinari. Lo scopo è quello di illustrare la gamma di definizioni utilizzate in diversi contesti di ricerca, chiarendo la serie di questioni a cui è possibile applicare la resilienza. Questo parte del capitolo ha lo scopo di sviluppare un quadro storico-concettuale della resilienza per indagare il suo ruolo nella pianificazione. In primo luogo, si tratterà l'origine e l'evoluzione del concetto di resilienza e si analizzeranno le sue tre diverse concettualizzazioni: ingegneristica, ecologica e socio-ecologica (quest'ultima definita da Davoudi, 2012, come resilienza evolutiva, sez. 2.3.2); in secondo luogo si affronterà più approfonditamente come il concetto di resilienza sia significativamente collegato al rischio e alla vulnerabilità e infine, si delinea qual è l'approccio interpretativo della resilienza nella pianificazione del rischio e delle emergenze.

2.3.1 DALLA DIMENSIONE INGEGNERISTICA⁹ ALLA DIMENSIONE ECOLOGICA DELLA RESILIENZA

Il termine resilienza deriva dalla parola latina "*resilire*", "*resilio*", che significa "saltare", "rimbalzare", — suggerendo l'idea del "rimbalzare all'indietro" (Manyena et al., 2011). Non sorprende quindi, che la resilienza venga spesso utilizzata per indicare la capacità di riprendersi o di recuperare da uno shock (Davoudi, 2012). Il primo vero uso del termine in ambito scientifico appare nel 1858 quando l'ingegnere

⁹ Nel seguito ci si riferisce, seguendo la prassi della letteratura, con il termine "ingegneristica" a quella definizione di resilienza che deriva dalla scienza dei materiali e fa riferimento alla relazione Forza applicata/Deformazione.

scozzese William J. M. Rankine, nell'ambito della tecnologia dei materiali, lo utilizzò per descrivere le caratteristiche meccaniche di 'resistenza' e di 'duttilità' delle lame d'acciaio a fronte di perturbazioni esterne (Alexander, 2013), definendo resilienza a rottura dinamica la capacità di un materiale di assorbire urti improvvisi senza spezzarsi. A partire da questo significato, il termine è stato utilizzato metaforicamente in differenti discipline, ma i primi studi sul tema della resilienza sono riconducibili soprattutto alla ricerca in campo ecologico¹⁰. Durante gli anni Sessanta, infatti, i principi scientifici cominciano ad essere applicati all'ecologia e si fa strada l'idea della resilienza come capacità di recupero di un sistema quando è modificato da perturbazione. Nel suo articolo pionieristico del 1973, l'ecologista canadese Crawford Stanley Holling traccia per la prima volta la distinzione tra resilienza "ingegneristica" e resilienza "ecologica". Partendo da una approfondita disamina delle caratteristiche dei sistemi complessi e dei comportamenti adattivi, Holling ha poi introdotto un'articolata definizione di resilienza dei sistemi socio-ecologici (SES - Social Ecological System)¹¹, secondo la quale i SES resilienti sono quelli capaci di evolvere, a seguito della perturbazione, in stati multipli diversi da quello precedente il disturbo, garantendo il mantenimento delle funzioni essenziali e il ripristino delle strutture che li contraddistinguono (vedi sez. 2.3.2). Nello specifico della ricerca, Holling ha definito la resilienza ingegneristica (fig. 2.5) come la capacità di un sistema di ritornare ad uno stato di equilibrio o stato stazionario dopo aver subito un disturbo temporaneo (Holling, 1973, 1986), che potrebbe essere o un disastro naturale, come inondazioni o terremoti, o uno sconvolgimento sociale, come crisi bancarie, guerre e rivoluzioni. In questa prospettiva, la resistenza al disturbo e la velocità con cui il sistema ritorna all'equilibrio sono la misura della resilienza. Ovvero, più velocemente il sistema si riprende, più è resiliente (Davoudi, 2012). La definizione di resilienza ingegneristica è dunque strettamente connessa al concetto di stabilità e trova in caratteristiche quali "efficienza, costanza, prevedibilità" e tempo di ritorno ad una precedente condizione, elementi essenziali per una progettazione ingegneristica ottimale, "a prova di errore" (Holling, 1996; Gunderson 2000).

10 Un esempio di resilienza naturale riguarda i boschi che sono in grado di sopportare grandi quantità di precipitazioni senza soccombere alla erosione o alle frane. Esempi di azioni umane che influenzano negativamente la resilienza (aumentando la vulnerabilità) comprendono la deforestazione, diminuendo in tal modo la capacità del terreno di resistere alle erosioni, ecc. Dove la resilienza dell'ambiente e della società è alta, la vulnerabilità ad un determinato evento è bassa.

11 Un SES è la combinazione di componenti ecologici, culturali, politici, sociali, economici e tecnologici. In un SES complesso è possibile distinguere dei sottosistemi quali le risorse (per esempio la pesca costiera), le unità di risorse (per esempio le aragoste), gli utenti (i pescatori) e i sistemi di governo di tali risorse (per esempio l'insieme di organizzazioni e regole che governano la pesca in una determinata regione). Questi sistemi sono in parte separati ma allo stesso tempo interagiscono producendo sia effetti a livello del SES, sia retroazioni (feedbacks) sui sottosistemi e i suoi componenti (Ostrom, 2009).

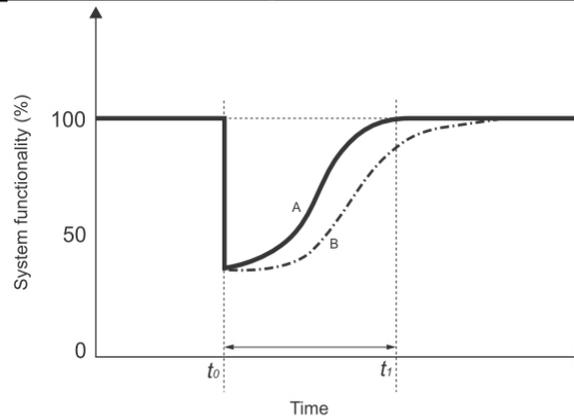


Fig. 2.5 Una rappresentazione concettuale della resilienza ingegneristica, tratta da Kuei-Hsien Liao (2012), in *“A Theory on Urban Resilience to Floods — A Basis for Alternative Planning Practices”*. La resilienza di un sistema danneggiato viene misurata attraverso il tempo impiegato dal sistema (t_0 - t_1 per il caso A) affinché recuperi al 100% la sua precedente funzionalità. Più tempo impiega il sistema, meno è resiliente (come nel confronto tra caso A e caso B).

La resilienza ecologica, invece, è stata definita da Holling come *«magnitude of the disturbance that can be absorbed before the system changes its structure»* (Holling, 1996, p.33). In questo caso, la resilienza è definita non solo in base a quanto tempo un sistema impiega per riprendersi dopo uno shock, ma anche in base alla grandezza della perturbazione che il sistema può assorbire entro una data soglia critica, mantenendo inalterate le proprie caratteristiche e struttura, oppure trasformandosi, quando il livello di pressione supera tale soglia, in un sistema differente, non necessariamente migliore del precedente (Davoudi 2012; Galderisi, 2013). La resilienza ecologica si concentra sulla “capacità di persistere, sulla capacità di adattamento” e sull’imprevedibilità (Adger, 2003, p.1).

Dunque, per quanto i due tipi di resilienza descritti si assomiglino, la principale differenza è che, mentre la resilienza ingegneristica si basa sul concetto di stabilità e soprattutto sull’unicità dello stato di equilibrio (a cui il sistema deve fare ritorno subito dopo un fenomeno perturbativo), la resilienza ecologica rifiuta l’esistenza di un unico equilibrio stabile e riconosce invece l’esistenza di una pluralità degli stati di equilibrio, ammettendo la possibilità che i sistemi si spostino in domini di stabilità alternativi (Adger, 2000; Holling, 1996; Walker et al., 2004; fig. 2.6). Pertanto, mentre la resilienza ingegneristica si concentra sul mantenimento dell’efficienza della funzione e sulla vicinanza di un equilibrio stabile, la resilienza ecologica si concentra sul mantenimento dell’esistenza della funzione e di equilibri multipli (Holling in Davoudi et al., 2012; Folke, 2006).

La resilienza ingegneristica si applica dunque solo al comportamento di un sistema lineare, in cui la resistenza al cambiamento viene affrontata in termini di recupero.

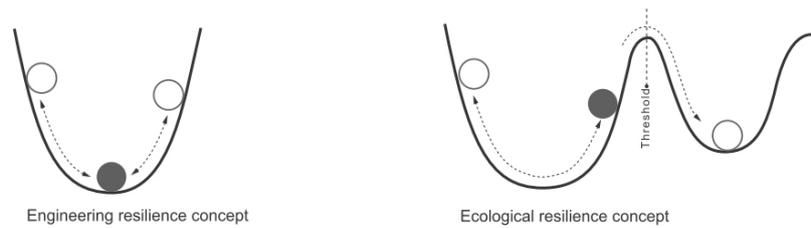


Fig. 2.6 La differenza paradigmatica tra la resilienza ingegneristica e la resilienza ecologica può essere illustrata dalla palla e dalla coppa euristica (Scheffer et al., 1993, Walker et al., 2004).

La coppa rappresenta la regione nello spazio dello stato del sistema, o “bacino di attrazione”, in cui il sistema tende a rimanere, e include tutti i possibili valori delle variabili del sistema di interesse. La palla rappresenta lo stato del sistema in qualsiasi momento. Il concetto di resilienza ingegneristica ne assume solo un regime, quindi un solo possibile bacino di attrazione e il fondo del bacino rappresenta lo stato stabile ideale. Il concetto di resilienza ecologica assume molteplici regimi, quindi più di un bacino di attrazione. Il sistema potrebbe muoversi all’interno del bacino, senza mai stabilirsi sul fondo; esso può anche attraversare una soglia e stabilirsi in un nuovo bacino di attrazione. La nozione di resilienza ingegneristica fa riferimento a se il sistema può rimanere sul fondo del bacino; mentre la nozione di resilienza ecologica si riferisce a se il sistema può rimanere all’interno del bacino attuale (Holling 1996).

Nella realtà, gli eventi di disturbo e l’eterogeneità spaziale causano una traiettoria di recupero impossibile da prevedere e il sistema non risulta mai lo stesso, ma è in continuo cambiamento. Per questo motivo, il concetto di stati stabili alternativi e la prospettiva della resilienza ecologica hanno cominciato ad influenzare tutti i campi legati a dinamiche di sistema complesse e non lineari e sono diventati il fondamento teorico per la gestione attiva degli ecosistemi adattivi (Folke, 2006).

Un sistema complesso è un sistema aperto e pertanto, a causa della seconda legge della termodinamica, può cambiare la sua entropia. Questo mutamento è determinato dalle interazioni non lineari dei suoi componenti, che possono generare reazioni non intuitive e apparentemente accidentali (Bertuglia e Staricco, 2000). L’interazione non lineare comporta che un’azione locale potrebbe avere un impatto sull’intero sistema. Ciò vuol dire che un sistema ha un comportamento complesso “orientato alla stabilità” e ogni volta che il sistema supera lo stato stazionario produce una “reazione dinamica” dopo la quale “il sistema potrebbe sembrare simile, ma non è più lo stesso, poiché, come per ogni sistema vivente, è in continuo sviluppo”(Folke, 2006, p. 257). Un sistema adattivo¹² complesso possiede quattro proprietà di base: aggregazione, non-linearità, diversità e flussi (Folke, 2006). I sistemi naturali e i sistemi sociali sono

¹² Il chimico Paul Crutzen (2002), vincitore del Premio Nobel, ha sostenuto che oggi è impossibile comprendere la natura senza la società e viceversa. Lo scienziato ha teorizzato l’idea di una nuova epoca geologica chiamata Antropocene (termine coniato già negli anni Ottanta dal biologo Eugene F. Stoerme), nel suo scritto *Benvenuti nell’Antropocene*. Secondo Crutzen l’impatto umano sul sistema ecologico ha accresciuto le relazioni uomo-natura, all’interno delle quali vengono attribuite all’essere umano e alla sua attività le cause principali delle modifiche territoriali, strutturali e climatiche.

sistemi adattivi complessi di per sé. Il risultato è un processo di continuo adattamento reciproco e di auto-organizzazione delle componenti che caratterizzano sia i sistemi biologici che quelli socio-economici.

Secondo questo approccio, la resilienza di un sistema complesso è dunque rappresentata dalla sua capacità di tollerare un disturbo, contrastando l'aumento di entropia prodotto. Tale capacità consente al sistema di evitare di collassare in uno stato di equilibrio qualitativamente diverso (generalmente di livello inferiore), governato da un differente set di processi, ed entrare così in crisi funzionale.

Allo stesso tempo, la resilienza non consiste solo nel resistere al disturbo e al cambiamento preservando le sue caratteristiche, ma include anche tutte le opportunità che il disturbo offre in termini di ri-organizzazione ed evoluzione delle strutture e dei processi (Folke, 2006, Resilience Alliance, 2010). Tuttavia, l'idea che la natura del dominio di stabilità non resti fissa nel tempo è stata introdotta dall'approccio socio-ecologico alla resilienza (vedi sez. 2.3.2), con l'obiettivo di includere nell'analisi degli ecosistemi la sfera sociale (Brunetta e Baglione, 2013).

Va peraltro sottolineato come le utilizzazioni metaforiche del termine si differenziano dal significato originario, in quanto non si riferiscono a una materia inerte e semplice, ma a sistemi complessi (Marotta e Zirilli, 2015). Nonostante le differenze descritte e il fatto di essere radicate in diverse tradizioni disciplinari, ciò che è alla base di entrambe le prospettive di resilienza è la credenza nell'esistenza di un equilibrio nei sistemi, sia esso preesistente a cui un sistema resiliente ritorna (ingegneristica), sia esso un nuovo stato a cui il sistema rimbalza (ecologica) (Davoudi, 2012, p. 301).

2.3.2 L'APPROCCIO SOCIO-ECOLOGICO E LA RESILIENZA EVOLUTIVA

L'interpretazione in chiave 'ecologica' della resilienza, si rafforza ulteriormente quando il concetto comincia ad essere utilizzato nello studio dei sistemi socio-ecologici — caratterizzati dalla stretta interrelazione tra componenti antropiche e componenti naturali — intrecciandosi con gli studi sulle capacità 'adattive' dei sistemi complessi, capaci di apprendere dall'esperienza, di elaborare le informazioni e di adattarsi ai mutamenti (Berkes e Folke, 1998; Folke, 2006; Holling, 2001; Walker, Holling et al., 2004).

L'approccio socio-ecologico alla resilienza, che guarda dunque alla società e alla natura come sistemi interdipendenti (Folke et al., 2010), mette in discussione l'idea che la natura stessa del dominio di stabilità rimanga fissa nel tempo (Sheffer, 2009).

Folke et al. etichettano questa nuova concettualizzazione di resilienza appunto

come resilienza socio-ecologica; Davoudi (2012a), evidenziando le somiglianze tra questa visione della resilienza e la prospettiva evolutiva suggerita da Simmie e Martin (2010) nel contesto della geografia economica, definisce questo approccio come capacità di ripresa evolutiva. In questa prospettiva, la resilienza non è più concepita come un “ritorno alla normalità” (Pendall et al., 2010, p. 76), ma piuttosto come la capacità dei sistemi complessi socio-ecologici di cambiare, adattarsi, e soprattutto, trasformarsi in risposta a stress e tensioni (Carpenter et al., 2005). I sistemi sono concepiti come “complessi, non lineari e auto-organizzati, permeati da incertezza e discontinuità” (Berkes e Folke, 1998, p.12).

La resilienza evolutiva, dunque, sfida l’intera idea di equilibrio e sostiene che la natura stessa dei sistemi può cambiare nel tempo con o senza un disturbo esterno (Sheffer, 2009).

La trasposizione del concetto di resilienza ai sistemi adattivi complessi — così come la sua comprensione evolutiva sostenuta da Davoudi (2012) — trova la sua migliore configurazione nel concetto di “panarchia” introdotto da Gunderson e Holling (2002) per spiegare la natura evolutiva e dinamica, nel tempo e nello spazio, di tali sistemi. Il termine descrive l’evoluzione dei sistemi secondo cicli evolutivi¹³ — sfruttando la metafora del “ciclo adattivo” rappresentata graficamente nel famoso modello di Holling (fig. 2.7) — caratterizzati da distinte fasi di cambiamento, visualizzabili sotto forma di curve all’infinito che interagiscono su diverse scale (Davoudi, 2013).

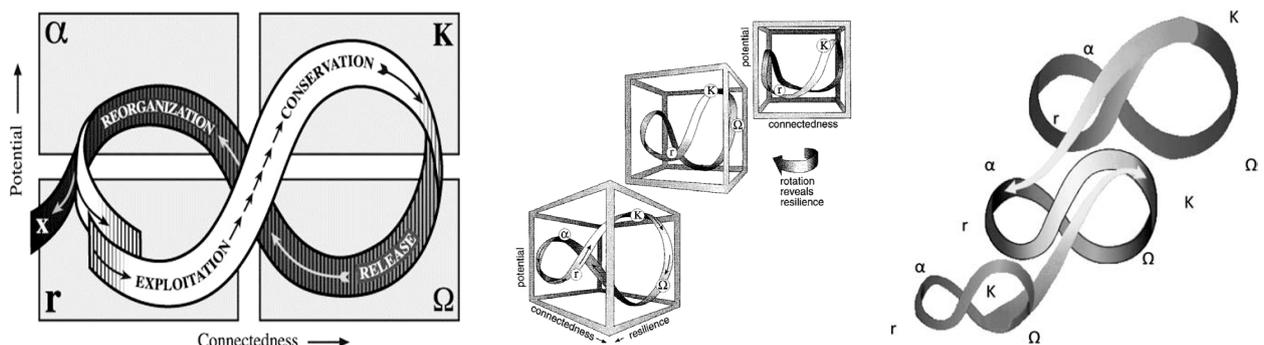


Figura 2.7 Rappresentazioni in campo bidimensionale (a sinistra), tridimensionale (al centro) delle diverse fasi di un ciclo adattivo e serie di cicli adattivi. Fonte: adattato da Holling e Gunderson (2002, pp. 34–41) e Gunderson (2009, p. 5).

¹³ I cicli evolutivi si sviluppano in un campo di esistenza a tre dimensioni: il **potenziale**, ovvero la disponibilità di risorse accumulate, che per i sistemi socio-ecologici può essere inteso come il capitale naturale e sociale disponibile; la **connessione**, ovvero la capacità del sistema di controllare il proprio destino o all’inverse, la sua vulnerabilità a cambiamenti inattesi che eccedono la capacità di controllo del sistema; la **resilienza**, che diminuisce quando il sistema si assesta in una condizione di stabilità e si accresce nelle fasi di organizzazione e crescita, consentendo al sistema di avviare un nuovo ciclo. Fonte: Galderisi, 2013.

Secondo la teoria del ciclo adattivo, i sistemi dinamici come gli ecosistemi, le società, le corporazioni, le economie, le nazioni e i sistemi socio-ecologici, non tendono ad una condizione stabile o di equilibrio, ma invece passano attraverso quattro fasi caratteristiche di cambiamento delle proprie strutture e delle proprie funzioni (Carpenter et al., 2001), le quali fasi includono: crescita o sfruttamento, conservazione, rilascio o distruzione creatrice, e riorganizzazione (Gunderson e Holling, 2002). Una caratteristica chiave di questa metafora è l'esistenza di periodi relativamente brevi durante i quali avvengono grandi cambiamenti.

La fase di crescita (r) è caratterizzata da un rapido accumulo di risorse (capitali), da opportunità, dall'aumento del livello di diversità e delle connessioni. Nella fase di conservazione (K), la crescita rallenta, le risorse diventano sempre più bloccate e il sistema diventa meno flessibile e reattivo agli shock esterni. Questa fase è caratterizzata da stabilità, certezza e bassa resilienza. La fase di distruzione creatrice (Ω), è il momento del collasso caotico e della liberazione del capitale accumulato. Questa fase rappresenta il momento di maggiore incertezza, ma allo stesso tempo di alta resilienza. Alla fase di distruzione creatrice segue una fase di riorganizzazione (α), che rappresenta il momento dell'innovazione e del rinnovamento, la quale può aprire la strada a possibilità nuove e imprevedibili, portando pertanto alla nascita di novità (nuove specie, nuove istituzioni, nuove idee e politiche, nuove industrie). È questa una fase caratterizzata da un'elevata capacità di recupero (Gunderson e Holling, 2002; Walker et al., 2004; Pendall et al., 2010; Davoudi, 2012; Davoudi et al., 2013). Le fasi Ω e α insieme formano un backloop imprevedibile. La fase α conduce a una fase r successiva, che può assomigliare alla precedente fase r o essere significativamente diversa (Walker et al., 2004). La resilienza cambia durante tutto il ciclo adattivo, assumendo risalto in particolari fasi (Gunderson e Holling, 2002).

Il modello di Holling suggerisce che quando un sistema 'matura', la sua resilienza si riduce mettendosi nella condizione latente di "un incidente che aspetta solo di accadere" (Holling, 1986), e quando il sistema collassa, si apre "una finestra di opportunità" (Olsson et al., 2006) alla configurazione di sistemi alternativi (Davoudi, 2012).

Queste fasi si verificano in cicli "panarchici", piuttosto che gerarchici, annidati l'uno all'interno dell'altro, attraverso scale spaziali e temporali (Holling, 2001). Ciò implica, in primo luogo, che le fasi non siano necessariamente sequenziali o fisse (i sistemi possono per esempio spostarsi direttamente dalla fase r alla fase Ω); in secondo luogo, che i sistemi non funzionino in un singolo ciclo, ma in una serie di cicli adattivi nidificati che operano e interagiscono su più scale (più piccole e più grandi) e velocità (lente o veloci). Questa è la base della "panarchia". Pertanto, i sistemi complessi adattivi, sono caratterizzati da relazioni multiscalarari che avvengono

a più livelli. Secondo il modello panarchico¹⁴ la natura delle interazioni tra livelli può essere di due tipi: top-down, quando i cicli più ampi e lenti determinano le condizioni per i cicli sottostanti più piccoli e veloci, o bottom-up, quando ciascun livello comunica un piccolo set d'informazioni al livello superiore influenzandone l'evoluzione (Holling, 2001).

Il ciclo adattivo focalizza l'attenzione sui processi e sulla funzione dinamica piuttosto che sugli stati e sulla struttura (Pickett et al., 2004). La resilienza socio-ecologica riguarda la capacità dei sistemi complessi socio-ecologici di cambiare, adattarsi o trasformarsi in risposta a stress e tensioni (Carpenter, 2005) e dunque, non si deve intendere come “un ritorno alla normalità” (Pendall et al., 2010, p. 76), ma al contrario — in una prospettiva evolutiva della pianificazione — come la ricerca di una nuova normalità (Davoudi et al., 2012; Pendall et al., 2010).

Il ciclo adattivo non offre di per sé un quadro per la ‘misurazione’ della resilienza, va considerato come una metafora utile e non come un’ipotesi verificabile (Carpenter et al., 2001), ma piuttosto offre una comprensione evolutiva della resilienza e un’idea di come i sistemi siano in continua evoluzione, adattandosi e cambiando.

2.3.3 CONNETTERE IL CONCETTO DI RESILIENZA ALLA PIANIFICAZIONE

La pianificazione ha una lunga storia di assorbimento di nuovi concetti e della loro traduzione all'interno delle sue teorie e pratiche. La resilienza non fa eccezione.

Tuttavia, ciò che la resilienza significhi in pratica per la governance urbana deve ancora essere esaminato a fondo. Vi è ancora un evidente divario tra la difesa della resilienza socio-ecologica nella letteratura scientifica e la sua adozione come discorso politico da un lato, e la dimostrata capacità di governare con resilienza nella pratica dall'altro (Wilkinson, 2012). Ci sono sorprendentemente poche pubblicazioni che affrontano il modo in cui un approccio di resilienza alla pianificazione potrebbe essere perseguito nella pratica.

Gran parte del fascino del termine sta nel fatto che sia sufficientemente malleabile da eliminare la cosiddetta “zona grigia tra discorso accademico, politico e pratico” (Bristow, 2010, p.116). Soprattutto, forse, offre qualche strumento in risposta all'incertezza e all'insicurezza prodotta dalla ricerca di sopravvivenza e di adattamento di fronte alle crisi contemporanee (Shaw, 2012). Tuttavia, diversi autori temono che la resilienza possa rappresentare una “buzzword” del

¹⁴ Panarchia, dal nome di Pan, il dio greco della natura, fa riferimento a “come le variabili a diverse scale interagiscono per controllare le dinamiche e le traiettorie del cambiamento nei sistemi ecologici e socio-ecologici” (Gunderson, 2009, p. 4)

momento, sostituendo altre terminologie comunemente usate come la sostenibilità e l'adattamento (Davoudi et al., 2012; Porter e Davoudi, 2012; Teigão dos Santos e Partidário, 2011). Al fine di inquadrare il concetto di resilienza, è quindi importante analizzare la sua relazione con i concetti di sostenibilità e di adattamento per comprenderne anche le implicazioni.

La sostenibilità e lo sviluppo sostenibile sono nati come concetti nel 1987 (UNWCED 1987), indicando la capacità di “assicurare i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri” e, rapidamente, sono diventate le parole chiave più rilevanti nell'azione politica della società contemporanea. Il successo della sostenibilità negli ultimi due decenni ha travolto la maggior parte dei campi di ricerca, dall'economia all'ecologia, fino all'idea dello sviluppo sostenibile come un ossimoro per sottolineare la necessità di una decrescita sostenibile (Mela et al., 2009).

Lo sviluppo sostenibile si concentra sul futuro e, come sostenuto da Teigão dos Santos e Partidário (2001), potrebbe essere considerato un principio di precauzione per evitare conseguenze negative dello sviluppo di oggi nel mondo di domani. Allo stesso modo, i due autori hanno sottolineato l'attuale instabilità del nostro momento storico, in cui le crisi e le pressioni sugli ecosistemi rendono necessarie soluzioni nuove e rapide, di carattere più adattivo. La resilienza sembra rispondere a questa esigenza.

In questo quadro, la resilienza, riflettendo la capacità di un sistema di assorbire i disturbi e di riorganizzarsi senza collassare, sembra essere una condizione chiave per perseguire in modo efficace uno sviluppo sostenibile (Teigão dos Santos e Partidário, 2011). In qualche modo, la resilienza potrebbe essere considerata inclusa nel concetto di sostenibilità, dove la sostenibilità include la capacità di un sistema di mantenere la sua funzionalità quando viene disturbato. Nello specifico, la resilienza e la sua interazione a diverse scale gioca un ruolo fondamentale nella gestione di una transizione verso uno sviluppo più sostenibile. Diversi autori (Gunderson e Holling, 2002; Lambin, 2005) hanno riconosciuto che l'attitudine organizzativa dei sistemi attraverso un approccio di resilienza è un punto fondamentale della sostenibilità. In una realtà incerta e imprevedibile, guardare ai sistemi socio-ecologici attraverso la lente della resilienza consente di considerare un mondo in cui la capacità di interazione tra i suoi stakeholders (come scienziati, policy makers, professionisti, imprenditori privati e cittadini) a diverse scale, è fondamentale nel determinare le dinamiche del sistema. Quindi la resilienza implica un cambiamento nel modo di fare politica, pianificazione e governance e fornisce un linguaggio comune tra diversi settori e discipline (Wilkinson, 2012). Il nuovo paradigma implica diverse assunzioni e approcci, ovvero un cambiamento nei processi che vanno dall'essere

essenzialmente razionalisti, reazionari o burocratici, al diventare più adattabili, anticipativi, flessibili, collaborativi e corresponsabili.

Allo stesso modo, le nuove questioni che emergono nell'approccio di resilienza allo sviluppo sostenibile appaiono anche in relazione al concetto di adattamento e si traducono nel contesto dei cambiamenti climatici. Comunemente, l'adattamento ai cambiamenti climatici si riferisce al concetto di resilienza ingegneristica. Allo stesso modo, quando l'adattamento ai cambiamenti climatici prende in esame la vulnerabilità di una specie o di un habitat, il concetto di resilienza ecologica sembra più appropriato e può fornire un quadro per l'individuazione delle soglie critiche (Fünfgeld e McEvoy, 2012), sottolineando l'idea dell'adattamento come un processo che coinvolge e migliora l'apprendimento sociale, i cambiamenti istituzionali e l'innovazione.

Tradizionalmente, l'obiettivo della mitigazione del rischio è la protezione delle persone, delle proprietà e dell'ambiente dalla forza distruttiva degli eventi catastrofici. Tuttavia, la costruzione di una città resiliente non riguarda solo l'uso del suolo e l'ingegneria strutturale, ma deve anche fornire la capacità di anticipare e rispondere ai disastri. La concettualizzazione della resilienza basata sull'ingegneria statica è stata abbracciata per molto tempo dagli studi sulle catastrofi, dove l'attenzione si è concentrata sulla ripresa in termini quantitativi. Al contrario, la metafora della resilienza socio-ecologica aiuta a sintetizzare l'integrazione tra ecologia e scienze sociali, grazie al ruolo centrale della struttura dell'ecosistema umano su più scale (Teigão dos Santos & Partidário, 2011).

Secondo le principali definizioni, potremmo identificare tre caratteristiche che consentono l'uso del concetto di resilienza socio-ecologica applicato ai sistemi urbani:

- Gli umani sono parte dell'ecosistema. *“La struttura dell'ecosistema umano non è una questione di umani contro natura, ma di processi umani ed ecologici combinati in una rete reciprocamente interattiva”* (Pickett et al., 2004)
- Sistema complesso. Il sistema urbano è la somma di diversi sottosistemi in interazione.
- Cicli adattivi. I processi ecologici, sociali ed economici consentono il continuo adeguamento e l'auto-organizzazione dei sistemi urbani.

Pertanto, nel processo di pianificazione, la resilienza evidenzia la necessità di essere più flessibili. In quest'ottica la trasformazione è considerata normale e il dinamismo viene letto come un fattore intrinseco del modo in cui i sistemi agiscono. Da questo punto di vista, dimostra una profonda affinità con la teoria

della governance e dell'apprendimento sociale, con i concetti di co-gestione e di partecipazione.

Come ha affermato Godschalk (2003) “una città resiliente è una rete sostenibile di sistemi fisici e comunità umane” (p. 137). In questa metafora, i sistemi fisici sono le componenti dell'ambiente naturale e costruito della città, mentre le comunità umane riguardano tutti gli attori che vivono, lavorano e agiscono in quello spazio. I sistemi fisici includono l'ingegneria strutturale come la rete stradale, le infrastrutture energetiche o gli edifici, i sistemi naturali includono la topografia, la geologia e il suolo. Per Godschalk, il sistema fisico è il corpo della città, le sue ossa, arterie e muscoli, mentre le comunità umane rappresentano il cervello che dirige le sue attività. Così come il sistema fisico deve garantire un corretto funzionamento sotto stress per limitare i danni alla città (in questo senso comunità) durante un disastro, la comunità umana (componenti sociali e istituzionali) deve essere in grado di sopravvivere e funzionare anche in condizioni estreme, auto-organizzandosi e gestendo l'emergenza.

Nonostante il crescente interesse dei politici e dei professionisti nell'utilizzare la resilienza della comunità come mezzo per affrontare la risposta ai disastri locali (McAslan, 2010), la resilienza rimane un concetto difficile da mettere in pratica, quindi raggiungere un risultato tangibile è più complicato se comparato, ad esempio, con il concetto di gestione del rischio (Mitchell & Harris, 2012). Oggigiorno la maggior parte delle azioni in quest'ambito si concentra solo sul rendere il sistema fisico resistente alla forza disastrosa (Godschalk, 2003), mentre scarseggia l'efficacia dei programmi per la preparazione, la previsione e l'avvertimento della comunità (Pearce, 2003). Bisogna comprendere che se la resilienza comunitaria cresce, la costruzione della resilienza urbana diventa sempre più concreta.

La sfida chiave dovrebbe essere costruita sulla conoscenza, sulla memoria, sulla capacità di apprendimento e sull'adattamento delle istituzioni che gestiscono gli ecosistemi ai diversi livelli, al fine di migliorare la resilienza dei sistemi naturali e umani e di contrastare la loro vulnerabilità nell'attuale contesto di incertezza.

Il ciclo adattativo - come nella definizione di Holling - riguarda le caratteristiche dell'essere un processo sistemico di complessi sistemi ambientali, caratterizzati da alti livelli di incertezza e influenzati da potenziali impatti sociali, economici ed ecologici, dovuti a diverse opzioni di gestione. Questo processo sistemico consente ai sistemi ambientali di migliorare continuamente le proprie capacità di gestione, di apprendimento e di adattamento costante. L'essere un processo ciclico favorisce la possibilità di gestire gli effetti delle politiche e delle azioni, includendo i risultati nelle decisioni successive attraverso l'integrazione di diverse conoscenze. Un risultato utile del metodo di resilienza è proprio la capacità di collegare fenomeni

che nella pianificazione tradizionale vengono considerati in maniera separata. In quest'ottica, la resilienza traccia una prospettiva teorica alternativa di una pianificazione più dinamica, fluida e interpretativa, che richiede uno spostamento della metodologia da “comando-controllo” ad una metodologia di “apprendimento e adattamento” (Davoudi et al., 2013). Dal mio punto di vista, il processo di resilienza rappresenta la tensione ideale verso uno stato possibile di cose e la resilienza, si potrebbe considerare la vision a cui la “pianificazione dell'incertezza” deve tendere in ogni fase del ciclo del disastro. A questo scopo la pianificazione come apprendimento è fondamentale per allineare idee e obiettivi, per formare leader e raggiungere una visione condivisa anziché agire come un processo burocratico (Teigão dos Santos e Partidário 2011)¹⁵.

Allo stesso modo, pianificare anche la comunicazione è fondamentale per migliorare i flussi di informazione e costruire relazioni. La pianificazione dovrebbe essere un processo di comunicazione dei suoi regolamenti, orientamenti e azioni, ma in realtà le informazioni prodotte alla fine del processo di pianificazione spesso trascurano le diverse capacità e necessità dei potenziali utenti finali.

Per concludere, una definizione di resilienza, che coniuga tutte le dimensioni trattate della resilienza: *“Per analogia, così come un fascio d'acciaio resiliente sopravvive all'applicazione di una forza resistendo con vigore (rigidità) e assorbendola con deformazione (duttilità), la forza (resilienza) di una comunità sotto stress è la sua capacità di inventare mezzi per rispondere al disastro e mantenere la sua integrità (coerenza), mentre la duttilità sta nella sua capacità di adattarsi alle circostanze prodotte dalla calamità al fine di diminuirne l'impatto”* (in Alexander, 2013, p. 2710).

In questa tesi, come si è già detto nel Capitolo 1 e come si vedrà nei seguenti capitoli, la resilienza è definita, ai fini della sua applicazione nel contesto della gestione del rischio alluvioni, come *la capacità di un sistema di riprendersi dagli impatti delle inondazioni*.

¹⁵ Teigão dos Santos e Partidário hanno identificato quattro diverse caratteristiche che i processi di pianificazione dovrebbero adottare per essere considerati resilienti: anticipazione, innovazione, apprendimento e comunicazione.

- a) Pianificare come anticipazione è importante per percepire i disturbi emergenti e identificare i primi segnali e le possibili soluzioni.
- b) Pianificazione come innovazione è necessario per essere più flessibili e dinamici nel generare soluzioni migliori, anziché adottare processi ripetitivi.
- c) Pianificare come l'apprendimento è fondamentale per la conoscenza, per produrre consenso e corresponsabilità.
- d) Pianificare come comunicazione è decisivo per aumentare la consapevolezza, per portare sostegno e costruire relazioni.

