



Interreg



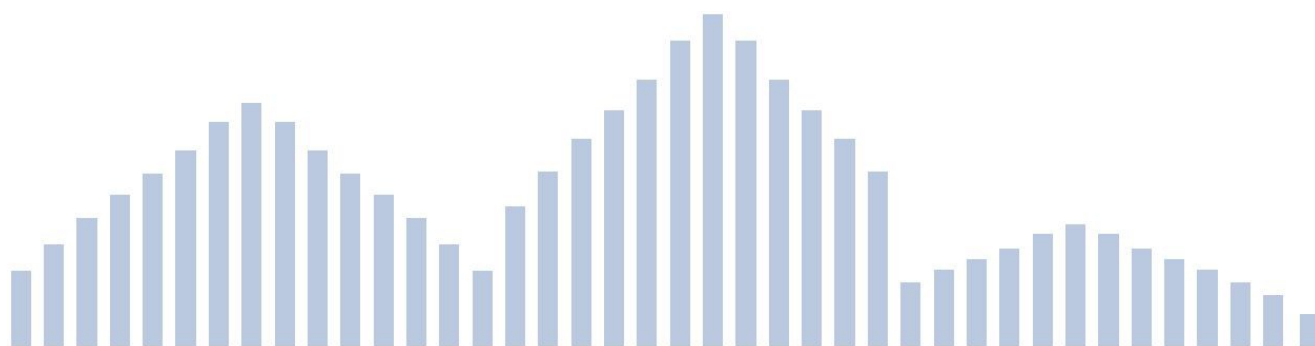
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



ADAPT



Piano locale di adattamento ai cambiamenti climatici per il rischio alluvioni del Comune di Livorno



COMUNE DI LIVORNO

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



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



TEAM WORK

Dirigente del Settore Ambiente e Mobilità

Dr. Leonardo Gonnelli

Responsabile Ufficio difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto ai cambiamenti climatici e coordinatore del team work del piano di adattamento ai cambiamenti climatici per il rischio alluvioni del Comune di Livorno

Dr. Alessio Tanda

Ufficio difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto ai cambiamenti climatici

Dr.ssa Licoris Toncinich, Dr.ssa Sara Bracaloni, Dr.ssa Francesca Nieto, Geom. Andrea Corsaro

Gruppo di lavoro del Comune di Livorno

Michele Danzi, Barbara Saliva, Stella Savi, Maria Rosaria Guerrini, Michela Cecconi, Valerio Spinetti, Alberto Ughi, Federico Giuntoli, Stefano, Ciampi, Katia Le Rose, Simonetta Lenzi, Sabrina Pellegrino, Rosalba Minerva, Francesco Repetti, Fabrizio Mori, Gianni Cavallini, Massimo Poli, Mirco Branchetti, Valeria Bertodo, Vanio Pellegrini, Daniele Agostini, Adriano Podenzana, Melania Lessi, Michela Pedini, Lorenzo Lazzerini, Antonietta Calzone, Antonello Battaglia.

Collaboratori

Dr. Alessandro Zaldei, Dr. Lorenzo Brilli e Dr. Giacomo Fontanelli dell'Istituto per la Bioeconomia del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IBE)

Studio Forestale Andrea Dani.

Comunicazione e marketing ambientale

Andrea Valenti



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Indice generale

Premessa	7
1 Introduzione	9
2 Quadro normativo.....	13
3 Analisi delle criticità locali.....	16
3.1 Inquadramento territoriale.....	16
3.2 Idrografia.....	17
3.3 Pericolosità idraulica.....	20
3.4 L'evento estremo del 9-10 settembre 2017.....	23
3.5 Nuova analisi delle esondazioni.....	26
3.6 Pericolosità idraulica post-alluvione.....	38
3.7 Interventi post-alluvione	41
3.7.1 Interventi intrapresi dal Comune di Livorno.....	41
3.7.2 Interventi intrapresi dalla Regione Toscana.....	43
3.8 Criticità.....	56
4 Sintesi del profilo climatico locale	64
4.1 Evidenze dell'influenza dei cambiamenti climatici sulla pericolosità da alluvione.....	64
4.2 Valutazione dell'influenza dei cambiamenti climatici sulla pericolosità da alluvione. .	66
5 Analisi dell'incidenza del cambiamento climatico sulle principali criticità locali.....	70
5.1 Studio pluviometrico dell'area in oggetto.....	71
5.2 Variazione climatica locale.....	72
5.3 Simulazioni modellistiche.....	73
5.4 Il modello idraulico.....	75
5.5 Risultati.....	81
6 Azioni di adattamento	85
6.1 Obiettivi dell'adattamento.....	85
6.2 Azione pilota del comune di Livorno.....	88
6.3 Schede azioni di adattamento.....	90
7 Implementazione delle azioni, monitoraggio e valutazione.....	125
7.1 Implementazione delle azioni.....	125
7.2 Monitoraggio, valutazione e reporting delle azioni.....	127
7.2.1 Il sistema di monitoraggio.....	128
7.2.2 Il sistema di reporting.....	142
8 Conclusioni.....	143
Glossario.....	146
Bibliografia.....	156



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Premessa

Da almeno venti anni scienziati di fama mondiale si occupano dei Cambiamenti Climatici, ma il tema che coinvolge tutti gli abitanti della Terra e che si traduce in una sfida contro il tempo, è venuto alla ribalta recentemente soprattutto con il forte interessamento ed il contributo dei giovani. Anche se la mobilitazione sui cambiamenti climatici è un appello alla solidarietà tra generazioni, sono proprio le generazioni più giovani che chiedono a gran voce azioni più incisive e urgenti ai propri governi sul tema, sono i giovani che sono scesi in piazza per gridare la loro preoccupazione al motto di *"Skolstrejk för klimatet"*.

Il contrasto e l'adattamento ai Cambiamenti Climatici, sfide basilari per la permanenza nel nostro pianeta di habitat accettabili, superano ampiamente i confini delle nazioni e costituiscono l'esempio concreto di come affrontare certe questioni. L'Unione Europea ci permette di affrontare queste problematiche a livello sistemico ed avere un ruolo guida negli sforzi per portare avanti un'ambiziosa *agenda della sostenibilità*.

Elemento imprescindibile è l'approccio che le possibili soluzioni al riscaldamento globale ed a ciò che ne consegue non siano riposte solo in un atteggiamento "global"; anche uno Stato, una regione, una città, persino una persona possono cambiare rotta per rendere il mondo più sostenibile.

Quando ero ragazzo, uno dei libri che mi affascinava di più era quello che raccontava le avventure di Don Chisciotte dove un soldatuccio, alto, allampanato, un po' scanzonato e assistito dal suo fido Sancho, si gettava contro quei monolitici mulini a vento con una



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



veemenza e una tenacità che non avevano eguali. Ma come? Mi chiedevo, come è possibile che un uomo d'arme e d'intelletto, si getti contro qualcosa di impossibile da battere? A ben pensare è un po' quello che si crede dei cambiamenti climatici che ormai, scienziati di mezzo mondo si ostinano con caparbia a divulgare.

Adesso che sono diventato sindaco di Livorno, mi tornano in mente proprio quei mulini a vento che metaforicamente somigliano a questa decisiva sfida e mi chiedo se non valga la pena cercare di contrastarli con tutte le nostre forze e con la passione da europei.

Il programma Interreg-ADAPT di cui Livorno è partner, con una svolta decisiva della Giunta Comunale, ha creato ferme condizioni per giungere alla stesura del primo Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici per il rischio alluvioni. Ciò nell'idea che questo importante e innovativo strumento stimoli il confronto e la condivisione tra tutte le parti e possa contribuire ad una pianificazione integrata della nostra città.

Ancor più se riviviamo per un momento le immagini della città ferita durante l'alluvione del settembre 2017. Se è vero che la memoria è il tratto distintivo della specie umana, la città deve tuttavia cogliere il futuro e superare le sue paure. Occorre organizzarci, migliorare, prepararci con cura. L'impegno è quello di contrastare i monolitici mulini a vento dei cambiamenti climatici con il convincimento che anche un Ente Locale possa fare la sua parte.

Il Sindaco di Livorno

Luca Salvetti



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



1 Introduzione

Le evidenze scientifiche del cambiamento del clima si possono osservare su larga scala, con temperature medie globali dell'aria e degli oceani in aumento, cambiamenti nella frequenza e nell'intensità delle precipitazioni, scioglimento e/o riduzione dell'estensione di neve e ghiacciai, aumento del livello medio globale del mare e dell'intensità e della frequenza degli eventi meteorologici estremi come siccità e ondate di calore.

Indipendentemente dai futuri scenari di cambiamento climatico e degli sforzi per ridurre le emissioni di gas a effetto serra, l'ultimo rapporto speciale dell'IPCC (IPCC, 2018) sostiene che tali modifiche continueranno anche nei prossimi anni, con la sola possibilità di ridurle in maniera parziale limitando il riscaldamento globale ad +1.5°C rispetto alle condizioni preindustriali. Gli impatti dei cambiamenti climatici non sono tuttavia univoci, ma variano da regione a regione a seconda delle diverse condizioni climatiche, geografiche e socio-economiche.

Tra i vari settori interessati dal cambiamento del clima, gli ambiti urbani sono sicuramente quelli che presentano un rischio significativo. Le variazioni climatiche, soprattutto quando interessano valori o fenomeni meteorologici estremi, possono infatti comportare serie conseguenze all'interno delle città, impattando in maniera rilevante su: sistemi di trasporto, reti fognarie, sistemi di distribuzione delle derrate alimentari, salute pubblica, disponibilità e qualità dell'acqua, consumo di energia.

Ad oggi una delle principali criticità ambientali e territoriali è legata al dissesto idrogeologico, ovvero al rischio di eventi correlati a frane e alluvioni. In particolare la rilevanza di queste ultime è molto accresciuta negli ultimi anni, anche a causa della stretta relazione con le modifiche del clima legate alle precipitazioni atmosferiche ed ai loro livelli di frequenza ed intensità. Le alluvioni sono tra le manifestazioni più tipiche del dissesto idrogeologico; si verificano in determinate aree quando le acque di un



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



fiume non vengono contenute dalle sponde e si riversano nella zona circostante. Purtroppo l'impatto delle alluvioni, oltre ad arrecare danni a edifici, insediamenti industriali, vie di comunicazione, zone agricole, comporta pesanti bilanci anche in termini di perdita di vite umane.

Le alluvioni sono fenomeni naturali che avvengono nei bacini idrografici e che sono caratterizzate da specifici tempi di sviluppo delle piene, le quali variano in un ordine di tempo variabile a seconda del tipo e grandezza del bacino stesso. Nonostante tali fenomeni possano essere considerati naturali, tra le cause dell'aumento della frequenza delle alluvioni è possibile annoverare l'elevata antropizzazione e la diffusa impermeabilizzazione del territorio. Queste due azioni compiute dall'uomo "distratto" impediscono l'infiltrazione della pioggia nel terreno e conseguentemente favoriscono l'incremento della quantità e della velocità dell'acqua che defluisce verso i fiumi. Tale dinamica può inoltre aggravare l'evento per la mancanza di pulizia da detriti e da vegetazione presenti all'interno degli alvei.

Al fine di limitare l'impatto di questi fenomeni, **l'adattamento** al cambiamento climatico è una modalità di approccio che negli ultimi anni ha acquisito una sempre più crescente importanza, anche a livello europeo. Tuttavia, pianificare l'adattamento risulta una sfida molto complessa poiché sono coinvolte molteplici discipline, facenti capo a diversi enti che non sempre lavorano in pieno coordinamento tra loro. Nell'ultimo rapporto IPCC, si afferma che le politiche e le misure di adattamento sono più efficaci quando sono condotte a scala regionale e locale, è pertanto possibile concepire la buona riuscita di azioni se, soprattutto, condivise. L'esposizione ai rischi, la vulnerabilità, la capacità di adattamento, sono per natura territoriali, stazionali, di posizione specifica, e molti degli impatti dei cambiamenti climatici si faranno sentire sui servizi e sulle infrastrutture, pertanto alle amministrazioni locali è attribuita una preminente responsabilità. A tal proposito la maggior parte delle misure dovrebbe:



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



1. riguardare condizioni sito-specifiche con una precisa localizzazione;
2. tenere conto di un orizzonte temporale medio-lungo al fine di pianificare e programmare al meglio gli interventi sul territorio;
3. tenere conto delle proiezioni attese di cambiamento climatico;
4. includere anche attività che tengono conto di possibili pericoli nel breve periodo e che sono pertanto riconducibili a specifiche pratiche di gestione del rischio.

La pianificazione dell'adattamento non è univoca ma riguarda diverse materie o tematiche applicative. I temi possono variare a seconda della scala di analisi ed in considerazione delle risorse di dati, strumenti e competenze a disposizione. Inoltre, ognuno di questi approcci va inteso evolutivo e dinamico e pertanto necessita di una calibrazione specifica che rende necessari continui e periodici aggiornamenti o implementazioni dei piani di adattamento. Dunque, un piano di adattamento necessita di approcci metodologici dinamici e mutevoli a seconda delle casistiche del rischio e quindi il suo sviluppo deve anche tenere conto dei suggerimenti di tutta la comunità la quale deve scegliere quale sia l'approccio più funzionale in base alle proprie esigenze.

In generale è possibile ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni, sia attraverso interventi strutturali quali argini, invasi di ritenuta, canali scolmatori, sia attraverso interventi non strutturali, come quelli per la gestione del territorio o la gestione delle emergenze. In quest'ultimo caso, sono fondamentali la predisposizione del sistema di allertamento, la stesura dei piani di emergenza, la realizzazione di un efficiente sistema di coordinamento delle attività previste nei piani stessi.

In particolare, un efficiente sistema di allertamento basato su modelli di previsione collegati ad una rete di monitoraggio è fondamentale per esercitare competenti organi istituzionali, presenti sul territorio, ad agire con il maggior anticipo possibile e ridurre l'esposizione delle persone agli eventi per limitare i danni a persone e cose attraverso



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



l'attuazione di misure di prevenzione in tempo reale. Solo a titolo di esempio, tra queste si ricordano le attività del presidio territoriale idraulico e la regolazione dei deflussi degli invasi presenti nel bacino per laminare le portate di piena.

Ad oggi la creazione e lo sviluppo di **Piani di Adattamento** per le alluvioni risulta essere un passo fondamentale per contrastare gli impatti del cambiamento del clima. Molte città europee si sono infatti già dotate di questo strumento all'avanguardia, tra le quali Londra, Copenaghen e Bratislava.

Su tali basi, anche tenendo ben presente l'evento alluvionale che si è verificato sul territorio comunale di Livorno nel settembre 2017 che ha causato nove vittime e milioni di euro di danni, è stato proposto il presente Piano di Adattamento per il Rischio Alluvioni secondo le linee guida previste nell'ambito del progetto "ADAPT". Tale strumento di pianificazione trasversale nasce con lo scopo di dotare l'Amministrazione Comunale di un approccio per l'analisi, la valutazione e la gestione consapevole dei rischi derivanti dai fenomeni alluvionali nell'evoluzione in corso dei cambiamenti climatici.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



2 Quadro normativo

Il principale riferimento a livello europeo in tema di alluvioni è la Direttiva 2007/60/EC (c.d. “Direttiva Alluvioni” o Flood Directive) del 23 ottobre 2007. Tale Direttiva Europea n. 2007/60/CE ha istituito *“un quadro 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 e le attività economiche” (art.1)*. Essa dunque definisce un quadro comune per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative su tutti questi aspetti tenendo anche conto del probabile effetto dei cambiamenti climatici. A differenza di altri paesi europei, l'Italia è da tempo dotata di una normativa nazionale costituita principalmente dalla Legge n. 183 del 1989 e dalla Legge n. 267 del 1998. Attraverso queste leggi, grazie all'istituzione delle Autorità di Bacino, l'Italia, già da molto tempo, ha inserito nei vari ordinamenti di governo del territorio la valutazione del rischio idraulico. Questo ha consentito al nostro Paese di maturare un percorso tecnico, scientifico ed operativo di grande rilevanza per il recepimento e l'attuazione della Direttiva Europea, anche nel confronto con gli altri Stati Membri. La Direttiva 2007/60/EC, recepita in Italia dal relativo decreto attuativo, il D.Lgs. 49/2010, 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”*. Su queste basi sono pertanto inquadrati anche tutte le fenomenologie alluvionali presenti in ambiente urbano, mentre non risulta specifica menzione agli allagamenti generati da insufficienza della rete fognaria per effetto di fenomeni meteorici intensi.

