



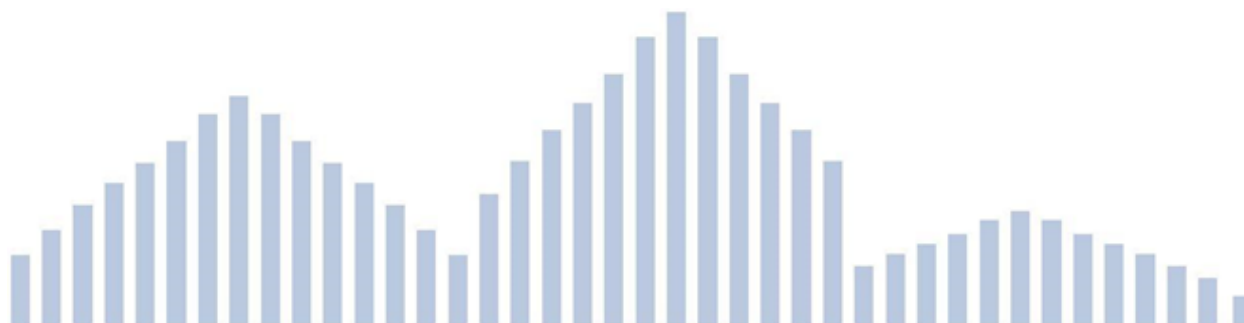
Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Linee guida per la redazione di piani di adattamento al rischio alluvioni



Prodotto P 3.1

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Introduzione	5
Riferimento normativo	6
Fenomeni alluvionali in ambiente urbano: caratteri salienti	8
Fase 1: Preparare il terreno per l'adattamento	9
Identificazione del responsabile del piano e del gruppo di lavoro	9
Panoramica degli attori e delle politiche in corso	10
Fase 2: Valutazione del rischio alluvioni in uno scenario climatico futuro	11
Metodologie per la valutazione del rischio e della sua variazione per effetto dei Cambiamenti Climatici	11
Definizione delle informazioni necessarie per le analisi di rischio in un contesto di cambiamento climatico	13
Influenza dei Cambiamenti Climatici sulla pericolosità da alluvione	15
Approcci semplificati	16
Approccio IDF	17
Approccio di dettaglio	18
Fase 3: Definizione delle azioni di adattamento ai fenomeni alluvionali	19
Azioni nel campo dell'informazione, dello sviluppo di processi organizzativi e partecipativi	22
Azioni nel campo della <i>governance</i>	23
Monitoraggio e allertamento	25
Adeguamento strutturale/Progettazione	25
Buone pratiche nel settore del <i>greening</i> e del drenaggio urbano	26
Fase 4: Implementazione delle azioni: identificazione dei responsabili dell'implementazione, definizione dei tempi e delle risorse da allocare	28
Ruoli e responsabilità	28
Principali fonti finanziarie	30
Barriere ricorrenti	33
Fase 5: Monitoraggio, valutazione e reporting delle azioni	33



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Indice e struttura del Piano di adattamento al cambiamento climatico per il rischio alluvioni	40
Bibliografia	41
Appendice	43
Il quadro legislativo di riferimento	43
Il rischio e le sue componenti	46
Pericolosità Idraulica	47
Pericolosità nelle Aree di Crisi Idraulica	50
Pericolosità da drenaggio superficiale e/o artificiale	50
Esposizione	51
Vulnerabilità	53
Danno potenziale	54
Valutazione del Rischio	56

Il documento è stato sviluppato con il supporto scientifico della Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC).

Autori: Valentina Bacciu, Fabio Ciervo, Annamaria Criscuolo, Giulia Galluccio, Paola Mercogliano, Valentina Mereu, Serena Marras, Roberta Padulano, Alfredo Reder, Guido Rianna, Eugenio Sini.

Introduzione

Le città rivestono un ruolo fondamentale nell'affrontare le sfide poste dal cambiamento climatico in atto. Sono infatti chiamate da un lato a concorrere al raggiungimento degli obiettivi di mitigazione del cambiamento climatico, contribuendo alla riduzione delle cause, e dall'altro ad adattarsi al clima che cambia cercando di limitare gli impatti negativi e di sfruttare, quando possibile, le opportunità che si possono creare. L'adattamento ai cambiamenti climatici dovrebbe infatti essere affrontato non solo come un obbligo istituzionale ma come un'opportunità per un nuovo sviluppo del territorio in un'ottica di resilienza e sostenibilità.

Pianificare l'adattamento resta una sfida molto complessa in quanto sono coinvolte molteplici discipline, facenti capo a diverse autorità che non sempre lavorano in pieno coordinamento tra loro. Inoltre, l'adattamento riguarda aspetti di pianificazione e programmazione del territorio che devono avere un orizzonte di medio-lungo periodo, tenendo conto appunto delle proiezioni attese di cambiamento climatico, ma che devono includere anche attività per fronteggiare situazioni di pericolo nel breve periodo e che sono riconducibili quindi a pratiche di gestione del rischio (allagamenti, incendi, frane, etc.). Diversi approcci metodologici possono essere applicati per affrontare la pianificazione dell'adattamento; tali approcci vanno individuati e calibrati a seconda della scala di analisi (nazionale, regionale, locale) e in considerazione delle risorse di dati, strumenti e competenze a disposizione, tenendo presente che i piani di adattamento sono da considerarsi come strumenti dinamici, soggetti a continui e periodici aggiornamenti e implementazioni, durante i quali potranno essere rivisti e recuperati alcuni aspetti precedentemente non considerati, o non sufficientemente dettagliati. Non esiste un approccio metodologico per lo sviluppo di un piano di adattamento che sia migliore o adatto a tutte le casistiche, ma spetta alla comunità scegliere in base alle proprie esigenze quale approccio è più funzionale e se adottare tutte le fasi di elaborazione del Piano indicate nelle linee guida europee o focalizzarsi su alcuni aspetti (Giordano et al., 2013) a seconda delle esigenze specifiche.

Le presenti linee guida propongono un approccio per l'analisi, la valutazione e la gestione consapevole, da parte di un'amministrazione comunale, dei rischi derivanti dai fenomeni alluvionali in un'ottica di cambiamento climatico. L'approccio proposto vuole integrarsi al meglio con la metodologia definita dal Patto dei Sindaci nell'ambito dei nuovi Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC), articolata in cinque fasi (Figura 1). La prima parte è propedeutica e serve ad identificare il responsabile che seguirà l'intera redazione del piano, nonché a mappare tutti gli attori coinvolti e i potenziali portatori di interesse. La seconda fase è quella dell'analisi del contesto territoriale e della valutazione del rischio e delle vulnerabilità locali. La terza fase è relativa all'identificazione delle azioni necessarie per far fronte ai rischi

individuati. La quarta fase prevede l'assegnazione dei ruoli ad attori specifici per l'implementazione di una specifica azione o di un gruppo di azioni, nonché la stima dei tempi di realizzazione e le risorse stanziabili. Infine, l'ultima fase prevede la selezione di un gruppo di indicatori e il loro monitoraggio da parte del responsabile dell'implementazione, nonché il reporting periodico.

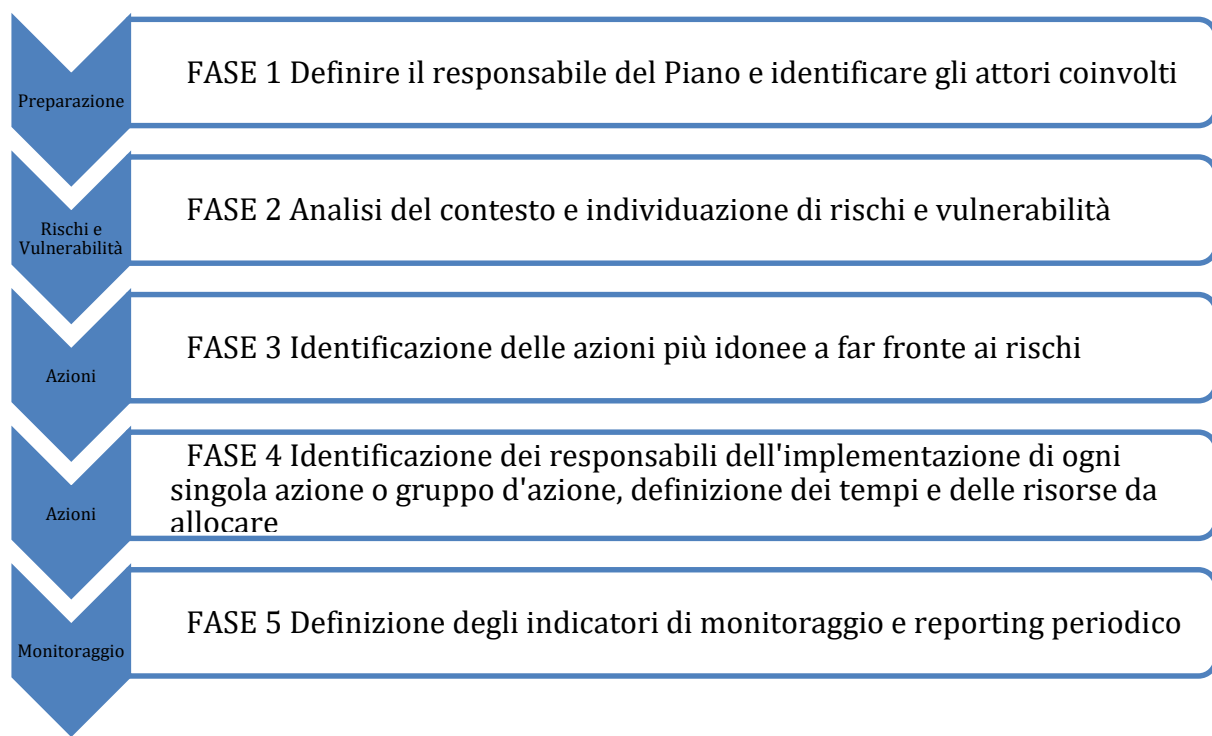


Figura 1. Approccio metodologico per lo sviluppo del piano di adattamento al rischio alluvioni

Riferimento normativo

Il principale riferimento a livello europeo in tema di alluvioni è la **Direttiva 2007/60/EC** (c.d. “Direttiva Alluvioni” o *Flood Directive*) che istituisce un quadro comune per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale, le attività economiche e le infrastrutture tenendo anche conto del probabile effetto dei cambiamenti climatici. Essa è recepita in Italia dal **D. Lgs. 49/2010**.

La Direttiva definisce un’alluvione come: “*l’allagamento temporaneo di aree che abitualmente non sono coperte d’acqua. Ciò include le inondazioni causate da fiumi, torrenti di montagna, corsi d’acqua temporanei, e le inondazioni marine delle zone costiere e può escludere gli allagamenti causati dagli impianti fognari*”. Sono pertanto interessate tutte le fenomenologie



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



alluvionali presenti in ambiente urbano, mentre non c'è specifica menzione agli allagamenti dovuti ad insufficienza della rete fognaria per effetto di fenomeni meteorici intensi. Riferimenti alla rete di drenaggio artificiale sono invece presenti nel D. Lgs. 49/2010.

Sul tema del cambiamento climatico, la Direttiva 2007/60/CE (così come il D. Lgs. 49/2010) prevede i seguenti approfondimenti:

- Considerato n.14. *Gli elementi dei piani di gestione del rischio di alluvioni dovrebbero essere riesaminati periodicamente e, se necessario, aggiornati, tenendo conto delle probabili ripercussioni dei cambiamenti climatici sul verificarsi delle alluvioni.*
- Articolo 4. Co. 2, lett. d) [Elementi della valutazione preliminare del rischio alluvioni]. *Una valutazione delle potenziali conseguenze negative di future alluvioni per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche, tenuto conto per quanto possibile di elementi quali la topografia, la posizione dei corsi d'acqua e le loro caratteristiche idrologiche e geomorfologiche generali, tra cui il ruolo delle pianure alluvionali come aree naturali di ritenzione delle acque, l'efficacia delle infrastrutture artificiali esistenti per la protezione dalle alluvioni, la posizione delle zone popolate e delle zone in cui insistono attività economiche e gli sviluppi a lungo termine compresi gli impatti dei cambiamenti climatici sul verificarsi delle alluvioni.*
- Articolo 14. Co. 4 [Riesami, relazioni e disposizioni finali]. *I riesami di cui ai paragrafi 1 e 3 tengono conto del probabile impatto dei cambiamenti climatici sul verificarsi di alluvioni.*
- Articolo 16 [Riesami, relazioni e disposizioni finali]. *La Commissione presenta al Parlamento europeo e al Consiglio una relazione sull'attuazione della presente direttiva entro il 22 dicembre 2018 e successivamente ogni sei anni. Nell'elaborare la relazione si tiene conto degli impatti dei cambiamenti climatici.*

Ai fini di un'adeguata comprensione di quanto segue, si riportano le definizioni di pericolosità e rischio di alluvioni fornite dal D. Lgs. 49/2010:

Pericolosità da alluvione: probabilità di accadimento di un evento alluvionale in un intervallo temporale prefissato e in una certa area.

Rischio da alluvione: la combinazione della probabilità di accadimento di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali.

A tali definizioni è utile affiancare quelle delle altre componenti che concorrono alla definizione del rischio, per le quali si fa riferimento agli Indirizzi Operativi per l'attuazione della Direttiva 2007/60/CE (MATTM, 2013):

Esposizione: persone e/o beni (abitazioni, strutture, infrastrutture, etc.) e/o attività (economiche, sociali, etc.) esposte ad un evento naturale.

Vulnerabilità: grado di capacità (o incapacità) di un sistema/elemento a resistere all'evento naturale.

Danno potenziale: grado di perdita prevedibile a seguito di un fenomeno naturale di data intensità, funzione sia del valore che della vulnerabilità dell'elemento esposto.

Per ulteriori approfondimenti sul tema si rimanda all'Appendice. Infine, si riporta un'ulteriore definizione utile alla comprensione del seguente documento secondo quanto proposto da MATTM (2017):

Capacità di adattamento: l'abilità di un sistema (nazione, collettività, gruppo) ad adeguare le proprie caratteristiche alle condizioni climatiche presenti e/o future e ridurre il livello di vulnerabilità, in relazione a specifici contesti dinamici di natura biofisica, sociale, economica, tecnologica e politica.

Fenomeni alluvionali in ambiente urbano: caratteri salienti

I fenomeni fisici che intervengono durante un fenomeno alluvionale derivante da un evento meteorico sono dunque molteplici, ed includono, tra gli altri:

- L'esondazione di corsi d'acqua rispetto all'alveo di tempo asciutto (*river flooding*);
- L'avanzamento del fronte marino sulla linea di costa rispetto ai livelli riferiti al tempo asciutto, a seguito di una mareggiata (*coastal flooding*);
- L'incanalamento incontrollato delle acque di pioggia lungo impluvi naturali, valloni e canali e lungo le linee di massima pendenza, in genere accompagnato da ingente trasporto solido (colate detritiche e/o flussi iperconcentrati) (*surface runoff*).

Alla scala urbana, tuttavia, tale fenomenologia non è esaustiva rispetto alle possibili cause di allagamento di aree che, in tempo asciutto, sono destinate ad altri scopi. In particolare, è necessario aggiungere lo smaltimento delle acque di pioggia attraverso la rete artificiale di drenaggio (*urban drainage*). Tali deflussi vanno tenuti adeguatamente in considerazione, poiché la loro insufficienza o cattivo funzionamento può determinare, durante eventi estremi,

l'allagamento del piano stradale (*urban flooding*), fenomeno che rientra nella definizione di "alluvione" proposta dal decreto.

Sintetizzando, concorrono alla valutazione del rischio quattro diversi sistemi fisici, ognuno caratterizzato da una sua fenomenologia. Tali sistemi sono rappresentati da:

- corsi d'acqua principali (fiumi e torrenti);
- corsi d'acqua della rete idrografica minore (valloni, impluvi, fossi, alvei-strada);
- rete di drenaggio artificiale (fognature bianche e miste, canali e fossi di bonifica);
- linee di costa.

Appare evidente che i sistemi fisici coinvolti da un evento alluvionale sono estremamente variegati e non del tutto indipendenti l'uno dall'altro. Un'adeguata conoscenza del territorio non può dunque prescindere da un'analisi sistemica, volta a modellare le varie componenti e la corrispondente pericolosità con un approccio coerente e multidisciplinare, coinvolgendo esperti in materia di idraulica, geotecnica, geologia, etc.