3 LA RESILIENZA NELLA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

Dopo aver affrontato la letteratura riguardo al concetto di resilienza (Capitolo 2), per comprendere se l'applicazione del concetto è utile nella gestione del rischio inondazioni, è a questo punto necessario individuare dapprima una definizione chiara del concetto di resilienza, applicabile nella dimensione dello specifico rischio, per poi comprendere in che modo il concetto può essere connesso alla gestione del rischio di alluvioni.

Nel campo della riduzione del rischio disastri, si comincia ad applicare ampiamente il concetto di resilienza a partire dal 2000. L'International Strategy for Disaster Reduction delle Nazioni Unite (UN-ISDR) definisce la resilienza come *“l'abilità di un sistema, comunità o della società esposta a rischi di resistere, assorbire, adattarsi e recuperare di fronte agli effetti di un pericolo in modo tempestivo e efficiente, anche attraverso la salvaguardia delle funzioni e strutture di base essenziali”*. In Italia, l'Istituto Italiano di Resilienza¹⁶ la definisce: *“Capacità di un sistema di impedire o ritardare il passaggio da uno stato di crisi ad uno emergenziale, assorbendo un fattore perturbante e invasivo, esterno o interno, previsto o imprevisto, reagendo e modellando la risposta della propria struttura, allo scopo di superare l'evento avverso, ristabilendo un nuovo equilibrio nel sistema”*. Appare evidente, dunque, il crescente interesse verso lo studio degli aspetti salienti della resilienza comunitaria, intesa non come potenziale caratteristica immutabile di una comunità, ma come un “processo” messo in atto dalla comunità stessa con lo scopo di fronteggiare un evento disastroso, tendendo ad una condizione di equilibrio come adattamento conseguente una alterazione del funzionamento della comunità, presupposto per la costruzione e per la ricostruzione (Marotta e Zirilli, 2015). La resilienza, in definitiva, non appare come una singola “capacità del sistema”, ma come possibili combinazioni di una serie di capacità che è possibile costruire e sviluppare attraverso strategie legate al sistema, alla personalità individuale e alla cultura di chi di questo sistema fa parte. Perché queste combinazioni di capacità si configurino, va prima costruita una *cultura della resilienza*, favorendo investimenti in programmi mirati a facilitare l'attivazione di risorse del sistema capaci di assorbire i traumi e ripristinare le

¹⁶ Il Centro Studi Sistema Protezione Civile - Istituto Italiano di Resilienza nasce a Spoleto nel 2011. L'istituto riunisce numerosi esperti del settore di livello nazionale e internazionale, appartenenti a settori disciplinari differenti. L'azione del Centro Studi ruota attorno alla riduzione del valore di Rischio e della magnitudo delle Emergenze in Italia. Per raggiungere questo scopo opera attraverso la diffusione del concetto di Resilienza e lo sviluppo di azioni resilienti.

“normali” condizioni di funzionalità. Tali risorse vanno messe in campo non solo in seguito ad una perturbazione causata da un evento dannoso per migliorare la capacità di reagire, limitare i danni e ripristinare le funzioni di un sistema, ma vanno utilizzate soprattutto nelle fasi precedenti l’eventuale impatto, migliorando le modalità di gestione dei territori, regolando la densità e la distribuzione della popolazione, promuovendo iniziative di informazione e formazione delle comunità a rischio, aumentando il grado di conoscenza del rischio a tutti i livelli di governo e tra la popolazione.

Questo capitolo si apre con la definizione di resilienza asserita in questa tesi (par. 3.1), per poi continuare con la definizione, la normativa e gli strumenti della gestione del rischio alluvioni in Italia (par. 3.2). Infine il significato di entrambi sarà combinato in una definizione di resilienza nella gestione del rischio alluvioni (par. 3.3), significato alla base dell’approccio sistemico di misurazione della resilienza dei fiumi di pianura adottato in questa ricerca.

3.1 L’UTILIZZO DEI CONCETTI DI RESILIENZA E RESISTENZA IN QUESTA TESI

Risulta chiaro a questo punto che non è possibile attribuire al concetto di resilienza un’unica definizione che si possa considerare valida in assoluto e in ogni possibile campo di applicazione, e che al contrario è possibile sviscerare il concetto stesso in molteplici definizioni, seppur tra loro compatibili, che risultino più o meno coerenti con l’ambito in cui si voglia valutare l’utilità della sua applicazione, in cui se ne dà dunque, una specifica interpretazione.

In questa tesi, la definizione di Holling (1973) di resilienza, per cui *“la resilienza è la capacità di un sistema di mantenere i suoi processi e le sue caratteristiche più importanti quando soggetto a disturbi”*, viene usata per indicare la *‘persistenza’*. La *‘persistenza’* include sia i sistemi stabili che i sistemi in evoluzione e dipende dalla capacità di tali sistemi di far fronte alle perturbazioni e quindi, dalla loro resilienza e resistenza. Per resilienza si intenderà invece, *la capacità di un sistema di recuperare in seguito ad una reazione ad un disturbo* (Begon et al., 1996; Jørgensen, 1992; PérezEspaña e Arreguín Sánchez, 1999).

Analogamente la resistenza può essere definita come la capacità di un sistema di resistere ai disturbi restando imperturbabile. Nella definizione di resilienza il *‘recupero’* non va inteso come il ritorno alla identica situazione precedente, ma come al ritorno ad una condizione in cui gli effetti negativi dovuti al disturbo si sono esauriti. In questo modo viene incorporata nella definizione di resilienza la capacità evolutiva della maggior parte dei sistemi.

Un altro aspetto incluso nella definizione di resilienza utilizzata in questa tesi, è che i sistemi resilienti reagiscano proporzionalmente all'aumentare del disturbo. La proporzionalità tra reazione e disturbo dipende da quanto facilmente si manifestano i cambiamenti nel sistema. In questa ricerca, i sistemi che mostrano una reazione sorprendentemente più grave rispetto alla bassa entità del disturbo, sono considerati meno resilienti dei sistemi in cui, invece, la reazione all'aumentare del disturbo si incrementa gradualmente. Si prevede che i sistemi con una bassa 'gradualità' recuperano più lentamente e con maggiori difficoltà rispetto ai sistemi con elevata 'gradualità' (de Bruijn, 2005).

La definizione individuata può essere applicata ad ogni tipo di sistema. Nella sezione 3.3.2 verrà applicata ai sistemi di gestione del rischio inondazione.

Aspetti che descrivono le reazioni ai disturbi

Dal momento che le reazioni dei sistemi ai disturbi riflettono le proprie capacità di resilienza e resistenza del sistema, è possibile ricavare entrambe le caratteristiche analizzando intuitivamente le reazioni. Nella figura 3.1 sono rappresentate la resistenza e la resilienza attraverso la reazione di un sistema, come il comportamento di una variabile di stato ipotetica che reagisce a disturbi improvvisi con durata trascurabile. Il sistema in figura 3.1a possiede una resistenza sufficiente tale da fronteggiare piccoli disturbi, e ha allo stesso tempo la capacità di recuperare da disturbi maggiori. Il massimo disturbo che non provoca alcuna reazione viene indicato come "soglia di reazione". L'ampiezza della reazione (A) e la velocità di recupero (l'angolo indicato nella figura 3.1a) descrivono insieme la reazione al disturbo. L'ampiezza della reazione è una misura dell'entità della reazione al disturbo. Il tasso di recupero è la velocità con cui un sistema reagendo recupera da un disturbo.

Per capire il comportamento di un sistema non è sufficiente studiare la sua reazione ad un singolo disturbo. Invece, dovrebbe essere studiata la risposta del sistema all'intera gamma di magnitudini di disturbo. La figura 3.1b mostra l'ampiezza di reazione di tre sistemi ipotetici, data l'intera gamma di grandezze di disturbo. Da questa figura si può ricavare un terzo aspetto di reazione, la gradualità della reazione, che aumenta con l'aumentare delle magnitudini di disturbo. Maggiore è la pendenza della curva che rappresenta la relazione tra la grandezza del disturbo e la corrispondente ampiezza della reazione, meno è graduale la reazione. Istintivamente, ci si aspetta una risposta graduale che sia proporzionale al disturbo. Un'improvvisa discontinuità nella relazione disturbo-risposta rappresenta di solito un evento inaspettato e che potrebbe pertanto essere indesiderabile.

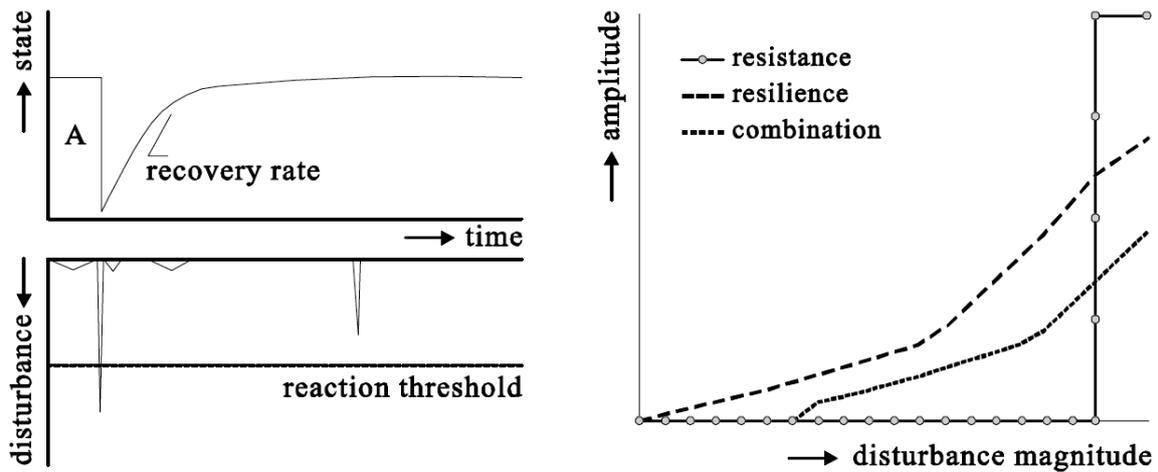


Figura 3.1a (sinistra) Il sistema ipotetico è abbastanza resistente da far fronte a piccoli disturbi; pertanto, non è visibile alcuna reazione a questi disturbi. In sistema è resiliente verso disturbi maggiori. Il grado di resilienza dipende dall'ampiezza (A) della reazione e dal tasso di recupero.

Figura 3.1b (a destra) Relazione tra l'ampiezza della reazione e l'entità del disturbo per un sistema resiliente e uno resistente e per un sistema che ha entrambe le caratteristiche. Fonte: de Bruijn (2005, p. 24)

In conclusione: la reazione di un sistema a un disturbo dipende dalle sue caratteristiche di resistenza e resilienza. La resistenza di un sistema determina quali disturbi il sistema può sopportare senza reagire; la resilienza, determina invece la risposta e il recupero da disturbi più estremi. Le reazioni del sistema possono essere descritte dalle ampiezze delle reazioni ai disturbi, dai tassi di recupero e dalla gradualità dell'aumentare della reazione all'aumentare dell'entità del disturbo.

3.2 LA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI IN ITALIA

In Italia, la gestione del rischio di alluvioni si inserisce all'interno di uno specifico quadro normativo. Il D. Lgs. de 23 febbraio 2010 n. 49 concernente "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi di alluvioni", stabilisce che le Autorità di Bacino Distrettuali devono predisporre Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), per ogni Distretto Idrografico, attraverso cui prevedere misure per la gestione del rischio di alluvioni nelle zone ove possa sussistere un rischio potenziale ritenuto significativo, evidenziando in particolare la riduzione delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e

sociali, attraverso l'attuazione prioritaria di interventi non strutturali e di azioni per la riduzione della pericolosità. In base a quanto previsto dal citato D. Lgs. 49/2010 i Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.) sono predisposti dalle Autorità di Bacino distrettuali, per la parte di propria competenza, e dalle Regioni in coordinamento tra loro e con il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, per la parte relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

Nel Piano vengono individuate le aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni, stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono entro le aree "allagabili", individuate le "aree a maggior rischio (ARS)" e impostate misure per ridurre il rischio medesimo suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità e analisi, da attuarsi in maniera integrata. L'individuazione e la delimitazione delle aree allagabili è contenuta nelle mappe di pericolosità e la relativa classificazione di rischio nelle mappe di rischio. La stesura delle suddette mappe si pone come un'integrazione al quadro conoscitivo del PAI (Piani di Assetto Idrogeologico- Legge n° 183/89), rispetto alle indicazioni dal D. Lgs. 49/2010, con l'obiettivo di arrivare a disporre a livello nazionale di un sistema di rappresentazione condiviso e uniforme delle condizioni di pericolosità e di rischio idraulico.

Le mappe devono contenere la delimitazione delle aree allagabili per diversi scenari di pericolosità:

- aree P3 (H nella cartografia), o aree interessate da alluvione frequente; $20 \leq TR \leq 50$;
- aree P2 (M nella cartografia), o aree interessate da alluvione poco frequente; $100 \leq TR \leq 200$;
- aree P1 (L nella cartografia), o aree interessate da alluvione rara; $200 \leq TR \leq 500$;

Secondo il decreto citato "la pericolosità di alluvione è la probabilità di un evento alluvionale in un intervallo temporale prefissato in una certa area". Questa probabilità si esprime in tempo di ritorno e rappresenta il numero di anni in cui un dato valore di una grandezza idrologica è mediamente uguagliato o superato una sola volta ($TR = \text{anni}$; $\text{Pericolosità} = 1/TR$).

Le mappe del PGRA devono contenere inoltre l'individuazione dei livelli di rischio ai quali sono esposti gli elementi ricadenti nelle aree allagabili, secondo quattro classi:

- classe di rischio R4, rischio molto elevato: per il quale è possibile la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socioeconomiche;
- classe di rischio R3, rischio elevato: per il quale sono possibili pericoli per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture, con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- classe di rischio R2, rischio medio: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, che non pregiudica l'incolumità delle persone;
- classe di rischio R1, rischio moderato: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.

Le mappe del rischio sono il risultato finale dell'incrocio fra le mappe delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità esaminati e gli elementi esposti censiti raggruppati in classi di danno potenziale omogenee:

- classe di danno D4, danno potenziale molto elevato;
- classe di danno D3, danno potenziale elevato;
- classe di danno D2, danno potenziale medio;
- classe di danno D1, danno potenziale moderato;

L'attribuzione della classe di rischio di alluvioni ai beni esposti sul territorio si ottiene implementando una matrice che mette in relazione gli scenari di pericolosità con le classi di danno precedentemente elencate. Le matrici del rischio (fig. 3.2) si differenziano a seconda dell'ambito territoriale su cui sono applicate¹⁷.

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R3	R2
	D3	R3	R3	R1
	D2	R2	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R2
	D3	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

Figure 3.2 Matrice reticolo principale e reticolo secondario collinare e montano (sinistra); Matrice: aree costiere lacuali ,aree costiere marine, reticolo secondario collinare e montano

17 La Direttiva 2007/60/CE individua cinque ambiti territoriali: reticolo principale; reticolo secondario collinare e montano; reticolo secondario di pianura; aree costiere marine; aree costiere lacuali.

3.3 RESILIENZA E RESISTENZA NELLA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

Nei paragrafi precedenti di questo capitolo è stato discusso e definito il concetto di resilienza come interpretato in questa tesi, ed è stata data una panoramica sulla gestione del rischio alluvioni in Italia. In questo paragrafo si affronterà la combinazione di questi due concetti nella definizione di resilienza nella gestione del rischio alluvioni.

3.3.1 UN APPROCCIO SISTEMICO NELLA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

Nel paragrafo 3.1 è stato spiegato che la resilienza è una *caratteristica del sistema*. Pertanto, per poter applicare il concetto di resilienza nell'ambito della gestione del rischio da alluvione, è necessario adottare un approccio sistemico simile a quello utilizzato in ecologia e definire innanzitutto il *sistema* indagato. I confini del sistema possono essere definiti considerando dove si focalizza la gestione del rischio alluvione, e quindi per quale area, quali oggetti e quali persone sono state progettate le misure e le strategie.

In questa tesi il *sistema di gestione del rischio alluvione* è definito geograficamente come la combinazione tra il fiume di pianura e l'adiacente piana allagabile. Concettualmente, il sistema comprende sia gli aspetti socioeconomici che fisici dell'area. Tali aspetti comprendono, ad esempio, l'uso del territorio, gli aspetti istituzionali, il sistema politico, le caratteristiche della popolazione, la presenza di argini, le differenze di altitudine e le caratteristiche del suolo. La gestione del rischio alluvioni mira a mantenere o ad aumentare la capacità di questo sistema di fronteggiare le onde di piena.

Al fine di sviluppare strategie di gestione del rischio alluvioni che migliorano lo sviluppo sostenibile è necessario un approccio integrato al problema. L'approccio ai sistemi come definito in questa sezione è un esempio di tale approccio. Questo incorpora sia il regime di piena che le caratteristiche socioeconomiche e fisiche della regione coinvolta.

3.3.2 DEFINIZIONE DI RESILIENZA E RESISTENZA DEI SISTEMI DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

In questa sezione, la resilienza dei sistemi di gestione del rischio alluvione verrà definita discutendo cosa si intende per “disturbo”, “risposta” e “recupero” nel

contesto di gestione.

Le onde di piena, variabili e incerte, generate a monte di un bacino idrogeologico esercitano un *disturbo* sul sistema di gestione del rischio alluvioni.

Il sistema può *rispondere* in modi diversi alle piene che fanno ingresso nel sistema. Tali onde possono non provocare alcuna reazione: in un sistema con argini sufficientemente alti le piene non modificheranno nulla del sistema socioeconomico. Al contrario, può succedere che queste causino un'esondazione del fiume con conseguente interruzione dell'attività sociale ed economica. La società potrebbe subire danni da inondazioni alle proprietà, shock emotivi o la distruzione di monumenti ed ecosistemi.

Il *recupero* della società da questa rottura consiste nel ritorno ad una situazione normale e ad un normale modello di sviluppo. Ciò significa che almeno lo sviluppo economico, sociale e fisico dovrebbe essere simili al livello di sviluppo precedente all'alluvione o comparabile allo sviluppo di aree che non hanno subito l'inondazione. Pertanto, i danni provocati dall'alluvione devono essere stati risolti, le aziende devono aver raggiunto nuovamente il loro normale livello di produzione e le emozioni negative legate all'avvenimento devono essere state superate.

Riassumendo, per i fiumi di pianura, la resilienza della reazione di un sistema di gestione del rischio alluvione, provocata dalle onde di piena, può essere definita come la capacità del sistema di riprendersi dagli effetti delle inondazioni che hanno colpito l'area interessata. Al contrario, la resistenza del sistema può essere definita come la sua capacità di lasciarsi attraversare dalle onde di piena senza provocare esondazioni. In altre parole, in sistemi di gestione del rischio di alluvione resilienti possono verificarsi alluvioni, ma il loro impatto sarà rapidamente recuperato, mentre nei sistemi resistenti le onde di piena non provocheranno inondazioni.

Nel modello proposto dall'olandese de Bruijn, gli aspetti che descrivono le reazioni di un sistema ai disturbi sono: la *soglia di reazione*, l'*ampiezza* della reazione, la *gradualità* dell'aumentare della reazione all'aumentare delle onde di piena e il *tasso di recupero* (vedere la sezione 3.1.1), e possono essere applicati anche ai sistemi di gestione del rischio inondazione. La *soglia di reazione* corrisponde alla massima piena che può fluire nel sistema senza causare esondazioni.

L'*ampiezza*, o entità della reazione, è pari all'impatto economico, sociale, psicologico ed ecologico delle alluvioni. Essa dipende dai seguenti parametri:

- Parametri idraulici correlati all'evento di piena come la massima profondità dell'acqua, velocità del flusso, superficie allagata, durata dell'allagamento;
- Parametri socioeconomici che determinano il danno corrispondente, come l'uso del suolo e i beni esposti;
- Parametri ecologici quali i tipi di ecosistemi e la connettività con altri

ecosistemi.

La *gradualità*, si riferisce alla relazione tra l'aumento degli impatti da alluvione e l'aumento delle onde di piena. La gradualità dipende dagli stessi parametri da cui dipende l'ampiezza della reazione, ma è anche fortemente influenzata dalla fisiografia dell'area e dall'infrastruttura di difesa dalle inondazioni come argini, sbocchi, dighe, aree di detenzione ecc., e dalla loro gestione operativa.

Il *tasso di recupero* indica la velocità con cui un sistema ritorna allo stato precedente o alla precedente forma di sviluppo, o ad uno schema di sviluppo paragonabile a quello dei sistemi non disturbati. Non è necessario che venga raggiunto esattamente lo stesso stato, a condizione che vengano ripristinate le caratteristiche più importanti. Può accadere che, le società provino a migliorare la propria situazione durante il processo di recupero, il che può risultare in un sistema che è meglio preparato alle inondazioni future o con migliori condizioni di vita. La durata del periodo di recupero dipende dall'entità del danno stesso e dal contesto in cui si verifica il danno. Poiché l'entità della reazione è già descritta dal parametro dell'ampiezza, la velocità di recupero non considera questo aspetto. Fattori importanti che determinano il tasso di recupero sono la durata delle inondazioni, la possibilità di trovare fondi per la ricostruzione o il ripristino degli elementi danneggiati, la possibilità di preservare il reddito durante e dopo l'inondazione, la diffusione degli effetti verso altre aree, la gestione politica di un'area, la salute e l'equità, la preparazione alle inondazioni.

3.3.3 STRATEGIE DI RESILIENZA E RESISTENZA NELLA GESTIONE DEL RISCHIO INONDAZIONI

La gestione del rischio alluvioni non è un obiettivo in sé, ma ha lo scopo di consentire ad una regione di funzionare normalmente e svilupparsi in modo sostenibile, nonostante i disturbi causati dalle ondate di piena. L'adeguata gestione dipende dalla situazione sociale, economica e fisica del sistema interessato e dal regime di portata del fiume. Pertanto, è necessario un approccio integrato che affronti tutti questi aspetti per essere in grado di sviluppare strategie di gestione del rischio alluvionale.

In questa tesi, il sistema per il quale devono essere sviluppate le strategie di gestione è costituito dal fiume di pianura e dagli elementi socioeconomici e fisici dell'adiacente piana allagabile. Il confine a monte di questo sistema è il punto in cui il fiume cambia da un fiume montuoso a un fiume di pianura e il confine a valle dove l'influenza marina diventa dominante. La resistenza del sistema determina quali portate di piena possono ancora fluire attraverso il sistema di gestione senza causare

inondazioni, mentre la resilienza determina la capacità del sistema di riprendersi dagli effetti delle inondazioni. Minore è la sua reazione alle inondazioni, più veloce è il recupero da questa reazione e più le reazioni aumentano gradualmente con l'aumentare delle onde di piena, maggiore è la capacità di recupero del sistema.

La reazione di un sistema di gestione del rischio inondazioni può essere modificata implementando strategie di gestione del rischio. Tali strategie possono mirare ad aumentare la resistenza del sistema, la resilienza o entrambe. Le strategie orientate alla resistenza includono misure che consentono ad una determinata portata di progetto di scorrere senza causare inondazioni. Nelle strategie orientate alla resilienza è possibile che si verifichino alluvioni, ma il recupero dagli impatti dell'inondazione dovrebbe essere rapido e l'aumento della reazione all'aumentare della portata dovrebbe essere graduale. Questo tipo di strategia utilizza misure sia strutturali che non strutturali, mentre le strategie di resistenza utilizzano principalmente misure strutturali. Nelle strategie di resilienza viene preso in considerazione l'intero regime di portata, mentre in una strategia di resistenza l'attenzione si focalizza su una singola portata di progetto.

4 QUANTIZZARE LA RESILIENZA.

L'APPROCCIO SISTEMICO DI K. M. DE BRUIJN PER I FIUMI DI PIANURA

Seguendo l'assioma secondo cui "ciò che può essere misurato può essere gestito", la capacità di misurare la resilienza viene sempre più identificata come un passo fondamentale verso la riduzione del rischio di catastrofi (Khazai et al., 2018). La misurazione, che comprende uno spettro di metodi e strumenti che vanno dalle analisi qualitative aperte all'utilizzo di insiemi di indicatori prescritti, è vitale non solo per valutare e confrontare le condizioni di base di ciò che rende resilienti le comunità, ma anche per aiutare le comunità a comprendere quali fattori influenzano negativamente la capacità di rispondere a un evento.

Nel presente capitolo verranno definiti gli indicatori di resilienza individuati da K. M. de Bruijn per i sistemi di gestione del rischio alluvioni dei fiumi di pianura. Tali indicatori descrivono e quantificano la reazione dei sistemi di gestione alle onde di piena, riflettendo la resilienza e la resistenza del sistema. In breve, la reazione di un sistema può essere descritta attraverso tre aspetti: (1) *ampiezza* della reazione, (2) *gradualità* con cui la reazione aumenta all'aumentare del disturbo e (3) *tasso di recupero*. Secondo questo modello, la resilienza risulta alta a piccole ampiezze e ad elevati valori di gradualità e tasso di recupero. La resistenza, invece, è indicata dalla soglia di reazione ovvero il massimo disturbo possibile che il sistema può sopportare evitando che si provochi una reazione.

Il paragrafo 4.1 presenta una panoramica delle possibili reazioni dei sistemi di gestione del rischio di alluvione alle piene, descrivendo gli impatti delle alluvioni e il recupero da tali impatti. Nel paragrafo 4.2 verranno spiegati gli indicatori utilizzati. Infine, nel paragrafo 4.3 verranno riportate alcune riflessioni sul modello.

4.1 GLI IMPATTI DELLE INONDAZIONI E IL RECUPERO

4.1.1 GLI IMPATTI DELLE INONDAZIONI

Gli impatti delle inondazioni possono essere riassunti come tutti gli effetti che una alluvione ha sul suo ambiente, dal momento in cui l'acqua inonda la terraferma, al momento in cui si verifica il pieno recupero. Vi è un'ampia varietà di impatti da alluvione, sia positivi che negativi, come ad esempio: aumento della fertilità dei

terreni agricoli, danni alle case e agli altri edifici, perdita di vite umane, perdita di posti di lavoro o di reddito, interruzione della rete di contatti sociali e interruzione del normale accesso all'istruzione, alla salute e ai servizi. Tutti questi effetti delle inondazioni possono essere classificati in base a (Parker et al., 1987; Parker, 2000; Penning-Rowsell e Chatterton, 1997):

- Se l'effetto è positivo o negativo;
- Il legame con l'alluvione (danni diretti e indiretti);
- Luogo in cui si verifica il danno (primari, secondari e di impatti indotti)
- Possibilità di esprimere un danno in valore monetario (materiale/immateriale)

In alcuni casi di comunità che vivono lungo le sponde di fiumi, l'ecologia e l'economia locale sono strettamente connesse alla presenza regolare di acqua. Le inondazioni regolari migliorano la fertilità dei terreni, possono aumentare la biodiversità delle pianure alluvionali e riempire laghi e stagni che a loro volta contribuiscono all'irrigazione o all'allevamento di pesci. In questi casi, le inondazioni portano benefici alle comunità. Altri possibili vantaggi delle inondazioni sono la ricarica delle falde acquifere poco profonde che forniscono alle famiglie acqua potabile e lo scioglimento del sale dalla superficie delle aree, aumentando così la fertilità del suolo. In questa sede verranno discussi solo gli impatti negativi delle piene. Sulla base del legame con l'inondazione, la prima distinzione viene fatta tra gli impatti diretti e indiretti dell'inondazione (tab 4.1).

Tabella 4.1 Categorie di impatti negativi delle inondazioni. Fonte: de Bruijn, 2005

Categoria		Materiale	Immateriale
Primari	Diretti	Perdita di capitale (case, colture, automobili, fabbriche)	Vittime, ecosistemi, inquinamento, monumenti, perdita di cultura
	Indiretti	Perdita di produzione, perdita di reddito	Disgregazione sociale, danno emotivo
Secondari		Perdita di produzione al di fuori dell'area allagata, disoccupazione, migrazione,	Danni emotivi, danni agli ecosistemi fuori dalla zona inondata
Indotti		Costi per gli aiuti di urgenza	Stress da evacuazione

Gli impatti diretti sono quelli causati dalla forza distruttiva dell'acqua, mentre quelli indiretti derivano dall'interruzione delle attività economiche e sociali (ad es. perdita di produzione agricola e industriale, perdita di reddito per le aziende commerciali, per negozi e alberghi, costi aggiuntivi di trasporto a causa delle strade allagate, interruzione delle attività di famiglia e costi di emergenza e di

evacuazione).

La seconda distinzione va fatta tra gli impatti primari, che si verificano nella zona allagata, i secondari che si verificano in altri settori fuori dall'area allagata (come la perdita del reddito da parte di aziende) e gli impatti indotti dalle inondazioni, che sono dovuti alla piena, ma non sono attribuibili ad una certa area (costi di evacuazione).

La terza distinzione va fatta tra i danni materiali e immateriali. Il danno materiale può essere espresso in valore monetario a differenza del danno immateriale. Esempi di danno immateriale riguardano i monumenti storici, i danno psicologici e alla salute, le vittime o i danni agli ecosistemi.

4.1.2 IL RECUPERO DAGLI IMPATTI DELLE ALLUVIONI

Definire cosa si intende per recupero è fondamentale per comprendere la capacità di un sistema di fronteggiare determinati impatti delle alluvioni, e pertanto per quantificare la resilienza (vedi Capitolo 3). Questa sezione definisce il recupero, spiega cosa deve essere ripristinato, entro quale periodo di tempo e quando un sistema viene considerato ripristinato. Viene inoltre presentata una revisione della letteratura di alcuni framework che aiutano la comprensione del concetto di recupero.

La definizione di recupero in questa tesi

In questa ricerca il recupero è definito come il ritorno del sistema da una situazione in cui gli impatti negativi delle alluvioni sono visibili, ad una situazione in cui gli impatti negativi delle alluvioni sono stati superati, il che non significa che il sistema ritorni alla situazione precedente il disturbo (Capitolo 3). Il periodo di tempo entro il quale si svolge il recupero deve essere un periodo rilevante per la società, la scala cronologica utilizzata è di un paio di anni al massimo. Il tasso di recupero a cui si fa riferimento riguarda l'intera comunità e non le singole famiglie. Una comunità si può considerare 'recuperata' quando le principali caratteristiche che descrivono il benessere e la vita umana e sociale sono tornate alla normalità, o addirittura migliorate. Queste caratteristiche e la loro rilevanza per una comunità differiranno nel tempo e a seconda del background culturale. Esempi di tali caratteristiche sono: lo standard di vita, i livelli di occupazione e di reddito, lo stato alimentare, il livello di istruzione e aspetti generali della vita come la salute.

Nella letteratura sulla gestione dei disastri e sul recupero dai disastri, si possono distinguere due visioni principali: una che guarda ai disastri e ai recuperi dai disastri

come fenomeni isolati; l'altra che considera i disastri e i successivi recuperi come parte dei processi sociali in corso. Secondo la prima visione, molto popolare negli anni Ottanta, i disastri sono considerati fenomeni isolati con un inizio e una fine, caratterizzati da tre fasi distinte e sequenziali (Bolin, 1982, Drabek, 1986, Friesma et al., 1979; LaPlante 1988; Rubin et al. , 1985):

- Fase di emergenza: periodo caratterizzato da elevato senso comunitario e altruistico, volto a prevenire o a ridurre la sofferenza umana;
- Fase di restituzione: periodo in cui si intraprendono azioni per tornare ad una condizione predisaster;
- Fase di sviluppo: in questa fase vengono implementati piani per prevenire o mitigare gli effetti delle nuove inondazioni.

A prescindere dal contesto, queste fasi dovrebbero verificarsi ovunque. Questo approccio, però, trascura la complessità della multidimensionalità del recupero, incasellando il concetto in uno schema ordinato. Negli anni '90 divenne popolare una nuova visione dei disastri e del recupero. In questa seconda visione i disastri non sono più visti come eventi che improvvisamente irrompono nella società, ma come parte di processi sociali già in atto. Ciò significa che studiando la società è possibile ottenere già alcune informazioni sulla possibilità che alluvioni o altri pericoli possano causare disastri e sul recupero da tali disastri. All'interno di questo approccio acquista rilievo la vulnerabilità, caratteristica che risulta influenzata da molteplici fattori.

È su questa seconda visione che si basa la ricerca di K. de Bruijn (2005) per la misurazione della resilienza dei sistemi fluviali di pianura. L'Autrice fonda l'individuazione degli indicatori di resilienza su due framework per la comprensione e la riduzione della vulnerabilità ai disastri: il Capacities and Vulnerability Analysis (Anderson e Woodrow 1989/1998) e i Pressure and Release/Access Models (Blaikie et al., 1994); e sul Sustainable Livelihood Approach (Twigg, 2001). Questi modelli servono principalmente a spiegare la vulnerabilità, non a misurarla. Vengono di seguito spiegati brevemente.

Il framework *Capacity and Vulnerability Analysis* (CVA) si sviluppa attraverso una semplice matrice costituita da ambiti interconnessi all'interno dei quali la vulnerabilità e la capacità delle persone vengono influenzate (Anderson e Woodrow, 1999). Tali ambiti sono di carattere: Fisico/materiale (clima, ambiente, infrastrutture, salute, abitazioni, finanze ecc., fattori che determinano cosa rende le persone colpite dai disastri fisicamente vulnerabili); Sociale/organizzativo (strutture politiche formali e sistemi informali, fattori che analizzano com'era la struttura sociale prima

del disastro e quanto è stata efficace durante il disastro); Motivazionale / attitudinale (quest'ambito contiene fattori che descrivono come le persone appartenenti alla società vedono se stesse e la propria capacità di influenzare il proprio ambiente) Il CVA non fornisce indicatori di vulnerabilità e capacità, ma rappresenta solo un quadro generale.

I *Pressure and Release/Access Models* (Blaikie et al., 1994) sono ancora più concettuali del CVA. Il primo componente, PAR, propone una visione della vulnerabilità che si sviluppa progressivamente su tre livelli. Al primo livello ci sono le "cause alla radice", che riguardano i processi economici, demografici e politici interni ad una società e riflettono le connessioni tra la società e lo stato; al secondo livello ci sono le "pressioni dinamiche", le quali incanalano le cause alla radice in particolari forme di insicurezza in relazione a diversi tipi di pericoli che rendono le persone vulnerabili (includono ad esempio l'accesso ridotto alle risorse); al terzo livello le "condizioni di insicurezza", che sono forme specifiche di vulnerabilità di una popolazione, espressa nel tempo e nello spazio in congiunzione ad un pericolo. (ad esempio luoghi pericolosi, economia locale fragile, gruppi sociali a rischio e mancanza di preparazione alle catastrofi). Il secondo componente, l'Access Model, tenta di mostrare come insorgono condizioni di insicurezza in relazione ai processi economici e politici che allocano beni, reddito e altre risorse nella società. L'accesso implica la capacità di un individuo, di una famiglia, di un gruppo, di una classe o di una comunità di utilizzare determinate risorse per garantirsi un sostentamento.

Il *Sustainable Livelihood Approach* (SL) (Twigg, 2001) parte dal punto di vista dello sviluppo e pone i mezzi di sussistenza al centro della discussione. I mezzi di sussistenza comprendono le capacità, i beni (comprese le risorse materiali e sociali) e le attività necessarie allo svolgimento della vita. Tali mezzi sono sostenibili quando riescono a fronteggiare e recuperare da stress e shock nel tempo, garantendo il funzionamento delle risorse di base in futuro. Le risorse di sussistenza - i mezzi di base e le risorse sociali, tangibili e intangibili che le persone utilizzano per costruire i propri mezzi di sussistenza - sono concettualizzate come diversi tipi di "capitale" da cui derivano i vari flussi produttivi. Nell'SL vengono identificati quattro tipi di capitale: (1) Capitale Umano (abilità, conoscenza, capacità di lavoro, buona salute); (2) Capitale Sociale (reti e connessioni, appartenenza a gruppi); (3) Capitale Naturale (risorse naturali); (4) Capitale Fisico (infrastruttura di base e beni di produzione necessari per la sussistenza); (5) Capitale Finanziario (risparmio e credito, afflusso di denaro diverso dal reddito di lavoro).