Considerando il cambiamento climatico come un “settore scientifico” in cui la consapevolezza della validità scientifica, negli ultimi decenni, ha acquisito sempre più



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



valore, la Direttiva 2007/60/CE (così come il D. Lgs. 49/2010) prevede i seguenti approfondimenti:

- o Articolo 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.*
- o Articolo 4. Co. 2, lett. d) *[Elementi della valutazione preliminare del rischio alluvioni]. Una valutazione delle potenziali conseguenze negative provocate da 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.*
- o 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.*
- o 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.*

Per comprendere l'intero corpo della materia legislativa è necessario tuttavia comprendere il significato di alcune definizioni strettamente legate al D. Lgs. 49/2010 e quindi riferibili al contesto delle alluvioni:



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- o Pericolosità da alluvione: probabilità di accadimento di un evento alluvionale in un intervallo temporale prefissato e in una certa area.
- o 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; 2017):

- o Esposizione: persone e/o beni (abitazioni, strutture, infrastrutture, etc.) e/o attività (economiche, sociali, etc.) esposte ad un evento naturale.
- o Vulnerabilità: grado di capacità (o incapacità) di un sistema/elemento a resistere all'evento naturale.
- o 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.
- o 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.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



3 Analisi delle criticità locali

3.1 Inquadramento territoriale

Il Comune di Livorno si estende su di una superficie di 104,79 kmq, confina ad ovest con il mare, ad est con i Monti Pisani, a sud con i territori del comune di Rosignano ed a nord con i territori del comune di Collesalveti. Il terreno è pianeggiante nel settore centrale-costiero e verso Nord, con la presenza, a sud e ad est, delle Colline Livornesi (quota massima Poggio Lecceta, 462 metri s.l.m.).

L'area urbanizzata si estende per circa 40,0 kmq; sono comprese, nel Comune di Livorno, l'Isola di Gorgona (2,23 kmq a 37 chilometri dalla costa cittadina) e le Secche della Meloria a poche miglia d'innanzi al porto.

Il territorio comunale è formato sostanzialmente da tre componenti:

- Monti e le Colline Livornesi: consistono nell'insieme dei rilievi alti che si estendono a SE della Città di Livorno fino a Rosignano M.mo, limitati ad est dalla valle del Torrente Tora e del Fiume Fine; malgrado non si raggiungano i 500 m. di altitudine, questa catena è ben delineata perchè circondata da zone più depresse. A partire dalla foce del Botro Maroccone e fino al promontorio di Castiglioncello, i rilievi si affacciano direttamente sul mare, con una falesia rocciosa alta e con livelli di pericolosità elevati e molto elevati. A nord del Maroccone fino alla foce del Rio Ardenza ed a Quercianella, la falesia è invece limitata superiormente dalla spianata del Terrazzo di Livorno.
- Piana (Terrazzo) di Livorno: consiste nell'insieme dei blandi rilievi che circondano i lati nord ovest e nord ed est dei Monti Livornesi; tutta la fascia pedecollinare, da Calafuria fino al piede di Poggio Corbolone a settentrione - le Colline Livornesi - è caratterizzata da una serie di spianate morfologiche:



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- il terrazzo più interno e più elevato è il Terrazzo di Fattoria delle Pianacce (loc. sopra Antignano), che si trova tra le quote 60 e 120 m. s.l.m.m. ed occupa una fascia larga al massimo un paio di chilometri;
- la seconda spianata, ovvero il terrazzo di Villa Padula, è invece ridotta arealmente e si estende fino alle quote massime di 40 m. s.l.m.m., tra il Rio Popogna-Ardenza ed il Rio Paganello;
- il terrazzo più basso, il Terrazzo di Livorno, coincide con la piana della città, raggiunge la quota massima di 20-25 m. s.l.m.m.
- Pianura di Pisa: corrisponde all'area pianeggiante e dolcemente declive verso il mare, definito anche "Terrazzo basso" costiero, su cui si estende la città e che lambisce a nord la vera e propria pianura di Pisa interessata dai fenomeni legati all'Arno.

3.2 Idrografia

L'area è composta generalmente da pendii dolci, solo occasionalmente accentuati, ed è solcata da un reticolo idrografico costituito da diversi torrenti di modesta portata con decorso est-ovest nella porzione meridionale, e sudest-nordovest nella porzione settentrionale.

In sintesi i Monti Livornesi sono attraversati da due spartiacque principali, tra loro quasi perpendicolari e, dei quattro settori determinati dagli spartiacque, i due occidentali interessano la fascia costiera: lo spartiacque a direzione mediana unisce le cime del M. Maggiore (454 m) con il Poggio Lecceta ed il Poggio Corbolone e lo spartiacque che, in senso E-W, unisce il M. Maggiore al Poggio Caprone, al M. Nero e, attraverso il Poggio Telegrafo, termina sulla costa alta di Calafuria. Nel settore nord i corsi d'acqua terminano il loro corso canalizzati nella zona più depressa della piana, secondo l'allineamento Pian di Rota-Ponte Ugione-Cimitero dei Lupi. I più importanti sono il



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Torrente Ugione con i suoi tributari di sinistra: Rio Paganello, Rio Puzzolente, Rio Vallelunga e Rio Cigna (oltre a Rio Riseccoli che dalla fine dell'800 risulta tombato e trasformato in fognatura bianca).

Nel settore centrale il Rio Maggiore, il Botro Feliciaio ed il Rio Popogna-Ardenza attraversano la parte alta montano-collinare in direzione nord-ovest, piegando ad ovest all'altezza della piana per sfociare sulla linea di costa in direzione subperpendicolare. Oltre a questi vi sono altri piccoli botri che interessano la frazione di Antignano, fra cui il Fosso della Banditella.

Nel settore centro nord, dal torrente Ugione fino al Rio Ardenza, i corsi d'acqua sono ben sviluppati e dotati di reticolo evidente e di tutta una serie di piccoli affluenti nelle parti alte del bacino.

Le aste drenanti di cui sopra attraversano la parte alta del comune e raggiungono la pianura in direzione nord-ovest e ovest.

Le aste drenanti che invece scorrono verso sud-ovest sono, tra le principali, il Fosso del Maroccone, il Botro Calafuria, il Botro Calignaia, il Fosso del Rogiolo, il Botro Quercianella, il Fosso della Madonnina ed infine il Torrente Chioma.

Nella zona costiera Antignano-Romito-Quercianella botri e rii incidono valli strette in roccia, a pendenza elevata. In questo settore il regime è di tipo torrentizio, fortemente condizionato dai periodi piovosi prolungati, con netta differenza fra i periodi di piena e quelli di magra, ove i rii sono pressochè asciutti, a differenza dei corsi più importanti nel settore nord, come Ugione, Rio Maggiore e Rio Ardenza, che mostrano una certa circolazione idrica superficiale anche nei periodi di magra, avendo probabilmente un rapporto di ricarica dalla falda che si inverte durante le piene.

I rii, fossi e botri sopra indicati costituiscono nel loro complesso il reticolo idrografico individuato con la Legge Regionale n°79 del 27 dicembre 2012. L'ultima sua modifica è stata approvata con Delibera di Consiglio R.T. 20/2019.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



In riferimento all'assetto del territorio comunale, alla presenza dei rii sopra richiamati ed alle criticità ad essi connesse, l'obiettivo prioritario del governo del territorio è ridurre e gestire il rischio idrogeologico puntando non tanto e non solo alla riduzione della frequenza ed intensità degli eventi (pericolosità), quanto ad una oculata gestione della pianificazione territoriale tendente ad evitare, prevenire e quindi limitare i danni associati a questi eventi.

UGIONE				
Lunghezza:	Bacino idrografico:	Sorgente:	Comuni attraversati:	Foce:
14 km	30,3 km ²	425 m s.l.m. nelle Colline Livornesi di Poggio Lecceta	Collesalveti, Livorno	Mar Ligure, Loc. Porto Industriale Livorno
Immissari principali				
Sambuca		Rio dell'Acqua Puzzolente		
Botro dell'Arme	Proveniente da Poggio del Corbone	Rio Cigna	Proveniente da Loc. Limoncino	
Rio Vallelunga				

RIO MAGGIORE				
Lunghezza:	Bacino idrografico:	Sorgente:	Comuni attraversati:	Foce:
10,5 km	16 km²	300 m s.l.m. , Colline Livornesi, Poggio Lecceta	Livorno	Mar Ligure
Immissari principali				
Rio Vallicette	2 km dalla sorgente, Loc. Vallicette, ai piedi del Poggio Cancellalaia	Fosso	Proveniente dalla Collina Bellosguardo, interessa il corso d'acqua prima che questo entri nel quartiere Salviano (LI)	
Rio San Giuseppe	4 km dalla sorgente, Loc. Podere San Giuseppe, è il più grande degli affluenti del Maggiore	Sorgente sotterranea	Loc. Giuncaia	
NOTE: Scava la cosiddetta "Valle Benedetta". Deviato nell'ottocento dal suo percorso originario in località Stadio Picchi.				



RIO ARDENZA				
Lunghezza:	Bacino idrografico:	Sorgente:	Comuni attraversati:	Foce:
10,5 km	18,2 km²	350 m s.l.m. , su Monte Maggiore	Livorno	Mar Ligure, Loc. Tre Ponti
Immissari principali				
Botro Rosso	3 km dalla sorgente, Loc. Poipogna	Rio del Molino	Quartiere Ardenza (LI), raddoppia quasi la portata dell'Ardenza. Immissario lungo 4 km per un bacino di 3,5 km².	
Botro Sperticaia	Loc. Palazzine, diramandosi alimenta un piccolo lago	Botro le Bresce	Proveniente da Loc. Montenero	
Note: Foce a estuario che, durante l'alta marea, viene invasa dall'acqua marina.				

TORRENTE CHIOMA				
Lunghezza:	Bacino idrografico:	Sorgente:	Comuni attraversati:	Foce:
11 km	22,1 km ²	300 m s.l.m., su Monte Maggiore	Livorno, Rosignano Marittimo	Mar Ligure, Loc. Chioma
Immissari principali:		Botro Quarata	Proveniente da Loc. Montenero	

Fig. 1_ Le aste drenanti maggiormente significative del territorio comunale

3.3 Pericolosità idraulica

Il Comune di Livorno già a partire dal 1994 (anno in cui viene avviata la stesura del primo Piano Strutturale) attenziona il tema della pericolosità idraulica e geomorfologica costruendo specifiche cartografie tematiche, esaminate ed approvate dal Genio Civile. Queste, costituiscono la base di partenza per il successivo Piano di Assetto Idrogeologico.

Il PAI, strumento fondamentale della politica di assetto territoriale auspicato dalla legge 183/89, è rimasto lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale, fino al 2015, sono state pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa da rischio idrogeologico del nostro territorio.

Il Comune di Livorno ha recepito il Piano di Assetto Idrogeologico con Delibera del



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Consiglio Comunale n. 136 del 25 luglio 2008.

Secondo il PAI il livello richiesto per la riduzione del rischio idraulico è riferito alle portate con tempi di ritorno di 200 anni.

Il 17 dicembre 2015, con le Delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232, è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) con apposizione delle misure di salvaguardia, successivamente approvato in forma definitiva con Delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016.

Il PGRA rappresenta un forte elemento di innovazione in quanto sostituisce a tutti gli effetti il PAI per ciò che riguarda la pericolosità ed il rischio da alluvione.

La disciplina di PGRA subentra alle disposizioni previste dalle norme del PAI con particolare riguardo ai disposti del “Capo I – Pericolosità Idraulica”.

Per ciò che concerne la pericolosità, nel PGRA si è proceduto all'individuazione di tre scenari di riferimento (alta, media e bassa probabilità di inondazione), in raccordo con le procedure di omogeneizzazione indicate negli indirizzi operativi (MATTM, 2013) e senza perdere la coerenza tecnica con il PAI.

Per la classificazione in funzione del piano di gestione del rischio alluvioni si è fatto riferimento alla seguente classificazione:

- P1: a eventi con tempo di ritorno $Tr \leq 500$ anni;
- P2: a eventi con tempo di ritorno $Tr \leq 200$ anni;
- P3: a eventi con tempo di ritorno $Tr \leq 30$ anni.

Il nuovo Piano Strutturale 2, approvato con Delibera di Consiglio Comunale n°75 del 7 aprile 2019, è stato redatto sulla base di specifici studi idraulici, eseguiti su diretto incarico della competente Regione Toscana a seguito dell'evento alluvionale che ha interessato il territorio comunale nei giorni del 9 e 10 settembre 2017. Tali studi hanno portato alla definizione di un nuovo quadro delle esondazioni, in particolare per tutti quei corsi d'acqua che hanno forte interazione con l'ambiente urbano.