Fase 1: Preparare il terreno per l'adattamento

Identificazione del responsabile del piano e del gruppo di lavoro

Il primo passo da compiere è l'**individuazione di un gruppo di lavoro e del responsabile della gestione del Piano d'Azione Locale**. Per sostenere un percorso di adattamento a lungo termine è necessario infatti che sia definito un mandato chiaro per la gestione del processo di adattamento da parte del gruppo di lavoro, con specifiche responsabilità, compiti, tempistiche e regole di lavoro e di condivisione della documentazione di tutte le fasi del processo. Il gruppo di lavoro deve avere competenze interdisciplinari, che abbracci competenze ed esperienze diverse nei settori rilevanti per l'adattamento. Ogni Comune dovrà identificare una figura idonea alla supervisione del piano in tutte le sue fasi, dall'identificazione dei bisogni alla formulazione delle azioni, fino alla scelta dei modelli di implementazione più adatti e al monitoraggio. Il punto di partenza per individuare questa figura sarà l'**organigramma interno del Comune**. Nonostante le differenze organizzative di ogni Comune, la cui struttura è determinata autonomamente anche in base alle dimensioni e alle risorse disponibili, si possono individuare in tutti i Comuni quei settori amministrativi che offrono servizi di gestione e di organizzazione del territorio comunale. Nel caso specifico del rischio di alluvioni, saranno direttamente coinvolti settori (o Direzioni, Dipartimenti, Uffici Tecnici a seconda della denominazione) quali:

- l'urbanistica;
- l'edilizia (eventualmente anche nella declinazione di patrimonio culturale);
- l'ambiente;



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- la mobilità.

Il responsabile della gestione del Piano d'Azione Locale può essere individuato proprio in questi settori tecnici e dovrà avere la capacità e gli strumenti per un coordinamento interno tra questi.

Panoramica degli attori e delle politiche in corso

Prima di procedere con il piano, occorre avere una chiara panoramica **degli attori e degli strumenti legislativi e normativi in essere con rilevanza per l'adattamento**.

Innanzitutto, sarà indispensabile conoscere e individuare esplicitamente tutte le politiche interne al Comune, ovvero tutti gli strumenti strategici e normativi in vigore nel Comune e afferenti al tema del rischio alluvioni. Ciascun settore dell'amministrazione comunale dovrà passare in rassegna i propri documenti al fine di produrre un **quadro completo della pianificazione e delle politiche in corso** nella gestione territoriale in relazione al rischio alluvioni.

Dopo questa prima ricognizione interna, occorre estendere il punto di vista agli **attori esterni e alle relative politiche**. Nel progetto ADAPT il prodotto "Analisi territoriali e tematiche" riporta i documenti di indirizzo politico, i piani e i programmi, i progetti nazionali e internazionali e le iniziative e le opere di adattamento già realizzate. Il progetto offre tre strutture di supporto alla redazione, che rappresentano anche una prima importante rassegna dei portatori di interesse coinvolti:

- PUA - partenariati urbani per l'adattamento: con il compito di sostenere la partecipazione attiva della società civile
- CTA - Comitato transfrontaliero ADAPT: con il compito di fornire il supporto politico-istituzionale
- TF - Task force: con il compito di fornire l'assistenza tecnica per supportare i partner nella realizzazione delle azioni di progetto.

In generale, per identificare gli attori esterni, si può procedere verticalmente, **cominciando dagli enti di ordinamento gerarchicamente superiore** e responsabili dell'armonizzazione delle politiche territoriali, quali le Province, le Città Metropolitane, le Regioni e i Ministeri, che possono avere strumenti legislativi a cui i comuni devono conformarsi (ad esempio piani territoriali o paesistici) e possiedono certamente indirizzi strategici da tenere in considerazione.

In seguito, devono essere individuati tutti quegli altri enti, e le relative politiche, che possono avere una rilevanza per la risorsa e l'azione in questione e che possono essere cercati:

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- orizzontalmente, tra altri enti locali con cui se ne condivide la gestione (ad esempio nel caso di un servizio idrico gestito a livello sovracomunale);
- verticalmente, con altre autorità ed enti che possono avere funzioni specifiche e a cui l'attività dei comuni deve conformarsi (al di fuori di Province, Regioni e Stato), quali Autorità di Gestione delle Aree Protette, Autorità di Bacino Distrettuale, ISPRA, Corpo Forestale, Protezione Civile etc.;
- nel settore privato o pubblico-privato, tra quelle aziende che gestiscono la risorsa in oggetto o tra quelle che forniscono servizi pubblici o gestiscono infrastrutture di interesse pubblico (ad esempio utilities, gestori di infrastrutture di trasporto, etc.).

Infine, una particolare attenzione deve essere dedicata al **beneficiario finale dell'azione**. Dovranno essere individuate quelle categorie di popolazione, di imprese o di enti che saranno gli utenti finali del servizio d'interesse per l'azione di adattamento. La gestione ottimale dei beneficiari finali eviterà la nascita di conflitti durante l'implementazione e decreterà un minore o maggiore successo dell'azione stessa.

Fase 2: Valutazione del rischio alluvioni in uno scenario climatico futuro

Lo sviluppo di un piano locale di adattamento al cambiamento climatico prevede prima di tutto l'analisi della condizione climatica (presente e futura) del territorio. Tale analisi è presentata, nell'ambito del progetto ADAPT, nel prodotto **Profilo Climatico Locale (PCL)**. Il PCL rappresenta lo strumento principale per l'analisi della variabilità climatica e del cambiamento climatico e il conseguente sviluppo, in maniera adeguata, delle misure di adattamento per la città. Il PCL consiste nell'analisi climatica sia osservata che attesa, mediante l'utilizzo di scenari climatici futuri, su scala regionale e fino a quella locale. Le variabili climatiche analizzate tendono a restituire un quadro esaustivo della climatologia presente e futura dell'area e, grazie all'utilizzo di specifici indicatori, sulle principali criticità a cui l'area può essere soggetta (fenomeni di dissesto geo-idrologico, ondate di calore, scarsità idrica, incendi) che si basano essenzialmente sugli andamenti sia medi che estremi di temperatura e precipitazione.

Metodologie per la valutazione del rischio e della sua variazione per effetto dei Cambiamenti Climatici

L'analisi e l'individuazione di strategie di adattamento per fronteggiare gli impatti del cambiamento climatico prevede, oltre alla caratterizzazione climatica, l'analisi di altre caratteristiche territoriali che consentano di valutare la vulnerabilità e la propensione al rischio del territorio. La scelta delle più opportune strategie di adattamento deve infatti essere basata sulla vulnerabilità e rischi individuati. I concetti di vulnerabilità e rischio sono spesso utilizzati con interpretazioni e significati differenti e nel tempo hanno subito un'evoluzione come riportato

nei diversi rapporti del Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (*Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC).

Negli ultimi anni, diversi lavori scientifici e regolamentazioni (EEA, 2017a) hanno evidenziato la necessità di mettere a sistema e rendere organici gli strumenti attualmente predisposti per la mitigazione dei rischi (tra cui quelli meteo-indotti) e l'adattamento ai cambiamenti climatici. Il tema dell'adattamento, infatti, prevede numerose forme di sovrapposizione su diverse delle fasi del quadro di riferimento usualmente adottato per la gestione del rischio (*prevention, preparedness, response, recovery*). In tal senso, è esemplificativo il caso del principio “*Build Back Better*” (Priority 4 del Sendai Framework) (UN, 2015) secondo il quale la fase di ripristino post evento debba rappresentare la fase cruciale per incrementare la resilienza di manufatti e *assets* precedentemente colpiti da fenomeni di dissesto. In tal senso, la valutazione dei potenziali effetti dei cambiamenti climatici sulle azioni di progetto rappresenta senza dubbio una delle priorità da perseguire.

Esistono numerose metodologie per la valutazione delle diverse componenti che concorrono alla valutazione del rischio, che possono essere di tipo sia qualitativo che quantitativo e che si differenziano in funzione dei dati disponibili e del grado di complessità dei modelli utilizzati. In Appendice si fornisce una panoramica dei diversi approcci metodologici che si possono utilizzare per la valutazione di pericolosità, esposizione, vulnerabilità e rischio con specifico riferimento alle fenomenologie alluvionali in contesti urbani. Va sottolineato che le attività di valutazione che vengono descritte nel seguito vanno organizzate in base alla disponibilità e all'adeguatezza delle basi conoscitive disponibili secondo diversi livelli di approfondimento e quindi di confidenza che si possono differenziare in tre livelli:

- livello minimo: acquisizione delle conoscenze disponibili (PGRA, PAI, Studi di fattibilità), già in linea con i contenuti della Direttiva, o realizzazione di analisi speditive mediante utilizzo di metodi storico-inventariali e geomorfologici sulla base di conoscenze con modesto grado di attendibilità;
- livello medio: realizzazione di nuove analisi ed elaborazioni, anche a scopo di revisione e aggiornamento, delle conoscenze disponibili consistenti in analisi idrologico – idrauliche di tipo speditivo e analisi geomorfologiche basate su conoscenze aggiornate e con medio grado di attendibilità;
- livello massimo: acquisizione di nuove conoscenze e sviluppo di nuove analisi consistenti in analisi idrologico – idrauliche di tipo avanzato basate su conoscenze aggiornate e con alto grado di attendibilità.

Saranno le stesse amministrazioni a valutare la necessità di approfondimenti rispetto alle informazioni disponibili in funzione degli obiettivi da perseguire. Per quanto riguarda gli effetti

del cambiamento climatico, questi ultimi vanno considerati essenzialmente con riferimento alla mappatura della pericolosità e, di conseguenza, a quella del rischio. Non vi è invece un'influenza diretta sull'esposizione, la quale dipende prevalentemente dall'uso del suolo. A tal proposito, per una corretta analisi futura del rischio è auspicabile la considerazione di scenari evolutivi dei beni esposti, che potrebbero determinare un aumento del rischio in caso di alluvione ma che non dipendono direttamente dagli effetti del cambiamento climatico, bensì da altri fattori quali la pianificazione urbanistica e le direttrici di espansione dei contesti urbani. Discorso diverso vale per la vulnerabilità e per il danno potenziale, qualora questi vengano valutati attraverso metodologie quantitative rigorose, quali ad esempio le curve di fragilità. Tali metodologie, infatti, tengono conto di parametri di intensità del fenomeno, come il valore del tirante idrico, che potrebbero subire modifiche per effetto dei cambiamenti climatici, con conseguente necessità di aggiornamento nella valutazione di vulnerabilità e danno.

Definizione delle informazioni necessarie per le analisi di rischio in un contesto di cambiamento climatico

Strategie efficaci per la riduzione del rischio e per l'adattamento devono basarsi sull'identificazione e la stima dei pericoli e sulla valutazione delle condizioni di esposizione e vulnerabilità dei sistemi naturali e umani, considerandone le interazioni. Al fine di determinare la vulnerabilità di un territorio per un determinato rischio è quindi fondamentale caratterizzare il contesto ambientale e socio-economico del territorio in cui una determinata variazione del clima, e quindi determinate condizioni di pericolosità, andranno a ripercuotersi, mettendo in luce sia le minacce sia le opportunità che i cambiamenti climatici determineranno nei prossimi anni.

L'analisi del contesto ambientale e socio-economico mira a definire l'esposizione, la vulnerabilità e la capacità di adattamento di un territorio, che si riflettono poi nelle sue caratteristiche in termini di impatto e di capacità di resilienza ad un determinato stress esogeno, e rappresenta la base fondamentale per la successiva valutazione e definizione della vulnerabilità e del rischio. Tale analisi rappresenta quindi uno strumento fondamentale per mettere in evidenza le criticità di un territorio e le interrelazioni fra componente ambientale in senso stretto, attività economiche e caratteristiche sociali.

L'analisi territoriale dovrà prevedere la raccolta di una serie di informazioni al livello più elevato di dettaglio disponibile e per il contesto territoriale comunale. Le principali informazioni che ogni comune dovrà raccogliere, compatibilmente con la disponibilità di dati e risorse, sono divise per categoria e riassunte nella Tabella 1.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Tabella 1. Informazioni utili all'analisi territoriale

Caratterizzazione della condizione corrente e futura	<ul style="list-style-type: none"> - Modelli digitali di elevazione - Inventario dei dissesti (occorrenza, posizione e dati associati; numero di vittime, feriti, beni danneggiati) - Aree a rischio esondazione e allagamento sotto diversi scenari di riferimento come definiti dai Piani di Assetto; aree di attenzione - Piani di Protezione Civile - Reticolo idrografico - Copertura ed uso del suolo - Curve di probabilità pluviometrica - Aree sottoposte a tutela - Distribuzione del verde urbano e rete ecologica locale - Serie temporali complete o sintetiche relative alle variabili atmosferiche di interesse per la caratterizzazione dei fenomeni alluvionali
Input per la modellistica idrologica e/o idraulica	<ul style="list-style-type: none"> - Reticolo idrografico e/o rete di drenaggio - Proprietà idrauliche della copertura del suolo - Modelli digitali di elevazione - Curve di probabilità pluviometrica - Serie temporali complete o sintetiche relative alle variabili atmosferiche di interesse per la caratterizzazione dei fenomeni alluvionali
Socio-economici	<ul style="list-style-type: none"> - Popolazione e densità territoriale - Categorie di popolazione più vulnerabile - Livello di istruzione - Economia (reddito pro-capite, settori produttivi)
Infrastrutturali	<ul style="list-style-type: none"> - Canali artificiali - Reti di trasporto - Reti dei sottoservizi
Urbanistici	<ul style="list-style-type: none"> - Carte tecniche comunali - Database geo-topografico - Analisi della struttura urbana
Pianificatori	<ul style="list-style-type: none"> - Pianificazione paesaggistica - Pianificazione urbanistica - Piani di gestione del rischio di alluvioni - Piani di utilizzo del litorale - Altre pianificazioni di settore
Altro	<ul style="list-style-type: none"> - Strumenti di Monitoraggio - Sistema di allerta

Si fa presente che la precedente elencazione non è esaustiva (ulteriori informazioni potranno essere aggiunte ad integrazione delle precedenti) né strettamente vincolante, in quanto alcune informazioni possono essere sostituite con altre qualora in possesso di altri dati simili disponibili. Tali informazioni potranno essere, da una parte, descritte per delineare contesto

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

ambientale e socio-economico e, dall'altra, utilizzate per popolare uno specifico set di indicatori a supporto della valutazione del rischio associato ai cambiamenti climatici per fenomeni alluvionali.

Influenza dei Cambiamenti Climatici sulla pericolosità da alluvione

Le recenti evidenze scientifiche dimostrano che, ai fini della valutazione della pericolosità da alluvione, i cambiamenti climatici hanno un'influenza sul regime delle precipitazioni non univoca sul territorio italiano. Un'analisi pionieristica di 40 lunghe serie di pioggia giornaliera in Italia è stata condotta da Brunetti et al. (2000; 2004), su stazioni distribuite su tutto il territorio italiano. I risultati hanno messo in luce che le precipitazioni totali sono diminuite al sud mentre non sono significativamente variate al nord. Gli eventi estremi di precipitazione sembrano essere aumentati in tutta Italia, in accordo quindi all'analisi estesa a tutto l'emisfero nord e coerentemente con l'incremento atteso nelle temperature e l'associato aumento della capacità di ritenzione idrica dell'atmosfera (Trenberth, 2011). Questo comportamento è più evidente nell'area settentrionale della penisola, mentre, per l'Italia meridionale, dove la diminuzione del numero di giorni piovosi è più sensibile, non si notano significative variazioni negli eventi più intensi. Le analisi sono state tuttavia condotte su un numero ridotto di stazioni ed appare quindi urgente effettuare approfondimenti, sulla base di informazioni più estese.