Questi framework chiariscono che il tasso di recupero di una società dipende da molti fattori, categorizzati in modo diverso nei differenti framework, tuttavia, non indicano in che modo la vulnerabilità o il recupero possano essere misurati o

quantificati. Basandosi sulla comprensione di questi framework, l'Autrice definisce gli indicatori descritti nel paragrafo 4.2.

4.2 GLI INDICATORI DI RESILIENZA E RESISTENZA

4.2.1 INDICATORI DI REAZIONE COME INDICATORI DI RESILIENZA

Come già spiegato nel Capitolo 3, resilienza e resistenza riflettono la reazione di un sistema ai disturbi. Per una adeguata e completa quantificazione sia della resilienza che della resistenza, sono pertanto necessari indicatori capaci di esprimere tutti gli aspetti che descrivono la reazione di un sistema alle inondazioni.

Tali indicatori di reazione risultano essere: l'ampiezza della reazione, la gradualità con cui si incrementa la reazione all'aumentare della portata di piena e il tasso di recupero dagli impatti delle inondazioni. Secondo questo modello, la resilienza risulta alta a piccole ampiezze e ad elevati valori di gradualità e tasso di recupero.

La resistenza, invece, corrisponde alla soglia di reazione, ovvero al massimo disturbo possibile che il sistema può sopportare senza provocare una reazione. Essa può essere quantificata con il tempo di ritorno della portata massima transitabile lungo il fiume senza causare esondazioni, un'approssimazione di questa portata per i fiumi arginati è la portata di progetto.

4.2.2 AMPIEZZA DELLA REAZIONE

L'*ampiezza* della reazione è definita come la magnitudo della reazione al disturbo e corrisponde all'entità dell'impatto atteso risultante da una certa onda di piena, immediatamente dopo il verificarsi di un'alluvione.

Esistono molti metodi per quantificare gli impatti primari, diretti e materiali delle onde di piena (ad es. il metodo del modello di perdita delle unità che valuta il danno potenziale su microscala per singole unità, utilizzando le relazioni tra i fattori fisici, socio-economici ed ecologici che determinano il danno primario subito da ogni singola unità; Parker et al., 1987; Vrisou van Eck et al., 1999; WL | Delft Hydraulics, 1999), più complicato è invece quantificare gli impatti immateriali (un esempio è l'*Hedonic Price Method*, che incorpora i rischi naturali nei prezzi del mercato fondiario e immobiliare abbassandoli; Brookshire et al., 1985; il *Contingent Value Method*, – CVM – Thunburg, 1988), che per definizione sono soggettivi. Spesso il danno intangibile viene quantificato sul presupposto che l'impatto di un

disastro sul benessere delle persone sia correlato alla gravità del danno materiale, oppure sulla base della relazione tra il numero di persone colpite o il numero di vittime e la sofferenza totale. Questi numeri sono misurabili, ma richiedono ancora un metodo di pesatura quando devono essere confrontati con i danni tangibili.

Nel modello proposto da Karin de Bruijn, viene utilizzato un metodo che rapporta le portate al colmo di piena, o la magnitudo, con l'entità del danno intangibile attraverso l'utilizzo di indicatori. Vengono incorporati solo i danni immateriali come stress, dolore, paura e altri stress personali, assumendo che la gravità di queste tipologie di stress sia correlata al numero di persone colpite e al numero di vittime nell'area inondata. Vengono trascurati altri tipi di danni immateriali, come i danni agli ecosistemi e ai monumenti.

Nel modello proposto, la gravità della reazione, ovvero l'ampiezza della reazione del sistema per un intero regime di onde di piena, viene descritta attraverso due soli numeri, l'*Expected Annual Damage* (EAD - Danno Atteso Annuo) e l'*Expected Annual Number Casualties* (EANC - Numero Atteso di Vittime Annuo). Nella EAD, le ampiezze o gli impatti delle alluvioni derivanti da 'tutte' le onde di piena possono essere sommate usando la loro probabilità come criterio di pesatura. Uno svantaggio derivante da questi indicatori è che non sono sensibili soltanto alla magnitudo delle reazioni, ma anche alla probabilità delle inondazioni. Ad es. l'EAD diminuirà quando si riducono le probabilità di alluvione del sistema nel suo complesso. Questa riduzione delle probabilità di alluvione, tuttavia, non determina un aumento della resilienza del sistema. Pertanto, quando viene valutata la resilienza di un sistema o di una strategia, è necessario considerare questo indicatore insieme agli indicatori preposti per gli altri aspetti della reazione.

Per calcolare il danno atteso annuo (EAD) deve essere determinato il rapporto tra tutte le possibili onde di piena, le loro probabilità di accadimento e gli impatti corrispondenti. Una difficoltà nella considerazione di tutte le possibili onde di piena è che la massima portata possibile è per lo più sconosciuta. Per essere in grado di confrontare diversi sistemi fluviali, la gamma di portate di piena considerata è limitata alle portate comprese tra la portata di progetto, con più alta probabilità di accadimento e danno zero, e la portata con tempo di ritorno 500 anni (Capitolo 5). Questi limiti includono tutte le portate di piena più rilevanti.

Sulla base di queste informazioni, vengono proposti tre indicatori di ampiezza: il danno materiale atteso annuo (equazione 4.1), il numero annuo previsto di persone colpite (*expected annual number of affected persons*) e il numero previsto di vittime annuo (equazioni 4.2 e 4.3):

$$EAD = \int_{1/10000}^{P(D=0)} PD(P)dP \quad [\text{Eq. 4.1}]$$

$$EANAP = \int_{1/10000}^{P(D=0)} PA(P)dP \quad [\text{Eq. 4.2}]$$

$$EANC = \int_{1/10000}^{P(D=0)} PA(P)dP \quad [\text{Eq. 4.3}]$$

Dove:¹⁸

EAD = danno medio atteso annuo (€/anno)

EANAP = numero medio atteso di persone colpite all'anno (n°/anno)

EANC = numero medio atteso annuo di vittime (n°/anno)

P = probabilità annua di inondazione

D(P) = danno atteso in funzione della probabilità (€)

A(P) = numero di persone colpite in funzione della probabilità (n°)

C(P) = numero di vittime in funzione della probabilità (n°)

. Per valutare i danni delle inondazioni l'Autrice utilizza un modello semplificato basato sullo Standard Damage Module (Vrisou van Eck et al., 1999). Il danno in una certa posizione con un determinato uso del suolo viene calcolato come il prodotto del danno massimo per l'estensione dell'area interessata, con uno specifico uso del suolo, per un fattore di danno che varia da zero ad uno a seconda della profondità raggiunta dall'acqua. Il danno totale viene calcolato come la somma dei danni per tutte le categorie di uso del suolo.

Il danno totale sarà dunque uguale a:

$$Damage = \sum_{c,l} (\alpha_{c,l} * A_{c,l} * D_{max,l}) \quad [\text{Eq. 4.5}]$$

Con:

$\alpha_{c,l}$ = Fattori di danno in funzione dell'uso del suolo (l) e della altezza idrica (c)

¹⁸ Nell'applicazione del modello ai casi studio affrontati dall'Autrice la gamma di portate considerata va da portate di piena con frequenza annuale e portate con tempo di ritorno di 10.000 anni, come è riportato nelle equazioni.

$A_{c,l}$ = Area di un determinato uso del suolo (l) in funzione dell'altezza idrica (c)
 $D_{max,l}$ = Danno massimo in funzione dell'uso del suolo (l)

Questi indicatori dell'ampiezza della reazione implicano una relazione univoca tra le portate di piena e gli impatti che ne derivano. Vengono esclusi dall'analisi altri fattori che determinano danni da inondazione, come la qualità dell'acqua, la stagione in cui si verifica l'alluvione, la coincidenza dell'alluvione con eventi speciali (feste nazionali, ecc.), il modello delle precipitazioni o se l'alluvione avviene durante il giorno o la notte ecc., che renderebbero il rapporto tra le portate di piena e gli impatti derivanti troppo ambiguo

4.2.3 GRADUALITÀ

La *gradualità* della reazione è definita come la relazione tra l'aumento del danno all'aumentare delle onde di piena. Questo aspetto viene quantificato comparando il relativo aumento di portata in percentuale e il corrispondente aumento del danno. L'indicatore ha un valore compreso tra zero e uno. È vicino allo zero quando un piccolo aumento di portata provoca un aumento brusco del danno, è vicino ad uno quando la portata cresce linearmente con il danno.

L'Autrice propone di calcolare la gradualità della reazione secondo la formula seguente:

$$Gradualità = 1 - \sum_{n=1}^{n=N} \frac{|\Delta Q'_n - \Delta D'_n|}{200} \quad [\text{Eq. 4.6}]$$

Con:

$$\Delta Q'_n = Q'_n - Q'_{n-1} = \left[\frac{100 * (Q_n - Q_{min})}{Q_{max} - Q_{min}} \right] - \left[\frac{100 * (Q_{n-1} - Q_{min})}{Q_{max} - Q_{min}} \right]$$

$$\Delta D'_n = D'_n - D'_{n-1} = \left[\frac{100 * (D_n - D_{min})}{D_{max} - D_{min}} \right] - \left[\frac{100 * (D_{n-1} - D_{min})}{D_{max} - D_{min}} \right]$$

Dove:

Q' = portata relativa (%), Q = portata (m^3/s)

$Q_{max} = Q(P = 1/10000)$, Q_{min} = portata una volta all'anno

D' = danno relativo (%), D = danno (M€) in funzione di Q , $D_{max} = D(Q_{max})$, $D_{min} = 0$

n = ranking number del livello di portata

Per calcolare la gradualità come definita nell'equazione, dapprima vengono espressi i danni e le portate in percentuale relativamente alla gamma di riferimento. Ad esempio, se si considera una gamma di portate che va dai 5000 e i 20000 m^3/s , una portata di 15000 m^3/s avrà un relativo valore percentuale del 67%. Utilizzando le percentuali è possibile comparare differenti sistemi fluviali. In secondo luogo, l'intero regime di piena viene discretizzato in piccole serie (per esempio, portata con tempo di ritorno da 1 a 5 anni, tempo di ritorno da 5 a 25 anni, da 25 a 100 anni, ecc.). L'indicatore non è molto sensibile agli intervalli prescelti, purché siano scelti in modo tale da incorporare importanti discontinuità. In terzo luogo, l'aumento relativo di portata nell'intervallo considerato viene confrontato con l'aumento relativo del danno e vengono sommati i risultati. La differenza totale massima è di circa 200 e si verifica quando la portata aumenta del 100% e non si verifica alcun aumento del danno, e il danno aumenta del 100% mentre la portata aumenta molto poco. La somma delle differenze è quindi divisa per 200, per ottenere un valore compreso tra 0 e 1.

La figura 4.1 mostra due curve della gradualità. Nel diagramma sul lato destro i punti corrispondenti al sistema resistente si trovano chiaramente più lontani dalla diagonale, dove i punti corrispondono, invece, al sistema resiliente.

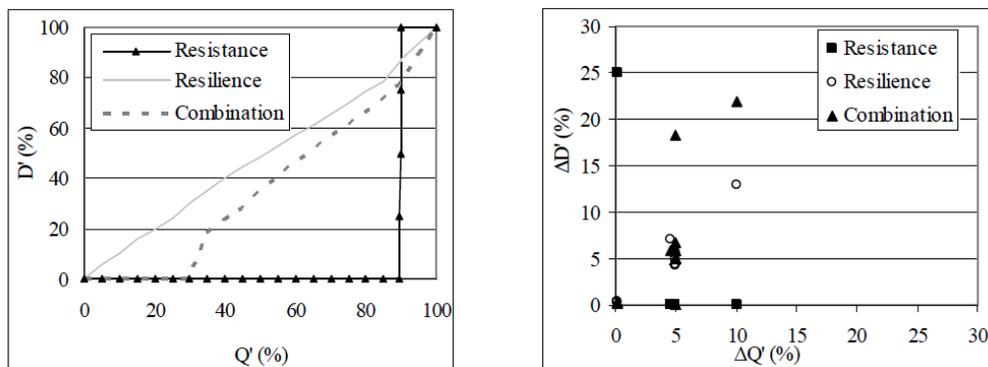


Figura 4.1 Aumento in percentuale della portata e del danno (a sinistra) e relativo aumento di danno e portata per gradi (a destra). La gradualità della curva di resistenza è 0, della curva di resilienza è 0.91 e della curva che esprime la combinazione tra la resilienza e la resistenza è 0.7. Fonte: de Bruijn, 2005

4.2.4 TASSO DI RECUPERO

Il tasso di recupero di una reazione consiste nella capacità del sistema di recuperare da uno stato in cui sono visibili gli impatti delle inondazioni, ad uno stato 'normale' del sistema. La condizione di normalità a cui si fa riferimento può essere paragonabile o addirittura "migliore" della situazione precedente al manifestarsi dell'alluvione.

Solitamente il tasso di recupero è associato alla velocità di ricostruzione e alla presenza e durata degli impatti indiretti e degli impatti secondari. Modelli di input-output, modelli econometrici regionali e modelli basati su approcci statistici, calcolano gli impatti indiretti e secondari per determinare il tasso di recupero (Parker et al., 1987; Ellson et al., 1984; Kwashima e Kanoh, 1990; Higgings & Robinson, 1982; Parker, 2000).

Anziché stimare gli impatti indiretti e secondari delle inondazioni, nel modello di de Bruijn, la capacità di recupero di un sistema viene valutata attraverso lo studio delle proprietà generali del sistema, che ne influenzano il tasso di recupero. Si tratta di un approccio qualitativo che permette di incorporare molte caratteristiche del sistema. Poiché il potenziale effetto diretto dell'onda di piena (il danno primario diretto materiale) è già incorporato sotto l'aspetto dell'ampiezza, nel modello di de Bruijn vengono considerati solo quei fattori che determinano il tasso di recupero, e non quelli che descrivono la predisposizione di un sistema all'impatto negativo della piena. Migliori saranno le valutazioni relative ai fattori che esercitano un'influenza sul recupero, più veloce sarà il ripristino del sistema.

Si assume che la capacità di recupero di un sistema di gestione del rischio alluvioni, dipenda da fattori fisici, economici e sociali.

- *Fattori fisici*: Quanto velocemente si asciuga l'area inondata?
- *Fattori economici*: Ci sono soldi sufficienti per la ricostruzione? Sono previsti aiuti esterni?
- *Fattori sociali*: Le strutture sociali accrescono il recupero? Le persone sono preparate? Gli abitanti sono in salute e hanno capacità?

I *fattori fisici* determinano dopo quanto tempo le acque alluvionali saranno defluite e quando la zona, solitamente asciutta, non risulterà più inondata. In un ambiente inclinato l'acqua defluirà per gravità. In un sistema arginato, una parte dell'acqua può dover essere pompata fuori dall'area. Ciò costa più tempo e denaro (tabella 4.2)

Tabella 4.2 Fattori fisici che influenzano il tasso di recupero. Fonte: de Bruijn, 2005

Valore	Molto basso (1/2)	Basso (3/4)	Medio (5/6)	Alto (7/8)	Molto alto (9/10)
Durata inondazione	Non si asciuga più	Più di 3 mesi	Da 2 a 3 mesi	Da 1 a 2 mesi	Da meno di 1 a 1 mese e mezzo
Rilievo	Area molto bassa, nessuna struttura di uscita, alveo fluviale > piano terra	Molta acqua deve essere aspirata dalle pompe di emergenza	Parte dell'acqua scorrerà per gravità, parte deve essere aspirata	Molta acqua scorre dall'area per gravità	L'allagamento è vantaggioso / piccola area allagata / deflusso per gravità

I *fattori economici* si riferiscono alla capacità di reperire denaro sufficiente per la riparazione e la ricostruzione, con lo scopo di ripristinare le condizioni precedenti al disastro o anche di migliorare le condizioni di vita, così da impedire la diffusione degli effetti (tabella 4.3). Le persone con un basso reddito, con pochi risparmi, senza assicurazione o con debiti elevati, risultano meno capaci di recuperare (Anderson e Woodrow, 1989; Buckle et al., 2001; Blaikie et al., 1994; Penning-Rowsell w Fordham, 1994).

Tabella 4.3 Fattori economici che influenzano il tasso di recupero. Fonte: de Bruijn, 2005

Valore	Molto basso (1/2)	Basso (3/4)	Medio (5/6)	Alto (7/8)	Molto alto (9/10)
Situazione finanziaria prima dell'inondazione: Livello di reddito / debiti / risparmi, effetto dell'alluvione sul reddito	Stato nutrizionale cattivo, debiti elevati, nessuna assicurazione	Nutrizione OK, alto debito, nessun risparmio sufficiente, semplice sopravvivenza, niente assicurazione	Vita OK prima dell'inondazione, debito pagabile, risparmi insufficienti, reddito colpito solo durante le inondazioni, nessuna assicurazione	Nutrizione OK, risparmio per parte della ricostruzione, debiti pagabili, reddito dopo l'inondazione, assicurazione o aiuti governativi	Risparmio sufficiente per un recupero veloce, reddito non colpito, assicurazione o aiuti governativi
Aiuto da altre zone	Nessuno aiuto previsto	Previsti aiuti per bisogni di base	Previsti aiuti per parte della ricostruzione	I fondi per ripristinare la maggior parte delle attività arrivano rapidamente	L'aiuto arriva rapidamente e copre tutti i costi di ricostruzione
Diffusione degli impatti in altre aree	La diffusione degli effetti è inevitabile	La diffusione degli effetti si verifica	Si verificano effetti nelle aree non allagate, ma non sono significativi	Nessuna diffusione (i collegamenti sono danneggiati, ma rapidamente riparati)	Nessuna diffusione, i collegamenti ad altre regioni sono intatti o non pertinenti

In base ai collegamenti con le altre aree si determinano l'accesso e la velocità di assistenza, i fondi di aiuto e la diffusione degli impatti delle inondazioni (Du Plessis & Viljoen, 1999; PenningRowsell & Fordham, 1994). Per stimare la diffusione degli impatti secondari occorre analizzare le linee stradali e le infrastrutture cruciali. Le linee cruciali per il trasporto, l'elettricità, le linee telefoniche o l'approvvigionamento

idrico, non solo causano la diffusione degli effetti, ma sono anche essenziali per un rapido recupero delle famiglie e delle aziende nell'area inondata (Webb et al., 2000). Se una comunità può essere raggiunta da più strade o se i mezzi di trasporto pubblico sono rapidamente disponibili, l'aiuto sarà prevedibilmente più rapido che se la comunità sia accessibile da un'unica strada. In questo ultimo caso, la ripresa della quotidianità per una comunità colpita da alluvione risulta particolarmente complicata.

I *fattori sociali* che determinano la capacità di organizzare la ricostruzione e ottenere accesso ai fondi e alle informazioni, sono prima di tutto legati al contesto in cui si verifica l'alluvione (tabella 4.4). Esempi di tali fattori sono: la struttura politica, la fiducia nel governo e l'equità sociale (Parker, 2000). Una società coesa sarà in grado di recuperare più rapidamente, mentre una comunità dove c'è poca interazione sociale avrà meno probabilità di fronteggiare la perturbazione (Anderson e Woodrow 1989; Blaikie et al., 1994; PenningRowsell e Fordham, 1994).

Tabella 4.4 Fattori sociali che influenzano il tasso di recupero. Fonte: de Bruijn, 2005

Valore	Molto basso (1/2)	Basso (3/4)	Medio (5/6)	Alto (7/8)	Molto alto (9/10)
Capitale sociale: sistema sociopolitico, equità *, unità, accesso ai servizi, forza delle organizzazioni	Nessuna fiducia nel governo, corruzione elevata, equità > 55, accesso solo per élite, basso livello di strutture sociali	Poca fiducia nel governo, corruzione, equità > 45, nessuna unità, basso livello di strutture sociali	Fiducia nel governo, basso livello di corruzione, equità > 40, accesso ai servizi esistono organizzazioni sociali	Fiducia nel governo, corruzione bassa, equità > 35, la maggioranza ha accesso ai servizi, alto livello di organizzazione	Fiducia nel governo, nessuna corruzione, equità < 35, parità di accesso a tutti, forti organizzazioni sociali
Preparazione e consapevolezza dei rischi di alluvione, gestione delle emergenze	Le persone e il governo non conoscono la minaccia alluvione, non c'è nessun sistema di allarme	Nessun piano di emergenza, nessun avvertimento, nessuna conoscenza su cosa fare	È nota la minaccia alluvione, esiste una procedura di emergenza o un sistema di allarme	La procedura di emergenza è nota alle autorità locali, esiste il sistema di allarme, le persone sanno cosa fare	Le persone si sono adattate alle inondazioni, le persone sanno esattamente cosa fare e non si verifica il panico
Capitale umano: % Educazione e Salute	< 50% sa scrivere e leggere; < 40% è in salute	< 70% sa scrivere e leggere; < 55% è in salute	< 80% sa scrivere e leggere; < 70% è in salute	> 80% sa scrivere e leggere; > 80% è in salute	> 90% ha completato la scuola superiore > 80% è in salute

Un secondo gruppo di fattori è legato alla consapevolezza e alla preparazione al rischio alluvioni delle comunità e alla gestione efficiente dell'emergenza.

Questi fattori non solo riducono gli impatti delle inondazioni, ma aumentano anche il tasso di recupero, poiché limitano shock, perdite, panico e riducono lo

stress. Informazioni su cosa fare e dove andare, dove chiedere aiuto, una chiara distribuzione delle responsabilità e una buona cooperazione tra le diverse organizzazioni e le parti interessate, migliora la ripresa.

Il terzo gruppo di fattori sociali che influenzano il recupero sono i singoli fattori (chiamati anche capitale umano), ad es. il livello di salute e di istruzione o le capacità individuali. Le persone sane contraggono più raramente malattie e possono più facilmente organizzare ed eseguire le attività di ricostruzione. Le persone che sanno leggere e comprendere le procedure burocratiche si riprendono più rapidamente. Le persone qualificate trovano più facilmente un'occupazione alternativa (Anderson e Woodrow, 1998, Blaikie et al., 1994; Buckle et al., 2001; PenningRowsell & Fordham, 1994). I gruppi potenzialmente vulnerabili sono le persone che vivono da sole, i disabili, gli anziani, i bambini e le minoranze, turisti o viaggiatori. Inoltre, la personalità e l'attitudine influenzano il tasso di recupero degli individui (Anderson e Woodrow 1989/1998, Blaikie et al., 1994; Buckle et al., 2001).

Quantificare il recupero in modo completo è difficile e probabilmente anche impossibile (de Bruijn, 2005). Nel modello proposto viene scelto un approccio qualitativo piuttosto semplificato, in cui tutti i fattori descritti che influenzano il tasso di recupero vengono valutati su una scala di valore che va da 1 a 10 (secondo i criteri indicati dalle tabelle precedenti), per poi ricavarne una media. Ciò sta a significare che ogni categoria di fattori che influenza il tasso di recupero ha la stessa importanza.

I fattori fisici possono essere espressi in termini di tempo. I differenti fattori economici sono combinati in tre indici composti. I fattori sociali sono organizzati in tre gruppi, vale a dire il capitale sociale, la preparazione e il capitale umano. Ad eccezione della salute e del livello di istruzione, che cambiano da contesto a contesto e possono influenzare in modo significativo la velocità di recupero, tutti gli altri fattori personali vengono trascurati dall'analisi. Nel modello di de Bruijn si assume dunque che anziani, bambini o disabili siano presenti in tutte le comunità e che questi gruppi non influenzino la velocità di recupero dei diversi sistemi o delle differenti strategie. Nell'applicazione del modello al caso studio (Capitolo 5), la tabella dei fattori sociali sarà parzialmente modificata.

4.3 RIFLESSIONI

Il concetto di resilienza risulta essere un concetto applicabile nella gestione del rischio di alluvioni solo quando può essere ben definito e reso quantificabile. Una misurazione diretta della resilienza non è possibile, anche perché risulta ancora abbastanza oscuro

cosa misurare, e in molti casi, c'è una bassa disponibilità di dati, pertanto l'utilizzo di indicatori diventa indispensabile.

Secondo il modello descritto la resilienza di un sistema di gestione del rischio alluvionale può essere quantificata studiando i tre aspetti che descrivono la reazione del sistema alle portate di piena: ampiezza della reazione, gradualità dell'aumento della reazione all'aumentare delle portate di piena e velocità di recupero. È stato dimostrato da K. M. de Bruijn che tale valutazione può essere effettuata in maniera soddisfacente mediante quattro indicatori (i tre indicatori di resilienza, più la resistenza). Insieme, questi indicatori forniscono una panoramica abbastanza ampia della reazione di un sistema di gestione alle portate di piena.

L'ampiezza esprime la gravità degli impatti delle alluvioni e può essere quantificata come il danno medio previsto e il numero medio previsto di vittime all'anno. La gradualità mostra le discontinuità nella relazione portata/danno, la quale indica le soglie di reazione e il possibile verificarsi di disastri. Il tasso di recupero è stimato mediante un'analisi della capacità di recupero del sistema attraverso un approccio squisitamente qualitativo. La soglia di reazione di un sistema, definita come il tempo di ritorno della massima portata che non dovrebbe causare esondazioni all'interno del sistema, indica la resistenza del sistema. Attraverso questi indicatori è possibile comprendere la resilienza di differenti sistemi di gestione e delle strategie.

Quantificando tutti e tre gli aspetti che descrivono la reazione di un sistema alle portate di piena, si ottiene un'indicazione della capacità di recupero del sistema. Ogni indicatore riflette separatamente un solo aspetto della reazione. Pertanto, la resilienza di un sistema deve essere valutata considerando l'intero set di indicatori. Se, per esempio, l'EAD di un sistema è basso, non è detto che la resilienza sia necessariamente elevata. Se anche la gradualità è un valore basso e la soglia di reazione è alta, la resistenza del sistema risulta elevata, mentre il valore basso dell'ampiezza è causato dalle basse probabilità di alluvione, e non da piccole reazioni.

Alla domanda su quanto siano resilienti i sistemi o su come integrare i diversi indicatori, non è stata ancora data una risposta. L'integrazione dell'EAD e dell'EANC potrebbe essere effettuata assegnando un valore monetario ad ogni vita umana. Questo valore sarà diverso da paese a paese e potrebbe anche differire da persona a persona. Ma un simile approccio sarebbe inevitabilmente inaccettabile. L'integrazione dell'ampiezza, della gradualità e del tasso di recupero e della loro pesatura non è possibile senza la perdita di alcune informazioni essenziali espresse da questi indicatori. Chiaramente, i sistemi che ottengono un punteggio elevato su tutti e tre gli aspetti si possono considerare resilienti, mentre i sistemi con un'ampiezza elevata, una bassa gradualità e un basso recupero non saranno considerati resilienti. Intervenire su sistemi che ottengono un buon punteggio su un aspetto piuttosto che su un altro è più difficile. Tuttavia, potrebbe

non essere necessario esprimere la resilienza attraverso un solo numero. Gli indicatori mostrano chiaramente quale aspetto della reazione ostacola il rapido recupero: o le ampiezze della reazione sono troppo grandi, o la gradualità è troppo piccola o il tasso di recupero è troppo basso. Questa valutazione dovrebbe essere sufficiente.

5 APPLICAZIONE DEL MODELLO AL CASO STUDIO. LA RESILIENZA DEL SISTEMA FLUVIALE DI PIANURA NEL COMUNE DI SAN MAURO TORINESE

5.1 INTRODUZIONE

In questo capitolo verrà analizzata l'attuale resilienza del sistema di gestione del rischio alluvionale per il tratto di pianura del Fiume Po che attraversa il Comune di San Mauro Torinese, in provincia di Torino. Sulla base degli indicatori proposti da K. M. de Bruijn, di ampiezza, gradualità e tasso di recupero (discussi nel Capitolo 4), è stata valutata la capacità del sistema, fisico e sociale, di recuperare dagli effetti negativi delle probabili inondazioni (Capitolo 3).

Nella prima parte di questo capitolo verrà introdotto e delineato il sistema studiato attraverso la descrizione delle sue caratteristiche fisiche, morfologiche e socio-economiche, nonché relative al regime di portata e al comportamento idraulico del sistema (par. 5.2 e 5.3).

Nella seconda parte, verrà descritto il metodo adottato per l'applicazione del modello olandese al caso studio. Per quanto riguarda la stima dei potenziali danni diretti e tangibili da inondazione, il punto di partenza dell'analisi consiste nella simulazione idraulica della piena. Solitamente, per effettuare tale simulazione vengono utilizzati software di modellazione 2D come HEC-RAS, i quali richiedono l'inserimento di dati geometrici, come il modello digitale di elevazione del terreno, e di una serie di parametri idraulici quali, la velocità del flusso, i dati di rugosità o le condizioni al contorno. Lo scopo di tale simulazione è quello di risalire ai probabili livelli di allagamento, sia in termini areali, che in termini altimetrici, per comprendere dunque l'entità del rischio. Nel caso esaminato, la simulazione dell'allagamento è stata effettuata in ambiente QGIS, partendo dalle *Mappe della pericolosità di alluvione* del PGRA (aggiornate al 2015), in cui sono già riportate le superfici potenzialmente allagabili per tre scenari alluvionali (frequente-H; poco frequente-M; raro-L). Attraverso il software *open source*, sono state calcolate le altezze di allagamento per ogni scenario alluvionale e successivamente, sono state applicate le curve di danno individuate dall'HKV Consultants (2007) per ogni classe di beni esposti considerata (sez. 5.4.3). Il modello è stato applicato anche in relazione allo scenario alluvionato del 2000, di cui sono altrettanto disponibili i dati di allagamento.

Per poter invece individuare i valori di resilienza da attribuire ai diversi fattori, di carattere fisico, economico e sociale, che costituiscono l'indicatore del tasso di recupero (come indicati nelle tabelle 4.2, 4.3 e 4.4), è stato in parte fatto riferimento a valori statistici, e in parte alle risposte raccolte attraverso un questionario sulla percezione e consapevolezza del rischio di alluvioni dei cittadini, costruito *ad hoc* per la realtà sanmaurese e somministrato a quasi un centinaio di abitanti. Dal momento che il modello olandese viene applicato dall'Autrice su sistemi fluviali di pianura a scala di bacino, mentre nel caso in questione si è scelto di applicarlo su un contesto locale di piccole dimensioni, si è ritenuto opportuno modificare parzialmente lo schema proposto dal modello (par. 5.5).

Nell'ultima parte di questo capitolo verranno discussi i risultati ottenuti e verranno attribuiti i valori di resilienza (5.6, 5.7).

La scelta del caso studio è stata condizionata dalle limitate dimensioni del territorio comunale e dai numerosi dati disponibili, soprattutto relativi al recente evento alluvionale dell'ottobre del 2000, ben documentato dal punto di vista dei danni. Inoltre, la scelta di applicare il modello di resilienza entro determinati confini comunali è basata sulla volontà di comprendere se, da un lato il tentativo di quantizzare la resilienza, attribuendole delle specifiche declinazioni, risulta efficace nel rendere operativo il concetto stesso, e dall'altro, se la possibilità di valutare la gestione del rischio di alluvioni, attraverso un modello ben preciso, aiuti a suggerire un percorso diverso alla pianificazione locale delle emergenze, in particolar modo in termini di consapevolezza e di preparazione della cittadinanza, e se così facendo, aiuti ad accrescere la resilienza stessa del sistema.

Per valutare la resilienza attuale del sistema studiato, sono state poste le seguenti domande:

- Quali sono le caratteristiche del regime di portata e del sistema di gestione del rischio alluvioni del comune di San Mauro Torinese? (par. 5.3)
- Quali sono i potenziali impatti delle inondazioni? (par. 5.4)
- Quanto è resiliente l'attuale sistema alle portate di piena? (par. 5.7)

5.2 INQUADRAMENTO E DELINEAZIONE DEL SISTEMA

Il bacino del Po è il più grande d'Italia, sia per la lunghezza dell'asta principale del fiume Po (650 km) che per la dimensione dei deflussi (la portata massima storica defluita nella sezione di chiusura di Pontelagoscuro, in occasione della piena del 1951, è di 10.300 m³/s). La superficie del bacino idrografico in senso stretto alla

sezione di Pontelagoscuro è pari a 70.091 km²; ad essa vanno aggiunte le aree costituenti il sottobacino di Burana-Po di Volano, che non fornisce contributi ai deflussi di piena, e il Delta. La superficie complessiva è pari a circa 74.000 km² di cui circa 70.000 km² in territorio italiano (interessando Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Veneto, Liguria, Emilia Romagna, e la Provincia Autonoma di Trento), le superfici extranazionali ricadenti all'interno del bacino idrografico riguardano 147 km² di territorio francese e 3.871 km² di territorio svizzero. Nel Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po (PdGPo) sono stati definiti 35 bacini principali, a loro volta distinti in 83 sottobacini, la cui estensione occupa per il 54.8% aree di montagna. Gli affluenti di secondo ordine in destra e sinistra Po sono entrambi 14, tuttavia l'estensione dei sottobacini Alpini è decisamente superiore (66%) rispetto quelli Appenninici (AdbPo, 2016).

Il sistema di pianura per la gestione del rischio alluvioni studiato in questa tesi è limitato al tratto attraversato dal Po, che rientra nei confini amministrativi del Comune di San Mauro T.se e alla relativa piana inondabile. Tale sistema ricade nel sottobacino principale del Po Piemontese e nel sottobacino idrografico secondario del Po Area Torinese (valle confl. Scrivia) (figura 5.1).

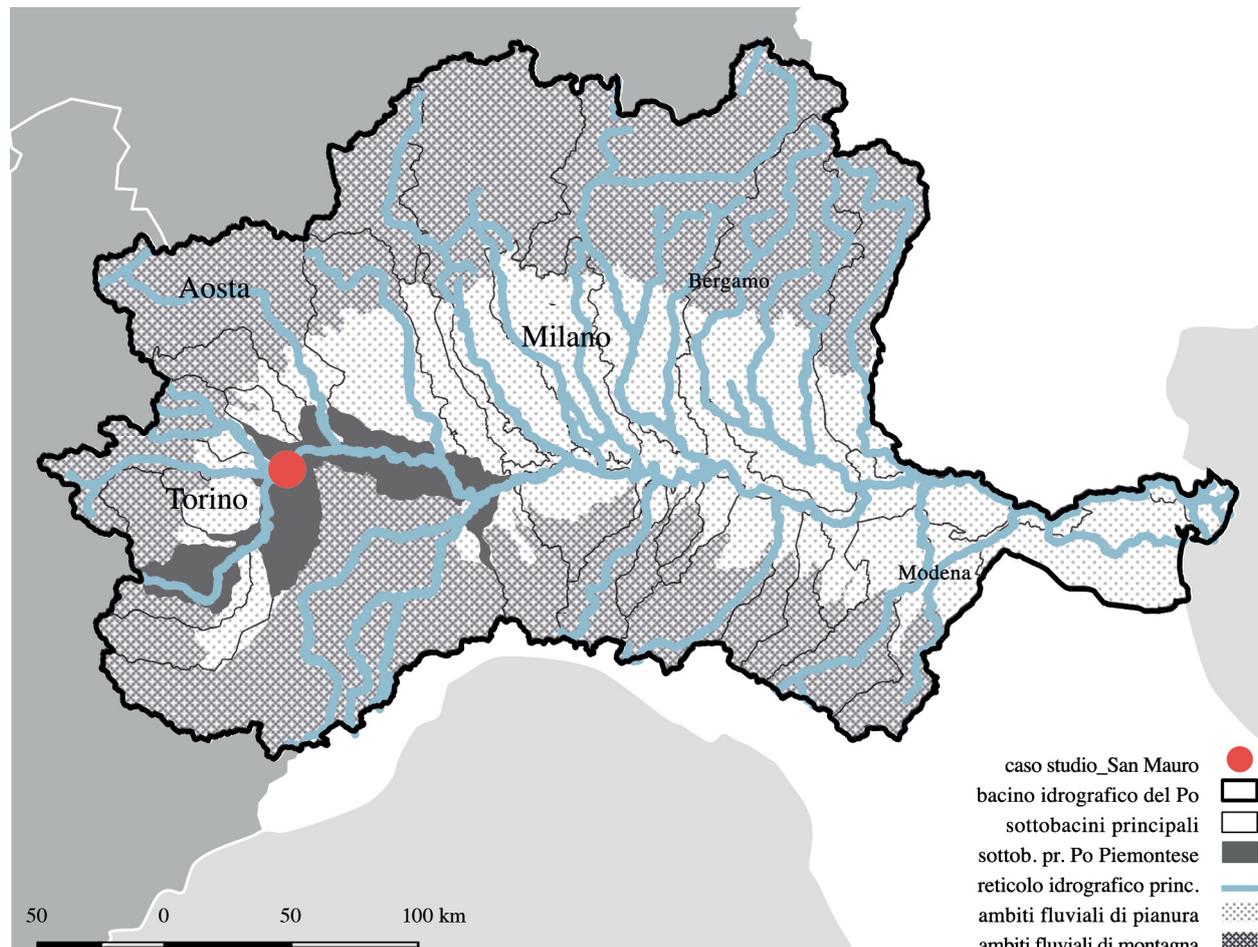


Figura 5.1. Inquadramento del caso studio all'interno del bacino del Po. Elaborazione personale.