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

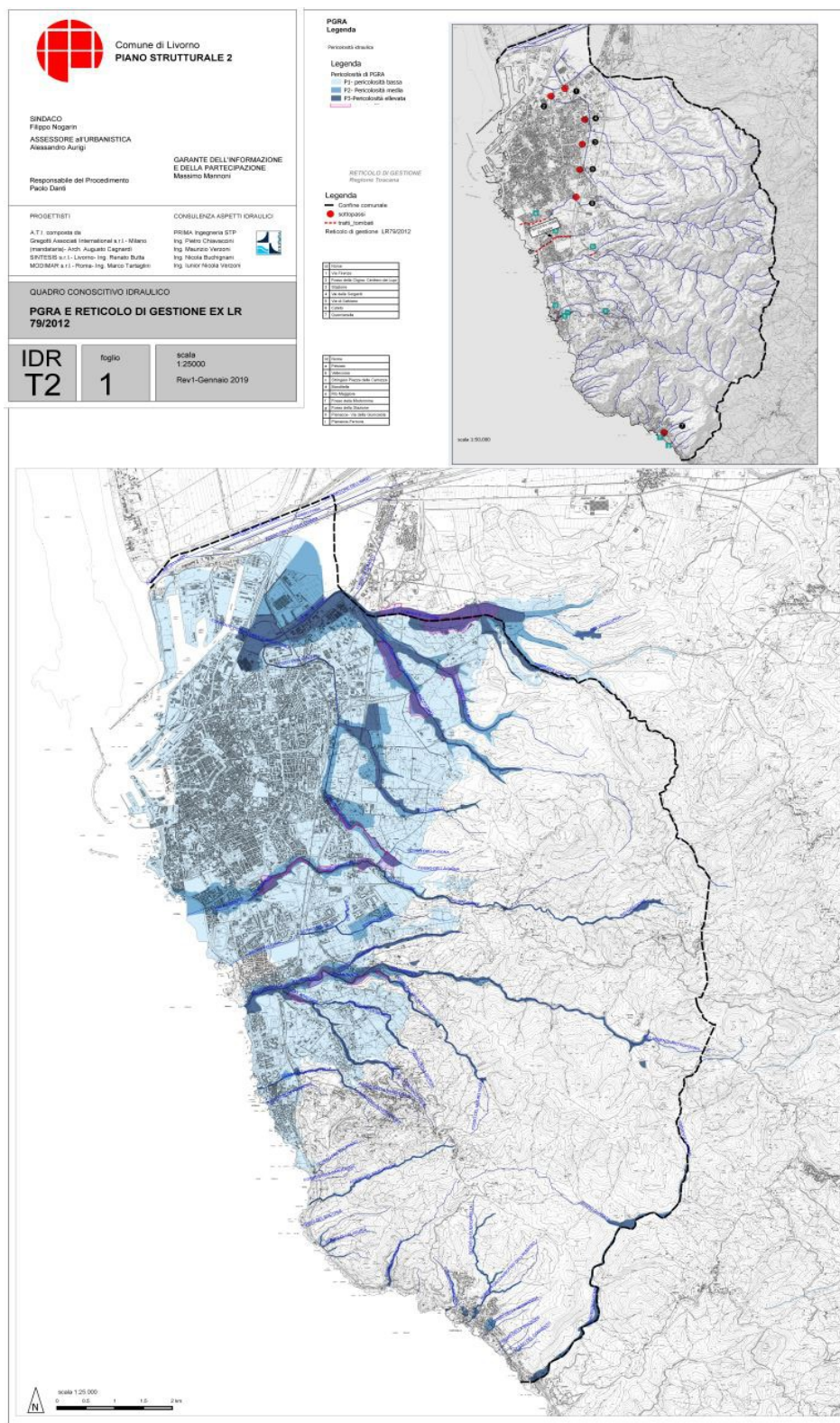
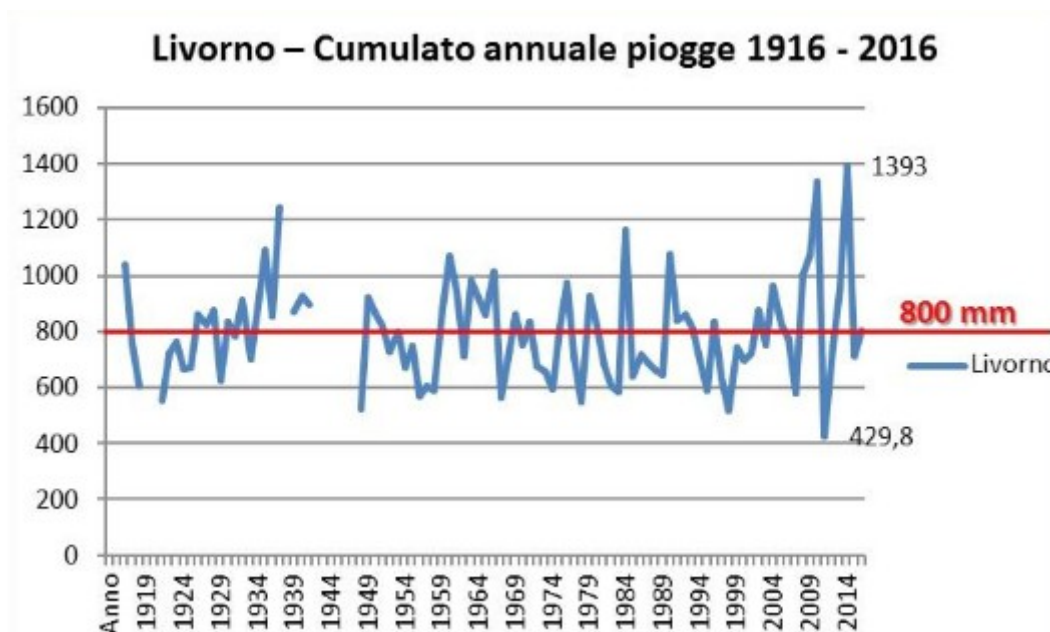


Fig. 2_Carta Piano di Gestione Rischio Alluvioni Bacino Regionale Toscana Costa e Ombrone



3.4 L'evento estremo del 9-10 settembre 2017

Di seguito si riporta il grafico del cumulado annuale delle piogge nel trentennale 1916-2016 (fonte Lamma), dal quale si evince che il cumulado medio annuale di pioggia a Livorno è di 800 mm/anno.



Come si può notare, negli ultimi anni si sono verificate forti oscillazioni nella quantità di pioggia caduta, con una tendenza all'aumento degli eventi estremi.

Nella notte tra sabato 9 e domenica 10 settembre 2017 si è verificato un evento eccezionale. La pioggia caduta sulle colline livornesi (dalle 1:45 alle 3:45) è stata di 256 mm in 2 ore. Tale valore è quasi doppio rispetto al massimo precipitato in 3 ore nel 1970, ovvero 138,4 mm, ed è pari al 32% del precipitato medio annuo.

Massimo piogge in 24 ore a Livorno	
Data	mm
19/06/1970	195,8
03/10/1964	180,0
02/10/1993	143,8
07/06/1971	134,2



03/09/1988	123,6
25/10/1940	106,6
17/09/2006	102,8
09/04/1924	102,5
11/11/2012	100,6
27/11/1984	96,6
26/09/1973	93,4
14/09/2009	90,4

Fig.3_Cumulati storici massimi di pioggia nelle 24 ore

Quella notte, dal punto di vista meteorologico si è formato quello che viene definito un “sistema convettivo a mesoscala” nel quale il temporale, nato sul mare grazie all’aria calda e umida presente vicino alla superficie marina, spinto verso terra dal vento d’alta quota, scarica pioggia ed aria più fresca sulla terraferma. L’aria fresca poi scivola di nuovo verso il mare andando a formare un nuovo temporale, che nuovamente viene spinto verso terra dove scarica il suo contenuto, formando una serie di temporali che a più riprese scaricano sulla terraferma. Nel caso specifico, i venti al suolo e quelli in atmosfera hanno assunto una configurazione molto rara e tale da far sì che il temporale insistesse sempre sulla stessa zona.

L’identificazione dell’evento è stata affrontata dal Prof. Ing. Fabio Castelli che il 6 gennaio 2018 ha consegnato alla Regione Toscana lo studio “Ricostruzione idrologica dell’evento del 9/10 settembre 2017 nella provincia di Livorno (bacini da Ugione a Chioma compresi)”. Da tale studio emerge che tra le ore 21:00 di sabato 9 settembre 2017 e le ore 6:00 di domenica 10 settembre 2017, l’evento meteorologico è stato caratterizzato da più sistemi temporaleschi che si sono generati tra il mare e la costa tra Livorno e Pisa, con tre periodi più intensi. Durante il primo impulso, che ha insistito prevalentemente sulle aree più prossime alla costa, in particolare tra i territori di Livorno città e Marina di



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Pisa, si sono registrati cumulati massimi di 63,4 mm/1ora su Livorno (tra le 20:45 e le 21:45) e di 65,6 mm/1ora su Marina di Pisa (stazione di Bocca d'Arno). Si evidenzia che, mentre su Marina di Pisa l'evento ha fatto superare i 90 mm di pioggia in 2 ore, su Livorno dopo le 21:45 le piogge si sono praticamente interrotte.

Successivamente, tra le 23:30 e le 01:30 circa, le zone della costa di Pisa e quelle più interne a confine con il comune di Pisa stesso, sono state interessate nuovamente da fortissime piogge con cumulati ancora di entità rilevante sulle brevi durate (15 minuti e 1-2 ore); tale fenomeno non ha coinvolto la Provincia di Livorno. A partire dalle 02:00 - 02:30 di domenica un nuovo forte impulso temporalesco, che poi si è rilevato il più violento, ha interessato principalmente aree ubicate tra la zona sud della città di Livorno e Rosignano.

In queste aree si sono raggiunti valori di pioggia che sulle brevi durate sono davvero estremi con punte superiori a 40 mm/15 min, 120mm/1ora e 230 mm in 3 ore.

La netta differenza tra i dati massimi registrati in queste ore, nei diversi intervalli di tempo di durata di 1, 2 e 3 ore, dalle stazioni di Quercianella e Valle Benedetta rispetto alle stazioni poste leggermente più a sud o più interne (come ad esempio Castellina Marittima, Collesalveti, Santa Luce) o più a nord (come Livorno Mareografo), evidenziano la forte localizzazione del fenomeno temporalesco che ha scaricato localmente addirittura oltre 200 mm di pioggia in 2 ore.

I tempi di ritorno stimati associati alle piogge di 1 e 3 ore registrate durante tale evento sono di gran lunga superiori ai 200 anni (valori numerici stimati tra 500 e 1.000 anni). Per le caratteristiche dell'evento occorso, sviluppato prevalentemente sulla costa comportando piogge intense in brevi periodi (1-3 ore), gli effetti peggiori sul territorio (esondazioni, tracimazioni, ecc..) sono stati causati dai corsi d'acqua minori (rii e fossi) che prendono origine dall'entroterra livornese e che sfociano direttamente nel mare, come nel caso del rio Maggiore e del rio Ardenza.



Nome stazione	Pioggia max 15'	Pioggia max 1h	Pioggia max 2 h	Pioggia max 3 h
Quercianella	42,4 mm	121,8 mm	188,6 mm	206,2 mm
Valle Benedetta	38,4 mm	120,8 mm	210,2 mm	235 mm

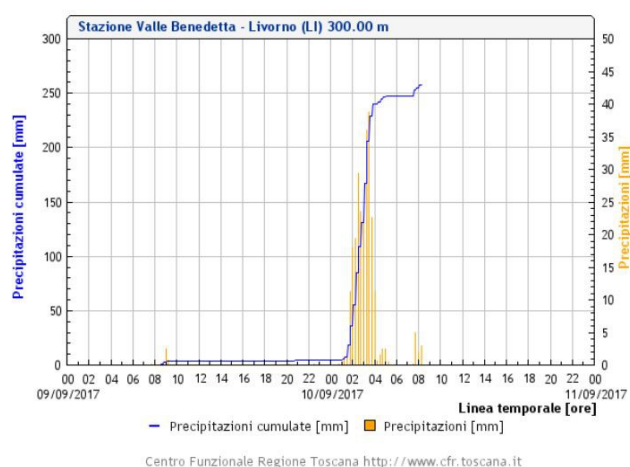
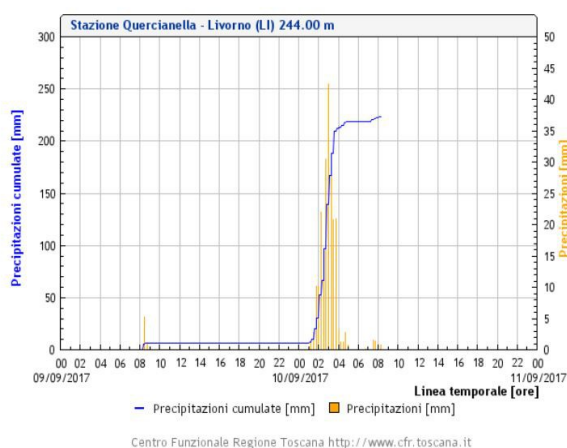


Fig. 4_Pluviogrammi delle stazioni di Quercianella e della Valle Benedetta del 9-10/09/2017

3.5 Nuova analisi delle esondazioni

A seguito dell'evento alluvionale del 2017, con la redazione del "Quadro conoscitivo idraulico" per il Piano Strutturale 2, eseguito da Prima Ingegneria STP (Ing. P.Chiovaccini, Ing. M.Verzoni, Ing. N.Buchignani, Ing. Iunior N. Verzoni), sono state nuovamente definite le zone con pericolosità idraulica elevata e molto elevata.

Le nuove analisi delle esondazioni, in particolare sulle aree di più rilevanti dal punto di vista urbanistico e ritenute più critiche, hanno interessato in particolare (procedendo da nord a sud):

- Torrente Ugione;
- Fosso della Puzzolente e Fosso Vallelunga;
- Rio Cigna e T. Cignolo;
- Rio Maggiore;
- Fossi Querciaio e Felciaio;



- Rio Ardenza;
- Rio Banditella comprensivo dei bacini di Montenero (Fosso dei Fichi, del Governatore e Botro Stringaio);
- Bacini di Qurcianella;
- Torrente Chioma.

Torrente Ugione

L'andamento delle esondazioni per $tr = 200$ anni è riportato nell'immagine che segue e si nota come le aree a valle della via Aiaccia (nella quale sono previste le casse di espansione) funzionino già nello stato attuale come aree di laminazione. Rimangono problemi residui in prossimità del ponte della via Aurelia che danno origine ad allagamenti sia in destra che in sinistra idraulica.



Tiranti idrici Torrente Ugione per $Tr = 200$ anni

Le analisi hanno evidenziato analoghe criticità per $Tr=30$ anni principalmente nel tratto a valle della confluenza con il fosso della Puzzolente. Più estese le aree allagate per l'evento (considerata ai fini della pericolosità come $Tr=500$ anni) sebbene non si aggiungano altre problematiche.



Fosso Vallelunga

I risultati hanno evidenziato criticità diffuse per i diversi tempi di ritorno analizzati con tiranti idrici nella piana alluvionale che superano i 2,00 m. di altezza. In ogni caso si tratta di allagamenti abbastanza contenuti dall'andamento topografico del terreno. Sotto si evidenzia la situazione per l'esondazione duecentennale:



Tiranti idrici Fosso della Puzzolente e Fosso Vallelunga per $Tr = 200$ anni

Fosso della Cigna e Cignolo

L'andamento delle esondazioni evidenzia diverse criticità. Rimangono minime insufficienze al ponte di via dell'Uliveta, mentre non sussistono problemi nel tratto di fronte a Borgo di Magrignano. Altre problematiche invece permangono nel tratto di porta a Terra in particolare lungo il ponte di via del Condotti Vecchi.

Lungo il torrente Cignolo invece si hanno insufficienze in tutto il tratto iniziale, dove la sezione risulta poco definita ed il deflusso richiede l'occupazione delle aree limitrofe. Alcuni attraversamenti creano poi l'allagamento delle esondazioni fino ad occupare tutta la piana dei Condotti Vecchi. Nonostante le perdite a monte, la cassa di espansione viene interessata da volumi di laminazione che per gli eventi estremi superano la



Interreg



UNIONE EUROPEA

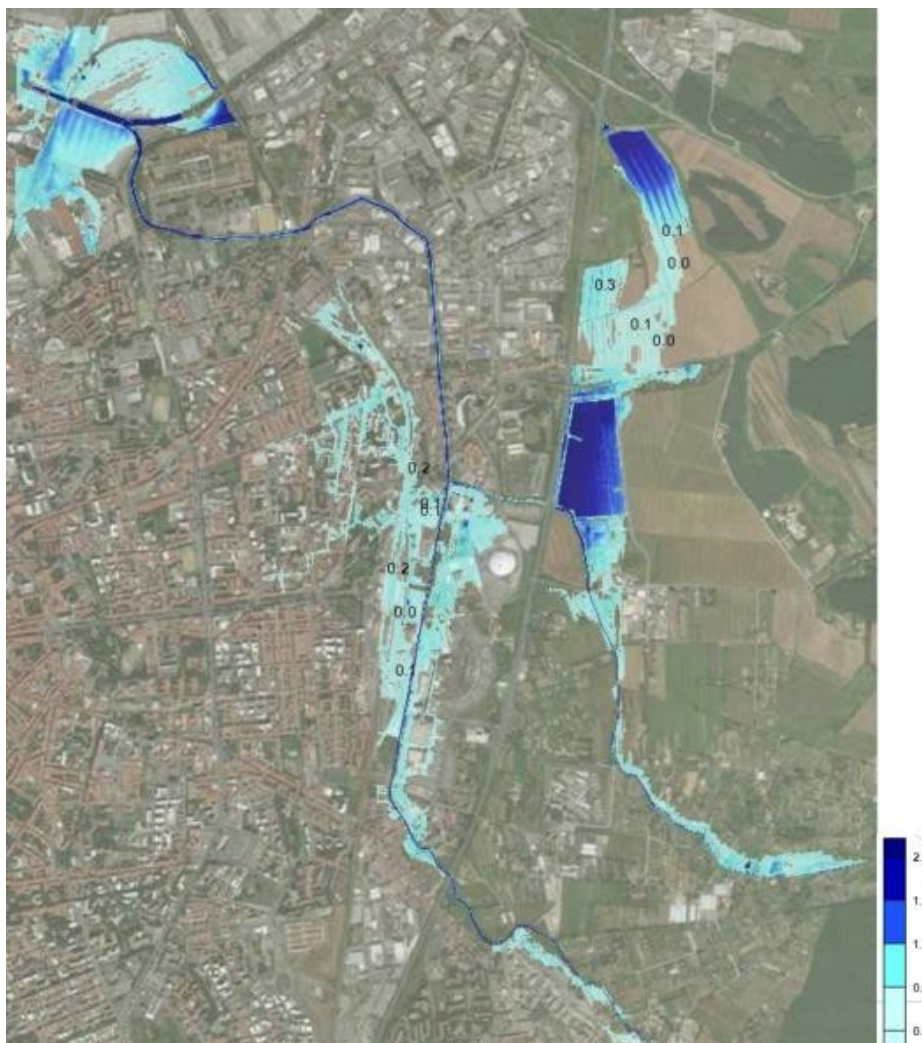
MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



capacità portando il deflusso ad espandersi verso nord.