Per quanto detto, e in coerenza con il Profilo Climatico Locale, il cambiamento climatico potrebbe tradursi alle nostre latitudini in una variazione in frequenza degli eventi estremi, con una diminuzione del numero di giorni piovosi e una diminuzione del periodo di ritorno degli eventi di elevata magnitudo. In tal senso, dunque, il cambiamento climatico influisce in particolar modo sul fattore di pericolosità, rappresentativo della probabilità di accadimento degli eventi estremi. L'entità di una eventuale variazione di pericolosità indotta dai cambiamenti climatici, tuttavia, non è di facile valutazione alla scala urbana. In dipendenza del livello di dettaglio dell'analisi, nonché della quantità di informazione a disposizione, possono essere concepiti diversi approcci per una stima quali/quantitativa. In particolare, all'aumentare del livello di complessità e dell'onere computazionale, si possono riconoscere tre diverse metodologie:

1. L'utilizzo di valutazioni semplificate basate sulle variazioni attese per effetto dei cambiamenti climatici in indicatori atmosferici assunti come *proxy* dei fenomeni alluvionali;
2. La valutazione di nuove leggi di pioggia o "curve IDF" (Intensità - Durata - Frequenza) che quantifichino l'influenza del cambiamento climatico sul regime pluviometrico dell'area oggetto di interesse;



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



3. L'utilizzo di modelli statistici o fisicamente basati, che riescano a riprodurre, attraverso un'opportuna modellazione, la propagazione degli effetti del cambiamento climatico sui fenomeni alluvionali nelle zone interessate.

Approcci semplificati

I cambiamenti climatici sono per loro natura latori di una serie di impatti sul territorio altamente variegata, spaziando dall'incremento delle ondate di calore ad una marcata intensificazione del ciclo idrologico. Infatti, oltre all'inevitabile crescita della domanda evaporativa atmosferica, essi potrebbero comportare un incremento della capacità di ritenzione atmosferica e conseguente variazione dei pattern di precipitazione, con una riduzione del numero di eventi di pioggia ma maggiore probabilità di occorrenza di eventi intensi (Rianna et al., 2016). Di conseguenza, la presenza e l'entità dei cambiamenti climatici possono essere efficacemente rappresentate da indicatori o *proxy*, come ad esempio la precipitazione giornaliera attesa in un determinato scenario di cambiamento climatico, oppure valori di riferimento della temperatura o di altre grandezze significative. L'utilizzo di *proxy* può fornire, in mancanza o in previsione di analisi di maggior dettaglio, informazioni preliminari circa il cambiamento climatico atteso (ad esempio aumento o diminuzione della pioggia giornaliera), e, qualora il *proxy* sia distribuito spazialmente, attraverso tecniche di *map overlapping* è possibile ottenere anche l'indicazione delle aree maggiormente colpite da tale fenomeno o, di contro, quelle che ne sono influenzate in minor misura.

Per indicatore si intende un "parametro che fornisce informazioni circa una specifica condizione che non è direttamente misurabile" (GIZ, 2014). In generale, l'applicazione degli indicatori permette di utilizzare informazioni qualitative per confrontare soglie critiche o misure effettuate precedentemente. La scelta tra i possibili indicatori atti a rappresentare il cambiamento climatico andrà effettuata in base allo specifico contesto, tenendo conto di alcune caratteristiche fondamentali: (i) gli indicatori devono essere rappresentativi del fenomeno che vanno ad analizzare e devono essere facilmente interpretabili; (ii) devono essere attendibili da un punto di vista teorico e scientifico e (iii) devono essere misurabili (GIZ, 2014). Secondo il rapporto GIZ/WRI 2011, un buon indicatore deve possedere le seguenti caratteristiche:

- *Validità e rilevanza*, deve cioè rappresentare chiaramente il fattore che si vuole valutare;
- *Affidabilità e credibilità*, e permettere anche l'acquisizione del dato in futuro (elemento di fondamentale importanza nel processo di monitoraggio e valutazione);
- *Significato preciso*, cioè i portatori di interesse devono essere d'accordo su quello che l'indicatore va a misurare nel contesto della valutazione del rischio;
- *Direzione precisa*, cioè un aumento nel valore dell'indicatore deve essere, senza ambiguità, positivo o negativo in relazione con il fattore e componente del rischio;

- *Praticità e accessibilità*, privilegiando informazioni che derivano da fonti di dati accessibili;
- *Appropriatezza* in termini spaziali e temporali a seconda dell'obiettivo della valutazione del rischio.

Approccio IDF

La progettazione delle infrastrutture di drenaggio urbano si basa sulla scelta della “pioggia di progetto”, la cui altezza e periodo di ritorno sono tradizionalmente stimati considerando i massimi storici di precipitazione giornalieri e sub-giornalieri, assumendo quindi valida l'ipotesi di stazionarietà statistica. In un clima che cambia, tale ipotesi potrebbe tuttavia non essere più sostenibile in quanto è probabile che i valori attesi di intensità, frequenza e volume delle precipitazioni estreme aumentino. Di conseguenza, al fine di progettare sia nuove infrastrutture sia interventi di adeguamento dei sistemi esistenti, si pone il problema di aggiornare le attuali piogge di progetto considerando il potenziale effetto dei cambiamenti climatici.

Le leggi di pioggia sono il risultato di una modellazione di tipo statistico dei dati storici di pioggia estrema, espresse in termini di curve Intensità-Durata-Frequenza (IDF). Per un dato tempo di ritorno (frequenza), esse restituiscono l'altezza di pioggia (in alternativa l'intensità) al variare della durata. L'aggiornamento delle curve IDF può essere realizzato considerando i massimi storici di precipitazione giornalieri e sub-giornalieri [a] e gli analoghi dati giornalieri forniti dalle proiezioni climatiche sul periodo di controllo [b] e su periodi futuri [c]. La relazione statistica che si instaura tra [a] e [b] rappresenta un *downscaling* spaziale, quella che si instaura tra [b] e [c] un *downscaling* temporale. A titolo d'esempio la Figura 2 mostra la variazione dell'altezza di pioggia al variare della durata per un tempo di ritorno di 10 anni per la stazione di Napoli Servizio Idrografico. L'orizzonte temporale è l'ultimo trentennio del XXI secolo. Le proiezioni considerano un futuro andamento delle concentrazioni dei gas climalteranti intermedio (RCP4.5) o maggiormente pessimistico ma “business as usual” (RCP8.5). Per maggiori dettagli sugli scenari, si rimanda a Meinhausen et al. (2011). Al fine di un'adeguata caratterizzazione dell'incertezza, in tal caso, sono state utilizzate numerose proiezioni climatiche sotto i due diversi scenari così come fornite dall'iniziativa CORDEX (www.euro-cordex.org) sull'Europa. Per tale motivo, le aree campite in Figura 2 identificano le proiezioni sotto i due scenari di concentrazione mentre le linee spesse, il relativo valore mediano. Si nota in particolare un potenziale incremento di altezza di pioggia in futuro rispetto alla condizione attuale; tale aumento è principalmente regolato dalla severità dello scenario climatico considerato.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

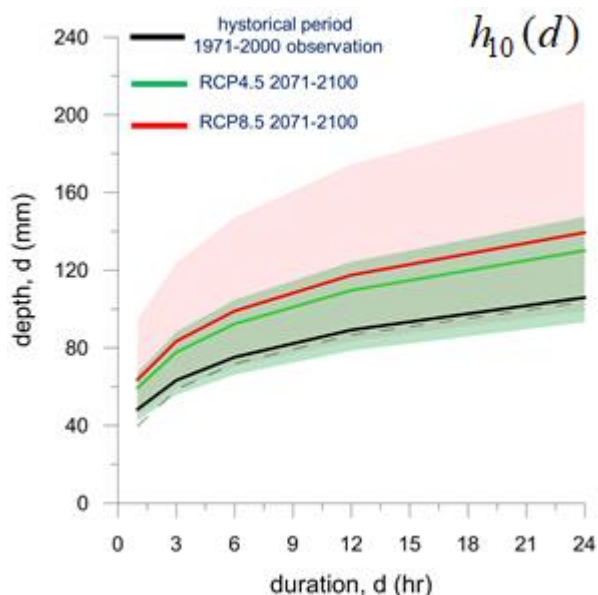


Figura 2. Relazione tra altezza di pioggia e durata per $T=10$ anni (Mercogliano & Rianna, 2017)

Approccio di dettaglio

Le proiezioni climatiche relative ai valori di precipitazione o altre variabili atmosferiche che regolino l'interazione suolo-atmosfera possono rappresentare l'input di una modellazione di dettaglio a diverse scale spaziali. Ad esempio, alla scala di bacino (pertanto non di competenza di un Comune), esse possono fornire l'input di una modellazione afflussi – deflussi, il cui output consente di effettuare una valutazione delle anomalie climatiche in termini di portate massime o idrogrammi di piena nei corsi d'acqua (Vezzoli et al., 2016). Tali dati possono a loro volta rappresentare gli input di un modello di dettaglio di tipo idraulico. La risoluzione delle equazioni che descrivono il moto delle correnti a pelo libero, possibile attraverso l'impiego di software di modellazione idraulica, consente di determinare le caratteristiche di esondabilità di un alveo o canale, con riferimento ad uno scenario caratterizzato da un tempo di ritorno prestabilito. L'entità delle aree inondabili può essere invece stimata attraverso il confronto delle caratteristiche del deflusso (ad esempio il tirante di piena) con il territorio circostante, attraverso l'uso di *Digital Terrain Models*. È bene altresì ricordare che alcune debolezze ampiamente riconosciute in letteratura nella capacità di riprodurre adeguatamente i pattern atmosferici da parte dei modelli climatici fisicamente basati richiede che gli output di tali modelli siano trattati tramite opportune tecniche statistiche (*bias-correction approaches*) prima di poter essere assunti come input ai modelli d'impatto (Maraun & Widmann, 2018)

Tali considerazioni sono alla base di un possibile aggiornamento delle mappe di pericolosità idraulica, auspicabile in futuro, relativamente alla componente di esondazione dei corpi idrici superficiali, dove l'entità della precipitazione partecipa direttamente alla perimetrazione delle aree inondabili. Per quanto riguarda le altre componenti (flussi iperconcentrati, mareggiate e

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

soprattutto le reti di drenaggio superficiale e/o artificiale), le curve IDF possono comunque consentire di risolvere la modellazione idraulica. In questo caso, tuttavia, tale operazione si ipotizza essere più complessa a causa della scarsità di dati riguardanti il drenaggio urbano, e la modellazione fisica delle reti di drenaggio (ed in particolare della fognatura) appare particolarmente onerosa dal punto di vista sia della disponibilità di dati sia dell'onere computazionale.

Fase 3: Definizione delle azioni di adattamento ai fenomeni alluvionali

Un Piano d'Azione Locale individua e descrive, in relazione a ciascuna delle criticità individuate dal Profilo Climatico Locale e dall'analisi di vulnerabilità, le principali linee d'azione (di adattamento) con cui il Comune intende "adattarsi" ai cambiamenti indotti dal mutarsi del clima fronteggiandone le criticità. Le **specifiche e concrete azioni** dovranno rispondere ad **obiettivi specifici e misurabili** i quali, a loro volta, discenderanno da **obiettivi strategici** più generali.

Il Piano d'Azione Locale può allinearsi agli obiettivi strategici di un documento strategico di scala locale o regionale (qualora esista) oppure agli obiettivi della Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC) (MATTM, 2014) e del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC) (MATTM, 2017) che discende dalla SNAC. In figura e sono indicati alcuni "obiettivi strategici di adattamento" che possono essere presi come riferimento dal Piano d'Azione Locale. Il loro principio di fondo è da un lato minimizzare i rischi derivanti dai cambiamenti climatici e dall'altro permettere al territorio di sfruttare eventuali opportunità derivanti da tali cambiamenti.

Questa armonizzazione e allineamento dei principi strategici con quelli di piani e strategie preesistenti è utile soprattutto nel caso del rischio alluvioni, dove la dimensione fisica del fenomeno rende sovente necessario guardare oltre i limiti amministrativi della città.



Figura 3. Schema generale dei Goal di Adattamento (elaborazione FLA, Fondazione Lombardia per l'Ambiente nell'ambito del Progetto LIFE Master-Adapt).

In relazione al caso specifico del rischio alluvioni e di allagamento, riferendosi con questa distinzione rispettivamente al tema delle alluvioni dei corsi d'acqua tipici degli ambienti di pianura o dei bacini montani e a quello dell'inefficienza idraulica delle reti artificiali urbane per il collettamento e lo smaltimento delle acque meteoriche, è possibile distinguere i seguenti n. 3 obiettivi specifici di intervento:

- aumentare la resilienza della comunità locale (popolazione, enti, aziende, stakeholder, etc.);
- aumentare la resilienza dei beni a rischio (infrastrutture, patrimonio culturale, etc.);
- migliorare la risposta idrologica e idraulica del territorio/città (misure progettuali e pianificatorie).

Ovviamente, la definizione degli obiettivi e successivamente delle azioni deve essere strettamente focalizzata sulle esigenze locali, poiché è a livello locale che gli impatti legati al clima, e conseguentemente i benefici delle azioni di adattamento, sono direttamente e principalmente percepiti.

Seguendo quanto riportato nella SNAC (MATTM, 2014) e nel PNACC (MATTM, 2017), le principali azioni di adattamento possono essere classificate nel seguente modo:

- *soft* o non infrastrutturali;
- *grey* o infrastrutturali;
- *green* o basate su un approccio eco-sistemico.

Le azioni *soft* sono tutte quelle che non richiedono interventi strutturali e materiali diretti, ma che contribuiscono ad aumentare la capacità adattiva di un territorio attraverso la divulgazione di maggiore conoscenza o lo sviluppo di un contesto organizzativo, istituzionale e legislativo favorevole. Le azioni *grey* o *green*, hanno invece entrambe una componente di materialità e di intervento strutturale. Le azioni Green propongono soluzioni basate sull'utilizzo o sulla gestione sostenibile dei "servizi" naturali del territorio, inclusi quelli ecosistemici, che possano aiutare a ridurre gli impatti dei cambiamenti climatici (Nature Based Solutions). Le azioni Grey, invece propongono il miglioramento e/o l'adeguamento di impianti e infrastrutture per i rischi connessi al dissesto geologico e/o idraulico, e possono di fatto agire direttamente su impianti e infrastrutture o indirettamente su materiali, tecnologie, o reti.

In Tabella 2 è fornita un'indicazione di massima delle possibili azioni di adattamento (macroscopicamente definite) suddivise per obiettivo strategico e per tipologia.

Tabella 2. Classi di azioni di adattamento suddivise per tipologia e obiettivo strategico

OBIETTIVI SPECIFICI	Azioni <i>soft</i>	Azioni <i>grey</i>	Azioni <i>green</i>
Resilienza della comunità	Azioni nel campo della formazione e dell'informazione, nel campo della <i>governance</i> e della gestione dell'emergenza, etc.	Monitoraggio e allertamento	
Resilienza dei beni		Monitoraggio e allertamento, adeguamento strutturale	
Risposta idrologica e idraulica del territorio/città		Adeguamento strutturale	Buone pratiche nel settore del <i>greening</i> urbano e della gestione delle acque

Il coinvolgimento dei diversi *stakeholder* (enti gestori, autorità, etc.) locali è essenziale in questa fase per la scelta dei criteri e dei pesi da utilizzare per l'identificazione di azioni prioritarie e per la definizione di un percorso di adattamento condiviso e di successo.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Come riportato nel PNACC (MATTM, 2017), diversi criteri possono essere utilizzati per la valutazione delle azioni di adattamento. I criteri proposti nel PNACC sono una elaborazione di Flörke et al. (2011) e consistono in:

- *efficacia*: il criterio è volto a valutare quanto l'azione sia in grado di raggiungere lo scopo per il quale è stata implementata, cioè, in termini generici, di ridurre gli impatti negativi del cambiamento climatico;
- *efficienza economica*: il criterio categorizza le azioni in base alla loro capacità di raggiungere l'obiettivo stabilito, cioè la riduzione degli impatti negativi dei cambiamenti climatici ai costi minori; in altri termini la categorizzazione avviene in base al rapporto costi/efficacia delle diverse azioni;
- *effetti di secondo ordine*: il criterio è volto a valutare tutti gli effetti che derivano dall'attuazione delle azioni di adattamento ma che non ne costituiscono il fine principale ed esplicito. Gli effetti di secondo ordine possono essere sia positivi che negativi;
- *performance in presenza di incertezza*: questo criterio valuta quanto una specifica azione possa essere applicabile in una pluralità di condizioni climatiche e socioeconomiche possibili e valuta la sua robustezza e flessibilità;
- *considerazioni per l'implementazione politica*: la scelta di un'azione di adattamento dipende non solo dalla tipologia dell'azione ma anche dal quadro di riferimento normativo, economico e sociale nell'ambito del quale l'azione si inserisce. Il criterio quindi valuta la percorribilità istituzionale e sociale, la multidimensionalità e l'urgenza dell'azione.