Il comune di San Mauro è collocato in parte sulle pendici settentrionali della collina torinese ed in parte sulla sponda sinistra del fiume Po, e confina con i comuni di Settimo Torinese, Castiglione, Baldissero e Torino. Esso si trova a 211 m s.l.m. e si sviluppa oltre la periferia nord-est di Torino. Il territorio comunale si ritrova nettamente diviso in due dal passaggio del fiume, descrivendo tre zone nettamente distinte: sulla destra idrografica si trovano la *Suola di Valle*, fiancheggiata dal fiume stesso, in cui ricadono i quartieri del Centro Storico, S. Anna-Pescatori e Sambuy e la zona *Precollinare*, dove si trova il quartiere di S. Anna-Zona collinare; sulla sinistra idrografica, l'*Oltre Po*, interamente pianeggiante ed occupato dai quartieri di Oltre Po e Pescarito. Il territorio comunale ha un'estensione di 1.255 ettari, di cui 455 circa in pianura e 800 circa in collina. Esso è inoltre composto da 600 ettari di superficie urbana e di 650 ettari di superficie rurale, di cui circa 70 ettari di area boschiva. Le due rive del Po sono collegate da due ponti, il ponte *Vittorio Emanuele III* (o "Ponte Vecchio") e il ponte *XI Settembre* (detto anche "Ponte Nuovo"), che uniscono le zone Suola di Valle e Precollinare con l'Oltre Po, mentre gli assi viari principali sono due, la strada che collega Torino a Casale e la strada che collega Torino a Settimo. Nel 2003 è stato inaugurato il tunnel che sulla sponda destra del fiume permette di evitare l'attraversamento del centro di San Mauro, collegando direttamente Via Casale con Via Torino.



Figura 5.2. Ortofoto del Comune di San Mauro. Scala 1:30.000 Indicazione sezione A-A' figura 5.3

5.3 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA E DEL REGIME DI PORTATA

5.3.1 CARATTERISTICHE FISICHE DEL SISTEMA

Il sistema fluviale del Po a S. Mauro Torinese si estende per 7.682,2 km², con una lunghezza d'asta principale di 148 km ed un orientamento prevalentemente nel senso sud-ovest/nord-est. Il sistema si trova ad una quota minima di 200 m s.l.m. (a valle) e massima di 3.760 m s.l.m. (in collina) ed ha una portata di progetto di 2.835 m³/s (ARPA, 2012). Il fiume che attraversa la città è alimentato da sei rii minori provenienti dalla zona collinare che si riversano tutti sulla sponda destra del fiume principale, dal canale *Sambuy* sempre sulla destra e dai canali *Freidano* e *Molino* situati nell'Oltre Po.

Come indicato nel PGRA, il territorio analizzato ricade nell'Area a rischio significativo di alluvione (ARS Distrettuale) della Città di Torino. Le ARS Distrettuali individuate nel piano, corrispondono a nodi critici di rilevanza strategica in cui le condizioni di rischio elevato o molto elevato coinvolgono insediamenti abitativi e produttivi di grande importanza, numerose infrastrutture di servizio e le principali vie di comunicazione (AdbPo, 2016). Il tratto del fiume Po che attraversa San Mauro nell'ARS individuata inizia a nord di Torino, dopo le confluenze dei fiumi Dora Riparia e Stura di Lanzo, nel macrotratto superiore del Po¹⁹. In questo tratto, il corso d'acqua segue il margine collinare da un lato e lambisce aree adibite ad attività agricole dall'altro, assumendo un andamento rettilineo-sinuoso, con una larghezza dell'alveo ordinario variabile da 140 a 230 m e profondità dell'alveo a metà corso pari a 2,5-3 m circa.

L'alveo fluviale risulta condizionato da opere e strutture di derivazione per uso idroelettrico (sono infatti presenti due importanti traverse per la produzione idroelettrica: traversa AEM di Torino e traversa Cimena di San Mauro Torinese). In corrispondenza del limite occidentale del comune, il Po riceve le acque da esso derivate più a monte, all'altezza del Ponte Diga, ad opera del Canale Deviatore dell'Enel. Il fiume scorre a tratti compreso tra opere longitudinali di protezione spondale, su entrambi i lati, quali argini artificiali discontinui e muri spondali (realizzati in seguito all'evento del 2000), mentre nei restanti tratti la gestione delle piene è affidata alla piana alluvionale. A valle di San Mauro diminuisce la

¹⁹ Lasta del fiume Po è da sempre convenzionalmente suddivisa in tre macrotratti in relazione alle caratteristiche dell'alveo e del sistema arginale: 1) tratto superiore, da Torino alla confluenza del fiume Tanaro (Isola S'Antonio); 2) tratto medio inferiore, dalla confluenza del fiume Tanaro all'incile del Po di Goro; 3) rami del delta, dall'incile del Po di Goro al mare. Fonte: MATTM ,(2017). PGRA 2015-2021, *Area a rischio significativo (ARS) del fiume Po da Torino al mare*.

pressione antropica e progressivamente aumentano le aree golenali di espansione ad eccezione del tratto di sinistra, dov'è presente e prossimo all'alveo, il depuratore della città di Torino (PRGC di San Mauro Torinese).

Nella tabella 5.1 vengono riassunte le caratteristiche fisiografiche principali della zona idrografica considerata²⁰, che sono state di fondamentale aiuto per l'analisi effettuata, nella figura 5.3 il profilo topografico alla sezione A-A' (fig.5.2).

Tabella 5.1 Caratteristiche fisiografiche del Po a San Mauro Torinese

Area bacino [km ²]	7.682,2	Minima altezza idrometrica [m]	0,78
Lunghezza asta principale [km]	148,0	Massima altezza idrometrica [m]	4,55
Quota massima bacino [m s.l.m.]	3.760,0	Portata massima [m³/s]	2.835
Quota media bacino [m s.l.m.]	1.083,0	Portata media [m ³ /s]	126, 23
Quota dello zero idrometrico [m s.l.m.]	200	Deflusso medio annuo [mm]	529

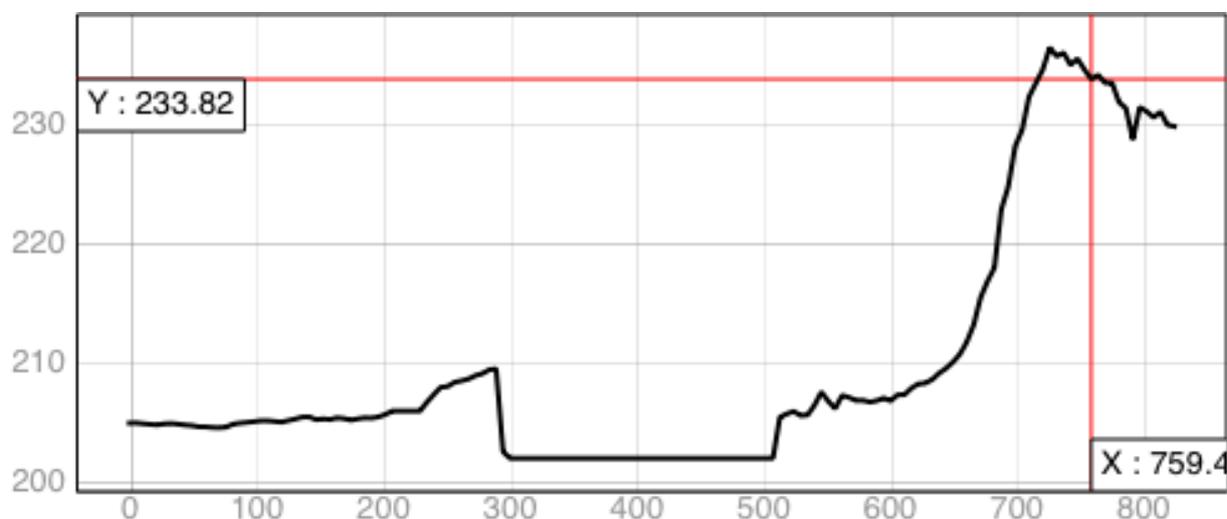


Figura 5.3 Profilo topografico del Comune di San Mauro alla sezione A-A' indicata in figura 5.2. Il dato è stato elaborato in QGIS

²⁰ I dati sono stati in parte reperiti in parte dal *Catalogo delle portate massime annuali al colmo del bacino occidentale del Po*, dell'Arpa Piemonte, 2012 e in parte dal *Piano di tutela delle acque* della Regione Piemonte, 2007

5.3.2 IL REGIME DI PORTATA E L'ALLUVIONE DEL 2000

Le caratteristiche del regime di portata sono fondamentali al fine di ottenere una panoramica delle portate al colmo di piena che entrano nel sistema di gestione del rischio alluvioni relativo al comune di San Mauro. Il regime delle acque del Po è considerato composito, con due massimi (primaverile e autunnale) e due minimi (invernale ed estivo), tra loro pressoché uguali.

Nel documento *Profili di piena dei corsi d'acqua nel reticolo principale* del Piano per la valutazione e la gestione del rischio alluvioni del Po, sono individuate per i corsi d'acqua del reticolo principale, le portate di piena relative all'evento di riferimento di tipo frequente (alta probabilità=H), poco frequente (media probabilità=M) e raro (bassa probabilità=L). I valori delle portate di piena riportati nel piano, sono stati stimati mediante diverse metodologie: modelli idrologici afflussi–deflussi, regolarizzazioni statistiche delle serie storiche disponibili presso le stazioni di misura e metodi di regionalizzazione. Tali valori sono stati definiti nelle sezioni significative da un punto di vista idrologico, come le sezioni di chiusura dei bacini di monte e di valle del corso d'acqua, in alcune sezioni intermedie laddove presenti confluenze o dispositivi di moderazione dei colmi di piena (dove può variare sensibilmente il valore di portata), in corrispondenza di stazioni idrometriche di misura e centri abitati significativi.

Secondo il suddetto documento di piano, relativamente al Po a San Mauro, la portata al colmo di piena con elevata probabilità di accadimento (TR 20 anni) è pari a 2.600 m³/s, le portate di piena mediamente frequenti sono rispettivamente di 3.600 m³/s (TR 100 anni) e di 4.000 m³/s (TR 200 anni), mentre la portata al colmo di piena per cui sussiste una bassa probabilità di accadimento (TR 500 anni) corrisponde a 4.600 m³/s. Le portate di piena sono riassunte nella tabella 5.2, nella figura 5.4 il grafico della funzione di probabilità delle portate di piena.

Tabella 5.2 Portate al colmo di piena per differenti scenari alluvionali nel territorio di San Mauro Torinese

Q20 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q200 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
2.600	3.600	4.000	4.600

Il principale scenario alluvionale a cui si fa riferimento per la delimitazione delle ARS, è l'evento del 2000, durante il quale numerose aree residenziali e produttive della città di Torino e dei Comuni limitrofi, presenti sia lungo l'asta del Po, che in corrispondenza dei suoi affluenti, sono state interessate da estesi allagamenti.

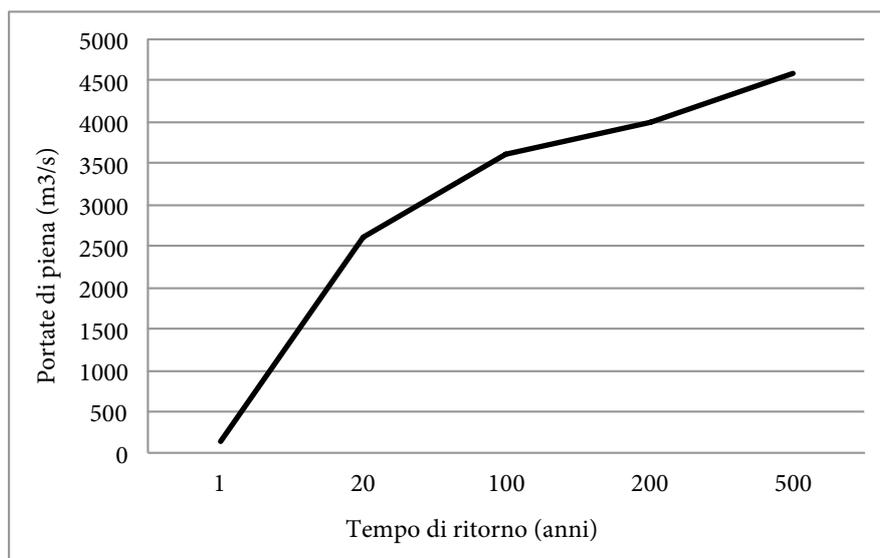


Figura 5.4 Grafico della funzione di probabilità delle portate di piena per il territorio di San Mauro Torinese

L'alluvione del 13-16 ottobre 2000, insieme all'alluvione del novembre del 1994, è stata una delle peggiori inondazioni a colpire il Piemonte. Durante l'evento sono stati raggiunti valori medi di precipitazione cumulata di circa 400 mm, con valori di picco in alcune aree di oltre 600 mm in 80 ore. L'evento meteorologico ha prodotto vari fenomeni di dissesto geologico-idraulico: nelle aree montane si sono innescati prevalentemente dissesti gravitativi di differente tipologia ed intensità (principalmente colate rapide di fango e detriti, crolli, scorrimenti corticali, ecc.), mentre in quelle di fondovalle e di pianura si sono verificati estesi fenomeni di esondazione ed allagamenti. Gli eventi di dissesto si sono prodotti su tutto il bacino del F. Po, ma le zone maggiormente colpite sono state quelle dei bacini del Toce, del Sesia, dell'Orco, dello Stura di Lanzo, della Dora Baltea, della Dora Riparia, del Pellice e dell'alto Po (Piemonte e Valle d'Aosta). Tali eventi di dissesto hanno causato la perdita di 25 vite umane e 43 mila persone evacuate, di cui 3 mila hanno perso le proprie case, oltre ad ingenti danni ai centri abitati, alle infrastrutture, alla rete di servizi, alle attività produttive ed agricole, per un danno complessivo di 8 miliardi di dollari americani (EM-DAT, 2009). Le vittime ed i danneggiamenti sono stati provocati da un lato, dai fenomeni gravitativi che hanno investito i centri abitati ubicati sia nei fondovalle sia lungo i versanti montuosi, dall'altro, dai fenomeni idraulici dovuti alla piena dei fiumi, caratterizzata anche da un elevato trasporto solido (ANPA, 2001).

Anche il territorio comunale di S.Mauro T.se è stato pesantemente interessato dall'evento. In particolare una vasta area dell'abitato di San Mauro nella zona

dell'Oltre Po e parte del Centro Storico, sono state inondate dallo straripamento del fiume, le cui acque in alcuni punti hanno raggiunto un'altezza di 1,5 m causando danni funzionali ad edifici e viabilità. Sono stati segnalati, inoltre, movimenti franosi di piccole dimensioni che hanno interessato la coltre superficiale con danni funzionali alla viabilità (strade comunali e SS 590) e un accumulo di legname, depositato o abbattuto dalla piena stessa, in corrispondenza delle sponde e dell'intera penisola che divide il ramo naturale del fiume dal canale che alimenta la centrale A.E.M. di Bertolla. Gli effetti di tale evento sono stati cartografati dalla Regione Piemonte mediante foto interpretazione e sopralluoghi a terra, rappresentando il limite delle aree allagate e alcune informazioni relative alle dinamiche di piena (solchi erosivi, correnti veloci, altezze idriche). I corsi d'acqua che hanno generato le maggiori condizioni di criticità sono stati il Po nei tratti di monte e di valle dell'attraversamento cittadino (Moncalieri e San Mauro), il Sangone e la Dora Riparia. Come riportato nel Rapporto di Arpa Piemonte del 2003 — Eventi alluvionali in Piemonte 13-16 ottobre 2000 — la portata di piena stimata per il Po a San Mauro è stata di circa **4.360 m³/s**. Secondo lo *Studio di fattibilità degli interventi di sistemazione idraulica da confluenza Stura di Lanzo a Tanaro* (AdbPo, 2006), la portata di piena registrata a San Mauro durante l'evento descritto, corrisponderebbe ad un evento con probabilità di accadimento di 1 volta su 200 anni, come si può anche dedurre dalla tabella 5.2.

I dati relativi all'area allagata dall'alluvione del 2000 a San Mauro, sono stati utilizzati nell'applicazione del modello al caso studio (figura 5.9).

5.3.3 CARATTERISTICHE INSEDIATIVE, PAESAGGISTICHE E SOCIO-ECONOMICHE DEL SISTEMA

Le componenti strutturali del contesto paesaggistico del Comune di San Mauro, sono il fiume Po e il rilievo della collina torinese. La divisione del territorio in due aree, quella sulla sponda destra e quella sulla sponda sinistra del fiume, può essere letta come una costante nella storia del Comune e ha caratterizzato nel tempo la crescita urbana creando due "storie" parallele. A partire dal XVIII secolo si assiste ad un periodo di trasformazione che vede l'area collinare come la meta di famiglie nobili provenienti da Torino, le quali realizzano residenze di alto pregio architettonico e i relativi edifici agricoli, mentre la zona dell'Oltre Po è all'epoca scarsamente edificata e prevalentemente agricola, e soggetta a frequenti fenomeni alluvionali. A partire dal XIX secolo e soprattutto negli anni Sessanta del Novecento, il Comune viene interessato da un intenso sviluppo edilizio, che ha

progressivamente inglobato i vecchi nuclei abitativi sulla sponda destra e innescato processi insediativi disomogenei sulla sponda sinistra²¹.

Oggi l'area urbana in destra idrografica presenta le caratteristiche di un consolidamento lineare che segue il corso fluviale, articolandosi lungo la direttrice della ex S.S 590, colmando le aree libere al piede della collina e localmente diradandosi lungo i suoi versanti. In generale questa direttrice insediativa, che si sviluppa senza soluzione di continuità a partire dal confine di Torino, ha caratteristiche prevalentemente residenziali, frammiste ad attività commerciali e terziarie in genere.

Le attività di tipo industriale, limitate ad insediamenti di piccola dimensione, hanno assunto gradualmente nel tempo un carattere residuale, con la tendenza a trasformare gli insediamenti dismessi in zone residenziali. La zona industriale del comune di San Mauro è chiamata "Zona Pescarito", mentre la zona a più forte carattere residenziale è l'Oltre Po, che risente fortemente degli effetti del tipico sviluppo delle aree della periferia torinese degli anni '60-'70, che hanno influito negativamente sulla definizione di una vera identità urbana per l'intera zona. La storica vocazione agricola del territorio, si è ridotta prima a causa dell'accresciuta domanda industriale, poi per la rapida densificazione abitativa, tuttavia nel territorio si coltivano ancora ortaggi, fiori e soprattutto fragole, per le quali il paese è famoso (prevalentemente nelle fasce agricole di Sambuy).

Un importante elemento per la fruizione paesaggistica dell'area è dato dalla pista pedonale e ciclabile posta in destra idrografica sull'argine fluviale, che da Torino raggiunge il centro storico di San Mauro per poi svilupparsi in direzione nord, verso Castiglione e Gassino. La percorrenza della pista offre visuali verso il centro cittadino, con il ponte storico e la piazza di affaccio fluviale, verso i versanti boscati della collina e verso il prospiciente Isolone di Bertolla, con la sua intatta copertura di vegetazione naturale e la costante presenza, anche a livello di paesaggio sonoro, di avifauna. L'isolone, con il fiume, di cui contribuisce a qualificare gli scorci prospettici, rappresenta l'elemento di maggiore integrità paesaggistica.

Oltre il centro storico, in direzione di Castiglione e Gassino, il quadro paesaggistico-insediativo cambia:

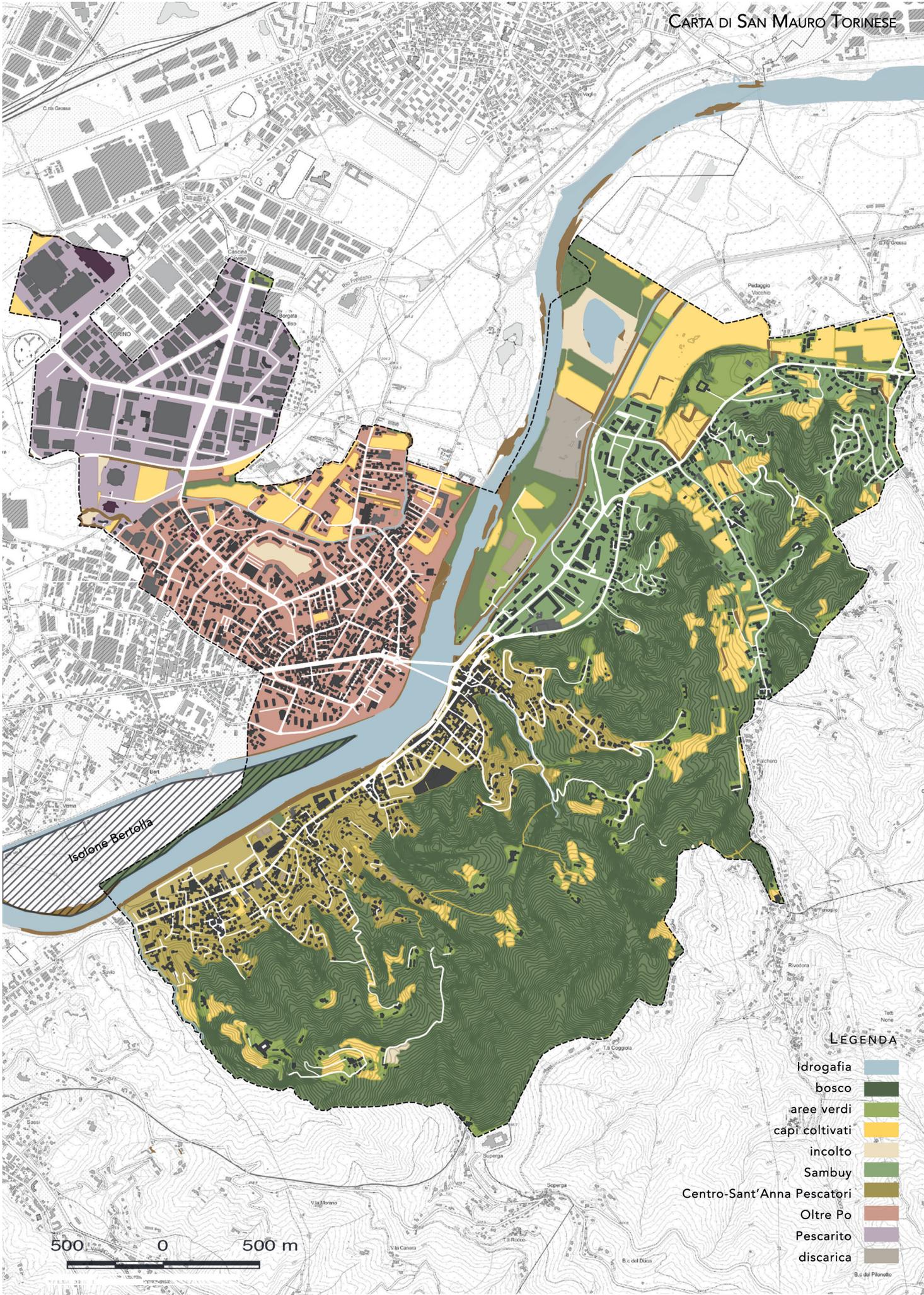
- al corso fluviale si sostituisce la pianura alluvionale agricola, all'interno della quale a ridosso della città si sono realizzate consistenti espansioni residenziali;
- l'ambito collinare arretra e il versante, mantenendo l'impronta boschiva, si addolcisce;

21 Variante Strutturale n°14 al PRGC del Comune di San Mauro Torinese. Documento Programmatico

- l'edificato si sfrangia, assumendo le caratteristiche dell'insediamento arteriale spontaneo e frammentato, e si dirama lungo la viabilità minore nella fascia resa disponibile dall'arretramento del piede della collina.

Il territorio di San Mauro presenta elementi di naturalità per lo più ubicati nelle aree perimetrali del comune, in corrispondenza dell'ambito fluviale del Po, del margine collinare e nelle fasce agricole al confine con il comune di Settimo torinese. Le aree a maggiore connotazione naturalistica sono quelle ubicate sui versanti posti sul margine est del territorio comunale e lungo il corridoio di connessione ecologica corrispondente alla fascia fluviale del fiume Po. Tali ambiti vengono riconosciuti altresì dal PTI dell'area Nord quali elementi di valenza naturalistica e verde. Spiccano tra questi l'area a parco e verde urbano collocata in sponda destra del fiume Po successivamente al centro storico, area racchiusa tra il canale irriguo e il corso del Po, e l'area corrispondente all'isolone Bertolla citato in precedenza.

La popolazione attualmente residente nel Comune di San Mauro è di 19.048 persone, di cui il 48,1% sono uomini e il 51,9% donne, mentre quasi il 5% di tutta la popolazione è straniero. La densità abitativa di 1.517,6 abitanti/kmq (dati ISTAT, 2017) e l'età media è di circa 46 anni. Il livello di scolarizzazione è suddiviso nelle seguenti percentuali: il 12% sono laureati, il 33% diplomati, il 50% è costituito da persone con licenza media e elementare, lo 0,3% risulta analfabeta, mentre la restante parte è alfabeto.



5.4 POTENZIALI IMPATTI DA ALLUVIONE

5.4.1 L'APPROCCIO E LA RACCOLTA DATI

Per stimare i potenziali impatti da inondazione nel comune di San Mauro T.se è stato elaborato un processo descrivibile in sette passaggi chiave, rappresentati schematicamente nella figura 5.6. In questa sezione del capitolo saranno discussi i dati utilizzati per tale stima e il metodo di analisi adoperato.

L'analisi del danno atteso medio annuo da inondazione, è stata effettuata in ambiente QGis. I file necessari all'analisi sono stati reperiti in parte sul Geoportale della Regione Piemonte e in parte sulla piattaforma web gis del CSI. I coefficienti di danno associati alle diverse altezze di inondazione, per ciascuna classe di uso del suolo, sono stati ricavati sulla base delle curve dei *fattori di danno-profondità* valide per il continente europeo elaborate dal JRC della Commissione Europea e riportate in un documento tecnico del 2017²², mentre i valori di danno massimo validi per l'Italia, per ciascuna categoria considerata, sono stati tratti da un lavoro dell'HKV²³ Consultants del 2007 (su cui si basa il rapporto tecnico del 2017). I dati utilizzati sono riassunti nella tabella 5.3

Tabella 5.3 Dati utilizzati e relative fonti

OGGETTO	DATO	FONTE
Area allagabile	Direttiva Alluvioni 2007/60 – Pericolosità da alluvione - aggiornamento 2015	http://osgis2.csi.it
	Evento alluvioniale del 13-16/10/2000	http://www.geoportale.piemonte.it
Digital Territorial Model	DTM_156 (cella passo 5 m)	http://www.geoportale.piemonte.it
Classi di uso del suolo	BDTRE – DATABASE GEOTOPOGRA- FICO (shapefile su taglio comunale)	http://www.geoportale.piemonte.it
Coefficienti di danno in funzione dell'altezza idrica, per classe di uso del suolo	DM_FCT (α_d)	Huizinga, J., Moel, H. de, Szewczyk, W. (2017)
Valori di danno massimo per classi di uso del suolo	Dmax _i	Huizinga H.J., (2007)

22 Huizinga, H.J., Moel, H. de, Szewczyk, W. (2017). *Global flood depth-damage functions. Methodology and the database with guidelines*. JRC Technical report. <https://ec.europa.eu/jrc>

23 Huizinga, H.J., (2007). *Flood damage functions for EU member states*. Technical report, HKV Consultants. <http://www.hkv.nl> Mai pubblicato.

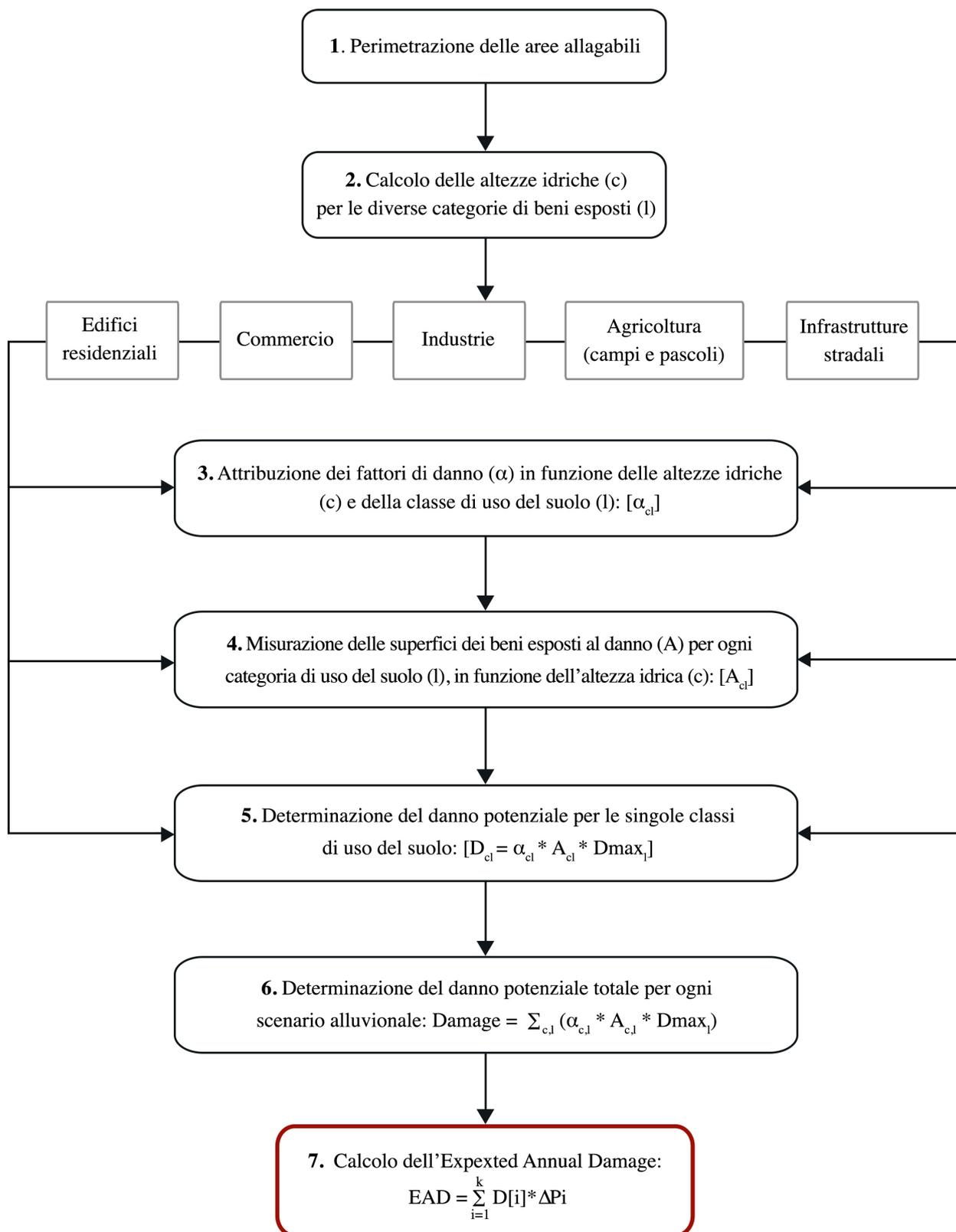


Figura 5.6 Schema concettuale del procedimento seguito per calcolare l'EAD

5.4.2 IL METODO

Per poter determinare l'entità potenziale del danno che si verificherebbe in caso di estreme esondazioni del Fiume Po nel comune di San Mauro T.se, il primo passo necessario consiste nell'individuazione delle potenziali aree allagabili del sistema di gestione. La rappresentazione accurata delle aree di inondazione associate ad un evento di piena di assegnato tempo di ritorno è di importanza fondamentale ai fini della valutazione del rischio idraulico associato ad un bene presente nel territorio. Il CSI-Piemonte (Consorzio per il Sistema Informativo) ha prodotto a livello regionale una piattaforma *web gis*, chiamata GIS-BROWSER²⁴, aperta a chiunque voglia approfondire il tema della pericolosità e del rischio idrogeologico. Tale piattaforma consiste nella risposta regionale all'obiettivo della diffusione presso la popolazione della conoscenza delle condizioni di rischio, sollecitato dalla Direttiva Alluvioni (Direttiva 2007/60/CE), al fine di formare un approccio consapevole al tema del rischio idrogeologico. Attraverso la piattaforma *web gis* è infatti possibile reperire le *Mappe della pericolosità e del rischio di alluvione* del PGRA aggiornate al 2015, sia in formato *shapefile* che in formato *pdf* (per maggiori approfondimenti sulle mappe si veda par. 3.2). Attraverso questi elaborati cartografici è possibile individuare l'estensione delle "aree allagabili" per tre probabili scenari alluvionali (H, M, L) e il grado di rischio degli elementi ricadenti entro queste aree. Nelle figure successive si riportano le *Mappe della pericolosità e del rischio* (sia areale che lineare) *di alluvioni*, elaborate per il Comune in esame.

Come è possibile osservare dall'elaborato in figura 5.7, lo scenario alluvionale che interessa prevalentemente il territorio comunale di San Mauro, corrisponde ad un evento con bassa probabilità di accadimento (tr. 500 anni), ma di estesa entità. Le alluvioni frequenti e poco frequenti interessano il letto del fiume e la piana inondabile prossima al fiume, soprattutto nel quartiere di Sambuy nord, colpendo prevalentemente campi agricoli e pascoli. Per questa ragione, dal momento che per il territorio esaminato sono disponibili anche i dati di allagamento relativi all'evento alluvionale del 2000 (figura 5.10), si è ritenuto opportuno utilizzarli nell'analisi degli eventuali impatti economici, attribuendo a quest'ultimo scenario alluvionale, una probabilità di accadimento pari ad 1/200 anni. Attraverso le carte 5.8 e 5.9 è possibile notare che il territorio analizzato è in larga parte esposto ad un livello di rischio medio, sia per quanto riguarda gli elementi areali, che per quanto riguarda gli elementi stradali lineari. Le infrastrutture stradali esposte al più alto livello di rischio sono il Ponte Vittorio Emanuele, il Ponte XI Settembre ed il tunnel.