Di seguito la situazione con i tiranti idrici massimi per $tr = 200$ anni.



Tiranti idrici Fosso della Cigna e Cignolo per $Tr = 200$ anni

Rio Maggiore

Le verifiche implementate sullo Stato Attuale mostrano criticità idrauliche marcate e diffuse su tutto il territorio urbanizzato oggetto di studio. Il tratto urbano del reticolo idraulico risulta fortemente insufficiente al contenimento degli eventi di piena ed è causa di allagamenti diffusi. Per eventi con tempo di ritorno trentennale gli allagamenti riguardano principalmente i quartieri urbani a valle della dorsale di Via di



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Levante. Le aree soggette ad esondazione per eventi con TR=200 anni risultano più marcate e diffuse, estendendosi anche ad aree a monte di Via di Levante, fino ai margini del centro urbano di Livorno (zona ponte di Via Uliveta).

La capacità di smaltimento del Rio Maggiore risulta fortemente ridotta dalla presenza dei ponti presenti lungo il suo tracciato, che spesso presentano una marcata insufficienza della sezione liquida e provocano evidenti fenomeni di rigurgito e rischio in termini di sicurezza delle strutture.

Procedendo da monte verso valle, le strutture che presentano le inefficienze più marcate sono:

- Ponte SP Valle Benedetta monte;
- Ponte SP Valle Benedetta valle;
- Ponte Via dell'Uliveta;
- Ponte Via di Salviano;
- Ponte Via dei Pelaghi;
- Ponte della Ferrovia;
- Ponte Via dell'Ardenza;
- Tratto tombato da Via Cattaneo a mare.

Le casse di espansione presenti lungo il corso d'acqua entrano in funzione già sullo scenario trentennale. Sull'evento duecentennale i livelli idrometrici raggiunti in cassa sono compatibili e confrontabili con quelli del progetto esecutivo delle casse di espansione redatto dal Prof. Pagliara. In occasione di eventi più intensi, come la sollecitazione idrologica del 9-10 settembre 2017, gli sfioratori di sicurezza, poiché presentano soglie ad una quota inferiore rispetto alle quote di massimo invaso delle casse, funzionano da sfioratori di piena e riversano in alveo portate che vanno a ridurre gli effetti laminativi registrati in corrispondenza degli sfiori di presa delle casse, cosicché la portata di picco registrata in alveo a valle dell'ultima cassa (RM4) risulta confrontabile con la portata idrologica.



Interreg

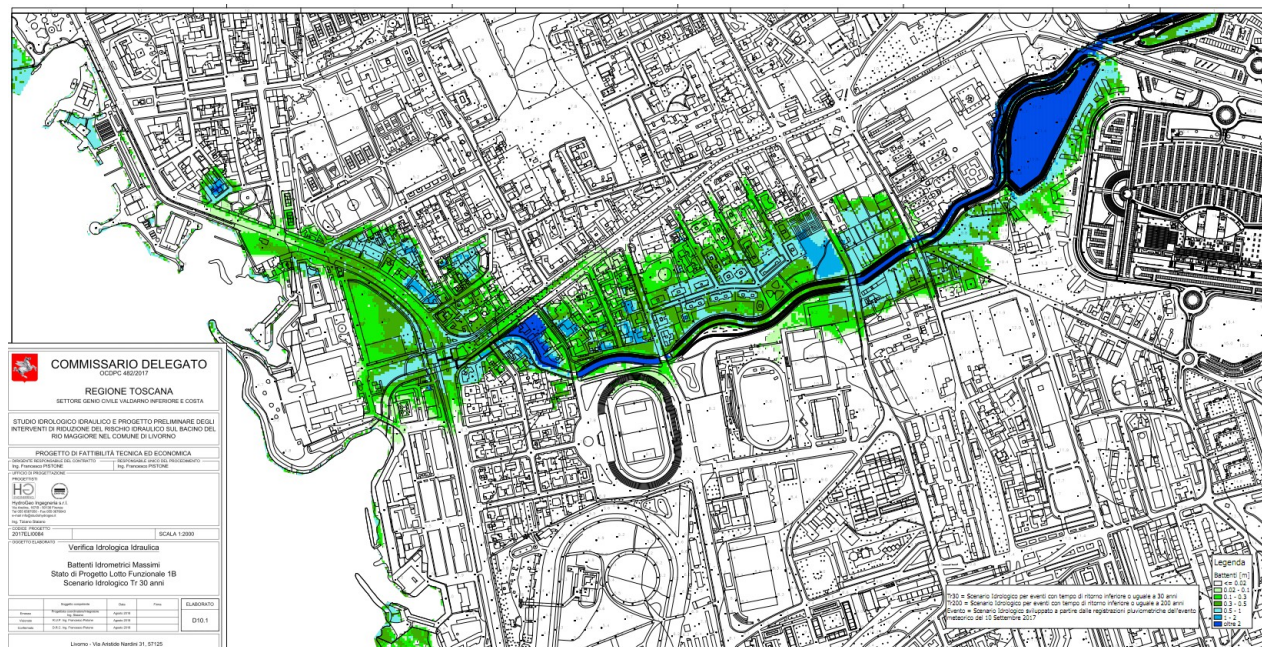


UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale





Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Fosso Felciaio e Querciaio

I due fossi interessano prevalentemente l'area della Scopaia. I risultati evidenziano il corretto funzionamento delle casse di laminazione e delle risagomature d'alveo previste negli interventi eseguiti negli anni 2000. Si verificano limitate uscite nei tratti principali comunque circoscritte e facilmente risolvibili. Rimangono problemi solo nella parte terminale prima del tombamento della ferrovia che crea un rigurgito significativo.



Tiranti idrici Fosso Felciaio e Querciaio per $Tr = 200$ anni

Rio Ardenza

I risultati evidenziano diffuse criticità, aggravate dalla presenza dei manufatti di attraversamento, specialmente nel tratto arginato dove si verificano diffusi sormonti. Questo anche a valle del ponte sull'Aurelia primo dello sbocco in Località "3 Ponti".

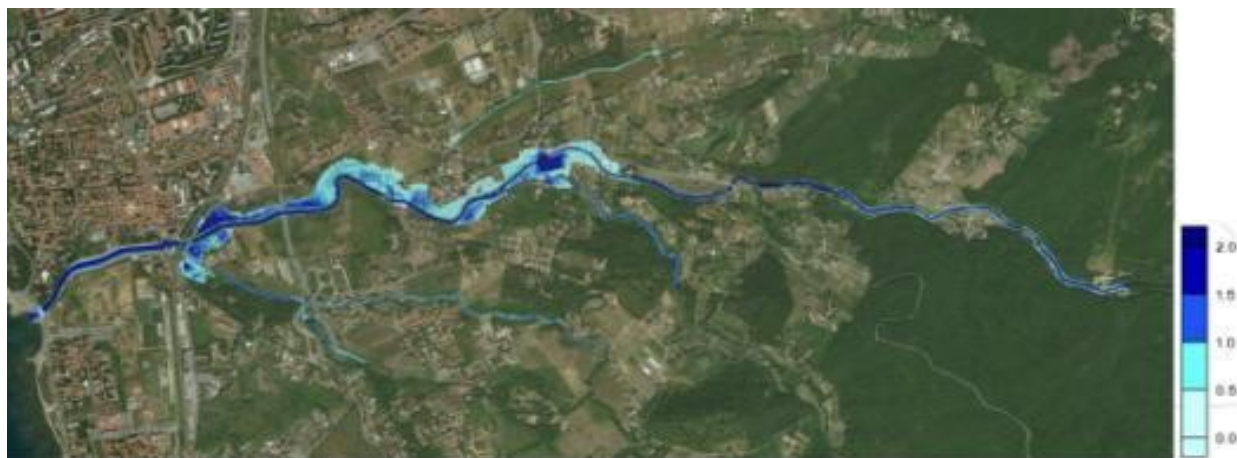


Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

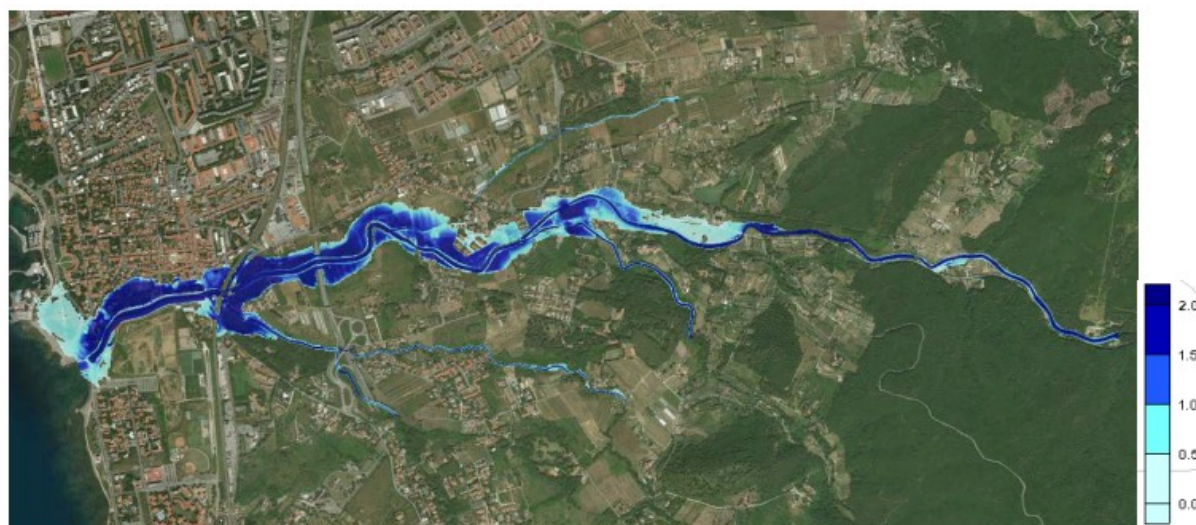
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Tiranti idrici Rio Ardenza per $tr = 30$ anni



Tiranti idrici Rio Ardenza per $tr = 200$ anni



Tiranti idrici Rio Ardenza per $tr = 500$ anni



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Fosso della Banditella e bacini di Montenero

I risultati evidenziano problematiche diffuse ma di modesta entità. Le elevate pendenze rendono i tiranti dell'ordine di pochi centimetri. Le zone di ristagno maggiori si verificano in piazza delle Carrozze:



Tiranti idrici Fosso della Banditella e Bacini Montenero per $Tr = 30$ anni



Tiranti idrici Fosso della Banditella e Bacini Montenero per $Tr = 200$ anni



Interreg

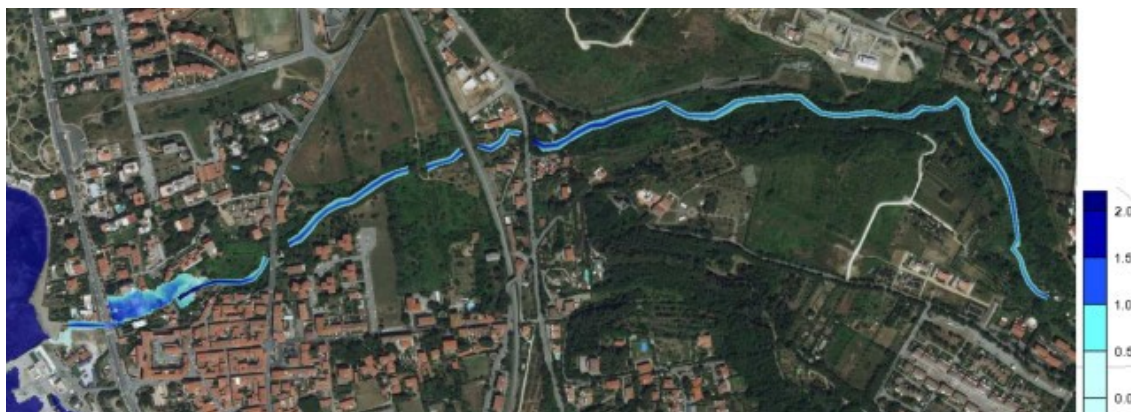


MARITTIMO-IT FR-MARITIME

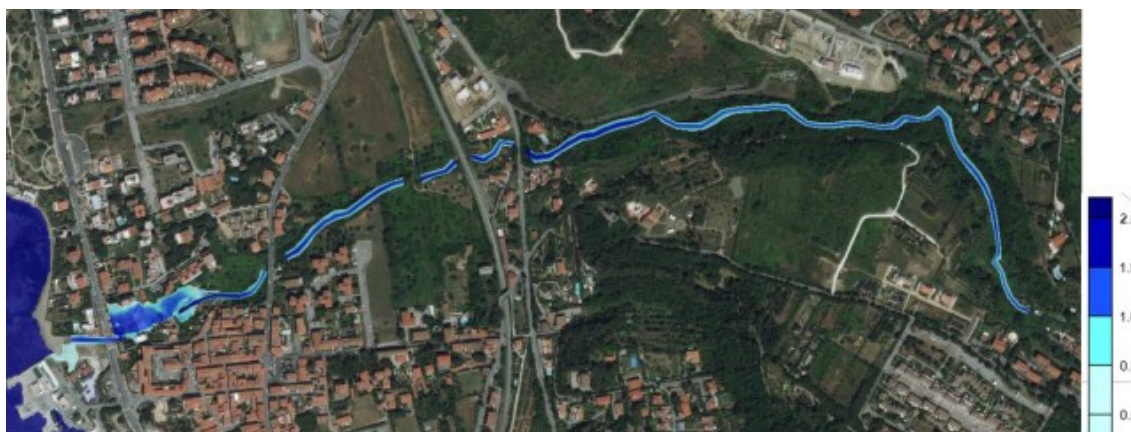
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



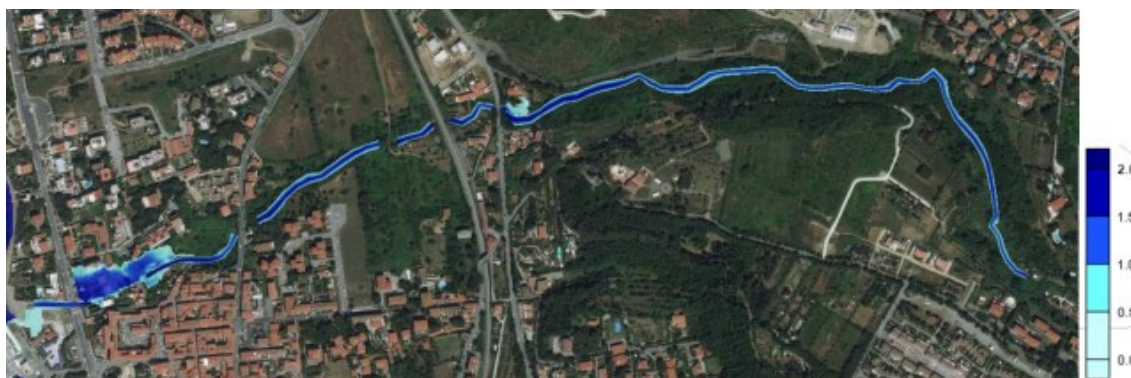
Per la parte a valle della confluenza con il Botro Stringaio-Botro dei Fichi, le esondazioni sono concentrate nella parte terminale.