I comuni possono valutare se utilizzare tutti o solo alcuni di questi criteri, tenendo conto delle diverse finalità. L'applicazione di questi criteri per la scelta delle azioni prioritarie deve essere basata su un processo partecipato attraverso un percorso "iterativo", che integri valutazioni esperte con indicazioni derivanti da momenti di confronto e discussione, mirato ad una definizione condivisa delle azioni di adattamento da intraprendere.

Azioni nel campo dell'informazione, dello sviluppo di processi organizzativi e partecipativi

Tra le azioni volte soprattutto al miglioramento delle capacità adattive della comunità intesa nella sua accezione più generale, ci sono le attività formative e divulgative:

- attività di comunicazione, disseminazione e *networking* col fine di informare e formare i cittadini sui temi del rischio e dell'adattamento agli effetti indotti dai cambiamenti climatici;
- attività di comunicazione e disseminazione per accrescere la consapevolezza delle autorità locali e degli attori socio-economici sui rischi connessi ai cambiamenti

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



climatici nel territorio comunale, motivandoli verso l'adozione di comportamenti più attenti all'ambiente e alla gestione responsabile delle risorse idriche;

- realizzare un sistema informativo che integri dati ambientali e sociali, in grado di produrre nuove informazioni sui rischi e sulle migliori strategie per affrontarli;
- condividere progressivamente con l'attuazione del Piano di adattamento i risultati delle azioni, promuovendone la diffusione e lo scambio del *know-how* acquisito.

Una maggiore consapevolezza della comunità intera su quelli che sono i rischi attuali è un presupposto imprescindibile per una corretta pianificazione dell'adattamento agli scenari di cambiamento futuri.

Azioni nel campo della *governance*

Il Piano di adattamento dovrà prevedere possibilmente e coerentemente con i piani di sviluppo territoriale vigenti anche un adeguamento degli strumenti di pianificazione e trasformazione del territorio comunale. Tra gli strumenti su cui potrà essere necessaria una verifica ed eventualmente una modifica più o meno sostanziale ci sono:

- strumenti di pianificazione urbanistica locale (PUC, PRG, etc.);
- regolamento edilizio comunale;
- regolamento del verde pubblico e privato;
- regolamenti/linee guida per la progettazione/realizzazione di opere di urbanizzazione;
- piani di gestione forestale (e.g. per i comuni montani e montano/costieri);
- piano di protezione civile.

L'identificazione e la scelta delle azioni a scala locale dovrà essere **frutto di discussione e condivisione con tutti gli attori e portatori di interessi locali** (enti, società civile, imprese). Sarà necessario distinguere per quanto pocanzi introdotto (i.e. dimensione fisica del fenomeno) gli ambiti d'azione di stretta competenza del Comune da quelli per i quali il ruolo del Comune è soltanto marginale/sussidiario e da quelli di assoluta competenza esterna (e.g. Autorità di distretto idrografico). Risulterà inoltre fondamentale, per poter identificare e scegliere le azioni di adattamento più efficaci, definire un approccio metodologico che sia in accordo con le logiche di sviluppo del territorio. In questo modo si eviterà di pianificare azioni prescrittive, che possano avere un effetto concorrenziale o conflittuale con lo sviluppo politico e socio-economico locale, ma che anzi possano avere effetto positivo e sinergico.

Scopo del Piano di Adattamento sarà anche quello di valutare approfonditamente la necessità di rivedere parti del Piano di Protezione Civile comunale per **adeguare gli scenari d'evento e i relativi modelli di intervento ai rischi evidenziati nel profilo climatico locale**. É bene

evidenziare come i singoli responsabili delle funzioni di supporto che compongono il Centro Operativo Comunale (C.O.C.) abbiano il compito “in tempo di pace” di predisporre tutti gli elementi ed adottare tutte le iniziative necessarie per garantire la funzionalità e l’efficienza del C.O.C. in situazione di emergenza. Si palesa pertanto necessaria una interazione tra i responsabili dell’attuazione del Piano di adattamento con quelli delle diverse funzioni del C.O.C..

Con riferimento allo specifico problema idraulico dell’inefficienza della rete fognaria cittadina di rispondere adeguatamente al progressivo intensificarsi delle piogge, è auspicabile che il Piano di adattamento preveda che il Comune si doti di un **quadro conoscitivo chiaro dello stato corrente delle reti di scolo urbane** (sovente ne è noto soltanto il tracciato), e possibilmente di **strumenti informativi e modellistici** in grado di riprodurre criticità e difetti (già in atto o possibili a seguito di nuovi interventi). Ciò consentirebbe oltre ad una mirata e adeguata pianificazione degli interventi di trasformazione urbana e/o di potenziamento della rete di drenaggio/fognaria (per fronteggiare il già in atto inasprimento delle intensità di pioggia), la definizione di una scala di priorità, e dunque di una programmazione, necessaria soprattutto in un contesto di reperimento e allocazione delle risorse finanziarie.

É auspicabile un **adeguamento o la stesura ex novo di regolamenti e/o linee guida** fondate sui concetti di Invarianza Idrologica/Idrologica (qualora le Regioni già non lo impongano e i comuni non li abbiano già recepiti) e di Drenaggio Urbano Sostenibile, che regolamentino e indirizzino i nuovi interventi sul territorio comunale al fine di conseguire l’obiettivo di un buon livello di protezione idraulica e ambientale e garantire il corretto funzionamento delle reti di drenaggio urbana, ad esempio:

- definire criteri di dimensionamento e di verifica delle reti che tengano conto dell’incidenza del cambiamento climatico in corso (e.g. recependo in fase progettuale le curve di pioggia intensità/durata fornite dagli studi del Profilo Climatico Locale, integrandole con quelle eventualmente suggerite dalle normative vigenti regionali);
- adottare o aggiornare, sulla base delle informazioni inerenti il cambiamento climatico, norme di invarianza idraulica facilmente applicabili e controllabili per tutte le nuove edificazioni e infrastrutturazioni, nonché per interventi rilevanti di ristrutturazione;
- incentivare la realizzazione di sistemi/opere di compensazione idraulica (laminazione delle portate meteoriche per aree ed edifici pubblici, parcheggi, parchi verdi di nuova costruzione etc.);



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- integrare la flessibilità e la multifunzionalità dei diversi comparti urbani (individuati dal punto di vista idrologico) prevedendo ad esempio allagamenti temporanei controllati in zone idonee e non a rischio;
- garantire/migliorare/riqualificare aree naturali (esistenti o di trasformazione futura) per facilitare le funzioni idrologiche e idrauliche della città.

Relativamente agli aspetti appena elencati, è necessaria, in fase di pianificazione e scelta delle suddette azioni, una concertazione sinergica con gli uffici preposti al rilascio delle autorizzazioni di rito (e.g. Genio Civile, enti concessionari, etc.)

Monitoraggio e allertamento

Tra le possibili azioni volte al miglioramento della capacità adattiva della comunità vi è anche l'implementazione di **sistemi di monitoraggio strumentale** (quali ad esempio misuratori di livello) in corrispondenza delle sezioni/punti maggiormente critici individuati dal Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e/o dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e (generalmente) recepiti e/o integrati dal Piano di Protezione Civile comunale. Il monitoraggio servirà da supporto alle operazioni di presidio locale diversamente attivato in funzione dei livelli di allerta emanati dal Sistema di allertamento regionale per il rischio idrogeologico e idraulico. Tali sistemi saranno di ausilio alla struttura di protezione civile comunale nell'ottimizzare le procedure di attivazione/disattivazione delle fasi operative e nella predisposizione delle misure indicate dal Piano di Protezione Civile.

Adeguamento strutturale/Progettazione

È auspicabile che il Comune, nelle procedure di gara per l'affidamento dei servizi di progettazione e di appalto lavori, nella fattispecie per opere di difesa idraulica o infrastrutturali, dia ampio seguito a quanto indicato dalle *“Linee guida per le attività di programmazione e progettazione degli interventi per il contrasto del rischio idrogeologico”* in sviluppo nell'ambito della Struttura di Missione #ItaliaSicura della Presidenza del Consiglio e dal D.P.C.M. 28 maggio 2015, recante la disciplina per l'*“Individuazione dei criteri e delle modalità per stabilire le priorità di attribuzione delle risorse agli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico”*, definendo criteri/punteggi premianti per chi terrà in debito conto e con il miglior approccio di analisi/studio gli aspetti riguardanti la resilienza dell'opera dinanzi al cambiamento climatico. Seguono due stralci delle suddette linee guida:

“L'opera [...] è parte viva di un contesto spaziale e temporale che va conosciuto e analizzato: il rischio [...] deve essere appunto valutato negli scenari ante-operam e post-operam in modo da supportare il decisore attraverso l'analisi differenziale, qualitativa e quantitativa. Altresì ne vanno valutate le prestazioni per sollecitazioni al di fuori del punto

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*di progetto e la relativa **resilienza nei confronti di precipitazioni alterate per intensità e frequenza, dalla dinamica, ormai in atto, del clima***

e ancora:

“Il progettista viene così chiamato ad una visione ancor più integrata del territorio e delle strategie complessive della gestione del rischio residuo. Ad esempio la catena della previsione, preannuncio, monitoraggio e contrasto dell’evento, non è più collocata in un “mondo separato” da quello delle opere ma ne costituisce un elemento complementare e sinergico”.

Buone pratiche nel settore del *greening* e del drenaggio urbano

Il cambiamento del regime delle piogge, con la tendenza delle precipitazioni a concentrarsi in eventi meteorici più brevi e intensi è una delle conseguenze attribuibili al cambiamento climatico più importanti a cui sarà necessario adattarsi. Tale cambiamento è destinato a peggiorare gli effetti dell’urbanizzazione che, a causa dell’aumento delle superfici impermeabili, riduce l’evapotraspirazione e l’infiltrazione delle acque nel terreno aumentando, di contro, il ruscellamento superficiale. L’effetto è il sovraccarico delle fognature, con rischi di rigurgito e allagamenti. Inoltre, le acque di pioggia o quelle che sfiorano dagli scolmatori fognari delle reti miste sono una delle principali fonti di inquinamento di fiumi e laghi.

Negli ultimi 20 anni, si sono diffuse – a partire dagli Stati Uniti – nuove soluzioni, generalmente accomunate sotto il termine di **Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)** (sistemi di drenaggio urbano sostenibili). In sintesi, le principali finalità dei sistemi SUDS sono i seguenti:

- ridurre i volumi di *deflusso superficiale (run-off)* creando condizioni favorevoli all’infiltrazione nel terreno o all’accumulo delle acque durante gli eventi meteorici per restituirle gradualmente alla circolazione naturale;
- ridurre il carico inquinante veicolato dalle acque di pioggia, evitando l’afflusso in fogna e trattando con tecniche di depurazione naturale gli inquinanti contenuti nelle acque di *deflusso superficiale*.

Tra i SUDS si annoverano anche soluzioni per il riuso delle acque di pioggia per usi urbani non potabili (irrigazione, lavaggio strade, etc.). In Tabella 3 è fornita un’indicazione di massima delle possibili soluzioni SUDS con indicato l’ambito di possibile applicazione (Woods-Ballard et al., 2015).


Tabella 3. Alcune soluzioni di drenaggio urbano sostenibili (SUDS)

SUDS	Descrizione	Picco di run-off	Eventi non intensi	Eventi intensi	Qualità
Sistemi di raccolta delle acque meteoriche	Sistemi di raccolta delle acque di run-off lungo tetti e/o superfici pavimentate		X	X	
Tetti verdi	Spessori di terra rinverdita sui tetti con lo scopo di tardare e limitare il run-off		X		X
Sistemi filtranti	Sistemi di intercettazione del run-off e dispersione nel suolo	X	X	X	X
Sistemi di trattamento acque	Sistemi interrati per il trattamento delle acque di run-off (e.g. vasche di prima pioggia)				X
Strisce filtro	Aree inerbate con funzione di attenuazione del run-off e di favorire l'infiltrazione		X		
Dreni filtrati	Trincee superficiali riempite di materiale granulare grossolano con funzione di attenuazione e primo trattamento delle acque di run-off	X	X	X	X
Swales	Canali vegetati con funzione di collettamento e trattamento delle acque	X	X	X	X
Sistemi bio-detentivi	Avvallamenti naturali per il <i>ponding</i> temporaneo e la successiva filtrazione nel sottosuolo	X	X	X	X
Alberi	Sistemi di alberature con funzione di attenuazione del run-off	X	X		X
Pavimentazioni permeabili	Pavimentazioni per l'attenuazione del run-off e la filtrazione	X	X	X	X
Serbatoi di raccolta	Serbatoi di raccolta interrati per lo stoccaggio temporaneo dei volumi d'acqua e il rilascio controllato, l'infiltrazione o il riuso	X			



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Bacini di detenzione	Avvalermtni vegetati per lo stoccaggio dei volumi e la contestuale attenuazione del run-off	X	X		
Aree umide (fitodepurazione)	Aree umide artificiali naturalizzate con principali funzioni di trattamento dei volumi d'acqua	X			X

Fase 4: Implementazione delle azioni: identificazione dei responsabili dell'implementazione, definizione dei tempi e delle risorse da allocare

Ruoli e responsabilità

Una volta individuate, sulla base dell'analisi del contesto e del rischio, le azioni di adattamento, si deve procedere alla loro implementazione. Il responsabile del Piano d'Azione Locale dovrà quindi individuare, tra tutti gli attori coinvolti, coloro che dovranno farsi carico dell'implementazione vera e propria della singola azione o di un gruppo di azioni.

Le forme di gestione di ogni azione dipenderanno dalla natura dell'azione stessa. Esistono tuttavia alcuni aspetti fondamentali e generali che devono caratterizzare ogni forma di *governance*:

- individuazione di uno o più enti responsabili dell'azione o di un gruppo di azioni (CHI);
- definizione dell'orizzonte temporale per il completamento dell'azione (QUANDO);
- definizione delle risorse disponibili (QUANTO).

I responsabili dell'azione saranno chiamati, insieme al responsabile del Piano d'Azione Locale, ad implementare anche un sistema di Monitoraggio, Reporting e Valutazione (MRV – si veda il successivo paragrafo). Essi dovranno quindi selezionare gli indicatori, assicurarne il monitoraggio e produrre dei rapporti periodici. Il monitoraggio costante delle azioni servirà come base per l'aggiornamento costante del Piano d'Azione Locale. La complessità nell'attribuzione dei ruoli e delle responsabilità dipenderà dalla complessità delle singole azioni e dal numero di enti coinvolti dalle decisioni. In ogni caso è di fondamentale importanza assegnare una responsabilità specifica interna al Comune.

Il responsabile dell'azione ha a sua disposizione alcuni strumenti per portare avanti la propria misura. Le Linee guida per lo sviluppo delle strategie di adattamento (EC, 2013) identificano cinque tipologie di strumenti:

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- Strumenti legislativi quali leggi, regolamenti, decreti, etc. Essi sono indicati per definire standard qualitativi o per la gestione di situazioni emergenziali, ma poco flessibili e politicamente rischiosi;
- Strumenti economici come tasse, incentivi, donazioni, prestiti agevolati etc. Essi sono ideali per incentivare l'innovazione di mercato, ma possono rappresentare un forte costo in caso di incentivi o un rischio di impopolarità in caso di tasse;
- Strumenti informativi come campagne, eventi, studi, etc. Ideali per la sensibilizzazione della popolazione o di specifiche categorie di attori, ma abbastanza inefficaci nella risoluzione di problemi concreti;
- Strumenti di partenariato come accordi su base volontaria tra aziende, partnership di progetto etc. Indicati per aggregare le risorse di più soggetti, ma particolarmente complessi da gestire;
- Strumenti ibridi quali programmi completi. Essi possono combinare diversi strumenti e far fronte all'adattamento in maniera sistemica, ma richiedono la cooperazione di molti attori e l'implementazione è dunque complessa.

La scelta dello strumento più appropriato dipende sia dall'ente responsabile dell'azione, sia dalla natura dell'azione stessa. Ad esempio, un'azione particolarmente complessa potrebbe richiedere uno strumento ibrido e il coordinamento di più enti nel processo decisionale, mentre uno strumento legislativo sarà solo nelle disponibilità di un'autorità pubblica.