²⁴ http://osgis2.csi.it/webgisAtlante/qgiswebclient.html?map=qgis_cloud/direttiva_alluvioni

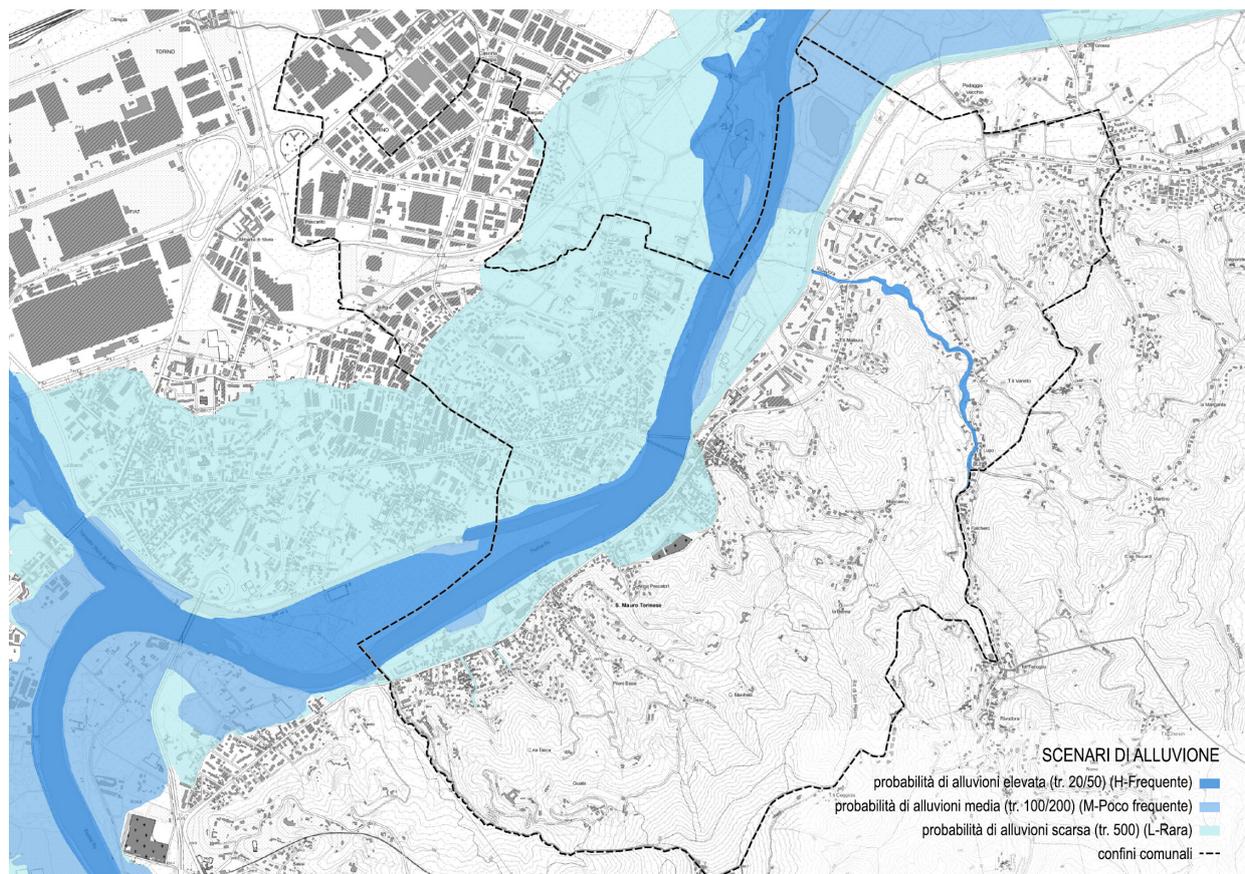
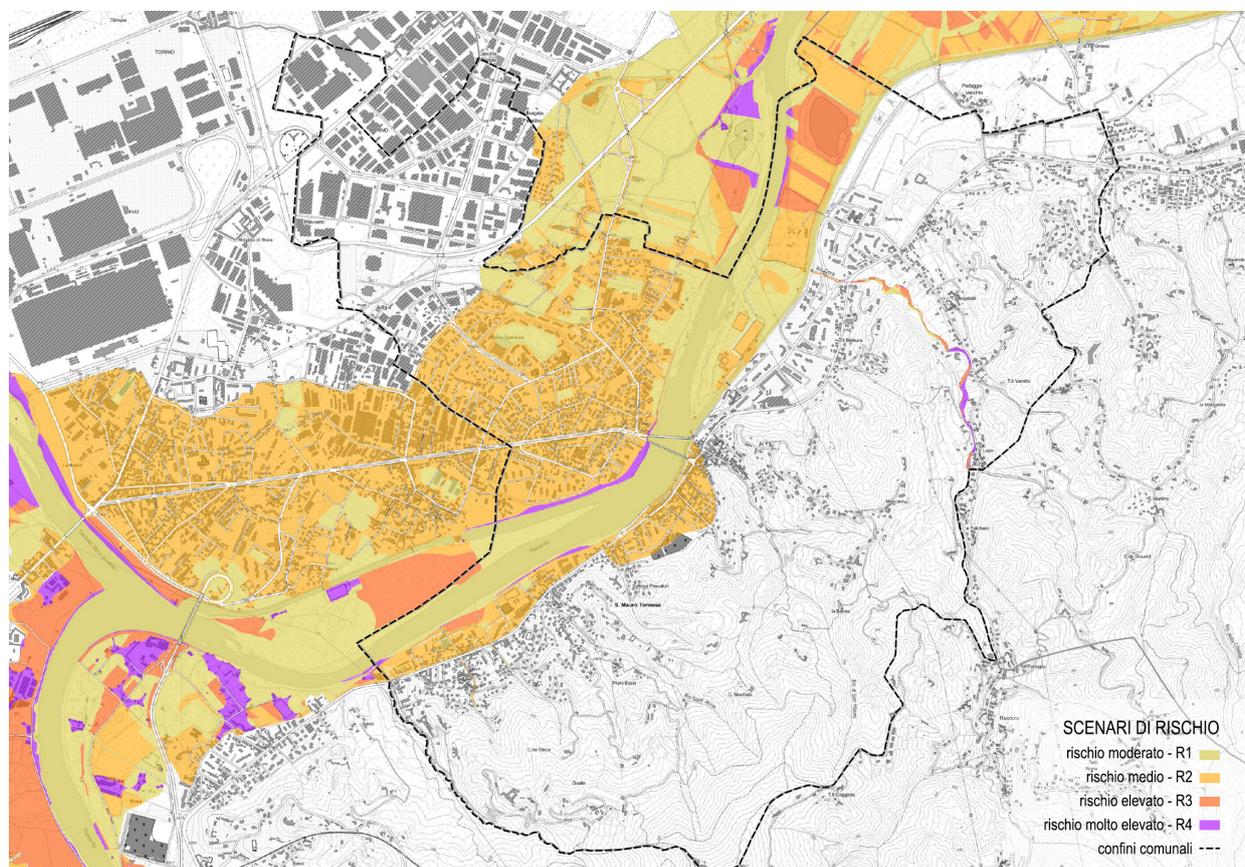


Fig. 5.7 - 5.8 Carte della pericolosità e del rischio (areale) da alluvione, San Mauro T.se. Direttiva 2007/60 CE – D. Lgs 49/2010. Scala 1:30.000



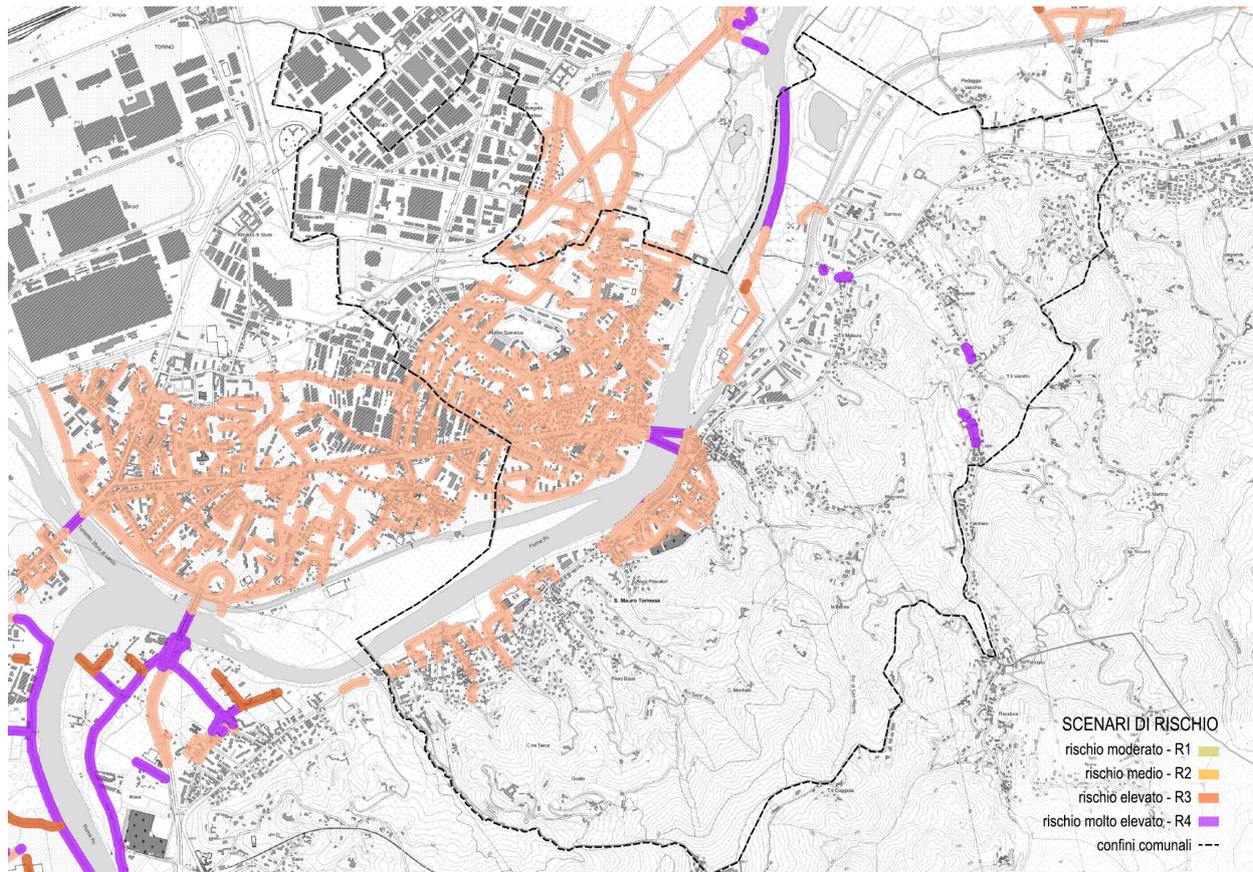
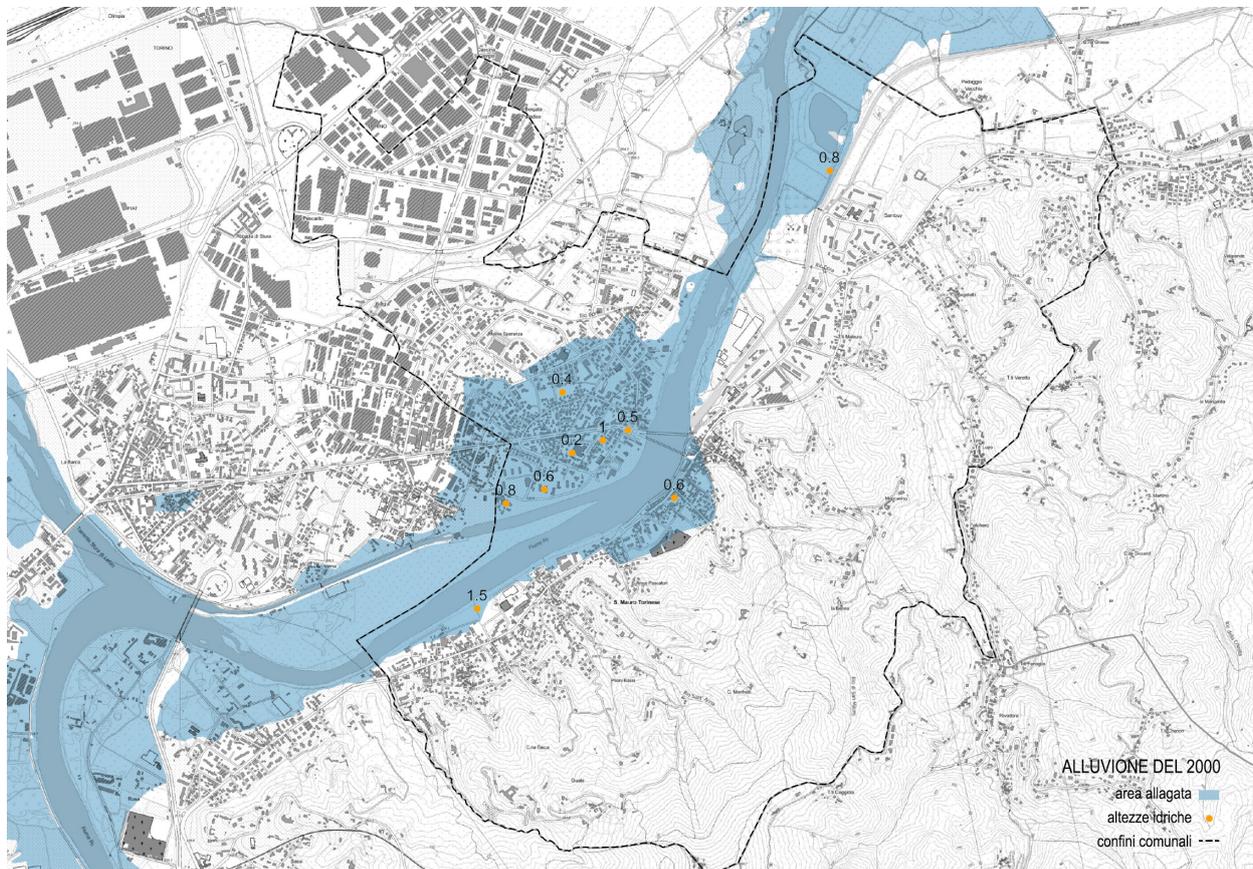


Fig. 5.9 - 5.10 Carte del rischio (elementi lineari) da alluvione. Direttiva 2007/60 CE - D. Lgs 49/2010. Carta Alluvione del 2000. Scala 1:30.000



Attraverso le quattro classi di danno individuate dalle mappe (elaborate secondo la matrice di danno, par. 3.2), non è possibile ottenere una quantizzazione degli impatti potenziali diretti da inondazione. Per la stima del danno, gli elementi e le informazioni territoriali che sono state ricercate possono essere raggruppate nelle seguenti 3 macrocategorie:

1. Popolazione interessata dalle inondazioni (per il calcolo dell'EANC);
2. Edifici residenziali;
3. Attività economiche (agricoltura e pascoli; commercio e industrie) ed infrastrutture e strutture strategiche (strade, autostrade, scuole, ecc.)

L'analisi del danno (D) comprenderà dunque le suddette 3 macrocategorie e ciascuna componente del danno verrà valutata nelle singole classi di uso del suolo²⁵ per ogni singolo scenario alluvionale. Il danno atteso²⁶ medio annuo (Expected Annual Damage, EAD), pari all'area sottesa della curva “*danno-frequenza di superamento*”, può interpretarsi come un valore costante di una rateizzazione annua del danno che si preveda possa verificarsi in futuro, e permette di valutare il beneficio netto conseguente ad un determinato progetto di mitigazione del rischio. Per poter costruire la suddetta curva “*danno-frequenza di superamento*” (in cui al danno viene associata una determinata probabilità) è possibile procedere per via empirica, combinando le seguenti relazioni:

–“*danno-livelli idrici*” (oppure “*danno-profondità*”), che rappresenta il danno economico causato dai vari livelli di piena in una determinata area;

–“*profondità-frequenza di superamento*” (oppure “*portata-frequenza di superamento*”), che scaturisce dalle tipiche analisi di frequenza degli eventi di piena²⁷.

Le suddette “curve di danno” risultano indispensabili nella valutazione del danno da inondazione, in quanto esprimono il “danno atteso” in funzione della pericolosità dell'evento (attraverso le altezze idriche di allagamento) e delle corrispondenti caratteristiche di vulnerabilità (percentuale del danno), specifici per ogni singola

25 Le mappe di uso del suolo dettagliate e uniformi sono necessarie per la valutazione del rischio di piena poiché permettono di individuare gli elementi esposti a danno in caso di inondazione. La classificazione di uso del suolo che è stata adottata è quella definita dalla Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti (BDTRE), che consiste in una cartografia tecnica, strutturata secondo le “*Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici*” nazionale, ritenuta, a scala locale, di maggiore dettaglio rispetto alla classificazione di uso del suolo fornita dalla CORINE Land Cover utilizzata per la costruzione delle curve di danno.

26 Secondo la teoria della probabilità, il valore atteso di una variabile casuale discreta (che assuma cioè solo un numero finito o una infinità numerabile di valori) è dato dalla somma dei possibili valori di tale variabile, ciascuno moltiplicato per la probabilità di verificarsi. Corrisponde, dunque, alla media ponderata dei possibili risultati.

27 http://www.asf.enea.it/protprev/www/lineeguida5/Fase_Interpretativa.htm

categoria di bene esposto. Tali curve rappresentano lo strumento principalmente adottato a livello internazionale per la valutazione dei danni diretti a varie categorie edilizie, e si basano sulla relazione tra la probabilità del danno subito e le caratteristiche fisiche dell'evento di pioggia (altezza idrica d'inondazione). Esistono due tipi di curve di danno: curve di danno assoluto, che legano il valore economico complessivo del danno all'altezza dell'allagamento; curve di danno relative che legano la percentuale del danno relativa al valore dell'elemento esposto e all'altezza di allagamento. In questa ricerca sono state applicate le curve di danno relative, in quanto, essendo indipendenti dal valore attuale dell'esposto, sono meno legate al particolare contesto fisico e temporale di origine e quindi maggiormente generalizzabili, a differenza delle curve di danno assolute, che, pur richiedendo una quantità inferiore di informazioni da acquisire per l'applicazione del modello di danno, necessitano di disporre di un database di curve di danno in costante aggiornamento²⁸.

Molti paesi hanno già sviluppato modelli di danno da inondazione, basandosi per la descrizione delle curve, o su inventari di danno (valutazioni statistiche a posteriori), oppure sulla costruzione di scenari di danno (valutazioni statistiche a priori). Tuttavia, non esistono ancora curve di danno relative specifiche e riconosciute per l'Italia. Per questa ragione, è stato fatto riferimento al report tecnico del 2017, redatto dal "Joint Research Centre" della Commissione Europea e basato sul lavoro dell'HKV Consultants del 2007, nel quale viene sviluppato un database globalmente coerente di curve armonizzate *fattori di danno-profondità*, che descrivono il danno frazionario in funzione della profondità di allagamento, per una varietà di beni e classi di uso del suolo, sulla base di una media continentale.

Pertanto, in assenza di curve elaborate *ad hoc* per la realtà italiana, sono state ritenute valide nell'applicazione del modello di danno al caso studio, le curve relative di *fattori di danno-profondità* generalizzate per l'Europa.

Le "funzioni medie" individuate dall'HKV, associano 8 altezze idriche (0,5; 1; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 o più metri) ad altrettanti coefficienti di danno, i quali esprimono la percentuale dell'eventuale danno (con valori da 0, nessun danno, a 1, danno totale), per ciascuna delle categorie dei beni esposti considerati (classificazione CORINE Land Cover). In questo modo la valutazione della vulnerabilità è rappresentata da "funzioni medie" i cui valori vanno da 0 a 1, mentre gli elementi esposti a rischio sono rappresentati dai valori massimi dei danni (in €/m²) valutati per ciascuna classe di uso del suolo. Le "funzioni medie" sono state

²⁸ Regione Siciliana. Piano di gestione del Rischio di Alluvioni. Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni; Allegato C

prodotte per ciascun continente, per le seguenti categorie (JRC, 2017):

- Edifici residenziali
- Commercio
- Industria
- Infrastruttura stradale
- Agricoltura

Poiché i dati utilizzati nel suddetto studio comprendono sia l'alluvione fluviale che quella marina, le funzioni di danno costruite non sono associate a tipi specifici di alluvioni e possono essere utilizzate per la valutazione del danno di un evento di inondazione generico (Huizinga et al., 2017). Di seguito vengono riportati i grafici che rappresentano tali funzioni per ogni classe di danno elencata, mentre in tabella, le funzioni di danno "medie" corrispondenti. La funzione continentale "media" europea è indicata con una linea gialla.

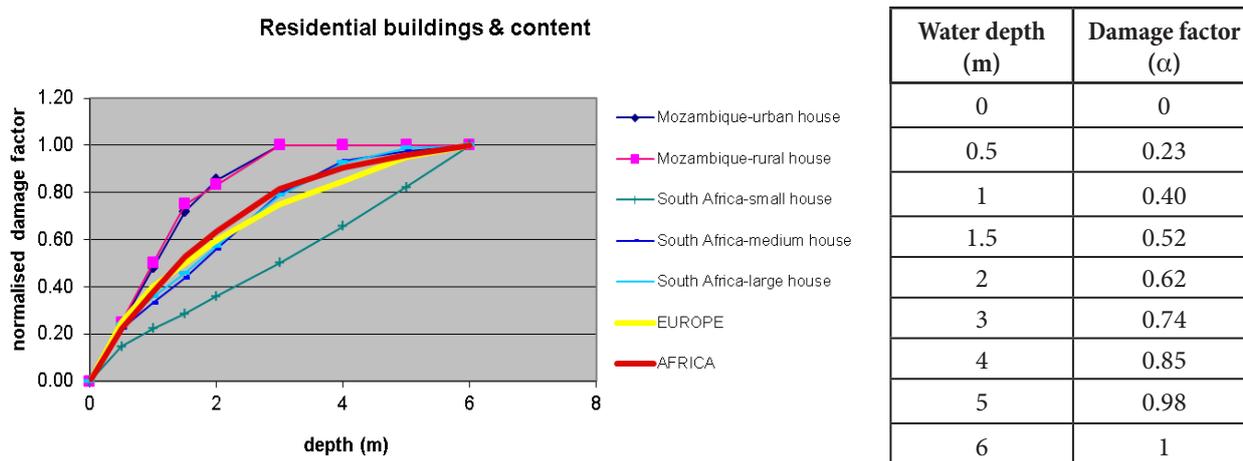


Fig. 5.11 e tab. 5.4 Curva *fattore di danno-profondità e relativa tabella*; classe di uso del suolo: edifici residenziali

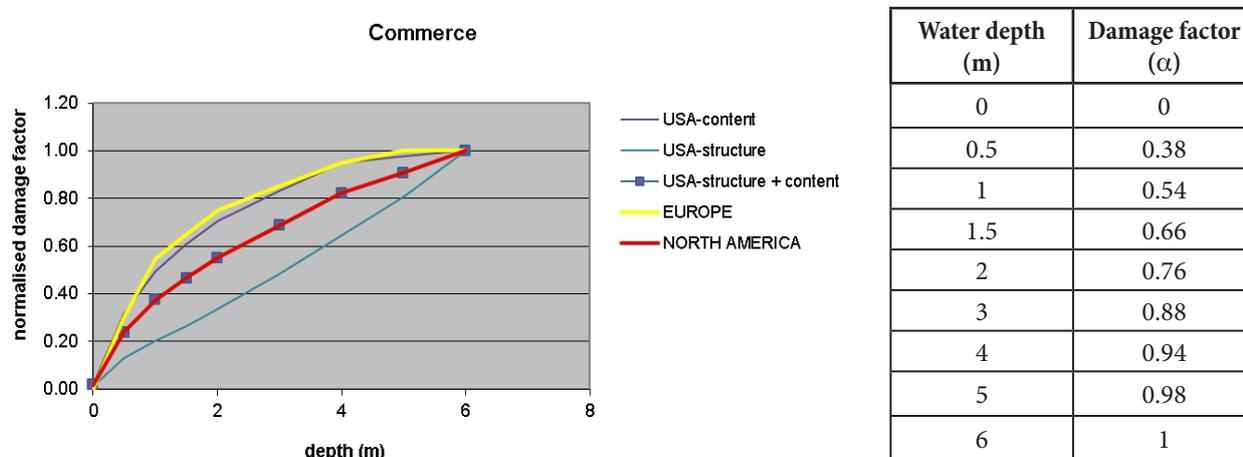
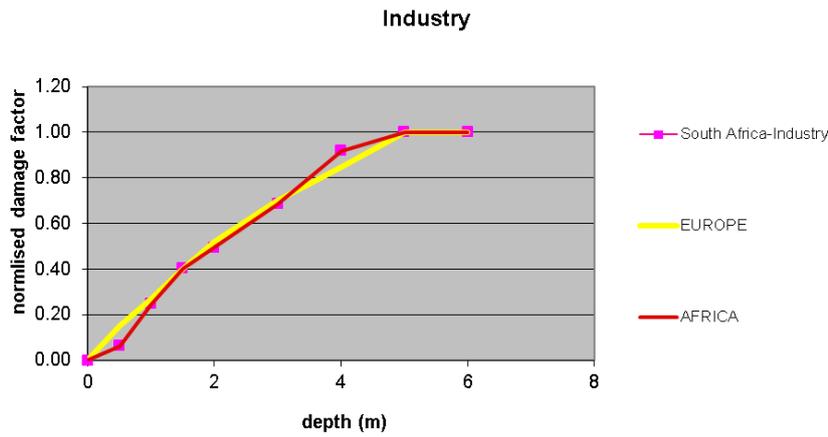
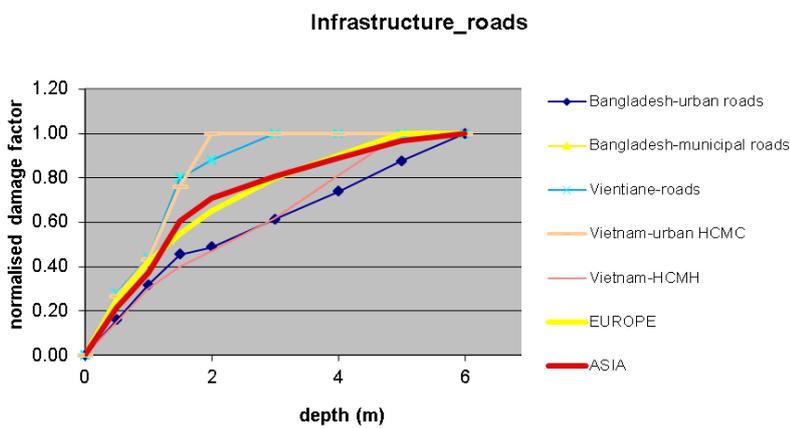


Fig. 5.12 e tab. 5.5 Curva *fattore di danno-profondità e relativa tabella*; classe di uso del suolo: commercio



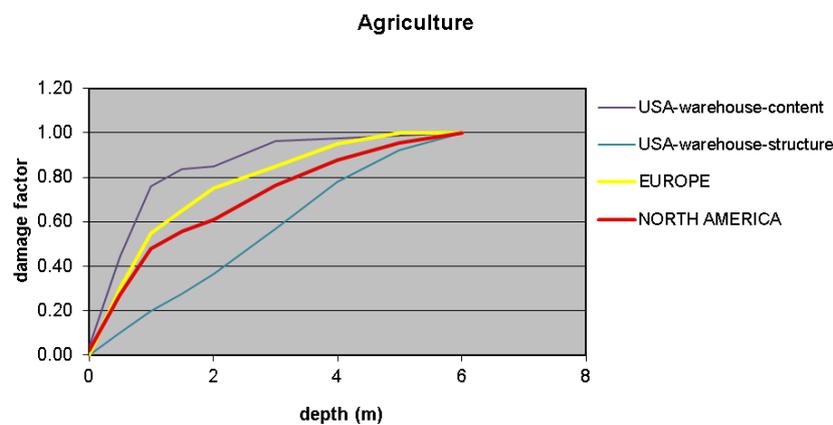
Water depth (m)	Damage factor (α)
0	0
0.5	0.15
1	0.28
1.5	0.40
2	0.50
3	0.70
4	0.85
5	1
6	1

Fig. 5.13 e Tab. 5.6 Curva fattore di danno-profondità e relativa tabella; classe di uso del suolo: industria



Water depth (m)	Damage factor (α)
0	0
0.5	0.23
1	0.42
1.5	0.56
2	0.66
3	0.80
4	0.90
5	0.98
6	1

Fig. 5.14 e Tab 5.7 Curva fattore di danno-profondità e relativa tabella; classe di uso del suolo: infrastruttura stradale



Water depth (m)	Damage factor (α)
0	0
0.5	0.27
1	0.50
1.5	0.58
2	0.74
3	0.86
4	0.92
5	0.98
6	1

Fig. 5.15 e Tab 5.8 Curva fattore di danno-profondità e relativa tabella; classe di uso del suolo: agricoltura

Per quanto riguarda i valori massimi di danno (espressi in €/m²), è stato fatto riferimento ai valori validi per l'Italia riportati nel report tecnico dall'HKV Consultants nel 2007, in cui vengono valutate, per ciascuno dei 27 (all'epoca) Stati membri, le funzioni di danno massimo (assolute) relative a 44 classi di uso del suolo (classificazione CORINE Land Cover). I risultati dello studio, mai pubblicato, sono stati adoperati e resi noti da Rusmini (2009)²⁹, e da Farinosi et al. (2012)³⁰.

Nello studio della HKV (Huizinga H.J., 2007) sono stati utilizzati i costi “a nuovo” (o di sostituzione) per la valutazione dei danni fisici agli edifici, al suolo e alle infrastrutture, ipotizzando che essi vengano completamente ricostruiti o ripristinati. I costi sulla produttività, invece, si riferiscono ai costi d'interruzione di quelle attività produttive ubicate all'interno e all'esterno della zona allagata, riferendoli ai prodotti nazionali lordi degli Stati membri dell'UE³¹. Nella tabella 5.8 vengono riportati i risultati della ricerca dell'HKV. Si stima che in Italia, i danni da inondazione agli edifici residenziali hanno il valore più elevato tra tutte le categorie, con la percentuale più alta di danni totali di circa il 42%, seguiti dai danni al settore del commercio e dell'industria, rispettivamente 35% e 30%, e dai danni alle strade e all'agricoltura che ammontano rispettivamente a 20 e 0,63 €/m².

Tab. 5.8 Valore di massimo danno (€/m²) per classi di danno, per dei paesi UE selezionati (HKV Consultants)

	Residential building	Commerce	Industry	Road	Agriculture
EU27	575	476	409	18	0.59
Italy	618	511	440	20	0.63
Luxembourg	1443	1195	1028	46	1.28
Germany	666	551	474	21	0.68
Netherlands	747	619	532	24	0.77
France	646	535	460	21	0.66
Bulgaria	191	158	136	6	0.2

29 M. Rusmini, 2009. “Pan-European flood hazard and damage assessment; evaluation of a new If-SAR Digital Terrain Model for flood depth and flood extent calculation”. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enschede.

30 Fabio Farinosi, Lorenzo Carrera, Alexandros Maziotis, Jaroslav Mysiak, Fabio Eboli, Gabriele Standardi. “Policy-relevant assessment method of socio-economic impacts of floods: an Italian case study”. LIAISE Working paper, project n.243826”.

31 Le caratteristiche economiche dei 27 Paesi membri dell'UE considerati, sono state confrontate attraverso i seguenti indici statistici: PIL (prodotto interno lordo); PIL-PPS (potere d'acquisto standard); PIL-PPP (parità del potere d'acquisto)

Incrociando le funzioni di danno frazionario (funzioni medie), che consentono di determinare la percentuale di risorsa danneggiata a profondità di piena specifica, con il valore massimo di danno, si dà luogo al valore di danno potenziale totale per ciascuna categoria.

Applicazione del metodo

Il processo logico per pervenire alla curva *danno-frequenza di superamento* è illustrato in modo qualitativo in fig 5.16, nella quale sono rappresentate le diverse fasi del processo seguito:

- a) Simulazione idraulica delle aree inondate;
- b) Analisi delle classi di danno e della vulnerabilità in funzione del tirante idrico;
- c) Analisi della frequenza degli eventi di piena;
- d) Costruzione per punti della funzione danno-frequenza di superamento.

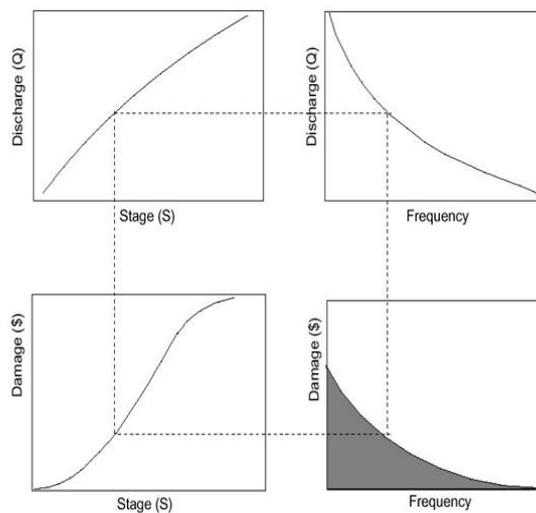


Figura 5.16 Stima della curva frequenza di superamento-danno (Moser, 1997). Costruzione empirica. L'area tratteggiata rappresenta il Danno Aspettato Annuo

Non è stato necessario effettuare una simulazione idraulica delle portate di piena, in quanto già intrinseche nei dati ufficiali relativi alla perimetrazione delle aree di inondazione associate ai principali tempi di ritorno ($TR=50, 100, 200, 500$ anni), contenute nelle *Mappe della pericolosità e del rischio di alluvione* del PGRA del bacino del Po, relative all'alluvione del 2000 ($TR 200$) e disponibili in shapefile.

La sola rappresentazione delle aree allagabili, risulta tuttavia insufficiente ai fini della valutazione del potenziale danno da alluvione, per cui è indispensabile non

soltanto la conoscenza dell'entità complessiva del fenomeno, ma anche la conoscenza dettagliata degli aspetti locali ad esso connessi. Sono state dunque ricercati i valori delle altezze idriche raggiungibili da eventuali alluvioni, in corrispondenza dei beni in esame. Ciò ha richiesto la modellazione completa della superficie del pelo libero dell'acqua per l'assegnato profilo idraulico, che è stata ottenuta attraverso il seguente processo di analisi in ambiente QGIS (fig. 5.18), applicato sia sulla base degli scenari alluvionali descritti nelle mappe del PGRA, che sulla base dello scenario di alluvione del 2000, documentato dalla Regione Piemonte. Dal punto 1-7 il procedimento QGIS in sintesi, i punti da 8-10 sono state calcolati tramite formule:

1. Estrazione dal DTM 2009-2011 PIEMONTE ICE, con risoluzione della griglia (passo) di 5m relativo alla zona allagabile, delle curve di livello (ogni 0,2 m);
2. Individuazione della quota massima (Qmax) di tali curve sul perimetro dell'area inondabile. Tale quota rappresenta il punto di massima altezza in cui il piano dell'acqua interseca il terreno (P500=208 m s.l.m.; P200=206,5 m s.l.m.)
3. Sottrazione tramite "raster calculator" tra la quota massima (Qmax) e il DTM corrispondente. Si ottiene così un raster (DTM liquido) che rappresenta la *soggiacenza* (y[m]) dell'acqua rispetto alla quota del terreno (con come unico attributo i tiranti idrici corrispondenti ad ogni grid) (fig. 5.17);
4. Conversione del DTM liquido in vettoriale;
5. Attribuzione per posizione (Join by location) delle altezze di inondazione (tramite intersect) agli shapefile contenenti le superfici occupate dai beni esposti considerati ($A_{c,l}$) così come individuate nella BDTRE del 2018, secondo le categorie: residenziale/commerciale, industriale, infrastrutturale e agricola;
6. Creazione dei nuovi campi attributo: DM_FCT, coefficienti di danno in funzione delle altezze idriche ($\alpha_{c,l}$; tratti dalle curve di danno europee fornite dal JRC, 2017) e Dmax (valori di danno massimo, tabella 5.8) per ogni classe di danno analizzata ($D_{max,l}$);
7. Creazione nuovo campo attributo DAMAGE ottenuto tramite l'operazione: [Dmax*Area*DM_FCT]. Calcolo del danno per ogni singolo bene della categoria considerata, in funzione dell'altezza idrica ($D_{c,l}$);
8. Sommatoria del danno atteso per ogni singola classe di uso del suolo:
 $Damage = \sum_{c,l} (\alpha_{c,l} * A_{c,l} * D_{max,l})$;
9. Valutazione del danno atteso medio annuo associando al valore del potenziale danno totale la specifica probabilità di superamento dell'evento alluvionale (TR), attraverso l'equazione: $EAD = \sum_{i=1}^k D[i] * \Delta P_i$;
10. Costruzione della curva *danno-frequenza di superamento* per il Comune di San Mauro Torinese (fig. 5.18).