Tiranti idrici Botro Stringaio-Botro dei Fichi per $Tr = 30$ anni



Tiranti idrici Botro Stringaio-Botro dei Fichi per Tr per $tr = 200$ anni



Tiranti idrici Botro Stringaio-Botro dei Fichi per Tr per $tr = 500$ anni



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Bacini di Quercianella

I risultati evidenziano problematiche diffuse. La maggior parte dei corsi d'acqua nell'ambito urbano non sono ben individuati e terminano in genere con scottolari che ne condizionano la capacità di deflusso. La mancanza di un reticolo ben individuato favorisce pertanto situazioni di scorrimento superficiale che in ogni caso presenta tiranti idrici modesti (di pochi centimetri).

Più problematiche sono le esondazioni relative al T. Chioma ed al Fosso di Quercianella.



Tiranti idrici bacini di Quercianella per $Tr = 30$ anni





Interreg

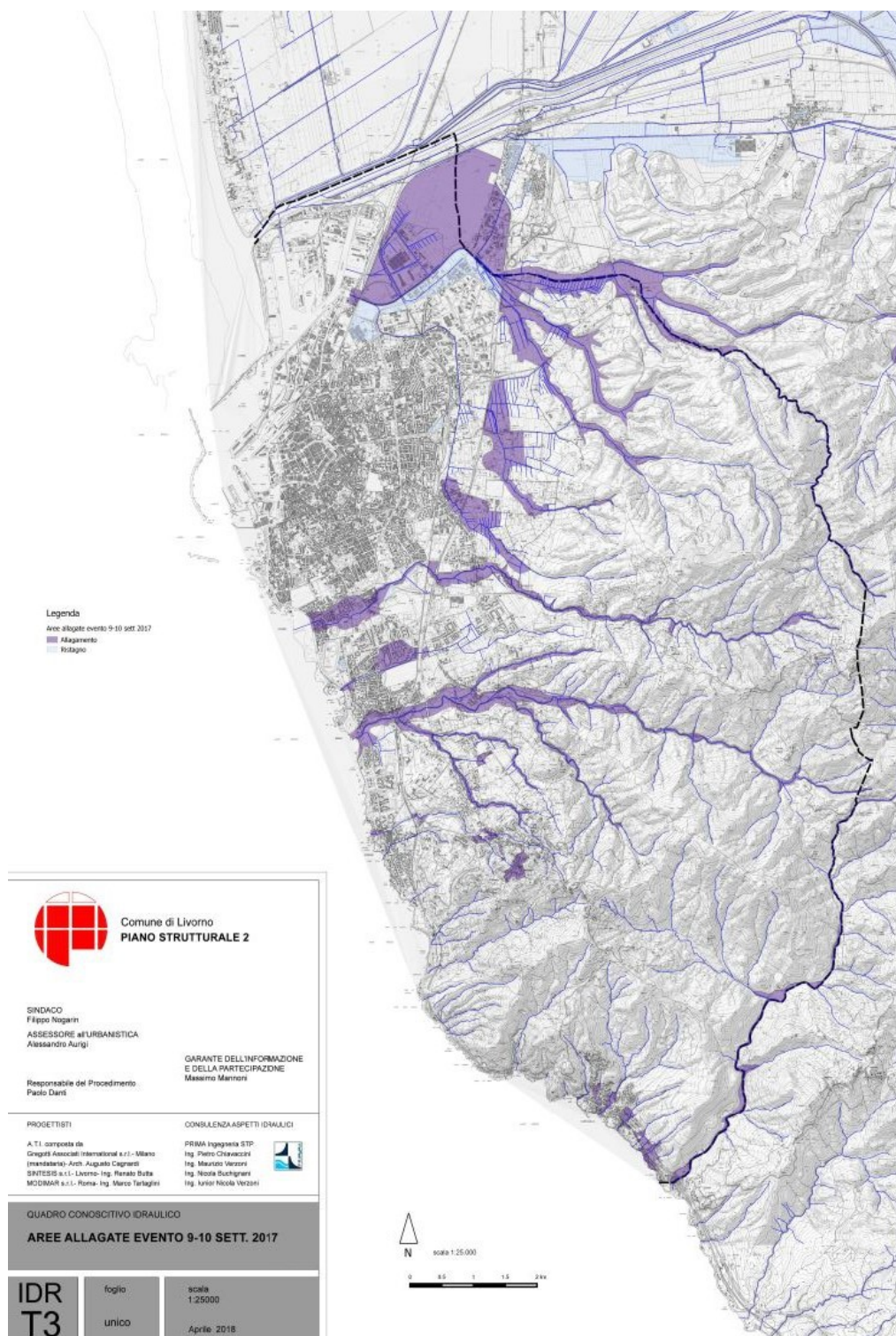


UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Tiranti idrici bacini di Quercianella per $Tr = 200$ anni

Fig. 5_Carta aree allagate a seguito dell'evento del 9 e del 10 settembre 2017



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



3.6 Pericolosità idraulica post-alluvione

Nel post-alluvione, il Comune di Livorno sulla base di quanto rilevato dalla Regione Toscana, si è dotato di una cartografia tematica relativa alla pericolosità idraulica che delimita tutte le aree interessate da esondazione, azzonandole in P.3 (pericolosità idraulica elevata del PGRA), ovvero in classe di pericolosità P.I.4 (pericolosità idraulica molto elevata del DPGR n° 53/R). Successivamente, con la definizione dei vari studi idraulici redatti dalla Regione Toscana, il Piano Strutturale 2, approvato con Delibera di Consiglio Comunale n°75 del 7 aprile 2019, è stato corredato di una specifica cartografia di pericolosità idraulica in cui, le aree allagabili vere e proprie (ovvero soggette ad esondazioni per insufficienza del reticolo principale) che ricadono nella classe di pericolosità P.3 e P.2 del PGRA sono corrispondenti alla classe P.I.4 e P.I.3 del DPGR 53/R, mentre le aree di ristagno (connesse a depressioni del territorio od insufficiente drenaggio) che ricadono nella classe di pericolosità P.1 di PGRA sono corrispondenti alla classe P.I.2 di DPGR 53/R.

Ai fini dell'aggiornamento delle carte di pericolosità si fa riferimento allo studio idraulico predisposto per il comune di Collesalveti ed approvato per la modifica del Piano di Gestione Rischio Alluvioni, con comunicazione dell'Autorità di Bacino dell'Arno prot. 3577 del 05/10/2015. I principi di detto studio sono stati dunque applicati alle aste fluviali nei tratti di interesse del Comune di Livorno.

Nella pagina seguente si riporta la Carta di pericolosità idraulica redatta a seguito dell'evento alluvionale del 2017.

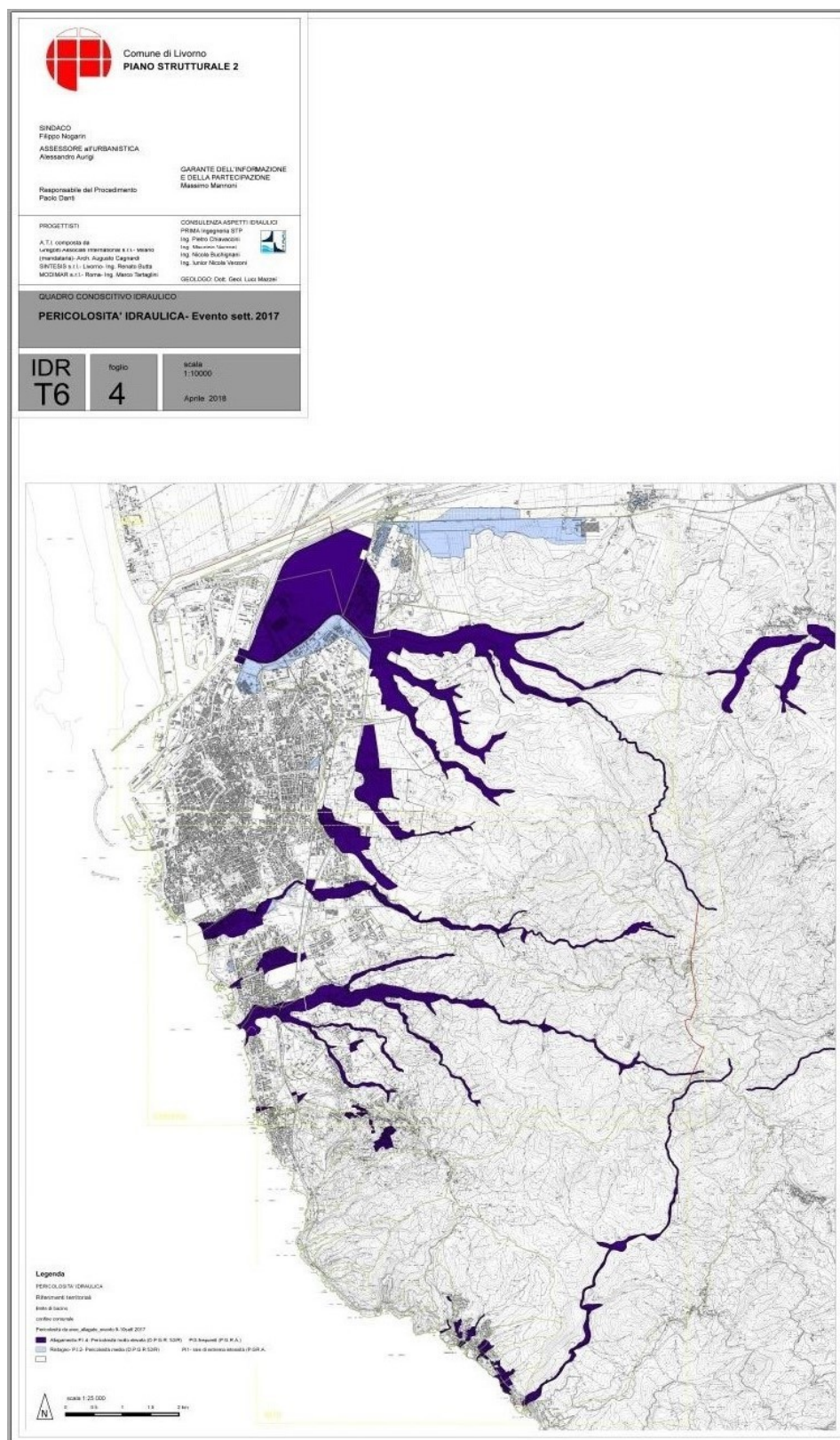


Fig. 6_Carta pericolosità idraulica a seguito dell'evento del 9 e del 10 settembre 2017