Tutte queste variabili concorrono a plasmare differenti modalità di gestione delle azioni con processi decisionali di differente complessità. Di seguito, si propone una serie non esaustiva di casi ricorrenti, ordinati per complessità crescente.

Piccoli investimenti circoscritti a livello locale. In questo caso la *governance* è relativamente semplice e non necessita di particolari strutture gestionali, e potrà essere condotta seguendo le usuali procedure di progettazione e appalto. Le autorità responsabili possono essere facilmente individuate e le risorse attribuite in base ad un cronoprogramma specifico.

Integrazione dell'adattamento in piani e regolamenti già esistenti. Al fine di evitare la sovrapposizione tra piani autonomi di adattamento e gli altri piani già esistenti a livello settoriale e/o geografico (es. piano dei trasporti, piani di tutela, piani urbani etc.), si può ricorrere all'integrazione degli aspetti climatici e adattivi nella pianificazione settoriale, mediante una forma di Valutazione Ambientale Strategica (VAS – disciplinata dal D. Lgs. 152/2006 e sue successive modifiche ed integrazioni), da adottare durante la modifica o la nuova approvazione di piani settoriali. In questo caso la struttura di *governance* ricalcherà le forme di quella necessaria all'approvazione del piano.

Coordinamento orizzontale o verticale con altri enti. Nel caso di una *governance* complessa le amministrazioni devono dotarsi di uno strumento specifico per la gestione. Un modello già presente per la tematica in oggetto è quello delle “Cabine di Regia”, previsto dalle Autorità di Bacino Distrettuale. Una forma di *governance* del tipo “cabina di regia” dovrà dotarsi di uno strumento che ne definisca chiaramente competenze, responsabilità e risorse dal punto di vista amministrativo al fine di evitare di ridurre la cabina di regia ad un organo meramente consultivo o di indirizzo.

Governance pubblico-privata. Nella gestione di risorse sensibili ai cambiamenti climatici possono essere coinvolti anche attori privati o dallo statuto ibrido. Nella gestione della risorsa idrica, un ruolo di particolare rilevanza è rivestito dalle *utilities*, spesso aziende a partecipazione pubblica chiamate ad operare con criteri di efficienza di mercato. Investimenti gestiti da tali attori potranno dover adottare una struttura di *project financing* che distribuisca il rischio e garantisca un ragionevole ritorno sull’investimento.

Principali fonti finanziarie

Il presente paragrafo non vuole costituire una disamina delle voci di bilancio della pubblica amministrazione potenzialmente interessate dagli interventi scelti. Esso costituisce invece una raccolta di informazioni riguardo a potenziali fonti per il finanziamento di azioni di adattamento, di seguito distinte in tre principali categorie (EEA, 2017b):

- *Fonti governative.* Per lo più finanziamenti a fondo perduto dai budget di autorità Europee, nazionali, regionali e locali.
- *Mercato finanziario.* Prodotti finanziari offerti da banche o altre istituzioni finanziarie quali prestiti o garanzie.
- *Soggetti privati.* Fondazioni, investitori immobiliari o semplici cittadini che possono investire nell’adattamento tramite i cosiddetti green bonds o iniziative di *crowdfunding*.

Tali fonti di finanziamento non sono esclusive e i Comuni possono combinarle, attingendo da più livelli governativi o anche da fonti private contemporaneamente

Una prima considerazione riguardo le risorse finanziarie per l’adattamento è che idealmente tali investimenti saranno integrati nelle normali voci di spesa delle politiche pubbliche: il cosiddetto **mainstreaming**. Questo è chiaramente il caso in cui si proceda all’integrazione del tema climatico in un piano già esistente che quindi attingerà dalle risorse normalmente nelle disponibilità degli enti locali o dai fondi previsti, a livello europeo, nazionale o regionale per sostenere lo specifico caso di pianificazione.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



A titolo indicativo, si ricordano di seguito una serie di fondi europei, nazionali o regionali a cui le amministrazioni comunali o altri enti pubblici possono accedere per presentare proposte di investimento nel quadro del programma europeo di finanziamento 2014-2020 (cui ormai da anni governi e regioni si allineano co-finanziando con risorse proprie e adottandone le priorità): Per l'adattamento delle infrastrutture di trasporto, energetiche ed idriche:

- Meccanismo per Collegare l'Europa,
- i capitoli di spesa sulle infrastrutture del Fondo Coesione e Sviluppo,
- il PON Città Metropolitane e il PON Infrastrutture e Reti,
- i Patti per il Sud,
- i POR.

per l'innovazione tecnologica per l'adattamento (sebbene di minore interesse per gli enti locali):

- il programma Orizzonte 2020,
- i PON Ricerca e Sviluppo,
- i POR.

Va segnalato peraltro che, in molti casi, l'allocazione di questi fondi procede su base competitiva e dunque con attribuzione incerta, sottoposta alla condizione di uno sforzo particolare per la presentazione di proposte qualitativamente eccellenti.

Per specifici interventi di adattamento ai cambiamenti climatici, esistono anche fondi europei distribuiti sempre su base competitiva, cui gli enti locali possono ricorrere:

Programma Life+ 2014-2020. Esso prevede un sotto-programma specifico dedicato all'adattamento e non necessita di partenariati internazionali, ma predilige consorzi locali che, tuttavia, devono contribuire con un co-finanziamento (il programma copre tra il 50% e il 60% dei costi di progetto).

Programmi di Cooperazione Territoriale Europea. Tra le priorità dei diversi programmi di cooperazione come gli Interreg finanziati dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) è spesso presente la priorità di adattamento. In questi casi sono necessari partenariati internazionali e non sono facilmente ammesse spese per infrastrutture, privilegiando invece iniziative di tipo leggero non-infrastrutturale. Tra questi programmi, ne esistono di specifici che dedicano risorse al tema delle politiche di adattamento o dell'adattamento urbano:

- *Interreg Europe.* Supporta gli enti pubblici responsabili di particolari politiche nell'implementazione delle stesse;
- *URBACT.* Supporta lo sviluppo di reti internazionali di città per la sperimentazione di progetti innovativi e lo scambio di esperienze;
- *Urban Innovation Action.* Mette a disposizione maggiori risorse per ogni progetto (rispetto agli altri programmi) per promuovere azioni pilota in aree urbane condotte da partenariati locali anche nel campo dell'adattamento.

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Un'altra fonte di possibile finanziamento per le pubbliche amministrazioni sono i prodotti presenti sul mercato finanziario. La Banca Europea per gli Investimenti (BEI) considera la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico tra le sue priorità di investimento e mette quindi a disposizione prodotti specifici per le pubbliche amministrazioni in tale settore quali prestiti o garanzie sugli investimenti. In questi casi i progetti vengono valutati e selezionati solo se bancabili e se presentano quindi solide caratteristiche tecniche, adeguate competenze gestionali, una forte domanda "sociale" o di mercato, potenziali ritorni sull'investimento e se ovviamente rispondono alle strategie di investimento dell'istituzione (EEA, 2017b). Per migliorare la qualità delle proposte di investimento delle pubbliche amministrazioni, la BEI offre programmi di supporto, sia tramite donazioni per la realizzazione di studi di fattibilità finanziaria (ad esempio il programma ELENA), sia tramite assistenza diretta (ad esempio con il programma per le città sostenibili FELICITY o il programma per grandi investimenti regionali JASPERS). I Comuni possono quindi ricorrervi per poter poi presentare progetti finanziariamente solidi e accedere ai finanziamenti. Di seguito un elenco non esaustivo dei fondi e dei prodotti della BEI che possono finanziare iniziative di adattamento:

- *EFSI – European Fund for Strategic Investments*. Il fondo accetta proposte di investimenti nei settori delle infrastrutture strategiche (energia, trasporti e telecomunicazioni), della ricerca e dell'energia (fonti rinnovabili ed efficienza energetica). Sia le autorità pubbliche sia le compagnie operanti in settori di interesse pubblico possono beneficiare di prestiti.
- *Natural Capital Financing Facility*. Si tratta di uno strumento finanziario per supportare progetti sull'adattamento ai cambiamenti climatici e di contrasto alla perdita di biodiversità, attraverso prestiti garantiti dall'Unione Europea.
- *JESSICA – Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas*. Il fondo investe in progetti pubblico-privati per lo sviluppo urbano sostenibile attraverso capitale proprio, prestiti o garanzie. In particolare, JESSICA supporta progetti nei campi delle infrastrutture (di trasporto, idriche, energetiche e dei rifiuti) e patrimonio edilizio (riqualificazione, promozione del patrimonio, efficienza energetica).
- *Municipal framework Loan*. La BEI offre prestiti espressamente sviluppati per pubblica amministrazione di livello locale e regionale (sebbene possano applicare anche enti privati).
- *PF4EE – Private Finance for Energy Efficiency*. Il PF4EE è un programma di sostegno agli investimenti nel campo dell'efficienza energetica. Non è quindi direttamente collegato all'adattamento in relazione al rischio alluvioni e supporta programmi di investimento attraverso garanzie, prestiti a lungo termine o semplici consulenze.

Analogamente a queste iniziative europee, in Italia anche la Cassa Depositi e Prestiti è attiva nell'offrire prodotti finanziari alle amministrazioni nazionali interessate ad investire per la resilienza ai cambiamenti climatici.

Un nuovo strumento di finanziamento è rappresentato dai cosiddetti *Green Bond*, ovvero obbligazioni emesse per finanziare investimenti sostenibili, in particolare nell'ambito della mitigazione e dell'adattamento ai cambiamenti climatici. Anche i Comuni possono emettere *Green Bond*, previa certificazione della natura sostenibile del progetto attraverso iniziative quali *Climate Bond Investment*. Il mercato dei *Green Bond* è attualmente in espansione e può essere una risorsa valida nell'ambito del finanziamento a debito.

Barriere ricorrenti

Data la complessità dell'adattamento, i responsabili dell'implementazione (e quindi di conseguenza il responsabile del Piano), possono trovarsi ad affrontare diverse barriere di carattere istituzionale, economico, politico, informativo e tecnico o una combinazione di queste tipologie. I responsabili dell'azione devono essere consapevoli di questi potenziali rischi e tenerli in considerazione nel processo decisione e di gestione. Di seguito, una serie di barriere ricorrenti nell'implementazione delle azioni di adattamento (Giordano et al., 2013).

- Mancanza di conoscenza scientifica a livello locale (informazioni inaffidabili/inadeguate per il supporto alla decisione);
- Limitata conoscenza del tema da parte della popolazione o limitato accesso alle informazioni;
- Scarsa capacità istituzionale degli enti coinvolti (pubblici o privati) nei processi di cambiamento delle abitudini e comportamenti;
- Mancanza di volontà politica e avvicendamento dei ruoli politici (un'autorità impegnata nell'adattamento può cambiare rappresentante politico e causare incertezza nel futuro dell'azione di adattamento);
- Gestione debole o mancanza di personale qualificato o con il necessario mandato;
- Limiti finanziari (riduzione di budget);
- Sovrapposizione di responsabilità tra istituzioni diverse;
- Difficoltà nella fase esecutiva;
- Mancanza di partecipazione nel processo decisionale;
- Scarsa dimostrazione scientifica del successo dell'azione di adattamento.

Fase 5: Monitoraggio, valutazione e reporting delle azioni

I processi di monitoraggio, reporting e valutazione (MRV) esaminano i progressi compiuti nell'attuazione di iniziative quali progetti locali o grandi programmi su un determinato arco di tempo. Nel caso delle azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, caratterizzate



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



normalmente da un lungo orizzonte temporale di riferimento, il monitoraggio rappresenta strumento necessario ed indispensabile per valutare se i cambiamenti desiderati sono stati raggiunti e se derivino dall'attuazione di una specifica politica o se invece da altre iniziative. La valutazione si focalizza sulla loro efficacia, mentre il reporting consiste nel documentare e comunicare i risultati derivanti da uno qualsiasi di questi due processi. Il MRV deve essere considerato come un sistema che prende le mosse da espliciti obiettivi, definisce apposite metodologie, un meccanismo di gestione e infine rende pubblici i risultati. I sistemi di MRV devono essere considerati e progettati come strumenti intrinsecamente flessibili e che prevedano un costante aggiornamento. A livello comunale, una buona base di riferimento è costituita dal sistema di MRV del Patto dei Sindaci. A tal proposito, Il nuovo modello PAESC (Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima), approvato nel 2018, prevede, nella sezione "Adattamento" un formato di facile compilazione (da aggiornarsi con cadenza biennale) per tenere traccia dei rischi e vulnerabilità individuate, per elencare tutte le azioni identificate, gli enti responsabili, i tempi e le risorse necessarie, nonché una serie di indicatori specifici per il monitoraggio e la produzione di un report automatico.

Il primo passo per la definizione del sistema di MRV è l'**identificazione degli obiettivi**. Essi devono poter essere misurati, monitorati e valutati. Devono inoltre essere esplicitati e condivisi dagli attori responsabili dell'azione e devono poter permettere la flessibilità di cui il sistema ha bisogno.

Il secondo passo è relativo alla scelta degli indicatori. Gli **indicatori quantitativi** sono tra gli strumenti più utilizzati e da ritenersi preferibili nei sistemi di MRV in quanto permettono di indicare, quantificare e semplificare informazioni complesse. Qualora un indicatore quantitativo non riuscisse a designare con precisione il fenomeno in oggetto, si può ricorrere ad **indicatori qualitativi**. La scelta degli indicatori deve riflettere le finalità e gli obiettivi del sistema MRV e deve essere effettuata in maniera trasparente e motivata sulla base di alcuni criteri quali ad esempio:

- la disponibilità e la continuità dei dati;
- l'esistenza di indicatori già sviluppati;
- la rilevanza;
- la rappresentatività;
- l'efficienza economica.

Gli indicatori considerati in un sistema MRV dovrebbero includere sia gli **indicatori di avanzamento** (che misurano il progresso dell'attuazione delle misure di adattamento), sia gli **indicatori di efficacia** (basati sui risultati degli interventi di adattamento). In particolare, gli indicatori di valutazione dell'efficacia dovrebbero essere in grado di esprimere quanto questa

si manifesti nelle politiche, nelle misure e nelle azioni valutate in termini di riduzione degli impatti dei cambiamenti climatici o della vulnerabilità, e/o dell'aumento della resilienza.