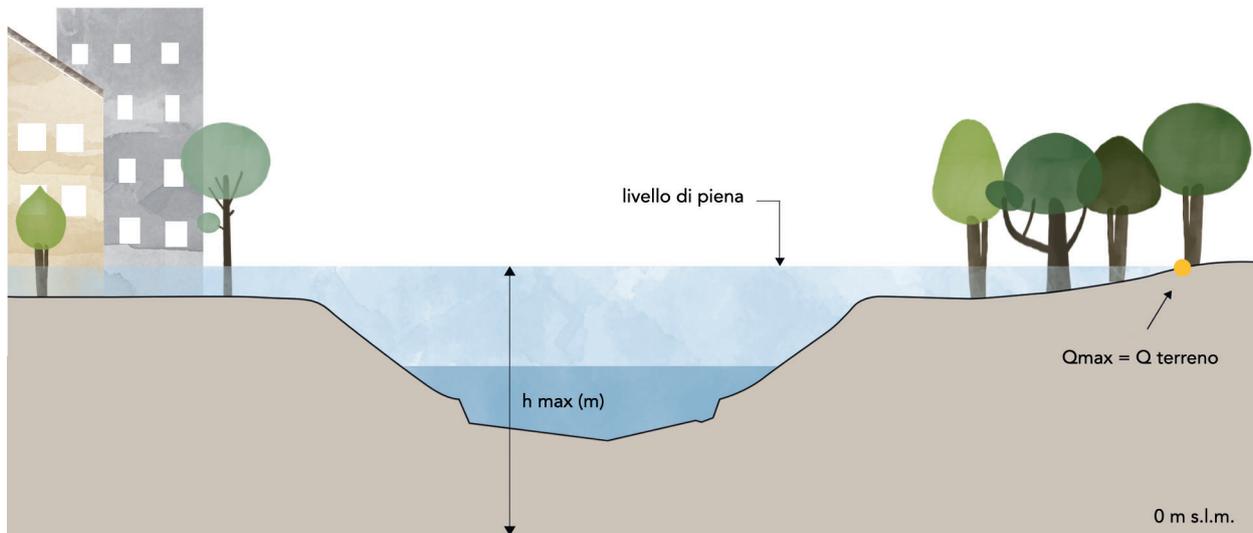


Figura 5.17 Questa illustrazione aiuta a comprendere l'operazione di sottrazione del DTM dalla quota massima Q_{max} , che coincide con il punto in cui il piano dell'acqua taglia il terreno. Si ottiene così la quota dell'acqua in ogni punto rispetto al profilo del terreno. Elaborazione personale.

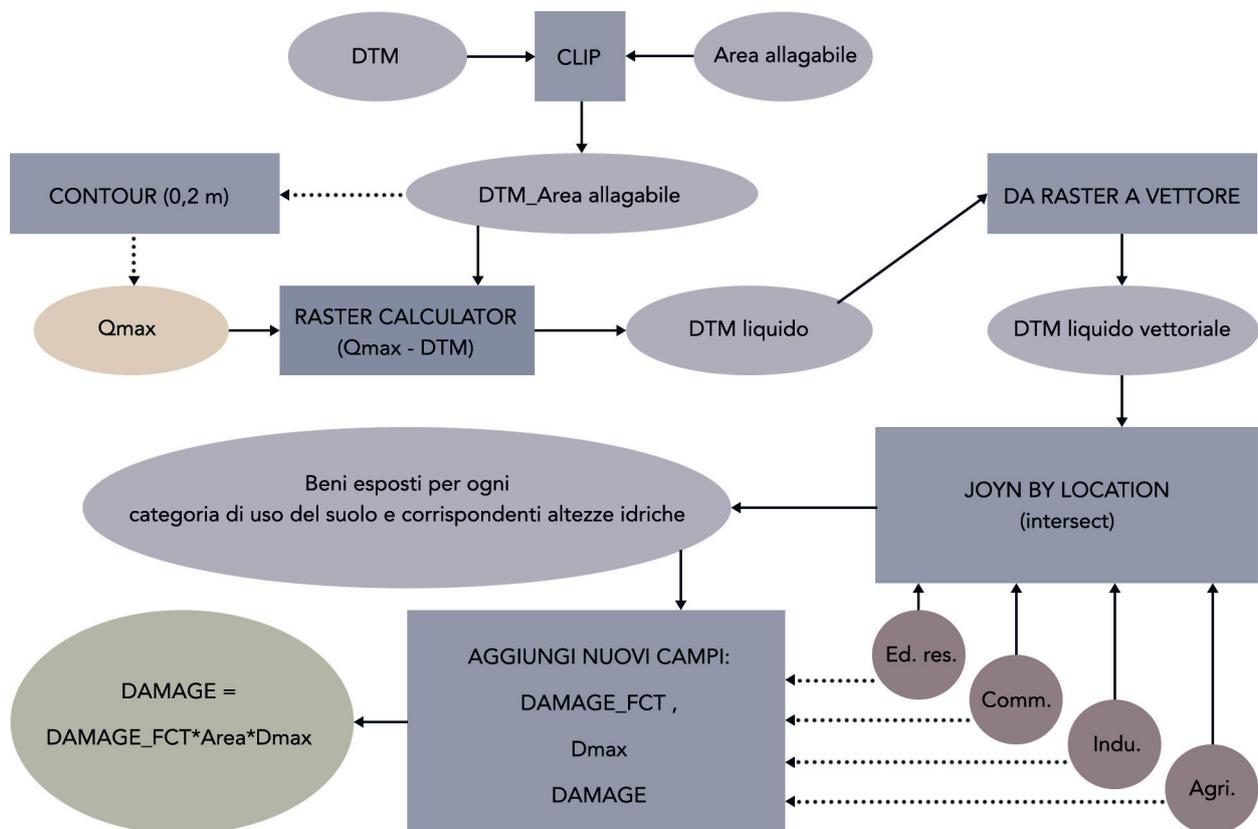


Figura 5.18 Schema di sintesi del processo di applicazione del modello di danno potenziale da inondazione in ambiente QGIS. Il procedimento è stato effettuato per ogni probabile scenario alluvionale (TR 100, 200 e 500 anni) e per l'evento alluvionale del 2000, considerato come un evento di probabilità di accadimento pari ad 1/200 anni.

5.5 I FATTORI CHE INFLUENZANO IL TASSO DI RECUPERO

5.5.1 L'APPROCCIO E LA RACCOLTA DATI

Come detto in precedenza (vedi sez. 4.3.3), il tasso di recupero di una reazione ad un'onda di piena corrisponde alla capacità del sistema di recuperare, passando da uno stato in cui sono visibili gli impatti delle inondazioni, ad uno stato 'normale' del sistema, ovvero ad uno stato del sistema in cui è assente il disturbo.

Per quanto riguarda la stima dei fattori sociali che, secondo de Bruijn, influenzano il tasso di recupero di un sistema, si è ritenuto opportuno effettuare alcune modifiche alla tabella 4.4 (Capitolo 4). Alcuni fattori sono stati infatti valutati singolarmente, poiché non necessariamente a fattori raggruppati sotto un'unica voce corrispondono gli stessi valori qualitativi, ed è stato individuato un nuovo fattore sociale di resilienza, basato sul livello di preparazione dei cittadini all'emergenza alluvioni. Di seguito, la tabella dei fattori sociali modificata per il caso studio.

Tab. 5.9 Fattori sociali che influenzano il tasso di recupero applicati per il caso studio

Valore	Molto basso (1/2)	Basso (3/4)	Medio (5/6)	Alto (7/8)	Molto alto (9/10)
Capitale sociale: sistema politico	Nessuna fiducia nel governo, corruzione elevata	Poca fiducia nel governo, corruzione	Fiducia nel governo, basso livello di corruzione	Fiducia nel governo, corruzione bassa	Fiducia nel governo, nessuna corruzione
Equità, unità, accesso ai servizi	Equità > 55 accesso solo all'élite	Equità > 45 nessuna unità	Equità > 40 accesso ai servizi	Equità > 35 la maggioranza ha accesso ai servizi	Equità < 35 parità di accesso a tutti
Forza delle organizzazioni	Assenza di strutture sociali	Basso livello di strutture sociali	Esistono organizzazioni sociali	Alto livello di organizzazione	Forti organizzazioni sociali
Pianificazione della gestione del rischio di alluvione	Le persone e il governo non conoscono la minaccia alluvione	Le persone e il governo conoscono la minaccia alluvione	È nota la minaccia alluvione	Il sistema di allarme e la procedura di emergenza sono noti alle autorità locali	Le persone si sono adattate alle inondazioni
Gestione delle emergenze	Nessuno sa cosa fare	Non c'è un piano di emergenza	Esiste una procedura di emergenza e un sistema di allarme		
Preparazione e consapevolezza del rischio dei cittadini	Si verifica il panico	C'è un sistema di allarme, ma i cittadini non sanno comprenderlo	Esiste una procedura di emergenza, ma i cittadini non sono preparati	Molti cittadini conoscono la procedura di emergenza e sono preparati	Le persone sanno esattamente cosa fare e non si verifica il panico
Capitale umano: % educazione e salute	< 50% sa scrivere e leggere < 40% è in salute	< 70% sa scrivere e leggere < 55% è in salute	< 80% sa scrivere e leggere < 70% è in salute	> 80% sa scrivere e leggere > 80% è in salute	> 90% ha completato la scuola superiore > 80% è in salute

Parte dei fattori sociali indicati nella tabella 5.9, sono stati valutati basando l'analisi su valutazioni statistiche. I fattori "forza delle organizzazioni", "pianificazione e gestione del rischio di alluvione" e "gestione delle emergenze", sono stati ricostruiti attraverso informazioni reperite sul sito del Comune di San Mauro Torinese, ed in particolar modo attraverso il Piano di Protezione Civile del Comune stesso. Per quanto riguarda, invece, la conoscenza del livello di preparazione e di consapevolezza dei cittadini sanmauresi, si è scelto di somministrare, ad una porzione della popolazione, un questionario (Allegato 1) costruito anche sulla base del Piano di Protezione Civile.

La valutazione dei fattori fisici e dei fattori economici (tab 4.2 e 4.3, Capitolo 4) che condizionano la capacità di recupero di un sistema, è stata effettuata attraverso un'analisi complessiva basata sul confronto tra dati statistici, documenti ufficiali e report tecnici.

5.5.2 LA PREPAREDNESS ATTRAVERSO IL QUESTIONARIO

Aumentare la preparazione ai disastri naturali implementando attività di pianificazione dell'emergenza e promuovendo l'adozione da parte dei cittadini di specifici comportamenti protettivi, è essenziale tanto quanto mitigare il rischio attraverso opere ingegneristiche o architettoniche (Miceli et al., 2007).

È sembrato dunque utile, ai fini di una valutazione complessiva di resilienza del sistema San Mauro, acquisire maggiori informazioni relative alla comunità esposta al rischio idrogeologico, per comprendere in quale misura i cittadini adottano comportamenti necessari ad affrontare in modo attivo un evento catastrofico, e qual è la loro percezione del rischio. Il questionario, realizzato con Google Forms e somministrato a quasi un centinaio di cittadini, sia attraverso Internet³², che con interviste *face to face*, è in parte strutturato su domande a risposta chiusa di carattere politomico (che prevedono una sola risposta tra tre o più opzioni previste dal quesito) o diatomico, o basate su scale numeriche e verbali, in parte organizzato con domande a risposta aperta. Oltre alle informazioni socio-grafiche (sesso, età, nazionalità, titolo di studio, quartiere di appartenenza), sono state raccolte anche informazioni esperienziali degli intervistati.

Secondo una visione razionalista, la percezione del rischio può essere definita come la valutazione soggettiva della probabilità che si verifichi un evento

³² Il campione non rappresentativo che ha partecipato al sondaggio, è stato individuato attraverso la piattaforma Facebook, nello specifico tra le persone iscritte a gruppi ufficiali di Cittadini di San Mauro. Anche il passaparola tra gli abitanti del luogo ha contribuito ad aumentare il numero di risposte ottenute.

disastroso in un futuro, e della probabilità del danno personale e materiale che ne potrebbe derivare. Questa definizione può essere ampliata, se si incorporano nella valutazione soggettiva aspetti cognitivi ed affettivi dell'individuo. Recenti modelli teorici proposti in psicologia cognitiva ed emotiva (Slovic et al., 2004; Gooby e Zinn, 2006), dimostrano infatti che gli affetti e le emozioni possono servire come spunti per i giudizi di probabilità. Ovvero, quando un individuo valuta la probabilità di accadimento di un evento rischioso, fa affidamento ad esperienze affettive precedenti, sentimentali attuali e ad immagini associate all'evento target.

Per comprendere come i cittadini percepiscono il rischio di alluvioni, anche in relazione a precedenti esperienze (l'evento target considerato è quello del 2000), gli è stato chiesto di stimare la probabilità che si verifichi un'alluvione in base ad una scala di valori da "nessuna probabilità" ad "alta probabilità" (domanda n°20), e allo stesso tempo, di esprimere sentimenti di preoccupazione rispetto alla possibilità di subire danni specifici, attraverso una scala verbale da "non sono preoccupato/a" a "molto preoccupato/a (domanda 21). È stato inoltre chiesto agli intervistati di provare ad indicare, per ogni quartiere del Comune, se ricadessero o meno in una zona allagabile (domanda n° 7).

La preparazione alle alluvioni è stata valutata mediante una serie di domande a risposta aperta, volte ad identificare il tipo e la quantità di atteggiamenti protettivi che gli intervistati adottano durante l'emergenza: a) nel momento in cui viene data l'allerta meteo (domanda n°12); b) immaginandosi (o riferendosi ad un'esperienza realmente vissuta) in una circostanza di allarme dato, a seconda che si trovino in un luogo chiuso o in un luogo aperto (domande 13-14); c) in caso di cessato allarme (domanda n°15). La preparazione è stata valutata anche sulla conoscenza e la distinzione dei segnali di allarme trasmessi dalle sirene del Comune e della localizzazione dell'Area di Protezione Civile indicata dal PPC di San Mauro Torinese che verrebbe allestita in caso di emergenza (domande n°16 e 17).

Nell'ultima parte del questionario, è stato chiesto agli intervistati quanto ritengono importante l'intervento del Comune nella preparazione della cittadinanza e se desiderano essere più informati circa il rischio inondazioni (domanda n° 22 e 23). È stata infine data la possibilità al cittadino di apportare osservazioni e suggerimenti sull'argomento, come ad esempio, qual è la soluzione più efficace a rendere le persone più pronte alle alluvioni (domanda n° 24 e 25).

Attraverso il questionario è stato anche valutato il livello di partecipazione cittadina all'associazionismo sia di volontariato che culturale del Comune, rispondendo in questo modo al fattore sociale "forza delle organizzazioni" indicato in tabella 5.9 (domanda n° 19).

5.6 IDONEITÀ DEL DATO E PREMESSE ALLA ANALISI

Prima di passare alla descrizione dei risultati ottenuti, è importante sottolineare che i metodi utilizzati per l'applicazione del modello al caso studio contengono in sé determinati margini di errore.

Innanzitutto la simulazione dell'inondazione viene fatta in ambiente QGIS, dove nel passaggio dal DTM liquido (soggiacenza dell'acqua) ad DTM vettoriale, le altezze idriche vengono approssimate per eccesso (portando con sé errori altimetrici). Inoltre, in assenza nella letteratura di curve di danno relative valide per il territorio italiano, sono state utilizzate curve realizzate dall'HKV Consultants (2007) armonizzate sulla media del continente europeo. È chiaro che il territorio italiano differisce da quelli analizzati in letteratura non solo in termini di fenomeni pericolosi, ma anche in termini di vulnerabilità dell'ambiente esposto. Tuttavia, anche in presenza di analoghe caratteristiche di pericolosità, è evidente che le modalità e le tipologie costruttive italiane differiscono da quelle relative ad altri contesti internazionali. Ai fini, infatti, della definizione di curve di danno contestualizzate sarebbe necessario risalire, per ogni edificio, per ogni evento, ad un valore parametrico della pericolosità, che non può essere ricostruito, ovvero stimato, se non con analisi di dettaglio ed in presenza di un adeguato numero di dati puntuali verificati sul campo.

Per quanto riguarda l'indagine condotta attraverso il questionario sulla percezione e la preparazione al rischio alluvioni dei Cittadini di San Mauro, è importante sottolineare che è stato effettuato un campionamento probabilistico auto-selezionato³³, in base a cui il campione ottenuto non è risultato rappresentativo dell'universo considerato.

5.7 RESISTENZA E RESILIENZA DEL SISTEMA

5.7.1 LA SOGLIA DI REAZIONE

La soglia di reazione del sistema di gestione del Comune di San Mauro Torinese è bassa. Il tempo di ritorno della massima portata transitabile (2835 m³/s) che si preveda non causi danni significativi è tra i 20 e i 50 anni. Questa soglia di reazione

³³ In cui le probabilità di alcuni elementi che compongono la popolazione di far parte del campione, non sono note o sono pari a zero, ed inoltre, non è il ricercatore a scegliere le persone da includere nel campione bensì sono queste che, spontaneamente, si offrono per partecipare.

indica che il sistema non è sufficientemente resistente.

5.7.2 L'AMPIEZZA DELLA REAZIONE

L'ampiezza della reazione può essere quantificata attraverso il danno atteso medio annuo (Expected Annual Damage - EAD) e il numero medio di vittime attese annue (Expected Annual Number of Casualties - EANC).

Per calcolare la rateizzazione annua del danno economico che si preveda possa verificarsi in futuro nel territorio di San Mauro, è stata applicata la seguente formula³⁴:

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^k D[i] * \Delta P_i \quad [\text{Eq. 5.1}]$$

con:

$$D[i] = \frac{D(P_{i-1}) + D(P_i)}{2}$$

e

$$\Delta P = |P_i - P_{i-1}|$$

Dove:

\bar{D} è il danno medio atteso annuo;

$D[i]$ è il danno medio relativo a due punti “ $i-1$ ” e “ i ”

ΔP è la probabilità dell'intervallo dei suddetti punti

I punti “ i ” rappresentano i tempi di ritorno a cui corrispondono gli scenari alluvionali considerati. Per il caso di San Mauro sono state considerate portate di piena con tempi di ritorno: 100, 200 e 500 anni (tab. 5.2)³⁵. La simulazione idraulica degli eventi alluvionali con tempi di ritorno 100 e 500 anni, è stata effettuata sulla base della mappa della pericolosità di alluvioni aggiornata al 2015 (fig. 5.6), mentre per quanto riguarda la stima dei danni con probabilità di accadimento 1/200 anni,

34 FLOODsite, (2007): *GIS-based Multicriteria Analysis as Decision Support in Flood Risk Management*

35 Dal calcolo è stato escluso lo scenario alluvionale con tempo di ritorno 20/50 anni, poiché non provoca danni significativi.

sono stati utilizzati i dati relativi all'Alluvione del 2000 (fig. 5.9).

Il danno D reativo alla singola categoria di bene esposto è stato calcolato come:

$$D = \sum_{j=0}^{j=m} \left(\int_{h=0}^{h=h \max} \alpha_j(h) * n_{jd}(h) * D_{jmax} * dh \right) \quad [\text{Eq. 5.2}]$$

dove:

D = danno dell'area allagabile (€)

$\alpha_j(h)$ = fattore di danno della categoria j in funzione dell'altezza h

h = profondità dell'acqua [m]

$n_{jd}(h)$ = numero di unità nella categoria j all'altezza idrica h

D_{jmax} = danno massimo per ogni unità della categoria j (€)

m = numero di categorie

Per portate di piena poco frequenti nell'ordine dei 3.600 m³/s, con probabilità di accadimento pari ad 1/100 anni, l'unica classe di beni esposti è quella agricola (pascoli e seminativi) e il potenziale danno è pari a 14.850 €.

Per portate di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni, dell'ordine dei 4.000 m³/s (4.360 m³/s nell'ottobre del 2000) il danno massimo che l'impatto della piena potrebbe provocare sui beni ricadenti nell'area allagabile è pari a 33.049.093 € e riguarda le seguenti categorie: edifici residenziali, agricoltura e infrastrutture.

Infine, per portate di piena rare di circa 4.600 m³/s, il danno potenziale che coinvolgerebbe beni appartenenti a tutte le classi di danno considerate, è pari a 108.522.877 €.

Nella tabella 5.10 vengono riportati i danni stimati per ogni scenario di alluvione suddivisi per categoria. La classe di uso del suolo commerciale non è stata inclusa nel calcolo in quanto non ricade nelle aree allagabili.

Tab. 5.10 Danni (€) per quattro categorie di uso del suolo per tre differenti portate massime

P	Q (m ³ /s)	Ed. resid.	Industria	Agricoltura	Infr. strad.	D
P ₁₀₀	3.600	-	-	14.850	-	14.850
P ₂₀₀	4.360	31.648.500	-	27.333	1.373.260	33.049.093
P ₅₀₀	4.600	100.671.000	4.779.140	124.337	2.948.400	108.522.877

Ricordando che la probabilità di superamento è pari all'inverso del tempo di ritorno, si ha:

$$P_{100} = 1/100 = 0,01$$

$$P_{200} = 1/200 = 0,005$$

$$P_{500} = 1/500 = 0,002$$

Supponendo che le portate utilizzate e le loro conseguenze rappresentino l'intero regime di portate al colmo di piena e i conseguenti danni, l'equazione 5.1 può essere risolta nel seguente modo:

$$\bar{D} = [D(P_{200})+D(P_{500})]*(0,005-0,002)/2+[D(P_{100})+D(P_{200})]*(0,01-0,005)/2$$

Si ha dunque che:

$$\bar{D} = [(33.049.093+108.522.877)*0,003]/2+[(14.850+ 33.049.093)*0,005]/2$$

Pertanto, l'Expected Annual Damage nel Comune di San Mauro Torinese risulta essere di circa 195.017€/anno e corrisponde alla monetizzazione del rischio a cui il territorio è esposto annualmente a causa delle alluvioni. Il grafico in figura 5.18 mostra la *curva danno-frequenza di superamento* per il caso analizzato. L'area sottesa alla curva rappresenta la distribuzione del rischio.

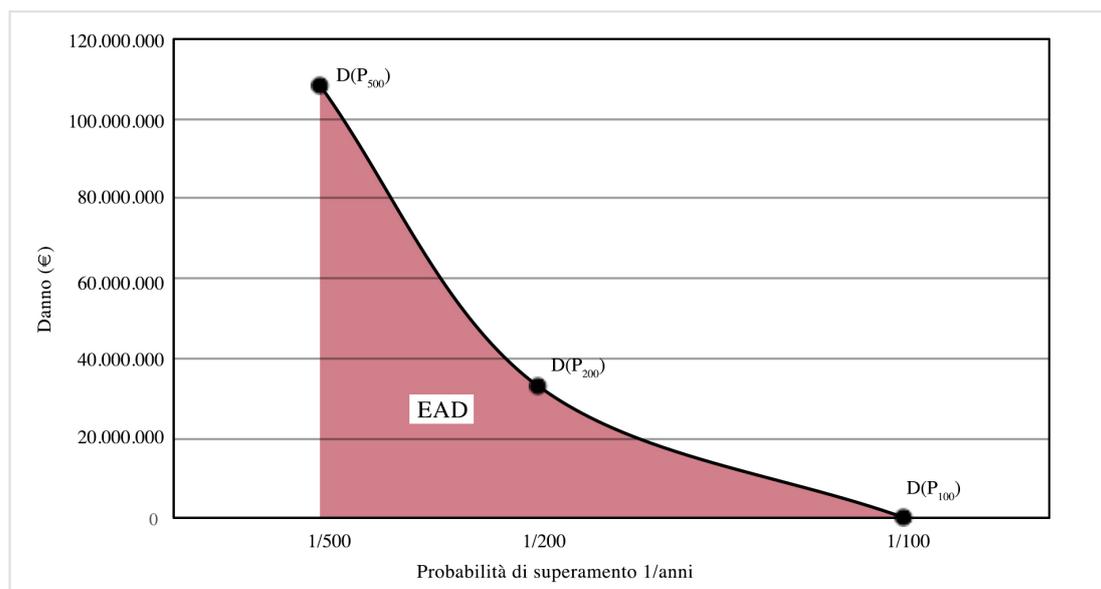


Fig. 5.18 Curva di danno-frequenza di superamento per il Comune di San Mauro Torinese, basata sulla media dei danni relativi a tre scenari alluvionali: TR 100, 200 e 300 anni.

Per calcolare il numero medio di vittime attese annue è stata dapprima calcolata la densità abitativa del Comune in abitanti/m². Sapendo che il numero degli abitanti di San Mauro è pari a 19.048 e che la superficie totale residenziale (ricavata in ambiente QGIS) equivale a 580.559 m², ne deriva una densità abitativa di circa 0,03 ab/m². Moltiplicando la densità abitativa con la superficie dei singoli edifici si ottiene il numero di abitanti per ogni edificio, che rappresenta il numero di persone coinvolgibili dall'evento di piena. Moltiplicando, questo numero con i coefficienti di danno (vulnerabilità) in funzione delle altezze idriche, è possibile ottenere il numero di probabili vittime per ogni edificio residenziale. Applicando il calcolo per ogni scenario alluvionale considerato (TR: 100, 200, 500 anni), si ottengono:

- 0 persone coinvolte per lo scenario alluvionale più frequente
- 22 vittime attese per lo scenario alluvionale poco frequente
- 855 vittime attese per lo scenario alluvionale raro

Tab. 5.11 Coefficienti di vulnerabilità associati alle perdite in funzione delle altezze idriche

Water depth (m)	0-2	3	4	5	6
Casualties (perdite)	0	0.10	0.50	1	1

Applicando dunque l'equazione 5.1, sostituendo al danno il numero di vittime ricavato per ogni probabilità di accadimento, si ottiene l'Expected Annual Number of Casualties, che per il caso studio equivale a circa 1 potenziale vittima all'anno. Il coefficienti associati alle perdite in funzione delle altezze di allagamento raggiungibili dall'acqua in diverse eventualità alluvionali, sono stati tratti da de Bruijn (2005, pag. 62) e sono stati ritenuti validi anche per il caso esaminato (tab. 5.11).

Quando il territorio sanmaurese è esposto a precipitazioni estreme, come quelle che hanno provocato l'alluvione nell'ottobre del 2000, o che potrebbero provocare il fenomeno esondativo descritto nelle mappe della pericolosità con rara probabilità di accadimento (figure 5.19), le aree del comune che dimostrano di essere più vulnerabili e maggiormente esposte all'inondazione, sono il quartiere dell'Oltre Po e del Centro Storico. Non sorprende che l'Oltre Po sia una zona particolarmente a rischio in quanto, come già detto in precedenza (sez. 5.3.3), questa area storicamente agricola, faceva parte della piana alluvionale del fiume Po e pertanto era periodicamente soggetta ad inondazioni.



Figure 5.19 San Mauro prima e dopo l'alluvione con tempo di ritorno 500 anni. Elaborazione personale realizzata con QGIS e Google Earth



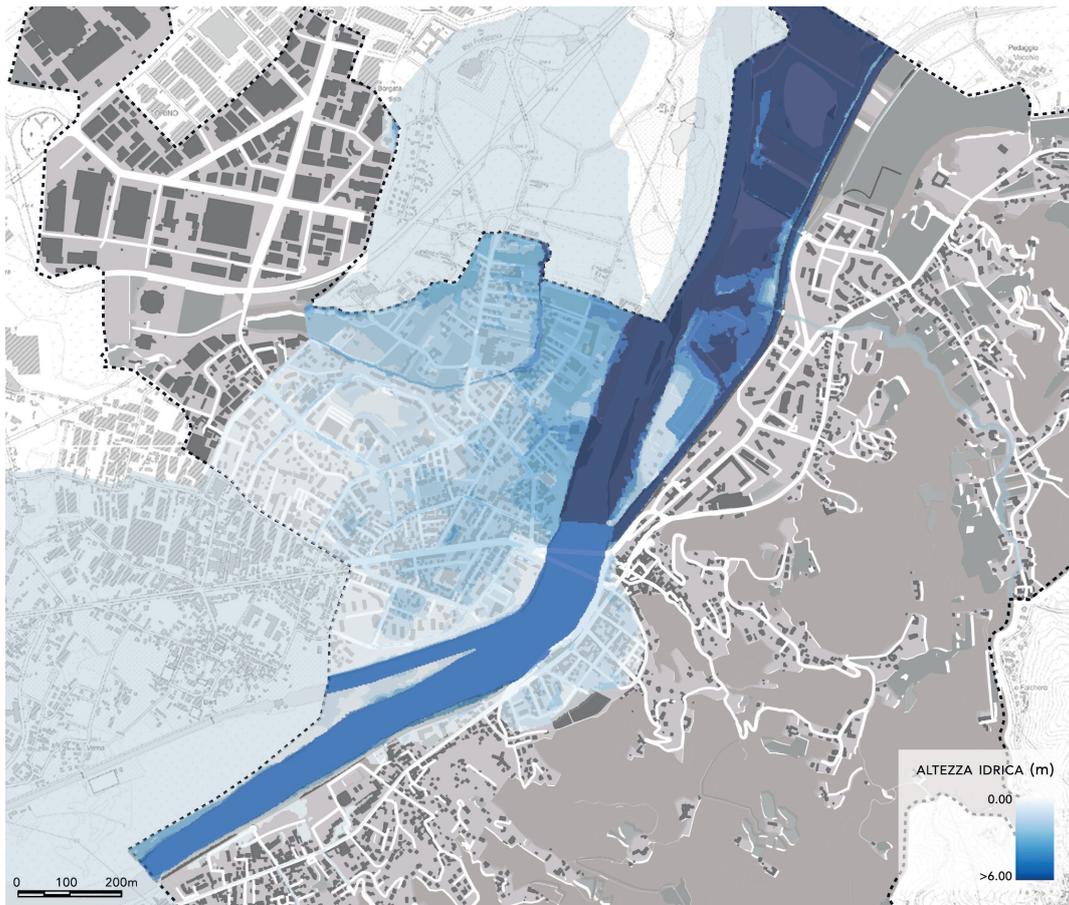
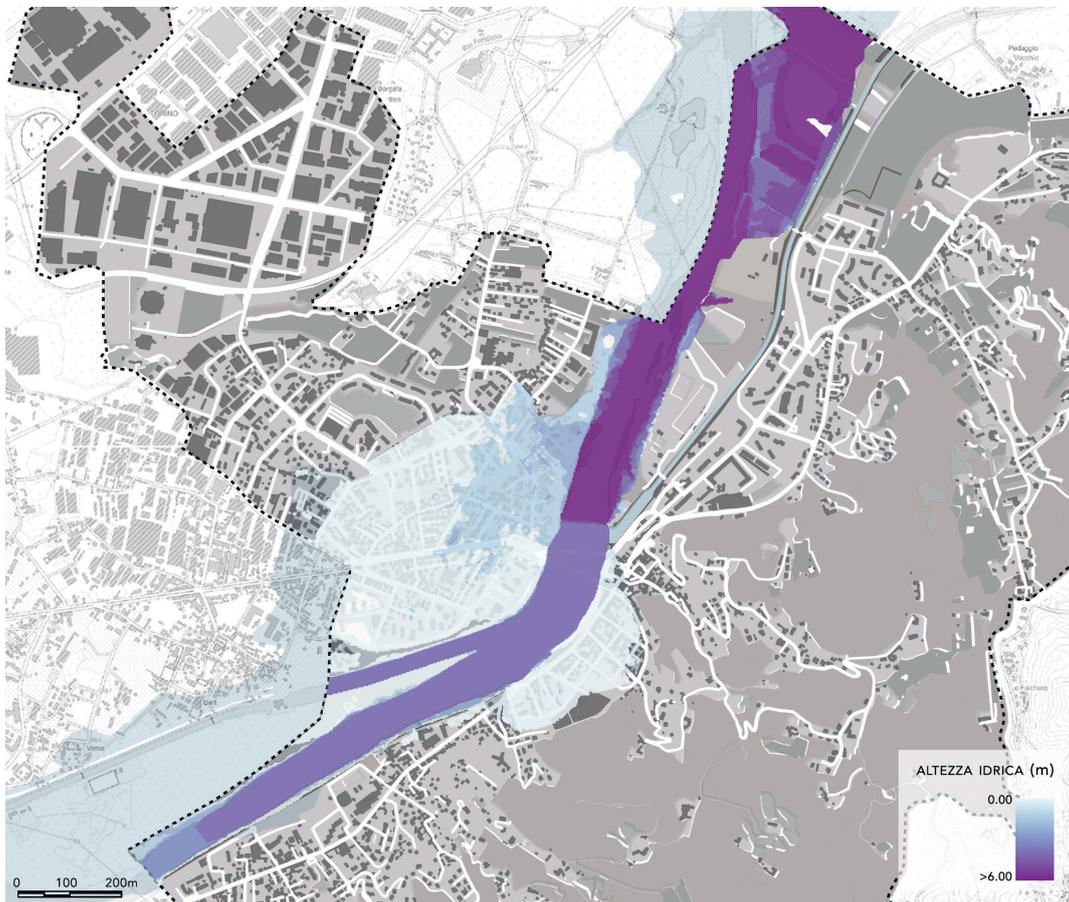


Figure 5.20 e 5.21 Simulazione dell'inondazione con tempo di ritorno 500 (sopra) e 200 anni (sotto). Elaborazione personale



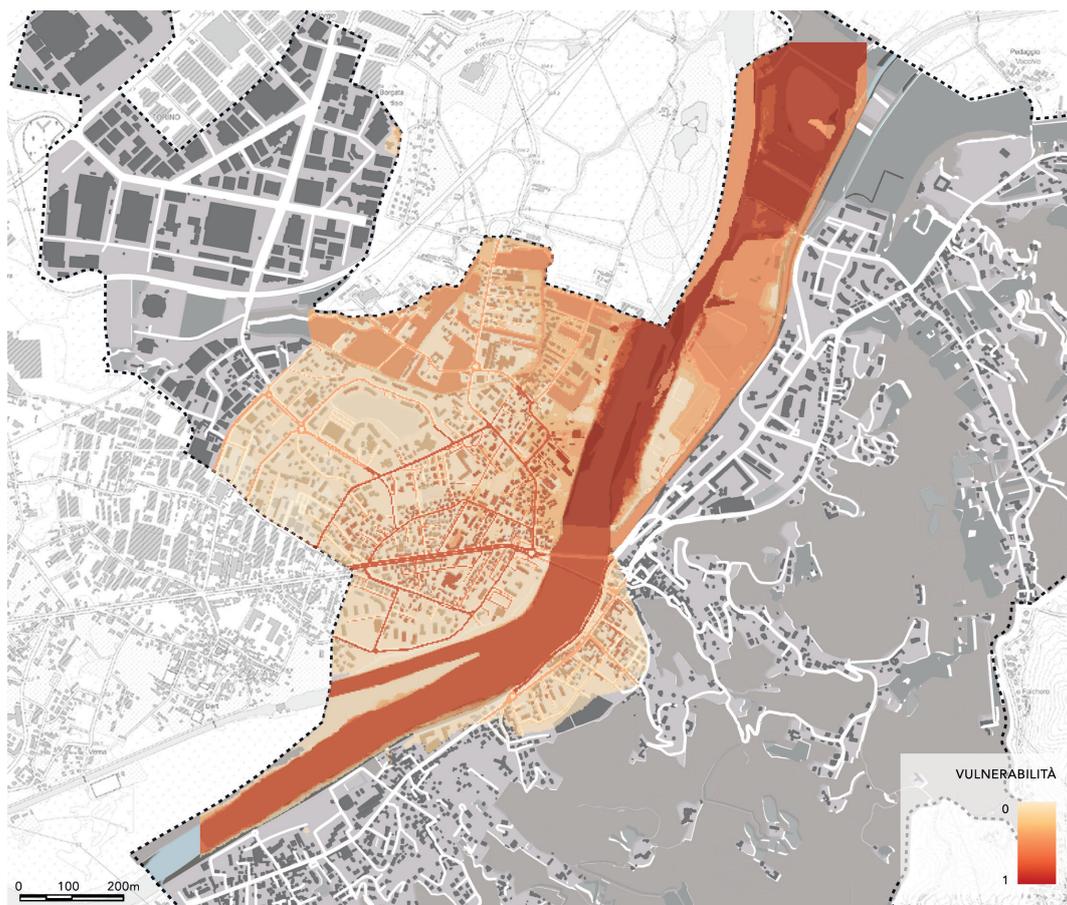


Figura 5.22 Carta della vulnerabilità

Le figure 5.20 e 5.21 rappresentano rispettivamente la simulazione delle inondazioni con tempo di ritorno di 500 e 200 anni³⁶. Le carte mostrano come varia la profondità dell'inondazione nell'area allagabile. I luoghi maggiormente esposti ad elevate altezze idriche sono i tratti agricoli che si trovano lungo la piana inondabile del Po al nord del comune, dove la quota del terreno sul livello del mare si abbassa.