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

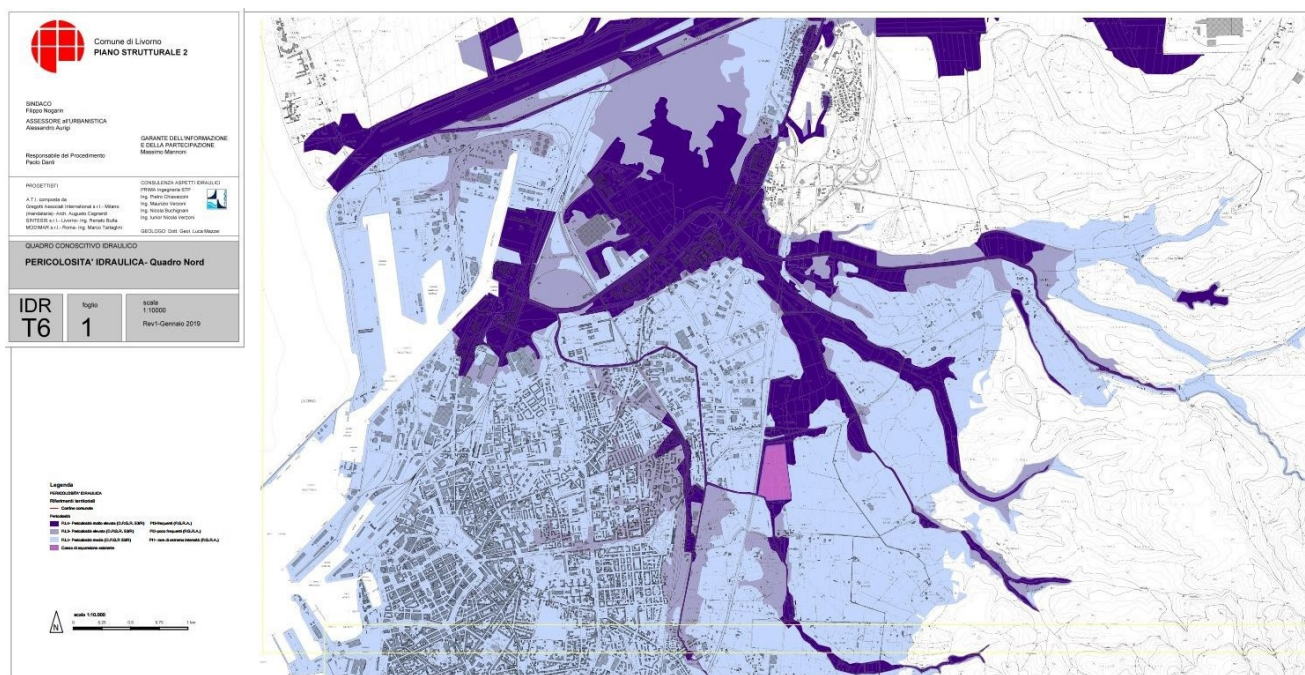


Fig. 6 bis_1_Pericolosità idraulica - quadro nord – Piano Strutturale 2

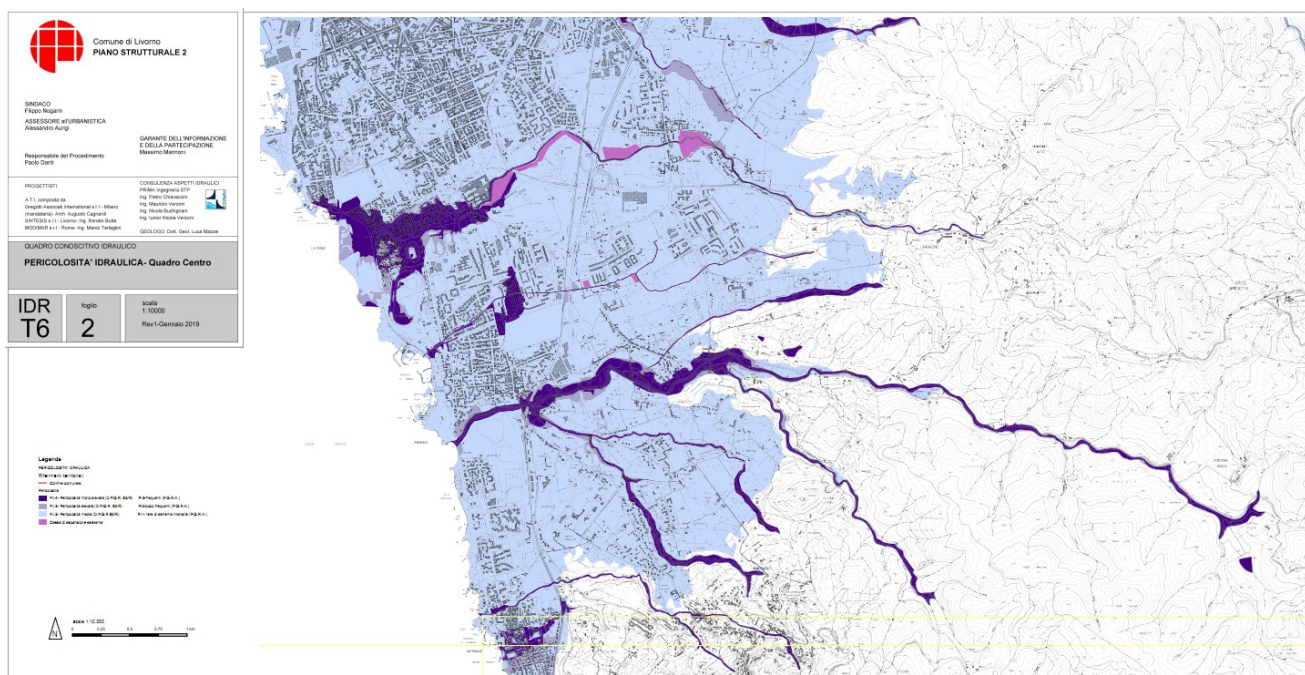


Fig. 6 bis_2_Pericolosità idraulica - quadro centro – Piano Strutturale 2

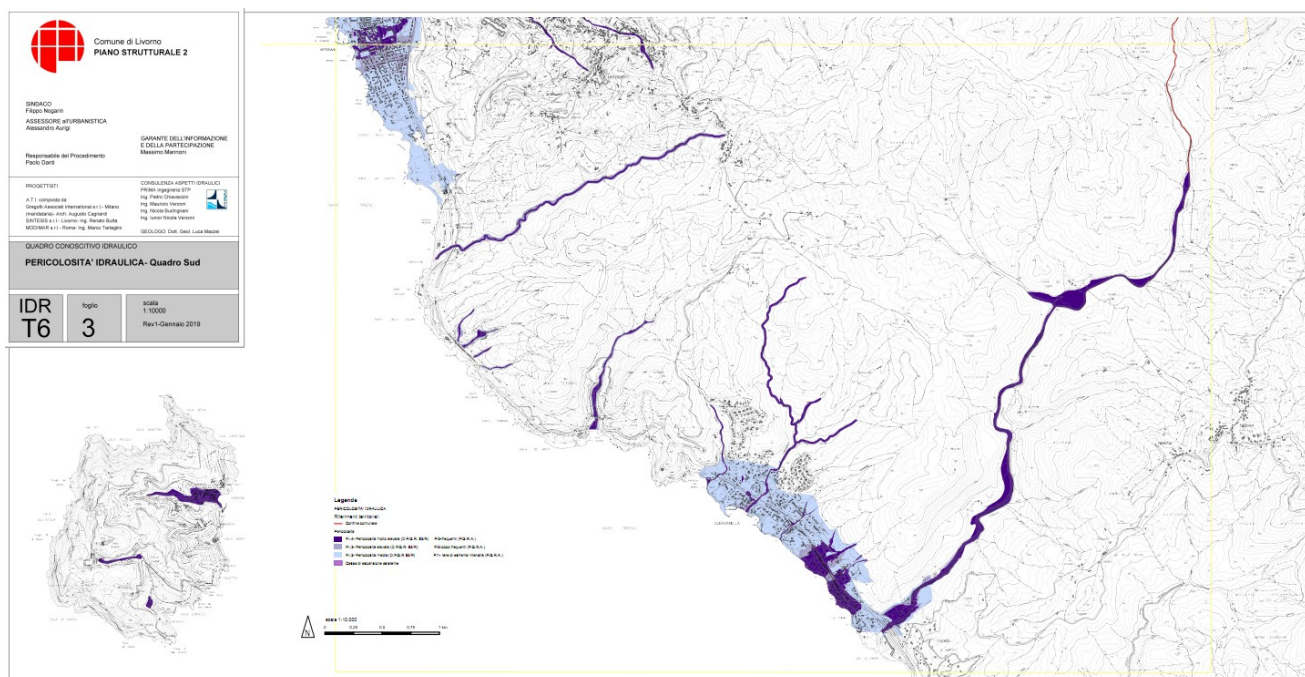


Fig. 6 bis_3_Pericolosità idraulica - quadro sud – Piano Strutturale 2

3.7 Interventi post-alluvione

3.7.1 Interventi intrapresi dal Comune di Livorno

A seguito dell'evento alluvionale, il Comune di Livorno ha provveduto alla realizzazione dei seguenti interventi:

- Ricostruzione del tratto tombato del fosso del Convento (Quercianella). Costruzione di nuovo tratto del collettore di fognatura bianca per aumentare la portata della condotta per pericolo esondazioni in corrispondenza delle abitazioni;
- Rifacimento di caditoie e pozzetti scarichi acque di fognatura bianca con recapito diretto nel Rio Ardenza per pericolo allagamento abitazioni in Via Pacinotti;
- Ripristino muro di sostegno in Via della Malva su tombamento e Botro delle Bresce. Adeguamento diametro tombino per pericolo crollo sede stradale con



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



isolamento abitazioni;

- Rifacimento del tombamento del Fosso Capra Morta (Loc. Quercianella) con parziale spostamento del tracciato originale e adeguamento della sezione idraulica. Ripristino del fossato a cielo aperto;
- Messa in sicurezza dell'ingresso del Porticciolo di Chioma. Ripristino dell'argine mediante realizzazione di scogliera con massicciata;
- Messa in sicurezza frane e dissesti fognari con ripristino fognatura bianca Funicolare di Montenero;
- Ripristino Rio Banditella (Spiaggia del Sale) con intervento pulizia foce e realizzazione di scogliera a protezione di argine. Eliminazione di porzione di tombamento lungo il corso;
- Ripristino scarpata stazione funicolare di Montenero con elementi a gabbione;
- Ripristino fondazione del ponte e sovrastante impalcato in Via G.Pascoli (Loc. Quercianella);
- Tombamento del fosso Via del Governatore e ripristino condotta a cielo aperto;
- Arretramento opera di presa di portata minimo deflusso estivo su Rio Ardenza;
- Ricostruzione bordi laterali e parapetti ponti Via dell'Uliveta e Via dei Pelaghi sul Rio Maggiore;
- Ripristino parapetti in acciaio ponte Via di Monterotondo, dei parapetti in muratura di un tratto stradale di Via di Monterotondo e consolidamento parapetti in muratura ponte Via di Collinet;
- Ricostruzione ponte Via Mondolfi su Rio Ardenza e ponte di Via Cattaneo su Rio Maggiore;
- Piazza delle Carrozze – Sistemazione alveo fosso della Banditella e disostruzione sotto la Piazza; Fosso della Banditella e Fosso di Montenero a valle della Piazza delle Carrozze (Loc. Montenero). Ripristino parti cadute alveo del fiume con



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



palancole o micropali, gabbioni o scogliera.

Merita che si espongano più in dettaglio gli interventi eseguiti nell'area di Piazza delle Carrozze, pesantemente colpita dall'alluvione:

l'evento ha prodotto gravi danni su tutta la Piazza delle Carrozze, su tutte le abitazioni e le attività commerciali che si affacciano sulla stessa. L'ostruzione del fosso, che attraversa e passa sotto la suddetta piazza ha causato anche ingenti danni alla stazione di partenza della Funicolare di Montenero. Altri danni sono stati provocati alle abitazioni poste sul fosso della Banditella prima dell'ingresso dello stesso sotto la piazza.

Le azioni qui intraprese, in emergenza, dall'amministrazione comunale sono:

- sgombero del fosso dalle macerie derivanti dal collasso delle scarpate realizzate in calcestruzzo, dal terreno e dai rifiuti di origine alluvionale;
- stombamento di una prima tratta del fosso in corrispondenza dell'ingresso dello stesso su Piazza delle Carrozze comprensivo dell'aumento della sezione e predisposizione di griglie carrabili amovibili;
- rifacimento del primo tratto di muro a retta ubicato in destra idraulica, immediatamente all'uscita del tombamento;
- regolarizzazione delle sponde e protezione delle stesse, in corrispondenza delle curve, con scogliera fluviale in massi. La sistemazione comprende un tratto di circa 135m.

E' stata inoltre eseguita la progettazione strutturale del ponte stradale di via Vallombrosani a Montenero.

3.7.2 Interventi intrapresi dalla Regione Toscana

A seguito dell'evento alluvionale del 2017, la Regione Toscana si è interessata del



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



rifacimento dei 2 ponti di Via delle Vallicelle sul Rio Maggiore e di Via remota sul Rio Ardenza, inoltre ha provveduto all'incarico di specifici studi idraulici, comprensivi della progettazione per la messa in sicurezza idraulica dei principali rii. I progetti, alcuni dei quali in fase di realizzazione, sono descritti di seguito:

Rio Banditella

Le soluzioni progettuali riportate nella relazione idraulica consistono nella rimozione del tratto tombato del rio (ubicato immediatamente a monte del Viale di Antignano), con la realizzazione di un nuovo canale in cemento in sostituzione del tombamento esistente.

Una prima ipotesi prevede la realizzazione di un manufatto di larghezza 6,00 m ed altezza minima 2.80 m per assicurare i franchi di sicurezza.

Una seconda ipotesi prevede un canale di 4x4.5m di altezza.

In entrambi i casi è necessario intervenire anche a monte dello scatolare esistente per un tratto di ulteriori 50 m circa di lunghezza. Limitarsi alla rimozione/sostituzione del manufatto esistente infatti non consente di risolvere tutti i problemi. Problematiche minori di franco insufficiente (che si hanno in altri punti del corso d'acqua) possono essere risolte con ricalibrature d'alveo.

Fosso Felciaio

L'elevato grado di urbanizzazione del Fosso Felciaio limita fortemente le scelte progettuali che non possono contemplare soluzioni di riapertura integrale del tratto tombato, ormai vincolato dall'edificato esistente.

Le attuali condizioni dei luoghi suggeriscono di mantenere il tracciato urbano per le fognature bianche del quartiere dell'Ardenza e della Rosa, deviando il deflusso proveniente dal tracciato a monte della ferrovia su un nuovo corso d'acqua.

Il progetto prevede la realizzazione del nuovo fosso in vicinanza al muro di recinzione



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



della Caserma 187 Reggimento Folgore per poi proseguire lungo la via Bat Yam e successivamente sfociare nel tratto di costa in cui si ritrova l'attuale foce.

In prossimità dell'esistente area verde, ubicata lungo la Via del Littorale, è prevista la realizzazione di un'area di laminazione che entrerebbe in funzione solamente in caso di eventi estremi. Tale area metterà in comunicazione il nuovo corso d'acqua con l'esistente tracciato del F.Felciaio che pertanto sarà aperto nel tratto che passa attraverso gli esistenti giardini.

Il complesso dei lavori è riassumibile come segue:

- Intercettazione del Fosso Felciaio immediatamente a monte della Variante Aurelia dopo il ponte di Via Provinciale Popogna SP8; l'attuale Rio dovrà proseguire esclusivamente come scolina dei campi circostanti e come fognatura bianca del quartiere La Rosa;
- Deviazione del Rio verso sud e realizzazione dell'attraversamento sotto la Variante Aurelia e sotto la ferrovia per giungere alla rotatoria di via Martin Luther King in adiacenza al muro di confine con la caserma Vannucci; le dimensioni dell'attraversamento saranno quelle sufficienti per smaltire la portata idrologica di monte;
- Scorrimento in alveo lungo il muro della caserma fino all'incrocio di Via Ludovico Muratori;
- Attraversamento sotto il piazzale di accesso alla caserma e sotto la via dell'Ardenza;
- Immissione in una vasca di compensazione realizzata nell'attuale parco giochi a valle di via dell'Ardenza;

La vasca di compensazione dovrà unire il nuovo tracciato con il vecchio percorso e sarà munita di sfioro verso nord per regimare il deflusso compatibilmente con le attuali dimensioni del Fosso Felciaio. A valle della via dell'Ardenza il nuovo tracciato correrà



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



lungo la via Bat Yam raccogliendo tutte le fognature bianche che andrà ad intercettare; il vecchio tracciato del Felciaio continuerà a raccogliere le bianche e contribuirà, tramite la soglia di sfioro, a smaltire la portata idrologica di monte;

I due corsi d'acqua si riuniranno all'incrocio tra via Bat Yam e via Dei Pensieri per proseguire sotto il piano viario fino al mare ricostruiti in sezione adeguata. Sarà possibile anche prevedere un raddoppio del tratto esistente.

Rio Ardenza

La logica degli interventi prevede una successione da valle verso monte in modo da evitare aggravamenti di rischio.

Fa eccezione la sistemazione del ponte dei "3 ponti" che per effetto dei lavori in somma urgenza iniziati a seguito dell'evento (ed attualmente in corso) può essere rimandato ad una fase intermedia accettando una condizione di sormonto che interessa zone non abitate (l'attuale ponte sarà messo nella condizione di funzione di guado).

Le varie fasi di sistemazione risultano consistenti in:

- 1) completamento degli interventi di somma urgenza (escluso dall'appalto);
- 2) spostamento della confluenza del fosso Forcone a valle del ponte di Via Mondolfi;
- 3) adeguamento della sezione d'alveo con rivestimento in cemento tra il ponte della Ferrovia ed il ponte di via Grotta delle fate;
- 4) nuove arginature (alla posizione finale prevista nell'intero intervento) tra il ponte di via Grotta delle fate e la Variante Aurelia;
- 5) sostituzione del ponte di via Monterotondo e nuovo raccordo della sezione d'alveo a monte e valle;
- 6) sostituzione del ponte dei "3 ponti";
- 7) sostituzione del ponte di via Mondolfi ed adeguamento delle sezioni a monte ed a valle per relativi raccordi;



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



8) adeguamento ed allargamento delle sezioni d'alveo tra il ponte di via Grotta delle fate e la confluenza con il Fosso del Molino, nuovo ponte di via di Collinet, rettifica d'alveo a valle di via di Collinet, spostamento della confluenza con il Fosso di Vallecorsa;

9) rimozione della briglia a monte di via di Monterotondo ed adeguamento della sezione fino al ponte della SP8;

10) rifacimento del ponte sulla SP8 ed adeguamento a monte per raccordo con esistente;

11) adeguamento degli affluenti (nuovo ponte in via di Monterotondo sul Fosso del Molino, stombamento del Fosso di Vallecorsa e nuovo attraversamento in via di Collinet, adeguamenti arginali per il raggiungimento dei franchi, adeguamento del Fosso Forcone a monte di via della Fontanella.

Si evidenzia che nella relazione idraulica è stato studiato uno scenario alternativo alla ricostruzione del ponte di foce "3 ponti". Questo consiste nell'accettare il sormonto del ponte ed il suo funzionamento in pressione (con battenti al di sopra della sommità dell'arcata del ponte).

Al fine di controllare le esondazioni ed evitare che queste si riversino sul territorio in maniera incontrollata, questa soluzione prevede la realizzazione di un guado che richiede le seguenti condizioni:

- rimozione del parapetto in muratura sul ponte e sulla strada con sua sostituzione con ringhiera aperta;
- quote di sponda sinistra più bassa rispetto a quelle in destra;
- realizzazione di un dosso lungo la strada di ingresso al piede arginale in destra idraulica dal viale Italia;
- realizzazione di dosso stradale lungo il viale Italia sia in destra che sinistra idraulica;
- realizzazione di muretto di contenimento di acque di esondazione lungo il vialetto ciclopedonale in sinistra idraulica;



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- installazione di sensori di livello che attivano impianto semaforico di blocco del traffico. La soluzione di un guado alla foce consente di mantenere il ponte dei “3 ponti”, ma comporta significative modifiche delle aree circostanti in particolari della strada che dovrà prevedere dossi di contenimento delle acque sormontate lungo la viabilità principale (viale Italia) e muri di contenimento (sia in destra che sinistra) della acque fuoriuscite.