A titolo di esempio si propone un elenco di indicatori relativi ad azioni di contrasto al rischio alluvioni a diverse scale:

Tabella 4. Possibili indicatori per il monitoraggio e la valutazione delle azioni di adattamento (MATTM, 2017)

Settori PNACC	Indicatori di avanzamento	Indicatori di efficacia
Azioni di ricerca e informazione		
DI, IP, IU, RI, ZC	<p>Spesa in progetti di ricerca sugli impatti dei cambiamenti climatici e l'adattamento (Euro) (considerando anche diversi tipi di fondi);</p> <p>Numero di studi e progetti finanziati (nazionali e internazionali);</p> <p>Numero di partners coinvolti nei consorzi dei progetti;</p> <p>Composizione dei consorzi (numero di persone e % di provenienza dalla ricerca o dalla politica; proxy per la co-produzione di conoscenza);</p> <p>Copertura dei progetti di ricerca finanziati - per es. discipline, settori, temi specifici, tipo di ecosistema e gruppo di servizi ecosistemici (di fornitura o approvvigionamento, di regolazione, culturali, di supporto);</p> <p>Numero di studi di valutazione della vulnerabilità e del rischio dei cambiamenti climatici (per settore e regione);</p> <p>Mappe di rischio e di vulnerabilità sviluppate per specifici settori e aree geografiche;</p> <p>Numero di inventari degli impatti dei cambiamenti climatici sui diversi settori socio-economici e principali ecosistemi;</p> <p>Produzione di sistemi informativi geografici, applicazioni per smartphone e applicativi web per la raccolta di informazioni;</p> <p>% stabilimenti soggetti al D. Lgs.105/2015 ed AIA localizzati in aree vulnerabili che hanno implementato misure di adattamento;</p> <p>Stima dei costi e benefici economici (Euro) e ambientali delle varie soluzioni di adattamento e dell'inazione.</p>	<p>Miglioramento della base di conoscenze (dati, informazioni e conoscenze disponibili) - Numero di pubblicazioni (peer e non-peer reviewed)</p> <p>Impatto delle attività di ricerca - numero di citazioni (nei primi 3 anni)</p> <p>Aumento del numero di amministrazioni che utilizzano evidenze scientifiche a supporto del processo decisionale e politico</p> <p>Stima dei costi e benefici economici (Euro) e ambientali delle varie soluzioni di adattamento e dell'inazione</p> <p>Aumento del numero di strumenti conoscitivi (strumenti di supporto alle decisioni (DST), altri strumenti, tecnologie, metodologie, etc.) a supporto dell'adattamento</p> <p>Diminuzione del numero di aree, settori, gruppi a rischio (alto, medio, basso) (per es. residenti in pianure alluvionali, cittadini soggetti a stress termico)</p> <p>Miglioramento degli strumenti di mappatura del rischio per la pianificazione</p> <p>Performance dei modelli predittivi su casi di studio reali.</p>
Azioni di monitoraggio e sistemi di allerta precoce		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

DI, EA, IP, IU, RI, TR, ZC	<p>Numero di sistemi di monitoraggio realizzati;</p> <p>Monitoraggio dei principali parametri climatici, fisici, chimici, biologici (numero e tipi di parametri monitorati) finalizzati all'adattamento al cambiamento climatico;</p> <p>Investimenti nello sviluppo di servizi climatici ('climate services');</p> <p>Numero di sistemi di allerta precoce aggiornato per prendere in considerazione il cambiamento climatico e l'adattamento;</p> <p>Numero di utenti registrati ai sistemi di allarme e ai servizi di informazione;</p> <p>Capacità dei sistemi di previsione e gestione delle emergenze nei casi reali;</p> <p>Numero di centri urbani dotati di sistemi di allarme (EWS) per estremi climatici;</p> <p>Numero di portali ('climate portals') e piattaforme di adattamento;</p> <p>Numero di visitatori del sito web nazionale sull'adattamento (statistiche mensili);</p>	<p>Numero di banche dati climatici e ambientali aggiornate ogni anno (osservazioni);</p> <p>Riduzione del numero di decessi in relazione ad eventi estremi;</p> <p>Numero di responsabili sul campo della gestione del territorio che usano dati e modelli climatici nel loro processo decisionale;</p> <p>Performance dei modelli predittivi su casi di studio reali;</p> <p>Aumento dell'estensione geografica delle reti di osservazione;</p> <p>Aumento dell'impatto/ del valore del portale/della piattaforma come fonte di informazione;</p> <p>Incremento della disponibilità pubblica delle informazioni e dei dati;</p> <p>Aumento del numero di amministrazioni che utilizzano evidenze scientifiche a supporto del processo decisionale e politico;</p> <p>Miglioramento del catalogo di strumenti conoscitivi (strumenti di supporto alle decisioni (DST), altri strumenti, tecnologie, metodologie, etc.) a supporto dell'adattamento;</p> <p>Aumento del numero di decessi evitati;</p> <p>Aumento del danno economico evitato a cose e persone;</p> <p>Diminuzione degli impatti negativi sulla popolazione in caso di eventi estremi;</p> <p>Miglioramento della banche dei dati climatici e ambientali;</p> <p>Miglioramento del processo decisionale dei responsabili sul campo della gestione del territorio (e.g. cambiamenti della tipologia di vegetazione considerando la valenza ecologica delle specie presenti)</p>
Azioni di divulgazione e sensibilizzazione		
DI, IP, IU, RI, TR, ZC	<p>Spesa (Euro) in attività di divulgazione;</p> <p>Numero di azioni/eventi di comunicazione e divulgazione per anno;</p> <p>Numero e tipi di portatori d'interesse coinvolti-partecipanti (per tipo di attività o evento);</p> <p>Numero di programmi di educazione istituiti nelle scuole;</p> <p>Copertura territoriale degli eventi di divulgazione / delle attività di educazione a livello nazionale;</p> <p>Numero di strumenti utilizzati per la divulgazione sui cambiamenti climatici;</p>	<p>Numero di persone coinvolte nelle campagne di sensibilizzazione</p> <p>Aumento del numero di persone formate (certificazione delle competenze acquisite)</p> <p>Aumento del numero di amministratori pubblici che hanno ricevuto una formazione sull'adattamento</p> <p>Aumento del numero di strumenti condivisi con le amministrazioni</p> <p>Ampliamento della rete di attori e di organizzazioni coinvolti nell'adattamento</p> <p>Aumento dell'entità dell'impegno/del coinvolgimento pubblico</p>

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



	Materiale sviluppato per la divulgazione dei cambiamenti climatici; Numero di amministratori pubblici che hanno ricevuto una formazione sull'adattamento.	
Azioni di pianificazione		
EA, IP, IU, RI, TR, ZC	<p>Numero dei piani di distretto idrografico;</p> <p>Numero di programmi e piani settoriali che prendono in considerazione l'adattamento ai cambiamenti climatici (livelli: inclusione, consistenza, ponderazione, reporting);</p> <p>% stabilimenti soggetti al D. Lgs.105/2015 ed AIA localizzati in aree vulnerabili;</p> <p>Numero di autorità locali che valutano il rischio di inondazione;</p> <p>Numero dei piani urbanistici e territoriali;</p> <p>Numero di città con SUDS;</p> <p>Numero di città con un piano di mobilità e traffico urbano che considera gli impatti e l'adattamento ai cambiamenti climatici;</p> <p>Stato di attuazione degli standard per le infrastrutture di trasporto revisionati a causa dei cambiamenti climatici;</p> <p>Numero dei piani di gestione integrata delle aree costiere;</p> <p>Superficie delle aree edificate in prossimità delle zone costiere soggette a inondazione;</p> <p>Numero di proprietà danneggiate da inondazione fluviale o marina</p>	<p>Diminuzione dei ritardi di trasporto (frequenza, tempi) dovuti a condizioni meteorologiche estreme</p> <p>Riduzione degli incidenti indotti da condizioni meteorologiche estreme</p> <p>Numero di persone coinvolte nelle campagne di preparazione alle emergenze e di evacuazione</p> <p>Aumento del numero di edifici protetti dalle inondazioni fluviali e marine</p> <p>Riduzione del numero di decessi legati ad estremi di temperatura ed eventi meteo estremi</p> <p>Riduzione del numero di ricoveri ospedalieri legati ad estremi di temperatura ed eventi meteo estremi</p> <p>Miglioramento dello status ecologico delle acque</p> <p>Riduzione della frequenza dei fenomeni di dissesto idrogeologico</p> <p>Riduzione del numero di nuove strutture costruite in zone vulnerabili</p> <p>Riduzione del numero di persone che vivono in zone ad alto rischio</p> <p>Miglioramento dell'indice di funzionalità fluviale</p> <p>Diminuzione del rapporto eventi ex ante e post intervento a parità di condizioni al contorno</p> <p>Numero di piani regionali e locali che prendono in considerazione l'adattamento</p>
Azioni di adeguamento delle normative		
EA, IP, RI	<p>Stato di attuazione dei provvedimenti normativi in fatto di DVM</p> <p>Stato di attuazione di processi VIA e VAS che considerano i cambiamenti climatici.</p> <p>Stato di attuazione dei provvedimenti dei Piani di Bilancio</p> <p>Stato di attuazione delle procedure normative"</p>	<p>Aggiornamento delle procedure di VAS/ VIA</p> <p>Aumento del numero di città con protocolli attivi (ad es. il controllo sostenibile dei vettori di malattie)</p>
Azioni che ricorrono a strumenti economico-finanziari		
DI, IP, IU, RI, TR, ZC	<p>Numero di beneficiari (aziende) che percepiscono il sostegno;</p> <p>Finanziamenti nazionali/internazionali per l'adattamento ai cambiamenti climatici;</p> <p>Investimenti con finalità di adattamento (a) pubblico e (b) privato (Euro);</p> <p>Investimenti nel rinnovamento delle infrastrutture di trasporto (stradale e ferroviario) (Euro);</p>	<p>Protezione finanziaria dagli impatti economici derivanti da eventi meteorologici estremi</p> <p>Valutazione economica dei danni non coperti da strumenti assicurativi</p> <p>Riduzione degli impatti derivanti da eventi climatici dannosi</p> <p>Risparmio della risorsa idrica</p> <p>Finanziamento sostenibile delle infrastrutture</p> <p>Riduzione delle aree abitate nella zona costiera prive di misure di difesa</p>

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



	<p>Finanziamenti nazionali / internazionali per l'adattamento ai cambiamenti climatici;</p> <p>Numero di imprese con piani di gestione del rischio che considerano aspetti dei cambiamenti climatici di cui potrebbero risentire o opzioni di adattamento;</p> <p>Numero di imprese con assicurazioni per gli eventi estremi (per anno) / Penetrazione;</p> <p>Spesa annuale per richieste di risarcimento (Euro);</p> <p>Numero di meccanismi finanziari identificati a supporto di iniziative che considerano i cambiamenti climatici;</p> <p>Spesa totale sotto forma di incentivi economici a supporto delle azioni di adattamento (Euro).</p>	<p>Riduzione delle aree soggette a dissesto idrogeologico</p> <p>Incremento delle aree ripristinate in seguito a calamità naturali o eventi catastrofici (ha)</p> <p>Riduzione dei danni (Euro) alle infrastrutture grazie alle opere di prevenzione realizzate</p>
Azioni ecosistemiche per gli ambienti fluviali, costieri e marini		
EA, IP, RI, ZC	<p>Numero di interventi in materia di ...</p> <p>Superficie (ha o km2) sottoposta a intervento;</p> <p>Estensione (ha) delle aree costiere ripristinate allo stato naturale;</p> <p>Mappatura dei sistemi di previsione e allertamento per esondazione/inondazione;</p> <p>Km lineari di fasce tampone e barriere vegetate realizzate;</p> <p>Qualità delle acque (fluviali, marine e di transizione).</p> <p>Superficie (ha) dei cordoni dunali costiere;</p> <p>Superficie (km2) delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC) in ambito marino;</p> <p>Estensione (ha) delle zone umide costiere riconvertite;</p> <p>Numero di zone umide annoverate sotto Convenzione Ramsar</p>	<p>Miglioramento dello status ecologico delle acque</p> <p>Aumento (assoluto (ha) e relativo (%)) dell'ampiezza dei litorali sabbiosi</p> <p>Stabilità della linea di costa</p> <p>Riduzione dei danni (economici o ambientali) dei fenomeni di dissesto idrogeologico</p> <p>Riduzione dei danni (economici o ambientali) dei fenomeni di esondazione / inondazione</p> <p>Riduzione assoluta (m) e relativa (%) dell'erosione costiera</p> <p>Aumento assoluto (ha) e relativo (%) della superficie dei cordoni dunali costieri</p> <p>Stato di conservazione soddisfacente (SCS)/favorevole degli habitat e delle specie costieri</p> <p>Riduzione del degrado e della perdita di biodiversità nelle aree costiere, e dei relativi servizi ecosistemici</p> <p>Mantenimento e/o ripristino delle condizioni ottimali degli ecosistemi marini</p> <p>Stabilità delle strutture ripariali a seguito di eventi di piena</p> <p>Aumento assoluto (ha) e relativo (%) della superficie di aree riconvertite in zone umide</p> <p>Aumento della biodiversità delle zone umide</p> <p>Aumento delle zone umide annoverate sotto Convenzione Ramsar</p>
Riqualificazione urbana		
IU, TR	<p>Numero di interventi;</p> <p>Estensione di comuni, periferie, centri storici coinvolti in progetti;</p>	<p>Aumento assoluto (Km) e relativo (%) dei sistemi di drenaggio stradale</p> <p>Aumento assoluto (m2) e relativo (%) della superficie di verde pubblico</p>

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



	Superficie (ha) riqualificati come verde urbano; Km lineari di strade con nuovi sistemi drenanti.	
Azioni infrastrutturali per il miglioramento dei sistemi di difesa, delle reti e dello stoccaggio		
IP, RI, ZC	Numero di interconnessioni realizzate; Estensione delle reti interconnesse; Lunghezza complessiva della rete; Volume dei bacini interconnessi; Numero di interruzioni dei sistemi di fornitura (a) idrica o (b) energetica a causa di eventi estremi; Estensione delle aree di espansione in funzione delle mappe di rischio; Verifica periodica delle strutture di protezione (numero di strutture); Superficie (ha) dei cordoni dunali costieri	Riduzione degli incidenti indotti da condizioni meteorologiche estreme; Aumento del danno economico evitato a cose e persone; Riduzione delle perdite di trasmissione; Aumento della disponibilità della risorsa idrica; Riduzione delle perdite dalle reti di trasmissione e distribuzione; Stabilità della linea di costa; Riduzione assoluta (m) e relativa (%) dell'erosione costiera; Aumento assoluto (ha) e relativo (%) dell'ampiezza dei litorali sabbiosi; Aumento assoluto (ha) e relativo (%) della superficie dei cordoni dunali costieri; Miglioramento dello status ecologico dell'acqua.
Azioni di adeguamento delle infrastrutture e degli impianti		
IP, RI, ZC	"% stabilimenti soggetti al D. Lgs.105/2015 ed AIA localizzati in aree vulnerabili che hanno implementato misure di adattamento su base prescrittiva o volontaria; Numero di impianti con tecniche a basso impatto ambientale; Numero delle certificazioni. Incremento netto del volume dei serbatoi Verifica periodica delle strutture di protezione (numero di strutture)	Riduzione degli incidenti indotti da condizioni meteorologiche estreme; Riduzione del numero di decessi in relazione ai eventi estremi; Aumento del danno economico evitato a cose e persone;" Aumento della disponibilità della risorsa idrica Aumento del danno economico evitato a cose e persone; Superficie (ha) delle aree di retreat Diminuzione del rapporto eventi ex ante e post intervento a parità di condizioni al contorno

DI Dissesto geologico, Idrologico e idraulico

EA Ecosistemi e biodiversità in Acque interne di transizione

IP Industrie e infrastrutture Pericolose

IU Insediamenti Urbani

RI Risorse Idriche

TR TRasporti

ZC Zone Costiere

L'ultimo passo per la creazione di un sistema di MRV è l'organizzazione della fase di **reporting**. Essa deve prevedere la redazione di rapporti intermedi, in modo da consentire l'attivazione di misure tempestive di miglioramento anche prima della fine del periodo di riferimento. Inoltre, i rapporti devono essere formulati in base alle necessità e alle competenze dei destinatari politici e dei portatori di interesse. Nello specifico il responsabile del Piano dovrà produrre annualmente un rendiconto, che potrà prendere spunto dal PAESC e in particolare dalle

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

schede *Adaptation Scoreboard*, *Risk & Vulnerabilities*, *Adaptation Action* e *Adaptation Indicators*. Tale strumento può essere usato per tenere traccia dell'intero processo del Piano. Il rendiconto annuale può essere facilmente incluso ogni due anni nel PAESC qualora il Comune abbia aderito al Patto dei Sindaci.

Indice e struttura del Piano di adattamento al cambiamento climatico per il rischio alluvioni

Sulla base delle linee guida precedentemente discusse, si suggerisce di seguire il seguente indice per la redazione del piano di adattamento locale al cambiamento climatico per il rischio alluvioni:

- **Introduzione;**
- **Quadro normativo;**
- **Analisi delle principali criticità locali allo stato attuale;**
- **Sintesi del profilo climatico locale;**
- **Analisi dell'incidenza del cambiamento climatico sulle principali criticità locali;**
- **Azioni di adattamento;**
- **Implementazione delle azioni, monitoraggio e valutazione.**

Bibliografia

Brunetti, M., Buffoni, L., Maugeri, M., Nanni, T., 2000. Precipitation intensity trends in northern Italy. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 20(9): 1017-1031.

Brunetti, M., 2004. Changes in daily precipitation frequency and distribution in Italy over the last 120 years. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 109(D5).

EC, 2013. Guidelines on developing adaptation strategies. European Commission, SWD 134:1-54.

EEA, 2017a. Climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe. EEA Technical report No. 15/2017. <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-adaptation-and-disaster>

EEA, 2017b. Financing urban adaptation to climate change. EEA Technical report No. 2/2017. <https://www.eea.europa.eu/publications/financing-urban-adaptation-to-climate-change>

Flörke, M., Wimmer, F., Laaser, C. et al., 2011. Final Report for the Project Climate Adaptation – modelling water scenarios and sectoral impacts. Contract No. DG ENV.D.2/SER/2009/0034.

Giordano, F., Capriolo, A., Mascolo, R. A., 2013. Planning for Adaptation to Climate Change. Guidelines for Municipalities.