La carta in fig. 5.22 è stata ottenuta attraverso la somma media dei fattori di danno relativi a tutte le categorie di beni esposti, per le rispettive probabilità dei tre scenari alluvionali considerati. È rappresentazione della vulnerabilità del territorio sanmaurese alle alluvioni³⁷.

³⁶ La simulazione dell'inondazione con tempo di ritorno di 100 anni non è stata riportata in quanto poco rappresentativa. È stata però considerata nell'analisi dei danni.

³⁷ Questa mappa potrebbe essere moltiplicata con la mappa dei beni esposti per ottenere la mappa del rischio.

5.7.3 LA GRADUALITÀ

La gradualità indica come il danno cresce all'aumentare della portata di piena. Le figure 5.23 mostrano che la gradualità della reazione del sistema di gestione è molto bassa. Infatti, portate con probabilità inferiore ad 1/50 dell'ordine della portata di progetto non provocano alcun danno, mentre portate con probabilità di accadimento pari ad 1/500 anni causano danni enormi. L'indicatore della gradualità è stato calcolato applicando l'equazione 4.6 (pag. 61). La gamma di portate considerata va dai 2.835 m³/s ai 4.600 m³/s. Conoscendo le portate di piena Q_{max} (4.600 m³/s); Q_{min} (2.835 m³/s); Q_n (4.360 m³/s); Q_{n-1} (3.600 m³/s) e i relativi danni, la gradualità per il caso considerato risulta essere 0,29.

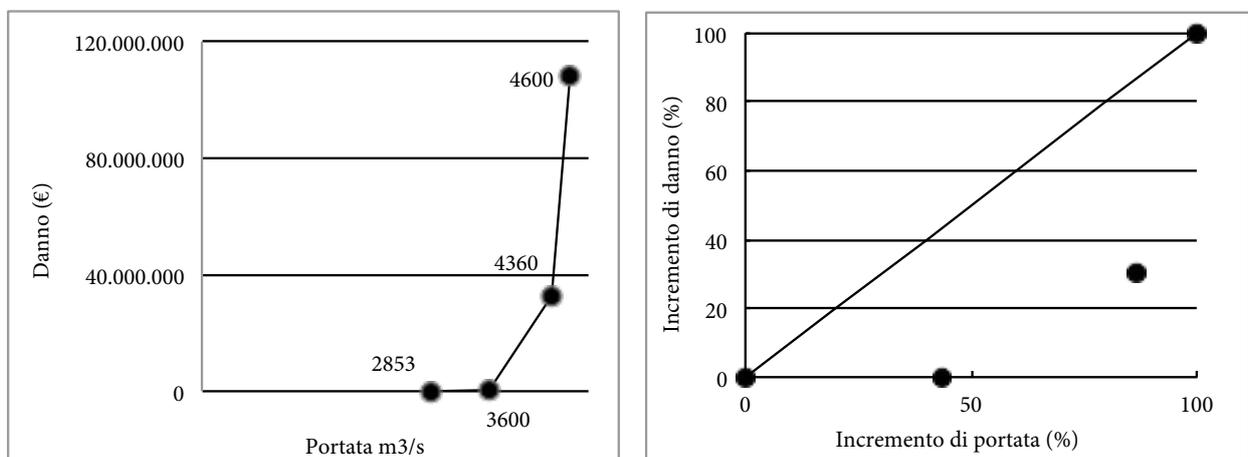


Figure 5.23 Le due figure indicano l'incremento del danno all'incremento di portata di piena per il Comune di San Mauro Torinese. Nella figura a destra è possibile notare che i punti individuati della funzione di gradualità si allontanano molto dalla diagonale. Costruite sulla base della tabella 5.10, considerando tutta la gamma di portate.

5.7.4 IL TASSO DI RECUPERO

Il tasso di recupero indica la capacità di recupero del sistema (Capitolo 4). I fattori fisici, economici e sociali che secondo il modello olandese sono determinanti nell'influenzare la capacità di recupero, sono discussi di seguito.

Fattori fisici.

La capacità fisica che il sistema possiede per recuperare, si esprime in termini di durata dell'inondazione. Generalmente quando il territorio è interessato da fenomeni esondativi del fiume Po, impiega meno di un mese perché la piana torni

asciutta. Non tutta l'acqua di inondazione, però, defluisce esclusivamente grazie alla pendenza del terreno, ma deve essere aspirata dalle pompe di emergenza. Il sistema fisico pertanto totalizza un 6.

Fattori economici.

La capacità economica di recuperare è definita come la capacità di riparare i danni, ripristinando la situazione precedente all'impatto ed impedendo un'ulteriore diffusione degli effetti economici. Confrontando i dati Irpef³⁸ dei valori di reddito sulla media della popolazione di San Mauro nel periodo che va dal 2000 al 2016, è possibile constatare un aumento netto di 4.000 euro in tutto il periodo. Utilizzando il reddito come indicatore della situazione finanziaria ne deriva una valutazione media del primo fattore economico indicato in tabella 4.3 pari a 6.

Secondo come riportato sul sito internet del Dipartimento di Protezione Civile³⁹, lo Stato Italiano dal 2016 messo a disposizione contributi economici per i cittadini colpiti da calamità – eccezionali eventi meteorologici, alluvioni e frane – che si sono verificate a partire da maggio 2013, per danni alle abitazioni e alle attività economiche e produttive. Nel 2018 il Consiglio dei Ministri ha approvato la Delibera che ha dato l'avvio alla seconda fase di ristoro dei danni conseguenti agli eventi calamitosi che hanno interessato il territorio della Regione Piemonte nel novembre 2016. La disponibilità di risorse economiche per la ricostruzione post-impatto rappresenta un alto fattore di resilienza, purtroppo, come si vedrà successivamente nella lettura dei questionari, quando è stato chiesto degli aiuti ricevuti in relazione ai danni subiti durante le alluvioni del 2000 e successive (domande n°9 e 10), il 24,2% del campione ha risposto di non aver ricevuto nessun tipo di indennizzo nonostante la necessità. Per questo fattore dunque il sistema realizza un punteggio medio di 6.

Infine, come riportato nel Piano Comunale di Protezione Civile del Comune esaminato e come è possibile osservare dalle *Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni* (fig. 5.6, 5.7 e 5.8), in caso di esondazione del fiume Po, qualora la portata dell'evento fosse contenuta, la viabilità principale non subirebbe collassi o interruzioni di rilievo. Qualora la portata dell'evento fosse di proporzioni simili a quelle verificatesi durante l'alluvione del 2000, le due arterie principali (Via Roma e Via Torino) e i due ponti ("Vecchio" e "Nuovo") che collegano le due parti del territorio, subirebbero la sospensione del traffico veicolare. Il comune non resterebbe comunque isolato. Inoltre, anche nella peggiore delle ipotesi, la

38 <http://www.comuni-italiani.it/001/249/statistiche/redditi.html>

39 http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/contributi_per_i_cittadin.wp

zona industriale nel quartiere Pescarito non subirebbe danni. Il fattore economico di “diffusione degli impatti in altre aree” totalizza un 6. La capacità economica di recuperare dell’intero sistema è 6.

Fattori sociali

Come detto in precedenza (vedi par. 5.5), la tabella che riassume e valuta i fattori sociali proposta nel modello olandese (tab. 4.3), è stata parzialmente modificata nella tabella 5.9. Alcuni fattori infatti, raggruppati originariamente sotto un’unica voce, sono stati valutati singolarmente. In più, i concetti di preparazione e consapevolezza dei rischi sono stati descritti attraverso due livelli di osservazione. Da un lato, è stata valutata l’esistenza di strumenti operativi di coordinamento delle procedure e degli Organi preposti in caso di emergenza da alluvioni, e dall’altro, il livello di conoscenza dei cittadini delle stesse procedure e dei sistemi di allarme predisposti. Tra le domande poste nel questionario (vedi sez. 5.5.2 e Allegato1), è stato infatti chiesto ai Sanmauresi quali comportamenti assumono nelle tre diverse fasi dell’emergenza e di stimare la probabilità che si verifichino danni da alluvioni. In questo modo è stato possibile distinguere tra il livello di preparazione alle emergenze della pianificazione del rischio locale, con il livello di preparazione e di consapevolezza del rischio dei cittadini.

La capacità di recupero sociale del Comune di San Mauro totalizza un 6. La maggior parte della popolazione è scolarizzata e mediamente in salute⁴⁰, pertanto ,al fattore “Capitale umano” è stato attribuito un 7. L’evidente discontinuità nella scelta della rappresentanza amministrativa degli ultimi vent’anni procura un 4 al fattore “Capitale sociale”. Il coefficiente di Gini, che viene utilizzato come misura della disuguaglianza di una distribuzione (che vale 0 quando il reddito è omogeneamente distribuito e 1 quando tutto il reddito è guadagnato da un’unica persona), per il caso studio è pari a 0.29 (Istat, 2016), la valutazione che ne deriva è un 9. Per quanto riguarda la presenza e il livello di organizzazioni sociali sul territorio comunale, a San Mauro sono presenti 80 associazioni tra culturali, di volontariato, religiose, assistenziali, sportive ed altre (dal Registro associazioni del Comune, 2018), anche se quasi nessuno degli intervistati ha dichiarato di farne parte. Il livello di strutturazione del sistema sociale è stato valutato con un 8. Per quanto riguarda il livello di pianificazione del rischio di alluvioni e di gestione delle emergenze, il Comune si è dotato nel 2011 del Piano di Protezione Civile. Attraverso il piano vengono coordinate le attività e i compiti degli Organi istituzionali e degli enti

40 <https://www.regione.piemonte.it/web/amministrazione/finanza-programmazione-statistica/statistica/numeri-piemonte-annuario-statistico-regionale>

preposti alla protezione civile, individuati i rischi, le risorse umane da impiegare in caso di emergenza, le strutture di ricettività e di raccolta, le procedure operative in caso di allarme, le infrastrutture viarie più vulnerabili e le modalità di informazione e di allertamento della popolazione. Il fattore descritto è stato valutato con un 6.

Infine, sulla base delle risposte ottenute attraverso il questionario, il livello di consapevolezza e di preparazione dei cittadini è stato valutato con un 4.

I risultati dei questionari

Hanno preso parte al questionario 97 persone di cui il 57,7% donne (56) e il 42,3% uomini (41). Il 95% degli intervistati vive a San Mauro da meno di 5 a più di 15 anni, mentre il restante 5% frequenta San Mauro solo per lavoro. I partecipanti al questionario sono tutti di nazionalità italiana e di età compresa tra i 18 e i 70 anni. Per quanto riguarda il livello di istruzione, il 17,3% ha la licenza media, il 56,7% ha conseguito il diploma alla scuola superiore e il 26% è laureato, tra cui un dottorato. Gli intervistati vivono, per il 60% nel quartiere dell'Oltre Po, per il 15% nel Centro Storico, per il 10% in Sant'Anna Pescatori e per 10% in collina. Più della metà del gruppo ha saputo indicare quali sono i quartieri a rischio allagamento e quali no.

La maggior parte degli intervistati (80,8%) ha riportato un coinvolgimento diretto con l'alluvione del 2000, di questi il 70,5% ricorda anche o almeno un'altra alluvione verificatasi prima o dopo l'evento dell'ottobre del 2000. La tipologia di danno più comune è alle cantine, cortili e piani interrati (52,9%), seguita da danni ai veicoli (26,5%), alle abitazioni (17,6%) e all'attività commerciale (5,9%). Due persone hanno dichiarato di aver subito danni alla persona e 17 di aver subito danni psicologici (gli intervistati potevano fornire più risposte). Il 32,4% ha dichiarato di non aver subito alcun danno (fig. 5.24).

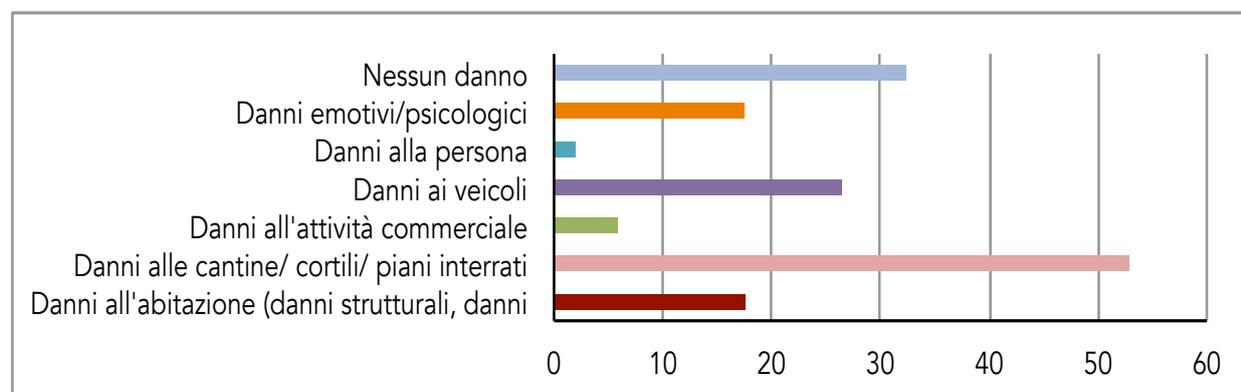


Fig. 5.24 Tipologie di danno dichiarate dai partecipanti al questionario, subite durante passate alluvioni

La metà del gruppo intervistato ha dichiarato di non aver avuto bisogno di contributi per i danni subiti, il 22% è stato risarcito attraverso indennizzi assicurativi e contributi governativi, mentre il 18% ha dichiarato di non avere ricevuto alcun indennizzo nonostante la necessità (fig. 5.25), qualcuno dichiara di essersi sentito abbandonato dall'Amministrazione.

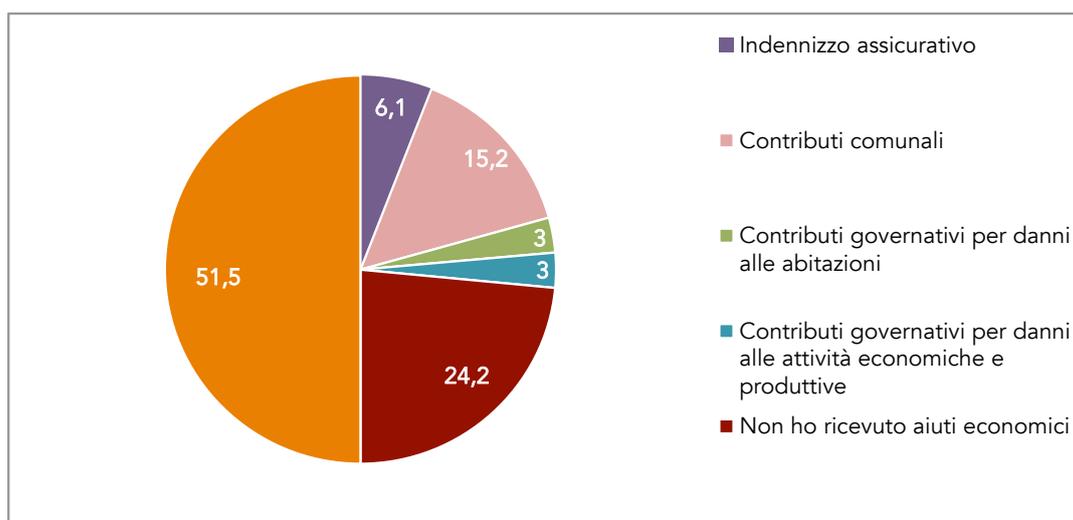


Fig. 5.25 Distribuzione in percentuale di differenti contributi ricevuti per la ricostruzione dichiarati dagli intervistati

Al fine di non influenzare gli intervistati, le domande sui comportamenti da adottare in caso di alluvione sono state lasciate a risposta aperta. È stato chiesto ai partecipanti di immaginare che l'allarme alluvione scatti mentre si trovano sia in un luogo chiuso, che all'aperto, e di elencare che comportamenti assumerebbero. Per chi avesse già subito un'alluvione è stato chiesto di raccontare come si sono comportati. Il risultato è stato che quasi la totalità degli intervistati non ha saputo descrivere alcuno o più di un comportamento protettivo⁴¹, né prima, né durante l'alluvione. Infatti, il 47% dichiara di non sapere come comportarsi in caso di allerta alluvioni, della restante parte solo 3 persone si tengono aggiornate sulle condizioni climatiche tramite i media, proteggono i piani interrati e spostano l'auto in luoghi elevati, una sola persona ha sempre pronto uno zaino per le emergenze, tutte le altre dichiarano solo di tenersi aggiornate sulle condizioni meteorologiche.

Secondo quanto emerge dai questionari, nella fase di emergenza, l'83% ha dichiarato di non sapere come comportarsi. Per la restante parte degli intervistati,

41 <http://iononrischio.protezionecivile.it>

l'unico atteggiamento protettivo elencato è quello di spostarsi da solo o con la propria famiglia ai piani alti, se si trovano in un luogo chiuso, e verso i luoghi collinari se l'alluvione li sorprende in un luogo aperto. Per quanto riguarda la fase del cessato allarme, il 30% degli intervistati dichiara di rientrare nella propria abitazione per verificare i danni e il 20% di scendere in strada ad assicurarsi se qualcuno ha bisogno di aiuto.

Dal questionario emerge inoltre una scarsa conoscenza del piano di emergenza e del sistema di allarme, infatti, solo il 30% degli intervistati ha dichiarato di saper distinguere i suoni emessi dalle tre sirene presenti nel comune, il 37% non le sa distinguere, mentre il 33% ha dichiarato di non essere a conoscenza della loro esistenza. Nessuno degli intervistati ha saputo indicare l'esatta allocazione dell'Area di Protezione Civile in caso di alluvione.

Tra le modalità elencate, il 36,8% sostiene di aver imparato come comportarsi in caso di emergenza da alluvioni grazie all'esperienza personale, il 18,4% di aver appreso quali comportamenti assumere in famiglia, a scuola o sul posto di lavoro, il 31,6% dichiara invece apertamente di non sapere come comportarsi e solo il 5,2% di averlo appreso tramite opuscoli distribuiti dal Comune e attraverso le esercitazioni della Protezione Civile. La restante parte sostiene di informarsi autonomamente sull'argomento o di improvvisare.

Per quanto riguarda i giudizi soggettivi sulla probabilità di insorgenza (componenti cognitive) in un futuro di un disastro alluvionale e i relativi sentimenti di preoccupazione associati (componenti affettive), è risultato che il 65,3% ha la giusta percezione della probabilità che il comune subisca un'alluvione, l'11% sostiene che la probabilità sia bassa, mentre il 23,7% ha una percezione eccessiva del rischio (fig. 5.26).

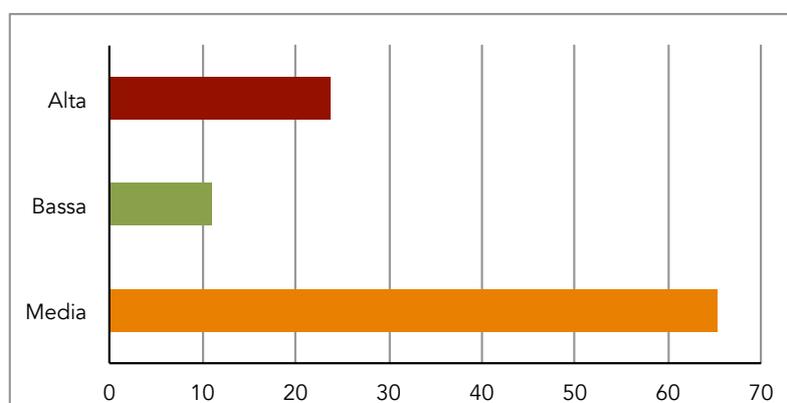


Fig. 5.26 Distribuzione in percentuale della percezione degli intervistati sulla probabilità di inondazione a 108
è soggetto il territorio di San Mauro

In media, la maggior parte degli intervistati esprime un livello massimo di preoccupazione verso la possibilità di subire danni personali o in famiglia e danni alle abitazioni, mentre l'interruzione delle forniture e il danneggiamento di beni mobili, vengono valutate con un po' meno di preoccupazione (fig 5.27).

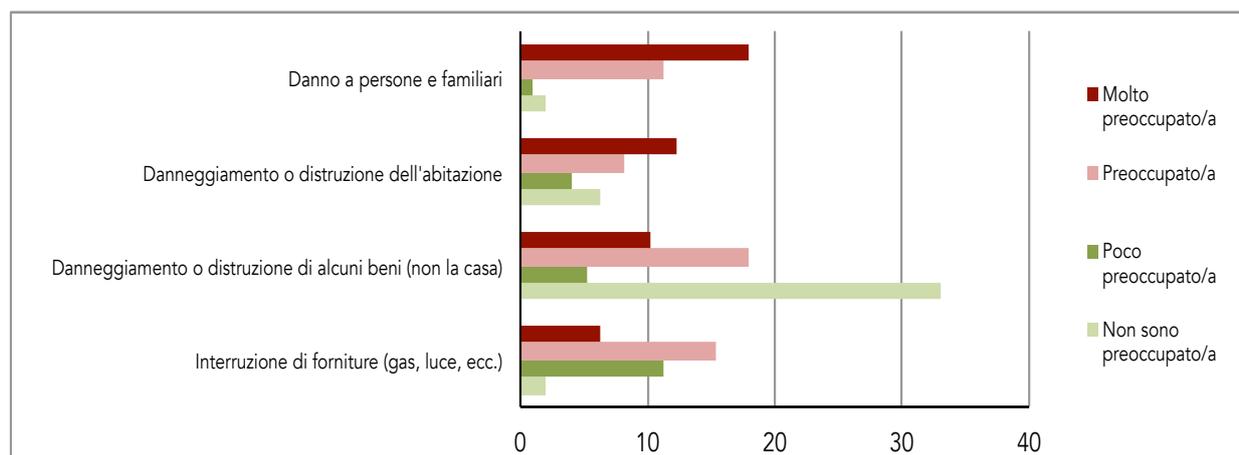


Fig. 5.27 Rappresentazione in percentuale dei sentimenti di preoccupazione espressi dagli intervistati relativamente a differenti tipologie di danno

Gli ultimi dati raccolti riguardano la volontà dei cittadini di essere più informati sul rischio che corrono e quanto valutano sia importante il contributo dell'Amministrazione Comunale nella preparazione dei cittadini a questa evenienza. Il dato che emerge chiaramente è che quasi l'intero gruppo di cittadini intervistati ha dichiarato di voler essere più informato sul rischio (il 97,4%), e il 67,5% sostiene che il contributo del Comune sia fondamentale. Infine, tra i suggerimenti forniti sui diversi mezzi di divulgazione del rischio di alluvioni, i due considerati più efficaci, entrambi dal 20,5% degli intervistati, sono gli opuscoli e le mappe del rischio. Il 12,8% sostiene che il modo più efficace di prepararsi sia attraverso le esercitazioni della Protezione Civile mentre il 10,3% pensa che il rischio vada insegnato nelle scuole.

Tra i commenti raccolti attraverso le domande n°11 e n° 25 (vedi Allegato 1), emergono sentimenti di paura e di preoccupazione. Qualche cittadino lamenta di non aver ricevuto aiuto dall'Amministrazione Comunale. Un intervistato sostiene che i cittadini andrebbero suddivisi in gruppi in base all'età e fatti partecipare a serate informative ed esercitazioni.

5.8 DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

L'analisi effettuata può essere letta come un contributo alla conoscenza degli effetti negativi delle inondazioni, del rischio di alluvioni e della resilienza del sistema di gestione per il tratto di pianura del fiume Po che interessa il Comune di San Mauro Torinese.

Sebbene non sia possibile determinare con esattezza quasi sarebbero i danni se effettivamente una portata di piena estrema entrasse nel sistema analizzato, il paragrafo 5.7 fornisce una chiara panoramica di ciò che potrebbe accadere. Nella tabella di seguito vengono riassunti i valori individuati per i diversi indicatori di resilienza.

Tab. 5.12 Valori dei differenti indicatori di resilienza

Indicatori di resilienza	Valori
EAD	195.017€/anno
EANC	1 vittima/anno
Gradualità	0.29
Capacità di recupero	6

L'analisi probabilistica effettuata, basata sulla simulazione e la previsione del comportamento del sistema idraulico caso studio, mostra che il sistema di gestione sanmaurese ha una resistenza bassa alle inondazioni, in quanto la portata massima transitabile che non causa esondazioni ha una probabilità di accadimento che va nell'ordine di 1/50-100 anni. L'ampiezza della reazione alle portate di piena è stata ottenuta combinando i danni derivanti da tre scenari alluvionali che coprono una gamma di portate che va dai 3600 ai 4600 m³/s, ed è pari a circa 200 mila €/anno. Inoltre, è stato dimostrato che lungo questa gamma di portate ad un piccolo aumento della piena corrisponde un incremento molto elevato del danno. Pertanto, il sistema ha un'ampiezza elevata ed una bassa gradualità. Anche il tasso di recupero risulta essere non molto elevato. Infatti, per quanto sussistano buoni presupposti di equità e di strutturazione sociale, buoni livelli di istruzione e di reddito e di pianificazione delle emergenze, il sistema è fortemente penalizzato da un livello di comunicazione con la cittadinanza insufficiente. I dati raccolti attraverso il questionario dimostrano infatti che i Sanmauresi, nonostante siano abbastanza consapevoli del rischio di inondazioni a cui è esposto il proprio territorio, e nonostante abbiano già esperienza con passate alluvioni, non sono preparati all'eventualità di una emergenza. Per quanto

nello stesso Piano Comunale di Protezione Civile di San Mauro (2011) si sottolinei che l'efficacia delle disposizioni in esso contenute non possano prescindere da un comportamento informato ed attivo della cittadinanza, emerge chiaramente che non è stata messa in campo né una adeguata e capillare divulgazione dei contenuti del piano stesso, né tantomeno una operazione di educazione al comportamento in caso di emergenza, di addestramento all'auto-protezione, e di promulgazione di una partecipazione consapevole dei cittadini, fondamentale a garantire una forma di reazione controllata al verificarsi di eventi calamitosi e alla diffusione e formazione di una Cultura della Protezione Civile, luogo in cui risiede una dimensione sistemica essenziale della resilienza.

6 RIFLESSIONI, CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

6.1 RIFLESSIONI

Come spiegato nel Capitolo 2, il concetto di resilienza ha una storia lunga e complessa di trasmissioni tra molteplici ambiti scientifici. Gli usi del termine nel campo della tecnologia dei materiali ha suggerito l'immagine di robustezza ed elasticità; quelli provenienti dall'ecologia hanno aggiunto l'idea dell'equilibrio e della stabilità eco-sistemica. La psicologia, che per prima e in modo più diffuso ha adattato il concetto di resilienza ai propri oggetti di studio, ha sottolineato l'aspetto della capacità di superare circostanze avverse e potenzialmente traumatiche, attraverso processi di auto-elaborazione che preservano i tratti fondamentali dell'identità. In ognuno di questi campi di applicazione si associa alla resilienza una connotazione positiva, ponendo l'accento non solo sulla capacità di resistere (o persistere), ma anche e soprattutto sulla possibilità di utilizzare i fattori di stress come occasione di miglioramento. Proprio per questa stratificazione di accezioni, il concetto di resilienza si mostra disponibile a molteplici usi (Mela, 2017).

6.1.1 LA RESILIENZA DAL PUNTO DI VISTA DELLA GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

Nel campo della pianificazione, la resilienza può essere posta come obiettivo di un piano, di un progetto o di una politica. "Pianificare la resilienza" vuol dire potenziare quelle caratteristiche del sistema che ne aumentano la capacità di reagire di fronte a circostanze avverse. Perché la resilienza si spogli di una sua connotazione quasi astratta, dovuta proprio alla versatilità del termine, è importante definire in modo preciso le dimensioni della resilienza e stabilire indicatori adeguati ad una loro valutazione, in termini quantitativi e qualitativi, a seconda del campo di applicazione in cui si intende indagarla.

In questa tesi il concetto di resilienza è assunto come capacità di recuperare dagli effetti delle inondazioni e si inserisce nel contesto della mitigazione del rischio. La mitigazione dei rischi costituisce oggi un tema cruciale per il perseguimento di condizioni di sviluppo sostenibile dei sistemi locali. Una pianificazione territoriale sostenibile tiene necessariamente conto di due importanti obiettivi per confrontarsi

con l'incertezza che caratterizza l'evoluzione dei territori: il miglioramento, da una parte delle capacità di reazione agli shock dovuti agli avventi avversi, e il contenimento, dall'altra, dell'impatto delle azioni e degli interventi che, determinando forti pressioni antropiche, possono compromettere tale capacità (Graziano, 2012).

Il modello di valutazione della resilienza dei sistemi di gestione del rischio di alluvioni per i fiumi di pianura dell'idrologa olandese K. M. de Bruijn, propone uno schema d'analisi capace di indagare il fenomeno del rischio di inondazioni analizzando diversi livelli territoriali, partendo dall'analisi del rischio nella sua dimensione concreta, ed estendendo la lettura del fenomeno alle tre dimensioni chiave della sostenibilità, ovvero alla dimensione economica, sociale ed ambientale. Attraverso gli indicatori individuati nel modello, infatti, la rappresentazione del rischio territoriale è correlata sia alla definizione della grandezza fisica del rischio, espressa in termini di impatti diretti e tangibili dovuti all'inondazione, sia a fattori di resilienza che ne determinano la capacità di reazione. Nella letteratura sul tema della capacità di *coping* dei sistemi territoriali, vengono individuati due componenti della capacità di reazione: la "resilienza", cioè l'abilità di qualsiasi sistema di fronteggiare e riprendersi dagli impatti dovuti ad un'azione perturbante, che dipende dalla capacità di recupero intrinseca al sistema; la "resistenza", cioè l'attitudine del sistema all'imperturbabilità.

Nel modello di de Bruijn la resistenza del sistema viene descritta attraverso la portata massima transitabile che non causa esondazioni, ed è strettamente connessa alla struttura fisica di controllo della piena, la resilienza invece, viene espressa analizzando gli elementi che descrivono la reazione al disturbo, attraverso un approccio sistemico. L'aspetto più interessante del modello olandese è proprio quello di consentire uno studio del rischio di alluvioni dei sistemi fluviali di pianura, anche locali, operando una lettura completa delle sue caratteristiche e rappresentando il fenomeno nella sua sfera antropica ed ambientale, valorizzando così il suo carattere complesso e multidimensionale. Un altro aspetto interessante dell'approccio sistemico proposto, è che tenta di rendere operativo nella pianificazione del rischio di alluvioni il concetto di resilienza, allontanandolo da quell'aurea metaforica in cui il concetto rischia di rimanere incastrato a causa della sua spiccata multidisciplinarietà e frammentarietà e della mancanza in letteratura di un paradigma dominante. Il tentativo di descrivere la resilienza attraverso una matrice di valutazione globale che tenga conto, in un'unica analisi, della connessione tra il fenomeno distruttivo, e quindi come questo si manifesta (quali danni produce e come si diffonde), e le componenti economiche, sociali ed ambientali rilevanti da un punto di vista dell'esposizione del territorio al rischio di alluvioni, non soltanto

restituisce un'analisi completa del fenomeno, per quanto fornisce uno schema di analisi perfettibile, che applicato ad una scala territoriale locale, può arricchirsi di indicatori più specifici e rappresentativi del contesto analizzato. Tutte e tre le dimensioni in cui risiede la capacità di recupero del sistema possono prevedere ulteriori variabili su cui basare l'analisi. È sulla base di questo ragionamento che infatti è stata inserita la nuova variabile di carattere sociale della "preparazione e consapevolezza del rischio di alluvioni dei cittadini", separandola dalla variabile che esprime la preparazione a questo tipo di rischio basandosi esclusivamente sulla predisposizione di piani di emergenza e di misure di allertamento, che nella maggior parte dei casi è nota esclusivamente alle autorità competenti. Secondo questo approccio ognuna delle variabili proposte potrebbe essere migliorata integrando e declinando le dimensioni economica, sociale ed ambientale attraverso indicatori più descrittivi della realtà locale, di cui la letteratura a riguardo è ricca (Naudé, 2008; Baïke, Cannon, Davis e Wisner, 2004; Cutter e Finch, 2008).

L'applicazione del concetto di resilienza si inserisce in una specifica visione della gestione del rischio di alluvioni, secondo cui il fiume e gli aspetti fisici, sociali ed economici della corrispondente piana alluvionale devono considerarsi come elementi costituenti di un unico sistema. Al fine di comprendere quale sia la migliore strategia capace di rendere il sistema più preparato ad affrontare i disturbi provocati dalle inondazioni, è dunque necessario che tutte le parti che compongono il sistema vengano messe in relazione, e allo stesso tempo, che vengano confrontate con le caratteristiche del regime di portata. Comprendere come il sistema reagisce agli impatti delle inondazioni e la relazione tra alluvioni, società ed effetti delle misure adottate, significa progettare strategie che si adattano al funzionamento della società. Partire da una visione del rischio di tipo sistemico, che non si leghi esclusivamente al funzionamento del territorio dal punto di vista strettamente fisico, ma che tenti di osservare il fenomeno nella multidimensionalità della sua espressione, può contribuire ad aumentare la comprensione del funzionamento e dei processi che caratterizzano il sistema stesso, in un'ottica di persistenza⁴² (vedi par. 3.1) e di resilienza⁴³ (vedi par. 3.1), e allo stesso tempo suggerire quali migliori strategie potrebbero essere messe in campo.

6.1.2 APPLICABILITÀ E RIPRODUCIBILITÀ DEGLI INDICATORI DI RESILIENZA

42 Secondo l'interpretazione della definizione: "la resilienza è la capacità di un sistema di mantenere i suoi processi e le sue caratteristiche più importanti quando soggetto a disturbi". Holling, 1973

43 "La resilienza è la capacità di un sistema di ritornare allo stato di equilibrio in seguito ad una reazione al disturbo" Begon et al., 1996; Jørgensen, 1992; PérezEspaña e Arreguín Sánchez, 1999

Secondo l'approccio sistemico adottato, per comprendere la resilienza di un sistema nell'ambito della gestione del rischio di alluvioni, vanno quantificati tre aspetti che descrivono la reazione del sistema al disturbo: ampiezza della reazione, gradualità dell'aumento della reazione a portate di piena sempre più gravi e il tasso di recupero. Tali indicatori se applicati a differenti sistemi, possono far emergere le differenze che caratterizzano le reazioni dei sistemi analizzati e consentire allo stesso tempo un confronto tra le strategie di gestione del rischio di alluvioni adottate da ciascun sistema.