Tale soluzione, per esigenze morfologiche, non consente di garantire il franco di 1,00 m. rispetto alla $T_r=200$ anni (anche nei tratti arginati) e dovranno pertanto essere accettati franchi ridotti e minori margini di sicurezza dell'intervento.

Alla luce di quanto sopra la soluzione tecnica migliore di risoluzione delle problematiche alla foce è rappresentata dalla sostituzione del ponte dei “3 ponti”.

I vari interventi prevedono spostamenti dei sottoservizi, adeguamento degli scarichi di fognatura e posa in opera di valvole a clapet antiriflusso, piccole sistemazioni di sponda e nuove reti di drenaggio ai piedi arginali.

Rio Maggiore

Nella specifica relazione tecnica gli interventi di progetto sono stati codificati con riferimento ai 13 tratti in cui è stato suddiviso il reticolo del Rio Maggiore.

Ciascun tratto, individuato per l'analisi dello stato attuale, interessa un tronco fluviale del reticolo del Rio Maggiore con caratteristiche geometriche ed idrauliche omogenee.

I tratti presentano una numerazione progressiva da valle verso monte e riguardano:

- Tratto 1-6: tratto tombato urbano dallo sbocco a mare a Via Cattaneo;
- Tratti 7-13: reticolo a sezione aperta da Via Cattaneo alla località Limoncino.

Gli interventi di progetto seguono la numerazione del tratto di appartenenza, e possono essere sintetizzati come di seguito riportato:

- Opera 1 - area Accademia Navale: realizzazione di un canale aperto all'interno



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



delle aree di proprietà dell'Accademia Navale con rifacimento dello sbocco a mare. La sezione di progetto è a geometria rettangolare con savanella di magra e muri verticali in c.a. rivestiti in pietra. La larghezza del fondo alveo è prevista pari a 10 m nel primo tratto, e 12 m a valle del punto di restituzione del nuovo canale scolmatore (rif. Opera 4b – Zona Stadio). La lunghezza dell'intero tratto di intervento è di circa 140 m. In corrispondenza del nuovo sbocco a mare del canale (spostato di circa 60 m in destra idraulica rispetto allo sfocio del tombamento attuale), è prevista la realizzazione di un attraversamento carrabile, di dimensioni pari a 12x5m, al fine di garantire la piena fruibilità ai mezzi all'interno dell'Accademia Navale. Completano l'intervento il riassetto delle aree verdi e dei percorsi pedonali esistenti.

- Opera 2 – Viale Italia: rifacimento dell'opera di sottoattraversamento del Viale Italia. La sezione di progetto è uno scatolare in c.a a geometria rettangolare di dimensioni pari a 10x3.9m con savanella di magra. Le dimensioni della sezione idraulica e gli spessori del manufatto in c.a. garantiscono il mantenimento delle quote attuali del piano viario. Rispetto all'attuale disposizione planimetrica del tombamento, è prevista una rettifica del tracciato del canale e l'allontanamento del tracciato dalla Barriera Regina Margherita. La lunghezza del tratto di intervento è circa 105 m.
- Opera 3a – Ponte di Via Toti: realizzazione di un nuovo attraversamento carrabile su Via Toti. La sezione di progetto è rettangolare in c.a. di dimensioni pari a 10x3.9m con savanella di magra. A valle del nuovo manufatto si prevede la realizzazione di un tratto di canale aperto lungo Viale Nazario Sauro, fino all'imbocco della nuova opera di sottoattraversamento di Viale Italia (rif. Opera 2 – Viale Italia). La sezione di progetto del canale si mantiene rettangolare, di larghezza 10 m, con savanella di magra e muri verticali in c.a. rivestiti in pietra. A



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



lati del canale si prevede la realizzazione di un percorso pedonale in sinistra idraulica e di una pista ciclabile in destra, a raccordo con l'esistente. La lunghezza del tratto di intervento è circa 40 m.

- Opera 3b – Corridoio: realizzazione di un canale aperto in c.a. a sezione rettangolare con savanella di magra e pareti rivestite in bozze di pietra. La sezione di progetto ha una larghezza 10 m. Nella definizione del nuovo percorso a cielo aperto sono state valutate le distanze minime tra le opere da realizzare e gli edifici esistenti. Ove queste non consentono una agevole realizzazione delle nuove opere si è optato per il mantenimento dell'attuale perimetro del corso d'acqua, utilizzando le strutture esistenti come cassaforma per i nuovi muri di contenimento in c.a. Gli allargamenti della sezione rispetto all'impronta del tratto tombato attuale, definiti secondo il criterio succitato, hanno portato le distanze minime dagli edifici esistenti pari a 3 m. In sinistra idraulica si prevede la realizzazione di un percorso pedonale. La lunghezza del tratto di intervento è circa 170 m.
- Opera 4a – Ponte di Via Rodocanacchi: realizzazione di un nuovo attraversamento carrabile su Via Rodocanacchi. La sezione di progetto è rettangolare in c.a. di dimensioni pari a 10x3.9m con savanella di magra. Le spalle del ponte, in c.a. con rifinitura faccia a vista, si raccordano al canale aperto a sezione rettangolare previsto sia a valle (rif. Opera 3b – Corridoio) che a monte (rif. Opera 4b – Zona Stadio) del ponte di progetto mediante muri in c.a. rivestiti in pietra.
- Opera 4b – Zona Stadio: realizzazione di un canale aperto nelle aree prospicienti lo Stadio di Livorno. La sezione di progetto ha una larghezza del fondo pari a 10 m e sponde costituite da un muro verticale in c.a. con rasatura cementizia in sinistra idraulica e da un muro in scogliera con pendenza 1:1 in destra. Il fondo alveo è previsto rivestito in massi ciclopici intasati in terra. Il nuovo tracciato planimetrico



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



prevede l'allontanamento dalla viabilità di accesso allo Stadio e la riqualificazione di tutte le aree contermini, con realizzazione di percorsi pedonali e ciclopeditoni, riassetto ed ampliamento delle aree verdi mediante creazione di fasce inerbite ed inserimento di alberature e arbusti. La lunghezza del tratto di intervento è circa 150 m. In prossimità del nuovo ponte di Via Rodocanacchi (rif. Opera 4a – ponte di Via Rodocanacchi) sulla sponda in destra idraulica è prevista la realizzazione del manufatto di imbocco del nuovo canale scolmatore, che percorrerà Via Rodocanacchi e Viale Nazario Sauro e si reimmetterà nel canale aperto del Rio Maggiore all'interno dell'Accademia Navale (rif. Opera 1 - area Accademia Navale) dopo aver sottoattraversato il Viale Italia a nord della Barriera Regina Margherita. Il canale scolmatore, di lunghezza complessiva pari a circa 450 m, sarà realizzato con struttura scatolare prefabbricata di luce interna 3x2.5m ed avrà una capacità di smaltimento di circa 20 mc/s. La realizzazione di tale by-pass permette la riduzione del carico idraulico nei tratti 2 e 3. A valle dell'opera di imbocco del canale scolmatore, si prevede il raccordo della sezione del canale alla geometria rettangolare prevista per il nuovo attraversamento di via Rodocanacchi (rif. Opera 4a – ponte di Via Rodocanacchi).

- Opera 4c – ponte di Via dei Pensieri: realizzazione di un nuovo attraversamento carrabile su Via dei Pensieri. La sezione di progetto è rettangolare di dimensioni pari a 12x4.4m, con fondo alveo naturale rivestito in massi ciclopici intasati in terra, dotato di savanella di magra. Le spalle del ponte, in c.a. con rifinitura faccia a vista, si raccorderanno al canale a sezione rettangolare previsto sia a valle (rif. Opera 4b – Zona Stadio) che a monte (rif. Opera 5 – Zona Parco) del ponte di progetto mediante muri in c.a. rivestiti in pietra.
- Opera 5 – Zona Parco: realizzazione di un canale aperto in terra, inserito in un contesto naturalistico con riorganizzazione e riqualificazione delle aree verdi



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



circostanti. La sezione di progetto è trapezia con larghezza del fondo alveo pari a 8 m e sponde inerbite a pendenza 3:2. In sinistra idraulica è prevista la realizzazione di un percorso a mezza sponda inerbite, connesso ad un'ampia area golenale. Il fondo alveo è rivestito in massi ciclopici intasati in terra e dotato di savanella di magra. In prossimità del nuovo ponte di Via dei Pensieri (rif. Opera 4c – ponte di Via dei Pensieri) è prevista la realizzazione di un salto di fondo di altezza 75 cm. La lunghezza del tratto di intervento è circa 390 m. A corredo dell'intervento si prevede il completo riassetto degli spazi circostanti con creazione di un parco verde intorno al Rio, dotato di aree attrezzate e corredato da percorsi ciclopeditoni che riconnettono il quartiere con il parco. In destra idraulica è inserito un percorso carrabile, ad uso pedonale, di servizio per la manutenzione. Si prevede infine la riconfigurazione dell'area sportiva esistente, con spostamento del campo di allenamento, delocalizzazione degli spogliatoi e nuovo ingresso al centro, dotato di parcheggio.

- Opera 6 – ponte di Via Cattaneo: realizzazione di un nuovo attraversamento carrabile su Via Cattaneo. La sezione di progetto è rettangolare di dimensioni pari a 12x4.0 m, con fondo alveo naturale rivestito in massi ciclopici intasati in terra, dotato di savanella di magra. Le spalle del ponte, in c.a. con rifinitura faccia a vista, si raccorderanno al canale a sezione trapezia previsto sia a valle (rif. Opera 5 – Zona Parco) che a monte (rif. Opera 7a – Zona Serre) del ponte di progetto mediante muri in c.a. rivestiti in pietra. L'altezza utile della sezione idraulica e le dimensioni del nuovo impalcato del ponte, impongono un sovrizzo del piano stradale attuale di circa 50-70 cm, con modifica della livelletta stradale nell'intorno del nuovo attraversamento.
- Opera 7a – Zona Serre: adeguamento della sezione idraulica e realizzazione di percorso ciclopeditone in destra idraulica. La geometria della sezione di progetto



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



è trapezia con fondo alveo largo 8 m e sponde naturali inerbite a pendenza 3:2. Al piede sponda è prevista una protezione in scogliera. Il limite di intervento è costituito dai muri laterali esistenti a confine con le proprietà private (serre in destra, autolavaggio in sinistra idraulica). La lunghezza del tratto di intervento è circa 120 m.

- Opera 7b – ponte di Via Ardenza: rifacimento del ponte carrabile su Via dell'Ardenza. La sezione di progetto è rettangolare di dimensioni pari a 12x4.4 m, con fondo alveo naturale rivestito in massi ciclopici intasati in terra, dotato di savanella di magra. Le spalle del ponte sono previste in c.a. con rifinitura faccia a vista. A raccordo con le sponde fluviali sia a monte che a valle saranno realizzati muri in c.a. rivestiti in pietra. A monte della nuova opera è prevista la realizzazione di un salto di fondo di altezza 90 cm. La realizzazione del nuovo attraversamento prevede lo spostamento planimetrico della viabilità principale (Via dell'Ardenza) e la deviazione della viabilità locale (Via di Popogna).
- Opera 7c – Zona Cimitero: adeguamento della sezione idraulica e realizzazione di percorso ciclopedonale in sinistra idraulica. La geometria della sezione è trapezia con fondo alveo largo 8 m e sponde con pendenza 1:1 realizzate con muri in scogliera. La lunghezza del tratto di intervento è circa 180 m.
- Opera 7d – Sfioro di sicurezza RM4: sovrizzo dello sfioratore di sicurezza della cassa di espansione RM4 fino alla quota di 13.80 m s.l.m.
- Opera 7e – Sfioro RM4: realizzazione di nuova opera di presa in sinistra idraulica del Rio Maggiore di larghezza utile 15 m, soglia di sfioro a quota 11.00 m s.l.m. dotata di paratoie mobili ad apertura automatica al raggiungimento di quote del pelo libero in alveo di 12.20 m s.l.m.
- Opera 8a – Tombasifone: chiusura del tombasifone di collegamento tra la cassa RM3bis e la cassa RM4.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- Opera 8b – Arginatura RM3bis valle: sovrалzo e ringrosso del tratto terminale dell'argine della cassa RM3bis fino alla quota 16.70 m s.l.m.
- Opera 8c – Sfioro di sicurezza RM3bis: sovrалzo dello sfioratore di sicurezza della cassa di espansione RM3bis fino alla quota di 15.70 m s.l.m.
- Opera 8d – Arginatura RM3bis monte: realizzazione di arginatura in sinistra idraulica del Rio Maggiore (lato opposto alla cassa) fino alla quota del coronamento arginale del modulo di monte della cassa RM3bis.
- Opera 8e – Sfioro RM3bis: sovrалzo dello sfioratore di alimentazione della cassa di espansione RM3bis fino alla quota di 17.30 m s.l.m.
- Opera 8f – ponte Ferrovia: rifacimento/adeгуamento del ponte ferroviario della linea Pisa-Roma, di competenza RFI, con luce netta minima pari a 12x4 m.
- Opera 9a - Argine sinistro Via Pelaghi: Demolizione del ponte di Via dei Pelaghi e realizzazione di un'arginatura in sinistra idraulica del Rio Maggiore (lato opposto alla cassa) fino alla quota del coronamento arginale della cassa RM3.
- Opera 9b – Sfioro di sicurezza RM3: sovrалzo dello sfioratore di sicurezza della cassa di espansione RM3 fino alla quota di 22.90 m s.l.m.
- Opera 9c – Ponte di Via Impastato: realizzazione di un attraversamento carrabile sul nuovo asse viario di Via Impastato. La sezione di progetto è rettangolare di dimensioni pari a 12x4.4 m, con fondo alveo naturale rivestito in massi ciclopici intasati in terra. Le spalle del ponte, in c.a. con rifinitura faccia a vista, si raccorderanno alla sezione fluviale attuale del Rio Maggiore con muri in c.a. rivestiti in pietra.
- Opera 9d – Ponte di Via di Salviano: rifacimento del ponte carrabile su Via di Salviano. La sezione di progetto è rettangolare di dimensioni pari a 12x4.85 m, con fondo alveo naturale rivestito in massi ciclopici intasati in terra. Le spalle del ponte sono previste in c.a. con rifinitura faccia a vista. È prevista la risagomatura



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



della sezione fluviale, sia a monte che a valle del nuovo ponte. La lunghezza complessiva del tratto di intervento è di circa 35 m. Il raccordo con le sponde fluviali sia a monte che a valle sarà realizzato con muri in c.a. rivestiti in bozze di pietra. A monte della nuova opera è prevista la realizzazione di un salto di fondo di altezza 1.7 m.