GIZ, 2014. The Vulnerability Sourcebook. Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. Bonn and Eschborn: GIZ. http://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=203.

GIZ/WRI, 2011. Making Adaptation Count. Concepts and Options for Monitoring and Evaluation of Climate Change Adaptation. Eschborn. http://pdf.wri.org/making_adaptation_count.pdf

IPCC, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Maraun, D., Widmann, M., 2018. Statistical Downscaling and Bias Correction for Climate Research. Cambridge University Press.

MATTM, 2013. Indirizzi operativi per l'attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativi alla valutazione e alla gestione dei rischi da alluvioni con riferimento alla predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni. Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare.

MATTM, 2014. SNAC – Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare.

MATTM, 2017. PNACC – Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare.

Meinshausen, M., Smith, S. J., Calvin, K. V. et al., 2011. The RCP Greenhouse Gas Concentrations and their Extension from 1765 to 2300. *Climate Change* 109:213-241.

Mercogliano, P., Rianna G., 2017. Strategies to take into account variations in extreme rainfall events for design storms in urban area: an example over Naples (Southern Italy). AGU Fall Meeting 2017, New Orleans (H31A-1483).

Rianna, G., Iodice, L., Fariello, L., Guarino, F., Mercogliano, P., 2016. Stima dell'effetto dei cambiamenti climatici sui fenomeni di dissesto geo-idrologici: il caso studio della Campania centrale. *Ingegneria dell'Ambiente* 3(1).

Trenberth, K. E., 2011. Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, 47(1/2): 123-138.

UN, 2015. Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030, United Nations Office for disaster risk reduction, Geneva, Switzerland.

Vezzoli, R., Mercogliano, P., Castellari, S., 2016. Scenari di cambiamenti climatici nel periodo 2021-2050: quale disponibilità idrica nel bacino del Fiume Po? *Ingegneria dell'Ambiente* 3(1).

Woods-Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clark, H. et al., 2015. The SUDS Manual (Vol. 753). London: CIRIA.

Appendice

Il quadro legislativo di riferimento

Il principale riferimento a livello europeo in tema di alluvioni è la **Direttiva 2007/60/EC** (c.d. “Direttiva Alluvioni” o “Flood Directive”) che istituisce un quadro comune per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale, le attività economiche e le infrastrutture tenendo anche conto del probabile effetto dei cambiamenti climatici.

La Direttiva definisce un’alluvione come: “*l’allagamento temporaneo di aree che abitualmente non sono coperte d’acqua. Ciò include le inondazioni causate da fiumi, torrenti di montagna, corsi d’acqua temporanei, e le inondazioni marine delle zone costiere e può escludere gli allagamenti causati dagli impianti fognari*”. Sono pertanto interessate tutte le fenomenologie alluvionali presenti in ambiente urbano ad eccezione degli allagamenti dovuti ad insufficienza della rete fognaria per effetto di fenomeni meteorici intensi e ciò lascia ben intendere come non sia possibile prescindere dall’assetto normativo esistente nella delineazione delle presenti linee guida.

La Direttiva delinea un percorso attuativo scandito da una serie di stadi di implementazione, caratterizzati da specifici obblighi e scadenze e prevede che vengano realizzati in successione, a livello di distretto idrografico o unità di gestione, i seguenti prodotti:

- **valutazione preliminare del rischio di alluvione** (*Preliminary Flood Risk Assessment - PFRA*) (art. 4);
- elaborazione di **mappe di pericolosità e di rischio di alluvione** (art. 6);
- redazione dei **piani di gestione del rischio di alluvione** (*Flood Risk Management Plan - FRMP*) (art.7).

La valutazione preliminare è finalizzata all’individuazione delle aree per le quali sussisterebbe un rischio potenziale significativo di alluvioni o si possa ritenere probabile che questo si generi e si basa su dati e informazioni già disponibili o di facile reperimento, riguardanti alluvioni avvenute in passato (*Flood Events - FE*), che hanno avuto notevoli conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e che con elevata probabilità possono ancora verificarsi in futuro in maniera simile. Tale valutazione deve essere poi seguita dall’elaborazione di mappe di pericolosità e rischio, redatte per tre scenari con

diversa probabilità di accadimento che contengono la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate da alluvioni e ne indicano le potenziali conseguenze negative.

La redazione di queste mappe è finalizzata alla produzione del piano di gestione del rischio alluvione che è lo strumento ultimo per il coordinamento delle attività di protezione, prevenzione, e gestione del rischio alluvionale all'interno di ogni distretto idrografico. I **Piani di Gestione del Rischio Alluvioni** (PGRA) devono riguardare tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento, e tenere conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato.

La Direttiva 2007/60/CE è stata recepita nell'ordinamento italiano con il **D. Lgs. 49/2010**, tenendo conto anche della normativa nazionale vigente, in particolar modo del D. Lgs. 152/2006 (recepimento italiano della Direttiva 2000/60/CE) e del DPCM 29 settembre 1998. La competenza per la predisposizione delle valutazioni preliminari, dell'elaborazione delle mappe di pericolosità e rischio e della redazione dei piani di gestione viene affidata alle **Autorità di Bacino distrettuali** a norma del D. Lgs 152/2006 (art. 63), in conformità con le attività di predisposizione dei Piani di Assetto Idrogeologico già svolte. In attesa dell'attivazione delle Autorità di Distretto, con D. Lgs. 219/2010 le Autorità di bacino Nazionali, ex L. 183/89, sono state incaricate di provvedere a tutti gli aspetti connessi alla predisposizione degli strumenti pianificatori di cui al D. Lgs. 49/2010, con esclusione della parte di piano inerente la gestione in fase di evento, per la quale la competenza è affidata alle Regioni, in coordinamento con il Dipartimento nazionale della protezione civile.

L'esistenza a scala nazionale dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti ai sensi della Legge 183/89, e delle relative mappe prodotte con le indicazioni e le modalità pubblicate nel DPCM del 29 settembre 1998 a seguito della Legge 267/98, ha portato alla decisione, condivisa tra le Autorità di Bacino ed il Ministero dell'Ambiente del Territorio e del Mare e comunicata alla Commissione Europea, di non svolgere la valutazione preliminare del rischio di alluvioni, avvalendosi delle misure transitorie previste dalla Direttiva, e di procedere, quindi, direttamente alla elaborazione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni con i criteri previsti dalla direttiva e dal suo decreto di attuazione. A differenza di altri paesi europei, infatti, la normativa nazionale italiana precedente l'emanazione della Direttiva, aveva già da molti anni imposto un approccio alla gestione dei rischi alluvionali nella disciplina nazionale di settore costituita dalla **Legge 18 maggio 1989, n.183**, dalla **Legge 3 agosto 1998 n. 267** di conversione in legge del D.L. 11 giugno 1998, n. 180 e dal **DPCM 29 settembre 1998**. In particolare, la legge 183 aveva istituito le Autorità di bacino con il compito di predisporre il piano per la tutela delle acque e la difesa del suolo dalle inondazioni. Il successivo D.L. n.180



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



ha disposto l'adozione di **Piani stralcio straordinari di bacino per l'assetto idrogeologico** (PAI) contenenti l'individuazione, la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e l'adozione delle misure di salvaguardia. Il DPCM 29 settembre 1998 aveva infine disciplinato le modalità per l'individuazione e la perimetrazione, su tutto il territorio nazionale, delle aree interessate da condizioni di rischio idrogeologico e delle aree a rischio idraulico, introducendo anche il criterio dei tempi di ritorno dei fenomeni di alluvione per la definizione degli scenari di pericolosità. Nel 2006 tutte queste norme sono state quasi testualmente confluite nel D. Lgs. n.152, cosiddetto TU in materia ambientale che ha anche abrogato la Autorità di Bacino sostituendolo con le autorità di Bacino Distrettuale.

Allo stato attuale in Italia sono stati approvati i Piani di Gestione del Rischio alluvioni tutti i distretti idrografici a eccezione di quello della Sicilia come riportato in Tabella 5:

Tabella 5. PRGA approvati in Italia

DISTRETTO IDROGRAFICO	PGRA			
	ADOZIONE (n. Del./D.P.* e data)	APPROVAZIONE IN COMITATO ISTITUZIONALE INTEGRATO (n. Del.* e data)	REPORTING CE (a livello di UoM)	APPROVAZIONE IN CONSIGLIO DEI MINISTRI E PUBBLICAZIONE IN GAZZETTA UFFICIALE
<u>Alpi Orientali</u>	Del. n. 1 del 17 dicembre 2015	Del. n. 1 del 03 marzo 2016	22 marzo 2016	27 ottobre 2016 <u>G.U. n. 29 del 04 febbraio 2017</u>
<u>Padano</u>	Del. n. 4 del 17 dicembre 2015	Del. n. 2 del 03 marzo 2016		27 ottobre 2016 <u>G.U. n. 30 del 06 febbraio 2017</u>
<u>Appennino Settentrionale</u>	Del. n. 231 del 17 dicembre 2015	Del. n. 235 del 03 marzo 2016		27 ottobre 2016 <u>G.U. n. 28 del 03 febbraio 2017</u>
<u>Pilota Serchio</u>	Del. n. 181 del 17 dicembre 2015	Del. n. 184 del 03 marzo 2016		27 ottobre 2016 <u>G.U. n. 29 del 04 febbraio 2017</u>

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



<u>Appennino Centrale</u>	Del. n. 6 del 17 dicembre 2015	Del. n. 9 del 03 marzo 2016		27 ottobre 2016 <u>G.U. n. 28 del 03 febbraio 2017</u>
<u>Appennino Meridionale</u>	Del. n. 1 del 17 dicembre 2015	Del. n. 2 del 03 marzo 2016		27 ottobre 2016 <u>G.U. n. 28 del 03 febbraio 2017</u>
<u>Sardegna</u>	Del. n. 1 del 17 dicembre 2015	Del. n. 2 del 15 marzo 2016		27 ottobre 2016 <u>G.U. n. 30 del 06 febbraio 2017</u>
<u>Sicilia</u>	D.P. n. 47/Serv.5°/S.G. del 18 febbraio 2016	-		-

(*) Del.: Delibera del Comitato Istituzionale Integrato; D.P.: Decreto del Presidente della Regione Siciliana.

Il rischio e le sue componenti

Il rischio si esprime come prodotto di tre componenti: pericolosità, esposizione e vulnerabilità. Il prodotto di esposizione e vulnerabilità a sua volta fornisce il danno potenziale; di conseguenza, il rischio può essere espresso anche come il prodotto della pericolosità e del danno potenziale in corrispondenza di un determinato evento:

$$R = P \times E \times V = P \times Dp$$

con la seguente definizione dei fattori (MATTM, 2013):

- **P (pericolosità)**: probabilità di accadimento, all'interno di una certa area e in un certo intervallo di tempo, di un fenomeno naturale di assegnata intensità;
- **E (esposizione)**: persone e/o beni (abitazioni, strutture, infrastrutture, etc.) e/o attività (economiche, sociali, etc.) esposte ad un evento naturale;
- **V (vulnerabilità)**: grado di capacità (o incapacità) di un sistema/elemento a resistere all'evento naturale;
- **Dp (danno potenziale)**: grado di perdita prevedibile a seguito di un fenomeno naturale di data intensità, funzione sia del valore che della vulnerabilità dell'elemento esposto;

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- **R (rischio):** numero atteso di vittime, persone ferite, danni a proprietà, beni culturali e ambientali, distruzione o interruzione di attività economiche, in conseguenza di un fenomeno naturale di assegnata intensità.

Pericolosità Idraulica

Date le diverse fonti di pericolosità idraulica, mutate dalla definizione del fenomeno di “alluvione” proposta dal D. Lgs. 49/2010, appare necessario, per una corretta valutazione e gestione delle emergenze dal punto di vista idraulico/idrologico, e per l'introduzione di una efficiente politica di adattamento ai rischi climatici aggiuntivi previsti per il prossimo futuro, tener conto di tutti i sopracitati aspetti, purché presenti nel territorio in esame.

La pericolosità idraulica è al momento già oggetto di diversi strumenti normativi a vari livelli spaziali; in particolare, lo strumento normativo di riferimento è attualmente il Piano di Gestione Rischio di Alluvioni (PRGA) del Distretto idrografico, che a sua volta recepisce e aggiorna i contenuti dei preesistenti Piani Stralcio di Bacino sul Dissesto Idrogeologico. Il Piano contiene in sé non solo la classica definizione del Rischio e delle sue componenti (Pericolosità, Vulnerabilità ed Esposizione) ma fornisce anche le mappe di pericolosità declinate sul territorio di interesse. Tali mappe forniscono la perimetrazione delle aree inondate da un evento alluvionale inteso nelle sue tre componenti di esondazione di corpi idrici superficiali, flussi iperconcentrati e mareggiate, con riferimento a tre scenari corrispondenti a diversi periodi di ritorno T :

1. $20 \leq T \leq 50$ anni (alluvioni FREQUENTI–elevata probabilità di accadimento, P3);
2. $100 \leq T \leq 200$ anni (alluvioni POCO FREQUENTI–media probabilità di accadimento, P2);
3. $200 < T \leq 500$ anni (alluvioni RARE DI ESTREMA INTENSITÀ–bassa probabilità di accadimento, P1).

È tuttavia da notare che i Piani di Distretto hanno accolto e aggiornato le mappe di pericolosità fornite dai Piani Stralcio di Bacino per il Dissesto Idrogeologico, redatti dalle Autorità di Bacino precedentemente all'entrata in vigore delle normative vigenti. Di conseguenza, in tali mappe la pericolosità risulta valutata separatamente per le tre componenti (corpi idrici superficiali, flussi iperconcentrati e mareggiate) e con metodologie diversificate. Successivamente, gli scenari adottati in tali valutazioni sono stati ricondotti a quelli imposti dalle direttive comunitarie e le classi di pericolosità riassegnate alle aree precedentemente perimetrate.

Per quanto concerne la pericolosità da esondazione dei corpi idrici superficiali, c'è tra i vari distretti idrografici una sostanziale coerenza nella metodologia di valutazione della pericolosità. Con riferimento a scenari predeterminati, corrispondenti a specifici tempi di ritorno, il D. Lgs.

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



49/2010 prescrive di caratterizzare il fenomeno alluvionale in termini di estensione dell'inondazione, valore della portata di piena, altezza e quota idrica e caratteristiche del deflusso. La redazione delle carte di pericolosità viene generalmente affrontata in due fasi:

1. La prima, di tipo statistico, consiste nella valutazione della probabilità di superamento di un valore di portata caratteristico ("esondabilità"); tale probabilità è funzione del regime piovoso del territorio in esame, delle caratteristiche geomorfologiche e di uso del suolo del bacino a monte e delle caratteristiche idrauliche dell'alveo.
2. La seconda, di tipo idraulico, consiste nella valutazione della capacità di smaltimento delle acque del territorio circostante ("inondabilità"). È richiesto in questa fase l'utilizzo di modelli idraulici mono- e bi-dimensionali per determinare gli elementi essenziali per la valutazione di possibili danni (tirante, velocità, tempo di permanenza, etc.).

Per quanto concerne la pericolosità da mareggiata, analisi di dettaglio hanno consentito di individuare e delimitare le aree soggette a pericolosità da erosione, per le quali si verifica una perdita della spiaggia emersa, e quelle soggette a pericolosità da inondazione, caratterizzate dall'invasione dell'acqua di mare durante una mareggiata. I risultati di tali analisi sono approfonditi all'interno dei Piani Stralcio per la Difesa delle Coste.

Per quanto concerne la pericolosità da flusso iperconcentrato, si riscontra in questo caso una estrema diversificazione nell'interpretazione del fenomeno e nell'approccio alla valutazione della relativa pericolosità. Un possibile approccio prevede, ad esempio, di porre in relazione la pericolosità con lo stato di attività del deposito detritico oggetto di valutazione. In base allo stato di attività del conoide si possono distinguere:

- conoidi attivi: depositi con evidenze di movimenti in atto, o che mostrano segni di attività recente (terreno rimobilizzato, lesioni a manufatti, assente o scarsa vegetazione), o associati ad eventi alluvionali avvenuti a memoria d'uomo;
- conoidi quiescenti: depositi senza le caratteristiche dei conoidi attivi, ma per i quali le attuali condizioni morfoclimatiche del territorio rendono possibile una riattivazione del fenomeno di dissesto che li ha generati;
- conoidi inattive: conoidi spesso interessate da una fase di reincisione nella zona pedemontana e da una fase di deposizione più a valle, fortemente condizionata dalla urbanizzazione del territorio.