Gli indicatori di ampiezza e gradualità si basano sull'ipotesi che esista una relazione biunivoca tra l'impatto delle inondazioni e le portate di piena. Questa relazione tuttavia è influenzata da molteplici fattori di cui non è sempre nota la probabilità. I danni derivanti da una piena possono essere correlati a fattori come per esempio il momento in cui si verifica l'allagamento (di giorno o di notte), oppure la stagione. Le ipotesi che devono essere fatte per incorporare questi fattori, possono talvolta tradursi in una sovrastima o in una sottostima del danno atteso. Poiché gli indicatori di EAD, EANC e di gradualità sono valori medi, non ci si aspetta che i risultati siano influenzati in maniera significativa da tali fattori. Tuttavia, il danno derivante da un singolo evento di piena può discostarsi dalla media.

Gli indicatori proposti sono riproducibili, in quanto possono essere applicati da persone differenti ottenendo gli stessi risultati. Nello specifico, gli indicatori di ampiezza e di gradualità sono esattamente riproducibili in quanto basati su dati quantitativi. Differenti risultati possono derivare solo dall'utilizzo di dati o di ipotesi di base diverse. Il valore attribuito al tasso di recupero può tuttavia variare leggermente da persona a persona, in quanto si basa su una analisi qualitativa dei fattori fisici, sociali e socioeconomici che influenzano il tasso di recupero. Sebbene le tabelle utilizzate per la valutazione di questi fattori siano abbastanza specifiche nella definizione dei parametri su cui basare l'analisi, è possibile che persone diverse possano attribuire valutazioni leggermente differenti, ma non contraddittorie. Ciò che risulta da questo tipo di stima è un'indicazione della capacità di recupero del sistema.

Il grado con cui gli indicatori riflettono la resilienza del sistema

Come descritto nel Capitolo 4, gli indicatori proposti riflettono tre aspetti della reazione di un sistema alle portate di piena. Poiché la resilienza non può essere quantificata attraverso un solo indicatore, ma considerando l'intero set di indicatori, non è possibile esprimere la resilienza attraverso un solo numero. I tre

indicatori contengono informazioni complementari ma differenti, pertanto, solo la loro combinazione può fornire una conoscenza sufficiente della capacità di recupero di un sistema. Infine, poiché i tre indicatori non possono essere combinati né pesati l'uno con l'altro, non è possibile effettuare una classificazione dei sistemi dal più al meno resiliente. È possibile solo confrontare le differenze nelle reazioni.

Quantificando i diversi aspetti della reazione, gli indicatori suggeriscono quale aspetto deve essere migliorato quando si intende aumentare la resilienza di un sistema, indirizzando la ricerca delle soluzioni.

6.2 CONSIDERAZIONI

6.2.1 UNA STRATEGIA DI RESILIENZA NELLA GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI PER SAN MAURO TORINESE

Le strategie di resilienza possono concentrarsi su uno o più dei tre aspetti della reazione. Nel caso esaminato, la resistenza del sistema è bassa a causa della bassa soglia di reazione, e allo stesso tempo, anche la gradualità della reazione e il tasso di recupero del sistema hanno rivelato valori bassi, mentre l'ampiezza della reazione si può considerare elevata vista la dimensione del territorio studiato. Una possibile strategia di resilienza per il Comune di San Mauro potrebbe quindi mirare a diminuire l'ampiezza ed aumentare la gradualità e il tasso di recupero del sistema.

Un modo per migliorare la gradualità della reazione potrebbe essere di aumentare la probabilità di inondazione di aree meno vulnerabili, ad uso prevalentemente agricolo (o compartimentalizzare la portata), così facendo si interverrebbe anche sul fattore dell'ampiezza (in quanto si differenzerebbe la probabilità di alluvione). Chiaramente è indispensabile valutare quali sono gli svantaggi di un aumento simile di frequenza delle inondazioni, rispetto ai vantaggi che potrebbero derivare da una gradualità più elevata. Il vantaggio principale potrebbe essere una riduzione della sensibilità del sistema all'incertezza. Un sistema più esperto è un sistema più resiliente. Tuttavia un potenziale svantaggio potrebbe essere la riduzione del valore economico di alcune aree.

Una possibile ed auspicabile strategia di resilienza per il sistema sanmaurese dovrebbe migliorare la capacità di recupero del sistema, soprattutto dal punto di vista dei fattori sociali. Per quanto la valutazione globale di tali fattori sia risultata sufficiente (6), il livello di preparazione dei cittadini alle alluvioni è risultato essere decisamente scarso. Non è un caso se si è pensato di valutare la preparazione del sistema alle alluvioni, non soltanto da un punto di vista della disposizione di

strumenti di pianificazione delle emergenze, ma anche e soprattutto dal punto di vista della preparazione e consapevolezza del rischio a cui i cittadini devono essere educati. Com'è già stato detto (par. 5.7) la predisposizione di un piano di gestione delle emergenze e di un sistema di allertamento della popolazione risulta inefficace se non è associata ad un adeguato livello di conoscenza da parte di coloro che sono effettivamente coinvolti nell'emergenza. Tale piano (Piano Comunale di Protezione Civile), ha una natura specialistica e contiene analisi del rischio, analisi delle risorse disponibili nell'emergenza e indicazioni delle relative procedure di intervento. Come molti piani di questa categoria, non si spinge oltre questa natura tecnica e non cerca di assicurarsi la conoscenza della vulnerabilità sociale o di delineare forme di interazione con la popolazione che vadano al di là della mera informazione. Secondo quanto riportato dal piano, che tra l'altro è entrato in vigore nel 2011, la popolazione è stata informata attraverso opuscoli sui rischi presenti sul territorio e sul modo di comportarsi in caso di calamità naturali e attraverso esercitazioni periodiche organizzate dalla Protezione Civile. Eppure, per quanto il campione non si possa considerare del tutto rappresentativo del sistema analizzato, dai risultati del questionario (pag. 106) emerge che solo il 5,2 % ha appreso come comportarsi grazie ad opuscoli o esercitazioni, benché non abbiano saputo elencare più di un comportamento protettivo da assumere prima, durante e dopo un'emergenza.

Kendra e Wachtendorf (2003) sostengono che perché una comunità diventi resiliente è importante comprendere non solo ciò che succede dopo l'evento critico, ma concentrarsi soprattutto sul ruolo della preparazione della comunità al fattore di rischio (*community preparedness*) e dunque la capacità e consapevolezza della comunità locale di rispondere prontamente e correttamente all'evento. Campanella (2006) considera la resilienza di comunità come «un processo generato dal basso da gruppi che si assumono la responsabilità di organizzarsi in modo collaborativo, spontaneo e autonomo, sfruttando competenze, conoscenze e risorse locali, e usando il disastro come una opportunità per migliorare le dinamiche sociali della comunità e per migliorare la sua sostenibilità» (Calandra e Castellani, 2017, pag. 53). In questa prospettiva l'idioma della resilienza promuove un approccio alla responsabilità ben definito. Il rischio di attribuire alla collettività la responsabilità dell'esito degli eventi, spostando in secondo piano l'evento in sé in quanto imprevedibile, è che cresca l'enfasi sul concetto di adattamento a svantaggio della mitigazione, accompagnato da un trasferimento di responsabilità dagli attori istituzionali ai singoli cittadini, rischiando di mettere in ombra la dimensione politica dell'intervento complessivo che guida prima l'emergenza e poi la ricostruzione (Pellizzoni, 2017). A supporto di questa riflessione c'è che gli abitanti di San Mauro che hanno partecipato al questionario non solo hanno espresso il bisogno di essere più informati, per quanto

hanno valutato l'intervento dell'Amministrazione Comunale fondamentale nella propria preparazione all'eventualità di un disastro alluvionale. Per quanto sia corretto dire che la resilienza sia una caratteristica connaturata all'essere umano, non si deve pensare che si manifesti necessariamente in maniera spontanea. Come tutto ciò che attinge dalle capacità dell'individuo, ha bisogno di essere esercitata perché produca degli effetti. L'esercizio di resilienza deve essere un esercizio collettivo pianificato e basato su specifiche valutazioni. In riferimento al disastro identificato in termini sociali, la necessità della società di prepararsi è fondamentale. È solo tramite un'adeguata organizzazione dello spazio, un coordinamento delle relazioni tra sistemi sociali, ecologici e apparati istituzionali che si può in qualche misura prevenire gli effetti di un evento calamitoso, affrontarlo, mitigarlo nei suoi impatti (Calandra e Castellani, 2017).

6.3 CONCLUSIONI

In un approccio di resilienza alla gestione del rischio di alluvioni, l'area di piena e il fiume sono considerati come un unico sistema integrato, inoltre viene analizzato l'intero regime di portata e viene studiata la reazione del sistema a questo. Questo tipo di approccio offre un valore aggiunto alla gestione del rischio inondazioni, in quanto oltre a valutare la probabilità di inondazione e i danni che ne potrebbero derivare attraverso l'EAD, aggiunge gli indicatori di gradualità e di tasso di recupero permettendo una valutazione e comprensione del sistema nel suo complesso, facilitando così lo sviluppo di strategie resilienti di mitigazione. Passare da un approccio di sicurezza (in cui l'attenzione è rivolta prevalentemente al controllo dell'inondazione), ad un approccio di rischio e finire con un approccio di resilienza implica necessariamente l'inclusione di più informazioni nell'analisi. Dettagliare il fenomeno integrando in un unico sistema le informazioni ottenute, può contribuire in un futuro allo sviluppo di strategie e politiche migliori.

RIFERIMENTI

Adger, W.N., (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography* 24, 347–364.

Adger, W.N., (2006). *Vulnerability*. *Global Environmental Change* 16 (3), 268–281.

Adger, W.N., Hughes, T.P., Folke, C., Carpenter, S.R., Rockstrom, J., 2005. Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science* 309, 1036–1039.

Alexander D. E. (2002), *Principles of emergency planning and management*, King's Lynn, Terra Publishing.

Alexander D.E. (2013), Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey, *Natural Hazards Earth System Sciences*, 13, pp. 2707-2716.

Allen K. M. (2006), Community-based disaster preparedness and climate adaptation: local capacity-building in the Philippines, *Disasters*, 30, 1, pp. 81-101.

Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (Eds.), (2003). *Navigating Social–Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Berkes, F., Folke, C. (Eds.), (1998). *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Bignami D. F., (2010). *Protezione civile e riduzione del rischio disastri. Metodi e strumenti di governo della sicurezza territoriale e ambientale*. Maggioli Editore.

Blaikie, Piers & Cannon, Terry & Davis, Ian & Wisner, Ben. (1994). *At Risk: Natural Hazards, People Vulnerability and Disasters* 1st edition. 10.4324/9780203428764.

Bravo M., Rubio-Stipec M., Canino G. J., Woodbury M.A., Ribera J. C., (1990). The psychological sequelae of disaster stress prospectively and retrospectively evaluated", *American Journal of Community Psychology*, 18(5), 661-80.

Brunetta G. (2016), *The resilience concept and spatial planning in European protected areas development. Facing the challenges of change*. In Hammer T., Mose I., Siegrist D., Weixlbaumer

N. (eds.) *Parks on the future! Protected areas in Europe challenging regional and global change*. Munchen: Oekom. 25-36.

Brunetta G., Caldarice O., *La sfida della resilienza. Verso un approccio integrato per la gestione del rischio*. XXXVIII Conferenza Italiana Scienze Regionali

Buckle P., Mars G., Smale S., (2000). New approaches to assessing vulnerability and resilience, *Australian Journal of Emergency Management*, 15, 8-15. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 3(1), pp. 71–84.

Calandra M. S., Castellani S. (2017). *La ricerca geografica come strategia di resilienza: esperienze di partecipazione in contesto post-disastro* in Mela, Mugnano, Olori (2017) *Territori vulnerabili. Verso una nuova sociologia dei disastri italiana*, FrancoAngeli, Milano, pp. 51-66

Cannon, Terry & Twigg, J. (2003). *Social Vulnerability, Sustainable Livelihoods and Disasters*. Report to DFID Conflict and Humanitarian Assistance Department (CHAD).

Carpenter, S.R., Walker, B.H., Anderies, J.M., Abel, N. (2001). From metaphor to measurement: resilience of what to what? *Ecosystems* 4, 765–781.

Collier F. et al. (2013). Tomorrow's cities: A framework to assess urban resilience, *Urban Design and Planning*, 167(2), pp. 79-91.

Cutter S.L., Finch C. (2007), Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (7): 2301 - 2306

Dash, J. (2011). *Extreme Weather and Climate Change: IPCC 2011 Report*. Retrieved from <http://climate.uu-uno.org/view/article/171595>

Davoudi S., (2013). *On Resilience*. *disP-The Planning Review*, 49 (1), 4-5

Davoudi S., Brooks E., Mehmood A., (2013). Evolutionary Resilience and Strategies for Climate Adaptation. *Planning Practice and Research*, 28(3), 307-322.

Davoudi S., Shaw K., L. Jamila Haider , Allyson E. Quinlan , Garry D. Peterson, Cathy Wilkinson, Hartmut Fünfgeld , Darryn McEvoy , Libby Porter & Simin Davoudi (2012) *Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? "Reframing" Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice Interacting Traps: Resilience Assessment of a Pasture Management System in Northern*

Afghanistan Urban Resilience: What Does it Mean in Planning Practice? Resilience as a Useful Concept for Climate Change Adaptation? The Politics of Resilience for Planning: A Cautionary Note, *Planning Theory & Practice*, 13:2, 299-333

De Bruijn K.M. (2005). *Resilience And Flood Risk Management A Systems Approach Applied To Lowland Rivers*, DUP Science, Delft University Press

Desouza, K. C., & Flanery, T. H. (2013). Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework. *Cities*, 35, 89-99.

Drobinski, P., and Coauthors, (2018). Scaling precipitation extremes with temperature in the Mediterranean: Past climate assessment and projection in anthropogenic scenarios. *Climate Dyn.*, <https://doi.org/10.1007/S00382-016-3083-X>, in press. Google Scholar

Folke C., Carpenter S. R., Walker B., Scheffer M., Chapin T., & Rockstrom J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*. 15(4).

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16, pp. 253–267.

Fratini T. (2014), *Resilienza, luci e ombre di un costruito attuale*, Studi sulla formazione, 1, pp. 111-129.

Fünfgeld, H., & McEvoy, D. (2012). Resilience as a Useful Concept for Climate Change Adaptation? *Planning Theory & Practice*, 13(2), 324–328.

Gaillard J. C., Mercer J. (2012), From knowledge to action: Bridging gaps in disaster risk reduction, *Progress in Human Geography* 37, 1, pp.93-114

Galderisi A., Ceudech A. (2003), *Resilienza e vulnerabilità dei sistemi urbani. Una proposta di metodo per la mitigazione del rischio sismico*, paper presentato alla XXIV Conferenza Italiana di Scienze Regionali, Ottobre.

Galderisi A., Ferrara F.F., Ceudech A. (2010). *Resilience and/or Vulnerability? Relationships and Roles in Risk Mitigation Strategies*, in Ache P., Ilmonen M., Space Is Luxury. Selected Proceedings 24th Annual AESOP Conference . <http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526031309.pdf>

Galderisi, Adriana. (2013). Un modello interpretativo della resilienza urbana. *Planum The Journal*

of Urbanisme.

Gillian Bristow, (2010). Resilient regions: re-‘place’ing regional competitiveness, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, Volume 3, Issue 1, Pages 153–167, <https://doi.org/10.1093/cjres/rsp030>

Godschalk, D. R. (2003). Urban hazard mitigation: Creating resilient cities. *Natural Hazards Review*, 4(3), 136–143.

Graziano P., (2012). *Rischio, vulnerabilità e resilienza territoriale*, Serie Rossa: Economia – Quaderno N. 87

Guarino M. (2015). *La partecipazione delle comunità alla ricostruzione*, ‘inforum’, 48.

Guha-Sapir D, Hoyois Ph., Wallemacq P. Below. R., (2016). *Annual Disaster Statistical Review 2016: The Numbers and Trends*. Brussels: CRED.

Gunderson, L.H., 2000. Resilience in theory and practice. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31, 425–439.

Gunderson, L.H., Holling, C.S. (Eds.), 2002. *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Island Press, Washington DC.

Holling, C.S. (Ed.), (1978). *Adaptive Environmental Assessment and Management*. Wiley, London.

Holling, C.S., (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4, 1–23.

Holling, C.S., (1986). *The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change*. In: Clark, W.C., Munn, R.E. (Eds.), *Sustainable Development of the Biosphere*. Cambridge University Press, London, pp. 292–317.

Holling, C.S., (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems* 4, 390–405.

Hossain A. (2013). Community Participation in Disaster Management: Role of Social Work to Enhance Participation, *Online Journal of Anthropology*, 1.

Huizinga, H.J., (2007). *Flood damage functions for EU member states. Technical report*, HKV Consultants. <http://www.hkv.nl> Mai pubblicato.

Huizinga, H.J., Moel, H. de, Szewczyk, W. (2017). *Global flood depth-damage functions. Methodology and the database with guidelines*. JRC Technical report. <https://ec.europa.eu/jrc>

Kendra J., Wachtendorf T., (2003). Elements of resilience after the World Trade Center disaster: reconstituting New York City's Emergency Operations Centre, *Disasters*, 27 (1), 37-53.

Khalili S., Harre M., Morley Ph. (2015). A temporary framework of social resilience indicators of communities to flood, case studies: Wagga wagga and Kempsey, NSW, Australia, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13, pp. 248-254.

Lavanco G., Novara C., (2003). Disastri, catastrofi ed emergenze: analisi dei maggiori contributi, in Lavanco G. (ed.) *Psicologia dei disastri. Comunità e globalizzazione della paura*, Milano: Franco Angeli, 27-63.

Liao, K. (2012). A theory on urban resilience to floods—a basis for alternative planning practices. *Ecology and Society* 17(4): 48. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05231-170448>

Lu P., & Stead D. (2013). *Understanding the notion of resilience in spatial planning: A case study of Rotterdam*, The Netherlands. *Cities*, 35, 200-212.

M. Rusmini, (2009). *Pan-European flood hazard and damage assessment; evaluation of a new If-SAR Digital Terrain Model for flood depth and flood extent calculation*. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enschede.
Maggioli editore.

Magis K. (2010). Community Resilience: An indicator of Social Sustainability, *Society and Natural Resources*

Manyena, Bernard, O'Brien, Geoff, O'Keefe, Phil and Rose, Joanne (2011). Disaster resilience: a bounce back or bounce forward ability? *Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability*, 16 (5). pp. 417-424. ISSN 1354-9839

Marotta N. e Zirilli O. (2015). *Disastri e catastrofi. Rischio, esposizione, vulnerabilità e resilienza*, Maggioli Editore.

Martini E., Vespasiano F. (2015). The Spaces of Resilience: Learning and Adaptation, *Italian Sociological Review*, 5 (1), 21-38

McAslan, A. (2010). *Community resilience. Understanding the concept and its application*. Australia: Torrens Resilience Institute,.

McEvoy, D., Fünfgeld, H., & Bosomworth, K. (2013). Resilience and Climate Change Adaptation: The Importance of Framing. *Planning Practice and Research*, 28(3), 280–293.

McEwen L., Garde-Hansen J., Holmes A., Jones O., Krause F., (2017). Sustainable flood memories, lay knowledges and the development of community resilience to future flood risk. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 42, 14-28.

Meerow S., Newell J. P., Stults M. (2016). Defining Urban Resilience: A Review, *Landscape and Urban Planning*. 147: 38-49.

Mehmood A. (2016). Of resilient places: planning for urban resilience, *European Planning Studies*, 24:2, pp. 407-419.

Marchi L., Borga M., Preciso E., Gaume E. (2010). Characterisation of Selected Extreme Flash Floods in Europe and Implications for Flood Risk Management. *Journal of Hydrology*. 394. 118-133.

Mela A., Silvia M., Olori D., (2017). *Territori vulnerabili. Verso una nuova sociologia dei disastri italiana*, Sociologia urbana e rurale, Franco Angeli, Milano.

Miceli R., Sotgiu I., Settanni M., (2008). *Disaster preparedness and perception of flood risk: A study in an alpine valley in Italy*, *Journal of Environmental Psychology*, Volume 28, Issue 2, 164-173,

Miller, F., H. Osbahr, E. Boyd, F. Thomalla, S. Bharwani, G. Ziervogel, B. Walker, J. Birkmann, S. Van der Leeuw, J. Rockström, J. Hinkel, T. Downing, C. Folke, and D. Nelson, (2010). Resilience and vulnerability: complementary or conflicting concepts?. *Ecology and Society* 15(3): 11. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art11/>

Mitchell J.K. (1999). Findings and conclusions, in Mitchell J.K., (ed.), *Crucibles of Hazard: Mega Cities and Disasters in Transition* , New York, United Nation University Press

Mitchell, T., & Harris, K. (2012). *Resilience: A risk management approach*. ODI Background Note, January. London: Overseas Development Institute. Retrieved from <http://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/7552.pdf>

Naudé W., McGillivray M., Stephanié R. (2008), *Measuring the Vulnerability of Subnational Regions*, Research Paper No. 2008/54, UNU-WIDER World Development Economic Research Institute

Norris F. H., Stevens S. P., Pfefferbaum B., Wyche K. F., Pfefferbaum, R. L., (2008). Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness, *American Journal of Community Psychology*, 41, 127-150.

Oliver-Smith, A. (2003). Anthropological Research on Hazards and Disasters. *Annual Review of Anthropology*. 25. 303-328. 10.1146/annurev.anthro.25.1.303.

Olson L., Jerneck A., Thoren H., Persson J., O'Byrne D. (2015). Why resilience is unappealing to social science: Theoretical and empirical investigations of the scientific use of resilience, *Science Advances*, 1, 4, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4640643

Olsson, P., L. H. Gunderson, S. R. Carpenter, P. Ryan, L. Lebel, C. Folke, and C. S. Holling, (2006). Shooting the rapids: navigating transitions to adaptive governance of social-ecological systems. *Ecology and Society* 11(1): 18. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art18/>

Pagliacci, F. (2017). *La pericolosità da disastri naturali nell'Italia rurale*, *Agriregionieuropa* anno 13 n°51, Dic 2017

Parisani, G. (2016). *Emergency Planning e Disaster Mapping: applicazioni del GIS nella gestione del rischio*, Tesi di Laurea Magistrale, Pianificazione Urbana e Territoriale, Politecnico di Torino, Torino

Paton D., Smith L., & Millar M., (2001). Responding to hazard effects: promoting resilience and adjustment adoption, *Australian Journal of Emergency Management*, Autumn, 47-52.

Paul J.A. Baan & Frans Klijn (2004) Flood risk perception and implications for flood risk management in the Netherlands, *International Journal of River Basin Management*, 2:2, 113-122 <http://dx.doi.org/10.1080/15715124.2004.9635226>

Pede E., (2015) *Building resilience towards natural hazards: cross-scale knowledge and institutional linkages*, Tesi di Dottorato, Politecnico di Torino, Torino.

Pelanda C., (1982), *Disastro e vulnerabilità sociosistemica*, in *Rassegna italiana di sociologia*, XXII, pp. 507-532

Pellizzoni L. (2017) *I rischi della resilienza*, in Mela, Mugnano, Olori (2017) *Territori vulnerabili. Verso una nuova sociologia dei disastri italiana*, FrancoAngeli, Milano, pp. 28-41

Pendall, R., Foster, K.A. & Cowell, M. (2010). Resilience and regions: Building understanding of the metaphor, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), pp. 71–84.

Pickett S.T.A., Cadenasso M.L., Grove J.M. (2004). Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms, *Landscape and Urban Planning* 69, pp. 369–384.

Pizzo B. (2015), *Problematizing resilience: implications for planning theory and practice*, *Cities*, 43, pp. 133-140.

Plough A, Fielding JE, Chandra A, (2013). Building Community Disaster Resilience: Perspectives From a Large Urban County Department of Public Health. *American Journal of Public Health*.103(7):1190-1197.

Prati G., Pietrantoni L., (2009). *Resilienza di comunità: definizioni, concezioni ed applicazioni*. *Psychofeneia* – Vol XII N. 20

Resilience Alliance (2010) *Assessing resilience in social-ecological systems: Workbook for practitioners*. Version 2.0. <http://www.resilience.org/3871.php> (Accessed 18 March 2015).

Salzer M. S., Bickmann L., (1999). The short and long term psychological impact of disaster: implication for mental health interventions and policy, in R. Gist, B. Lubin (Eds), *Response to Disaster. Psychosocial, community and ecological approaches*, Philadelphia, PA: Taylor & Francis, 63-82.

Scandone, R. (2015). *Catastrofi naturali: Previsione e Prevenzione*. *Scienze Ricerche*. 1. 5-11.

Scheffer M (2009). *Critical transitions in nature and society*. Princeton University Press, Princeton

Simmie, J. & Martin, R. (2010). The economic resilience of regions: Towards an evolutionary approach, *Cambridge Journal of the Regions, Economy and Society*, 3(1), pp. 27–43.

Slovic, Paul & Finucane, Melissa & Peters, Ellen & MacGregor, Donald. (2004). *Risk As Analysis and Risk As Feelings: Some Thoughts About Affect, Reason, Risk, and Rationality*. Risk analysis : an official publication of the Society for Risk Analysis. 24. 311-22. 10.1111/j.0272-4332.2004.00433.x.

Sonn C.C., & Fisher A.T., (2002). Sense of community: community resilient responses to oppression and change, *Journal of Community Psychology*, 26 (5), 457-472

Strategy for Disaster Reduction, International. (2004). *Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*, Geneva: United Nations.

Teigão dos Santos, F., & Partidário, M. R. (2011). SPARK: Strategic Planning Approach for Resilience Keeping. *European Planning Studies*, 19(8), 1517–1536.

Tobin G. A., (1999). Sustainability and community resilience: the holy grail of hazards planning, *Environmental Hazards*, 1, 13-26.

Toseroni F., *La Resilienza: futuro della Protezione Civile*, TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment TeMA 2 (2012) 177-183

Trigila A., Iadanza C., Bussetini M., Lastoria B. (2018) *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio* - Edizione 2018. ISPRA, Rapporti 287/2018

UN/ISDR (2002) *Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*, Geneva: UN Publications

UNDP. (2004). *Reducing Disaster Risk, A Challenge for Development*. United Nations Development Programme, Bureau fir Crisis Prevention and Recolvery.

UNDRO (1979). *Natural Disasters and Vulnerability Analysis. Report of Expert Group Meeting*. Office of United Nations Disaster Relief Co-Ordinator (UNDRO), Palais des Nations, CH-1211 Geneva 10, Switzerland.

Vale L., Campanella T. J. (eds.) (2005). *The resilient city: How modern cities recover from disaster*, Oxford University Press, Oxford.

Vale L., Campanella T.H. (eds.) (2005). *The Resilient City: How Modern Cities Recover from Disaster*, New York, Oxford University Press.

Vale L.J. (2013). *The politics of resilient cities: whose resilience and whose city?* Building Research & Information, 42: 191-201.

Van den Eyde J., Veno A., (1999). *Coping with disastrous events: an empowerment model of community healing*, in R.Gist, B. Lubin (Eds), Response to Disaster. Psychosocial, community and ecological approaches, Philadelphia, PA: Taylor & Francis, 167-192.

Walker, B.H., Holling, C.S., Carpenter, S.R., Kinzig, A.P., (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society* 9 (2), 5 [online] URL <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>.

Walker, B.H., Meyers, J.A., (2004). Thresholds in ecological and social–ecological systems: a developing database. *Ecology and Society* 9 (2), 3 [online] URL <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art3/>.

Wallemacq, Pascaline & Guha-Sapir, Debarati & McClean, Denis & , CRED & , UNISDR. (2015). *The Human Cost of Natural Disasters - A global perspective*.

Wenger D. E., Dykes J. D., Sebok T. D., Neff J. L. (1975). It's a matter of myths: An empirical examination of individual insight into disaster response, *Mass Emergencies*, 1, pp. 33-46.

White I. & O'Hare, P. (2014). From rhetoric to reality: which resilience, why resilience, and whose resilience in spatial planning?. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 32(5), pp. 934-950.

Wilbanks T. J. (2008). Enhancing the Resilience of Communities to Natural and Other Hazards: What We Know and What We Do, *Natural Hazards Observer*, 32, 5, pp. 10-11.

Zinn, Jens O. & Taylor-Gooby, Peter (2006). *Introduction: Learning about Risk* [20 paragraphs]. Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research, 7(1), Art. 24, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0601246>.

San Mauro e le alluvioni. Il punto di vista dei Cittadini

1. **1) Età**

Contrassegna solo un ovale.

- 18-30
 30-55
 Più di 55

2. **2) Sesso**

Contrassegna solo un ovale.

- Maschio
 Femmina

3. **3) Nazionalità**

4. **4) Titolo di studio**

Contrassegna solo un ovale.

- Licenza elementare
 Licenza media
 Diploma di istruzione secondaria superiore
 Laurea di primo livello
 Laurea specialistica
 Laurea specialistica a ciclo unico
 Altro: _____

5. **5) Vivi o lavori a San Mauro? Se sì, da quanto tempo?**

Seleziona tutte le voci applicabili.

	Vivo	Lavoro
Da meno di 5 anni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Da 5 a 10 anni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Da 10 a 15 anni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Da più di 15 anni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. **6) Quali quartieri di San Mauro conosci e per quali dei seguenti motivi?**

Seleziona tutte le voci applicabili.

	Ci vivo	Ci lavoro
Centro Storico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oltre Po	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sambuy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sant'Anna-Pescatori	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sant'Anna zona Collinare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pescarito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. **7) Sai dire quali quartieri di San Mauro si trovano e quali non si trovano in zona alluvionale?**

Seleziona tutte le voci applicabili.

	Sì	No	Non lo so
Centro Storico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oltre Po	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sambuy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sant'Anna-Pescatori	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sant'Anna zona collinare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pescarito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. **8) Hai mai vissuto un'alluvione a San Mauro?**

Seleziona tutte le voci applicabili.

- Sì, prima del 2000
- Sì, nel 2000
- Sì, dopo il 2000
- No, mai (in questo caso vai alla domanda 12)

9. **9) Che tipo di danno hai subito a causa dell'alluvione?**

Seleziona tutte le voci applicabili.

- Danni all'abitazione (danni strutturali, danni all'arredo)
- Danni all'attività commerciale
- Danni all'attività produttiva o agricola
- Danni alle cantine/ cortili/ piani interrati
- Danni ai veicoli
- Danni alla persona
- Danni emotivi/psicologici
- NON HO SUBITO DANNI
- Altro: _____

10. **10) Hai ricevuto aiuti economici a seguito del danno?**

Seleziona tutte le voci applicabili.

- Indennizzo assicurativo
- Contributi comunali
- Contributi governativi per danni alle abitazioni
- Contributi governativi per danni alle attività economiche e produttive
- Non ho ricevuto aiuti economici, ma ne avevo bisogno
- Non è stato necessario
- Altro: _____

11. **11) Ci sono state altre conseguenze? Se vuoi specificare (ad es. è aumentata la tua preoccupazione verso l'eventualità di un'alluvione)**

12. **12) Come ti comporti se c'è l'allerta alluvioni?**

13. **13) Immagina che venga dato l'allarme alluvione mentre sei in un luogo chiuso, come ti comporteresti? Se ti è successo scrivi come ti sei comportato. (Se non lo sai, scrivi "non lo so")**

14. **14) Immagina che venga dato l'allarme alluvione mentre sei in un luogo aperto, come ti comporteresti? Se ti è successo scrivi come ti sei comportato. (Se non lo sai, scrivi "non lo so")**

15. **15) Cosa faresti (o se ti è successo, cosa hai fatto) una volta cessato l'allarme alluvione? (Se non lo sai, scrivi "non lo so")**

16. **16) Sai indicare dove verrebbe allestita l'Area di Protezione Civile in caso di allarme? (In caso negativo scrivi solo "no")**

17. **17) Sai distinguere i segnali di pre-allarme, allarme e cessato allarme trasmessi dalle sirene che si trovano a San Mauro?**

Contrassegna solo un ovale.

- Non so della loro esistenza
- Sì, le so distinguere
- No, non le so distinguere

18. **18) Come hai appreso quali comportamenti assumere prima, durante e dopo un alluvione?**

Seleziona tutte le voci applicabili.

- Da opuscoli
- Partecipando alle esercitazioni organizzate dalla Protezione Civile
- Attraverso il Piano Comunale di Protezione Civile
- Informandomi autonomamente
- In famiglia
- A scuola
- Sul posto di lavoro
- Esperienza personale
- Non so come comportarmi in caso di alluvione
- Altro: _____

19. **19) Sei iscritto/a ad una o più delle seguenti Associazioni di Volontariato del Comune di San Mauro? (Se sei iscritto/a ad un altro tipo di associazione indicala in "altro")**

Seleziona tutte le voci applicabili.

- Nessuna Associazione
- A.N.A
- ASSOCIAZIONE CARABINIERI in congedo
- C.R.I. (Croce Rossa Italiana)
- CROCE VERDE
- ENTE GESTIONE AREE PROTETTE COLLINA TORINESE
- G.C.V.P.C. (Gruppo Comunale dei Volontari di Protezione Civile di San Mauro Tor.se)
- PRO LOCO – SAN MAURO
- R.C.P (Radio Club Piemonte)
- ACCOMAZZI GIULIANO
- AVIS COMUNALE DI SAN MAURO TORINESE
- IN PUNTA DI CODA
- MARIUCCIA ALLOVIO PER LA PREVENZIONE E LOTTA CONTRO I TUMORI, AIUTO IN PERSONE IN DIFFICOLTA'E PORTATORI DI HANDICAP
- S.E.A. SAN MAURO - SERVIZIO EMERGENZA ANZIANI
- Altro: _____

20. **20) Con che probabilità pensi si possa verificare un disastro da alluvione a San Mauro?**

Contrassegna solo un ovale.

- Nessuna probabilità
- Bassa
- Media
- Alta

21. **21) Quanto sei preoccupato/a che si verifichino le seguenti situazioni?**

Seleziona tutte le voci applicabili.

	Non sono preoccupato	Poco preoccupato/a	Preoccupato/a	Molto preoccupato/a
Interruzione delle forniture (gas, luce, ecc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Danneggiamento o distruzione di alcuni beni (non la casa)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Danneggiamento o distruzione dell'abitazione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Danno a persone e familiari	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. **22) Ti piacerebbe essere più informato/a circa il rischio alluvioni?**

Contrassegna solo un ovale.

- Sì
 No

23. **23) Quanto pensi sia importante il contributo dell'Amministrazione Comunale nella preparazione dei cittadini a questa eventualità?**

Contrassegna solo un ovale.

0	1	2	3	4
<input type="radio"/>				

24. **24) Quale credi sia il modo più efficace per rendere i cittadini più preparati ad affrontare il rischio alluvioni? (Se hai qualche suggerimento scrivilo in "altro")**

Contrassegna solo un ovale.

- Esercitazioni comunali periodiche organizzate dalla Protezione Civile
 Auto-informazione (internet, siti governativi, piani comunali, ecc.)
 Gruppi organizzati di cittadini
 Opuscoli e volantini
 Social media
 Mass media (radio, televisione, quotidiani)
 Applicazioni per smartphone sul rischio
 Insegnando il rischio nelle scuole
 Certificazione del rischio nelle compravendite di immobili
 Campagne di sensibilizzazione organizzate dalle Compagnie Assicurative
 Maggiore pubblicità e divulgazione delle mappe del rischio
 Altro: _____

25. **25) Se hai voglia, puoi raccontare qui le tue esperienze, osservazioni, suggerimenti sull'argomento.**