Alle forme di conoidi attive può essere assegnata una classe di pericolosità elevata (P3) e ai conoidi quiescenti una classe di pericolosità media (P2). È comunque consigliabile monitorare le forme di conoide in previsione di possibili interferenze con azioni antropiche che modifichino il regolare deflusso in alveo.

Un differente approccio consiste invece nel classificare la pericolosità in base alla granulometria dei depositi e all'ubicazione dell'area critica rispetto all'apice del conoide. Diversi livelli di pericolosità possono quindi essere associati a diverse categorie di deposito:

- Settori di conoide attualmente non più riattivabili per modificazioni antropiche (probabilità nulla);
- Aree a suscettibilità alta per fenomeni di trasporto liquido e solido riconosciuto su base geomorfologica, stratigrafica e da dati storici per presenza di conoidi attivi a composizione prevalentemente ghiaio-sabbiosa (pericolosità bassa);
- Aree di cava a suscettibilità alta per fenomeni di trasporto liquido e solido da alluvionamento (pericolosità alta);
- Conche endoreiche e zone a falda sub-affiorante (pericolosità bassa).

Nel 2015, l'ISPRA ha realizzato la mosaicatura delle aree a pericolosità idraulica perimetrate dalle Autorità di Bacino, Regioni e Province Autonome ai sensi del D. Lgs. 49/2010 (Figura 4). La mosaicatura è stata effettuata per i tre scenari di pericolosità: elevata P3 con tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (alluvioni frequenti), media P2 con tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (alluvioni poco frequenti) e bassa P1 (scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi). Le aree a pericolosità idraulica elevata in Italia sono pari a 12218 km² (4% del territorio nazionale), le aree a pericolosità media ammontano a 24411 km² (8.1%), quelle a pericolosità bassa (scenario massimo atteso) a 32150 km² (10.6%) (ISPRA, Rapporto 233/2015).



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Figura 4. Aree a pericolosità idraulica media (P2) (Rapporto ISPRA 233/2015)

Pericolosità nelle Aree di Crisi Idraulica

A livello di distretto idrografico esiste la possibilità, da parte degli enti preposti, di perimetrare delle “Aree di Crisi Idraulica”. Tali aree, indicate nelle mappe di pericolosità come cerchi di diametro fisso, sono definite come criticità da attenzionare in caso di alluvione, ma di cui non si dispone di nessun'altra analisi né indicazione. In questi casi, in mancanza di ulteriori indagini, è consigliabile effettuare il passaggio dalla pericolosità al rischio considerando dette aree come appartenenti alla classe di pericolosità massima (P3).

Pericolosità da drenaggio superficiale e/o artificiale

Come visto, alla scala di distretto la pericolosità idraulica è stimata, per larga parte, in riferimento alla rete idrografica superficiale, ed intesa dunque come pericolosità da esondazione di corso d'acqua. In quanto tale, essa non può essere ritenuta strumento sufficiente a determinare il rischio da alluvione alla scala urbana, dove insistono le ulteriori

sopracitate fonti di pericolosità. A tale scopo, è necessario integrare tali mappe con ulteriori considerazioni, da parte dei Comuni, relative alla rete di drenaggio naturale e/o artificiale.

Con riferimento ad alvei ed impluvi naturali in cui, in concomitanza con eventi alluvionali, si verifichi il collettamento involontario e incontrollato di acque di pioggia, e che tuttavia non siano già inserite all'interno delle perimetrazioni fornite dai Distretti, non esistono metodologie standardizzate per la stima della pericolosità da alluvione. Di conseguenza, è consigliabile:

- classificare tali criticità come ulteriori "Aree di Crisi Idraulica", assegnando ad esse la pericolosità massima (P3) in mancanza di ulteriori studi;
- predisporre, laddove l'Autorità competente lo ritenga più opportuno per il carattere di urgenza, ulteriori indagini e studi, il cui approccio può essere paragonabile ad un'analisi morfologica di bacino, sebbene declinata ad una scala generalmente più ristretta.

Con riferimento alle infrastrutture predisposte al drenaggio superficiale e/o profondo delle acque meteoriche, allo stesso modo non esistono procedure o metodologie standardizzate per la valutazione della pericolosità idraulica. Inoltre, appare evidente che gli scenari previsti dal D. Lgs. 49/2010 in termini di periodo di ritorno non sono compatibili con i criteri di progettazione tipici delle reti di drenaggio. Di conseguenza, sarà compito dell'amministrazione locale individuare, in base alla propria conoscenza del sistema, le aree e i punti critici, e a tali criticità assegnare un livello di pericolosità coerente con la frequenza con cui, nello storico dell'infrastruttura, si verifica la fallanza.

Esposizione

La scelta delle informazioni per la caratterizzazione della componente esposizione deve rispondere alla seguente domanda: ci sono persone, mezzi di sostentamento, specie o ecosistemi, funzioni ambientali, servizi, risorse, infrastrutture, beni economici, sociali e culturali in luoghi che potrebbero essere influenzati negativamente nell'area target?

La valutazione dell'esposizione, ossia l'individuazione degli elementi a rischio nella maggior parte dei casi si basa sull'elaborazione delle informazioni contenute nelle Carte Tecniche Regionali, nelle carte d'uso del suolo, nelle ortofoto, nelle banche dati ISTAT e negli strumenti di pianificazione urbanistica. Tuttavia, i dati derivanti da queste fonti sono spesso combinati tra loro in maniera diversa, e in alcuni casi vengono integrati con altri documenti quali, ad esempio, le carte dell'Istituto Grafico Militare o i Sistemi Informativi Territoriali dei diversi bacini.

Riferimenti normativi importanti in questo contesto sono il D.P.C.M. 29.09.98 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



1 e il D.L. 11.06.98, n. 180” hanno indicato come elementi a rischio da prendere in considerazione innanzitutto l'incolumità delle persone e, con carattere di priorità, almeno:

- gli agglomerati urbani comprese le zone di espansione urbanistica;
- le aree su cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo, in particolare quelli definiti a rischio ai sensi di legge;
- le infrastrutture a rete e le vie di comunicazione di rilevanza strategica, anche a livello locale;
- il patrimonio ambientale e i beni culturali di interesse rilevante;
- le aree sede di servizi pubblici e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive ed infrastrutture primarie.

Di fatto si possono dunque identificare delle macro-categorie che possono considerarsi “minime” per la definizione degli elementi esposti a rischio alluvione che sono facilmente deducibili attraverso un’analisi di basso livello di dettaglio e la cui copertura è omogenea sul territorio del Distretto Idrografico. È utile sottolineare che, laddove le informazioni a disposizione lo consentano, si possono suddividere gli elementi esposti in specifici sottoinsiemi di maggior dettaglio, in modo da poter poi procedere all’applicazione di procedure di valutazione della vulnerabilità più avanzate. Laddove invece non vi siano informazioni disponibili sui beni esposti, la relativa conoscenza e classificazione può avvenire attraverso l’utilizzo di una serie di strati informativi a livello di dettaglio crescente:

1. indagini a larga scala:

- dati del progetto **Corine Land Cover** costituiti da mappe di uso suolo divise in 44 layer informativi (scala 1: 100.000 e con una sensibilità di 25 ha, accuratezza geometrica 100 m);
- dati da **Geoportali Nazionali e Regionali** (vari aggiornamenti) costituiti da Data Base cartografici e di uso suolo a grande e piccola scala;
- dati da **cartografia I.G.M.** (scala 1:25.000);
- dati da censimenti **ISTAT**.

2. Analisi a scala di bacino:

- dati ricavabili dalle mappe contenute negli **strumenti di pianificazione vigenti** (Piano di Gestione delle Acque, PTR, PTCP, Piani Paesistici, PRGC/PUC, Piani Attuativi, Piani Particolareggiati, Piani ASI, Piani ATO, Piani Tutela Acque, etc.);
- dati provenienti dalle **Carte Tecniche Regionali** (scala 1:5000);
- dati provenienti da **specifici rilievi aerofotogrammetrici**;

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

- dati provenienti da **indagini di campo**.

Oltre ai dati reperibili secondo quanto specificato ai punti precedenti sarà possibile avvalersi di altre e diverse fonti (cartografiche storiche, archivistiche, bibliografiche, etc.) e/o acquisizione diretta di informazioni sul territorio.

Va anche ricordato che, in aggiunta a quanto precedentemente descritto, il D. Lgs. 49/2010 richiede di stimare il numero degli abitanti potenzialmente interessati dagli eventi alluvionali. Tale informazione può essere facilmente ricavata intersecando lo strato informativo relativo alle celle censuarie fornita dall'ISTAT con gli strati informativi relativi alle aree inondabili secondo i tre scenari di pericolosità.

Vulnerabilità

La vulnerabilità rappresenta, l'aliquota del singolo elemento a rischio che può essere danneggiato nel corso di un evento e si esprime con un numero compreso tra 0 (nessun danno) e 1 (perdita totale). La sua valutazione richiede tra l'altro la conoscenza della esatta tipologia, magnitudo e frequenza della fenomenologia, come pure la conoscenza del comportamento del singolo bene esposto.

La vulnerabilità di un'area nel suo complesso, invece, è la percentuale del valore perduto inteso come "sistema" delle attività umane compromesse a seguito del verificarsi di un determinato processo potenzialmente dannoso; per la sua esatta determinazione richiede, anche essa, la conoscenza della esatta tipologia, magnitudo e frequenza della fenomenologia come pure la conoscenza del comportamento delle strutture e di come queste influenzino lo svolgersi delle relative attività.

Per arrivare alla parametrizzazione della vulnerabilità, riferita alla singola classe di elementi a rischio o ancora più in dettaglio riferita al singolo elemento a rischio, le attività di studio risultano complesse e onerose; infatti, nel caso ad esempio di eventi alluvionali, non è sempre possibile valutare il livello di protezione del costruito (inteso ad esempio come conoscenza delle caratteristiche strutturali di un edificio) o l'energia d'impatto della corrente; di conseguenza appare difficoltoso arrivare a definire numericamente il grado di resistenza alle sollecitazioni indotte dal verificarsi dell'evento naturale estremo. Per tale motivo, l'analisi della vulnerabilità nei diversi PGRA non viene quasi mai condotta in maniera rigorosa e la prassi più diffusa è quella di assumere un valore di vulnerabilità pari ad uno per tutti gli elementi, ipotizzando che al manifestarsi dell'evento calamitoso venga arrecato un danno massimo a tutti gli oggetti esposti. In tal modo l'esposizione si considera di fatto coincidente con il danno potenziale.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Una buona stima della vulnerabilità non è però l'unico aspetto importante da considerare per produrre un'analisi del rischio accurata. Per ottenere risultati significativi è infatti importante non solo conoscere le caratteristiche del territorio esposto, ma considerare anche le peculiarità dell'evento calamitoso. I metodi utilizzati nei PGRA per caratterizzare il fenomeno fisico prendono in considerazione esclusivamente l'estensione delle aree allagate considerando che vi sia un certo danno in una determinata zona unicamente perché è qui prevista la presenza dell'acqua, senza esaminare i parametri di intensità dell'evento calamitoso. Alluvioni caratterizzate da diverse durate, altezze d'acqua o velocità del flusso producono, tuttavia, effetti di entità molto diversa su uno stesso oggetto. L'opportunità di ricorrere ad analisi di vulnerabilità più rigorose dovrà essere valutata caso per caso in funzione degli obiettivi da perseguire e tenendo conto della maggiore complessità e onerosità che queste ultime comportano.

Danno potenziale

L'analisi del danno potenziale, in maniera analoga a quanto detto per la vulnerabilità, può essere condotta in modo semplificato associando le categorie di elementi esposti a condizioni omogenee di Danno Potenziale. Di fatto, vengono solitamente indicate quattro classi di Danno Potenziale per la cui definizione si tiene conto in primo luogo, del danno alle persone, e poi di quello al tessuto socio-economico ed ai beni non monetizzabili. A tal proposito, le linee guida emanate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare per l'attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni previste dal D. Lgs. 49/2010 forniscono una guida per l'attribuzione delle classi di danno che sono definite come segue:

- D4 (*Danno potenziale molto elevato*): aree in cui si possono verificare perdita di vite umane, ingenti danni ai beni economici, naturali storici e culturali di rilevante interesse, gravi disastri ecologico-ambientali;
- D3 (*Danno potenziale elevato*): aree con problemi per l'incolumità delle persone e per la funzionalità del sistema economico; aree attraversate da linee di comunicazione e da servizi di rilevante interesse; aree sedi di importanti attività produttive;
- D2 (*Danno potenziale medio*): aree con limitati effetti sulle persone e sul tessuto socioeconomico; aree attraversate da infrastrutture secondarie e attività produttive minori, destinate sostanzialmente ad attività agricole o a verde pubblico;
- D1 (*Danno potenziale moderato o nullo*): aree libere da insediamenti urbani o produttivi dove risulta possibile il libero deflusso delle piene.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Pertanto, facendo riferimento alle macro-categorie individuate per i beni esposti, integrate eventualmente con ulteriori dati provenienti da strumenti di pianificazione di dettaglio, le classi di danno potenziale risultano costituite almeno dai seguenti elementi:

1. D4 - Danno potenziale molto elevato:

- Zone urbanizzate (agglomerati urbani, nuclei abitati con edificazione diffusa e sparsa);
- Zone interessate da attività economiche e produttive di rilevante interesse;
- Strutture Strategiche (ospedali e centri di cura pubblici e privati, centri di attività collettive civili, sedi di centri civici, centri di attività collettive militari);
- Infrastrutture strategiche (autostrade, porti, aeroporti, infrastrutture a rete etc.);
- Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse;
- Zone interessate da attività economiche, industriali o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale.

2. D3 - Danno potenziale elevato:

- Discariche, depuratori, inceneritori;
- Zone omogenee presenti negli strumenti urbanistici comunali e individuati come cimiteri, cave, discariche anche se non in esercizio;
- Beni ambientali, paesaggistici e storico-archeologici che racchiudono potenziali valori, ma non riconosciuti in termini normativi.

3. D2 - Danno potenziale medio:

- Zone agricole specializzate – elementi appartenenti alla categoria di esposizione 6;
- Zone estrattive;
- Zone omogenee presenti negli strumenti urbanistici comunali e individuati come ad esempio, verde urbano e parchi urbani, borghi rurali;
- Infrastrutture secondarie: intese come strade secondarie, linee ferroviarie e stazioni nel caso in cui il danno non provochi l'isolamento di uno o più centri urbani.

4. D1 – Danno potenziale moderato o nullo:

- Aree incolte o di scarso valore ambientale;
- Aree agricole non specializzate (prati, pascoli, etc.);
- Aree umide (zone umide, corpi idrici, boschi igrofili, lanche e meandri abbandonati, ecosistemi sito-specifici, etc.);

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- Superfici costruite, a bassa densità di edificazione in stato di abbandono o degrado riconosciuto.

L'attribuzione delle diverse tipologie alle singole classi di danno dovrà, in ogni caso, essere verificata caso per caso per tener conto dei danni all'ambiente circostante potenzialmente determinabili e dipendenti da elementi non necessariamente o non particolarmente vulnerabili in sé (come per esempio nel caso delle cave o delle attività estrattive).

Valutazione del Rischio

Il D.P.C.M. 29.09.98 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 del D.L. 11.06.98, n. 180" definisce, con riferimento ad esperienze di pianificazione già effettuate, quattro classi di rischio:

- **R4 (rischio molto elevato):** per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche;
- **R3 (rischio elevato):** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale;
- **R2 (rischio medio):** per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **R1 (rischio moderato o nullo):** per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli

Pertanto, definiti i 3 livelli di pericolosità (P3, P2, P1) e i 4 di danno potenziale (D4, D3, D2, D1) vengono di norma stabiliti i quattro livelli di Rischio conseguenti R4, R3, R2 e R1 e quindi redatta la carta del rischio. Un esempio di matrice per l'individuazione delle classi di Rischio è riportato di seguito:

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITÀ					
		P3		P2		P1	
CLASSI DI DANNO	D4	R4		R4	R3	R2	
	D3	R4	R3	R3		R2	R1
	D2	R3	R2	R2		R1	

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

	D1	R1	R1	R1
--	----	----	----	----

Figura 5. Matrice tipo per l'individuazione delle classi di rischio