- Opera 10a – Sfioro di sicurezza RM2: sovrizzo dello sfioratore di sicurezza della cassa di espansione RM2 fino alla quota di 29.50 m s.l.m.
- Opera 10b – Ponte di Via dell'Uliveta: rifacimento del ponte carrabile su Via dell'Uliveta. La sezione di progetto è rettangolare di dimensioni pari a 12x4.4 m, con fondo alveo naturale rivestito in massi ciclopici intasati in terra. Le spalle del ponte sono previste in c.a. con rifinitura faccia a vista. È prevista la risagomatura della sezione fluviale, sia a monte che a valle del nuovo ponte. La lunghezza complessiva del tratto di intervento è di circa 50 m. Il nuovo ponte risulta spostato a valle di circa 10 m rispetto alla sua attuale posizione planimetrica. A chiusura idraulica, si prevede il prolungamento verso monte del muro di contenimento in destra idraulica presente a valle dell'opera. A corredo dell'opera si prevede il riassetto della viabilità attuale, con sovrizzo del piano viario principale e riorganizzazione di tutta la viabilità locale.
- Opera 10c – Argine Uliveta: realizzazione di opere di contenimento idraulico a monte del ponte di Via Uliveta, sia in destra che in sinistra idraulica per un tratto di lunghezza pari a circa 220 m.
- Opera 11a - Ponte Valle Benedetta valle: rifacimento del ponte carrabile sulla Strada Provinciale n. 5 Valle Benedetta. La sezione di progetto è rettangolare di dimensioni pari a 10x4.4 m, con fondo alveo naturale rivestito in massi ciclopici intasati in terra. Le spalle del ponte sono previste in c.a. con rifinitura faccia a vista. È prevista altresì la risagomatura della sezione fluviale, sia a monte che a



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



valle del nuovo ponte, con regolarizzazione della livelletta di fondo alveo e la realizzazione di un salto di fondo di altezza 70 cm a monte del nuovo manufatto.

- Opera 11b - Ponte Valle Benedetta monte: rifacimento del ponte carrabile sulla Strada Provinciale n. 5 Valle Benedetta. La sezione di progetto è rettangolare di dimensioni pari a 10x4.4 m, con fondo alveo naturale rivestito in massi ciclopici intasati in terra. Le spalle del ponte sono previste in c.a. con rifinitura faccia a vista. È prevista altresì la risagomatura della sezione fluviale, sia a monte che a valle del nuovo ponte, a raccordo con la sezione idraulica esistente.
- Opera 12 – Fosso Limoncino: Stombamento e deviazione dell'ultimo tratto del fosso Limoncino. Tutto il tratto tombato attuale, di lunghezza pari a 300 m, sarà dismesso ed il corso d'acqua verrà deviato in una nuova canalizzazione a cielo aperto a sezione rettangolare in c.a. di dimensioni 2.0x1.5 m. Il sottoattraversamento della Strada Provinciale n.5 Valle Benedetta sarà realizzato mediante posa di scatolare in c.a. a sezione rettangolare di dimensioni 2.0x2.5 m. La nuova immissione del fosso Limoncino nel Rio Maggiore è stata spostata a monte del nuovo ponte sul Rio Maggiore, in corrispondenza delle protezioni in gabbioni esistenti in sponda sinistra del Rio, con realizzazione di salti di fondo in materassi Reno.

3.8 Criticità

Generalmente lo sviluppo delle superfici impermeabilizzate è largamente attribuibile a strategie di pianificazione territoriale che non hanno tenuto conto della perdita irreversibile del suolo, degli effetti ambientali collegati, della qualità della risorsa sacrificata e dell'esistenza di strumenti capaci di valutarla.

L'evoluzione maggiore in termini relativi è avvenuta a favore di superfici artificiali. Nell'ambito delle aree artificiali, sono le zone industriali, commerciali ed infrastrutturali



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



ad avere avuto l'espansione percentuale maggiore.

Il maggiore impatto dell'impermeabilizzazione dei suoli si determina sul flusso delle acque. L'incapacità delle aree impermeabilizzate di assorbire per filtrazione una parte delle acque, aumenta notevolmente lo scorrimento superficiale e può favorire la contaminazione da parte di eventuali sostanze chimiche presenti in superficie. Il deflusso superficiale aumenta così in volume e in velocità, causando evidenti problemi sul controllo delle acque superficiali, in particolare in occasione di fenomeni di pioggia particolarmente intensi, incidendo sulla capacità di ricarica delle falde acquifere. L'incremento delle superfici impermeabilizzate, infatti, comporta un aumento dei coefficienti di deflusso e la riduzione dei tempi di corrivazione, rendendo necessario il ridimensionamento del reticolo idraulico e la costruzione di opere per contenimento degli eventi di piena eccezionali.

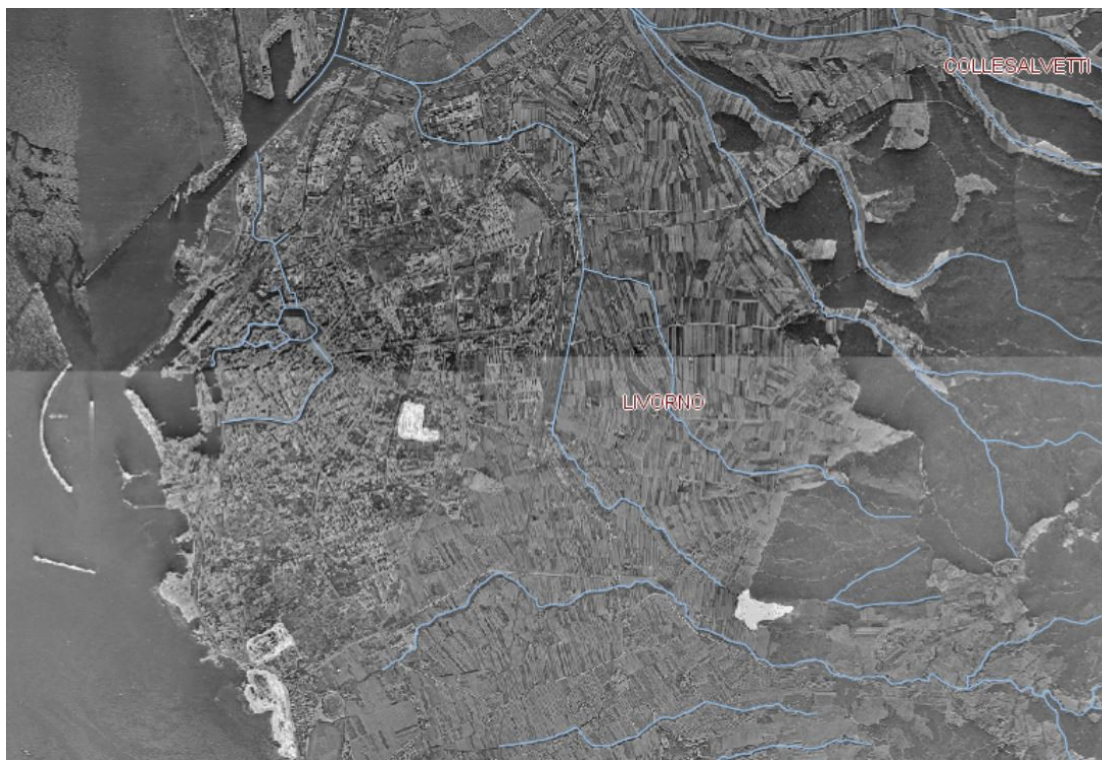


Fig. 7_Ortofoto suolo urbanizzato 1954



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Fig. 8_Ortofoto suolo urbanizzato 2010

La conformazione del territorio, la vicinanza dei rilievi alla città murata, nonché la gerarchizzazione dei deflussi unita talvolta a scelte compiute nel passato non particolarmente sensibili dei vincoli idraulici, possono condurre rapidamente al collasso idraulico dei torrenti soprattutto in occasione di precipitazioni intense e di breve durata.

Per “alluvione dei centri urbani” si intende la fenomenologia di allagamento essenzialmente legato a due diverse questioni:

- **allagamento di aree urbane tombinate - rete fognaria**, ovvero allagamento urbano o delle infrastrutture peri-urbane dovuto al rigurgito della rete fognaria o dei fossi e scoli di drenaggio; questa tipologia di rischio può conseguirsi a seguito di scrosci violenti ed intensi di pioggia, anche molto localizzati, che possono verificarsi nel corso di eventi meteorologici prolungati nel tempo anche senza conseguire fenomeni di esondazione



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



dei corsi d'acqua.

- **esondazione dei corpi idrici superficiali**, ovvero inondazione urbana o delle infrastrutture peri-urbane o delle infrastrutture viarie extraurbane; esso può essere causato dall'esondazione di uno dei corsi d'acqua superficiali anche a seguito di intasamento dei manufatti di tombinamento, per erosioni spondali e crolli (per franamento) dei versanti e/o delle arginature, con asportazione di materiali terrigeni ed eventualmente di vegetazione. Il tutto può innescare, lungo il corso d'acqua, ed in corrispondenza di manufatti antropici (ponti, passerelle, tubazioni, ecc.) o particolari conformazioni dell'alveo (strozzature, traverse, ecc.) possibili occlusioni parziali o totali dell'alveo stesso con conseguente disalveamento della corrente ed alluvionamento delle aree circostanti.

Considerando che i fenomeni pluviometrici che possono determinare entrambe le tipologie di rischio sono sostanzialmente gli stessi, non è da escludersi la contemporanea presenza di fenomeni di allagamento localizzati in abbinamento a fenomeni esondativi del reticolo idrografico superficiale.

La rete misura un dato medio di 18 Km di collettori e 280 km di rete cittadina.

Nel Piano di Protezione Civile in vigore, approvato dal Consiglio Comunale con Delibera n°143 del 16 novembre 2011- i cui dati sono stati recentemente aggiornati con Delibera di Giunta Comunale n°800 del 21 novembre 2019 - attualmente in fase di revisione, è individuato con precisione l'elenco delle strade che possono essere soggette ad allagamenti diffusi e persistenti in concomitanza di esondazioni dei corsi d'acqua.

Nella Carta degli "hot point" presenti in città in caso di precipitazioni intense, sono evidenziati quei nodi di rischio che si compongono soprattutto durante fenomeni meteo eccezionali, la cui frequenza tuttavia sta sempre più aumentando.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Disagiate zonali per insufficienza dispositivi idraulici:

1. Ardenza Mare su Viale Italia tra Baracchina Rossa e Felciaio;
2. Quartiere la Rosa in via Settembrini;
3. Quartieri Nord cittadini;
4. Zona Sorgenti Via Lunardi e Magri;
5. Via Leonardo da Vinci;

Disagiate zonali per inesistenza/insufficienza rete raccolta

1. Quartiere Venezia in Via Cinta Esterna e P.zza Luogo Pio;
2. Zona Stazione Piazza Dante; Zona Sorgenti via Donnini e Foscolo;
3. Zona Fabbricotti su Viale della Libertà nel tratto via Accademia Labronica – Via degli Ebrei Vittime del Nazismo;

SCENARI DI EVENTO

- Incremento rapido dei livelli dei corsi d'acqua,
- Fenomeni di erosione delle sponde (anche concentrati), trasporto solido, frane di sponda;
- Occlusioni parziali o totali delle luci dei ponti dei corsi d'acqua maggiori;
- Fenomeni di tracimazione, sifonamento o rottura degli argini, sormonto di ponti

EFFETTI LOCALIZZATI:

- Allagamenti
- Danni a infrastrutture
- Temporanee interruzioni della rete stradale e/o ferroviaria
- Danni alle opere idrauliche e di difesa delle sponde
- Danni alle opere di contenimento, regimazione e attraversamento dei corsi d'acqua;
- Danni a beni e servizi;
- Con la concomitanza di fenomeni temporaleschi si possono registrare rotture di rami,



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



caduta di alberi, abbattimento di pali, segnaletica e impalcature con conseguenti effetti sulla viabilità e sulle reti aeree di comunicazione (telefonia ed elettricità) e di distribuzione dei servizi, danni alle colture agricole, alle coperture degli edifici e agli automezzi a causa di grandinate, innesco di incendi e lesioni da fulminazione, collasso di tratti di collettori fognari.

Nel dettaglio, nel caso in cui si manifestino degli allagamenti dovuti a esondazione o a carenza delle rete fognaria, le strade che saranno interessate da allagamenti diffusi e persistenti che si compongono soprattutto durante fenomeni meteo eccezionali sono:

- Sottopassi ferroviari di Via Firenze (nei due sensi di marcia)
- Sottopasso pedonale della Stazione Centrale
- Sottopasso ferroviario ciclabile-pedonale Via di Salviano
- Sottopasso ferroviario Via Sicilia
- Via Firenze, soprattutto il tratto compreso tra la rotatoria e il sottopasso ferroviario, compresa Via Nord
- Via Ugione, tratto completo (fino a 50 cm. d'acqua)
- Via Provinciale Pisana – Via Pian di Rota (fino ad oltre 40 cm. d'acqua): tratto compreso tra Via Pian di Rota e l'intersezione con Via dell'Artigianato
- Via Marradi fino a Barriera Roma
- Sottopassaggio stradale di via di Popogna
- Sottopassi ferroviari di Via Mondolfi
- Zona Piazza delle Carrozze, sottopasso con B. Strinagio
- Sottopasso ferroviario pedonale Aurelia – Quercianella
- Sottopassaggio del Ponte Genova su Via Firenze
- Sottopassaggio pedonale Via Provinciale Pisana
- Sottopassaggio veicolare Via delle Sorgenti



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- Area attorno alla Piazza Dante (località Stazione Centrale)
- Via Gaetano D'Alesio (prossimità di Piazza Mazzini)
- Viale Italia (amplificazione se presenza anche di venti forti e mareggiate)
- Incrocio Viale Carducci – Viale Ippolito Nievo
- Via del Testaio
- Piazza del Municipio
- Guado Rio della Puzzolente
- Via Muratori
- Via Lamarmora
- Via Sproni
- Via di Quercianella – Aurelia (Tratto tra Sottopasso stazione e Stazione)
- Via dei Canali
- Via Leonardo Da Vinci da Via Galvani fino alla Stazione del Calambrone
- Via Quagliierini

La causa dei ricorrenti blocchi alla circolazione nel sottopasso di via Firenze è palesemente da individuare nei limiti di capacità drenante di fossi delle acque basse e dei loro sifoni a causa della impermeabilizzazione ed innalzamento dei piani di campagna per l'edificazione in zone a rischio idraulico. Negli altri casi si tratta del raggiungimento delle portate massime sopportabili da alcuni collettori cittadini (in primis Riseccoli e Bellana, ma anche del Cignolo sui Viali dell'Aurelia cittadina), della insufficiente funzionalità dei dispositivi idraulici e delle dorsali principali in zone altimetricamente sfavorevoli di naturale convergenza dei deflussi superficiali non intercettati a monte, di rotture, intasamenti, riduzione di sezione utile in punti significativi della rete a causa di interferenze localizzate. In tutti i casi si tratta di problemi di insufficienza della rete di fognatura che si aggravano in corrispondenza di



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



zone depresse (sottopassi). Essendo fenomeni di rigurgito, gli allagamenti sono per invaso e per ristagno e, tranne le problematiche di via Firenze che sono più diffuse, le altre criticità rimangono circoscritte (anche se estremamente pericolose specialmente in corrispondenza dei sottopassi). In via Firenze il bacino sotteso ha una estensione di circa 1 kmq (Picchianti 2) con portate che arrivano fino a circa 10 mc/s per $Tr=200$ anni. I quantitativi di acqua che si invasano per mancato deflusso considerando durate critiche di circa 2h sono pertanto stimabili in circa 36-40000 mc valore che in parte è invasato nella rete (circa il 10-15%) ed in parte sul territorio. Considerando un valore di tirante medio di circa 0.3m, le superfici allagabili arrivano pertanto ad occupare 100- 120000 mq di territorio. Le aree allagate hanno un andamento analogo a quello ottenuto nello scenario di esondazioni del T. Ugione.

Su richiesta del Comune di Livorno, il Consorzio di Bonifica 5 Toscana Costa ha realizzato un impianto di sollevamento costituito da 3 idrovore da 0,3 mc/s, con una capacità complessiva di 0,9 mc/s, poste all'altezza del sottopasso di Via Firenze.

Diverse situazioni di zone cittadine sottoposte ad allagamenti a causa di insufficienze dimensionali sono state risolte con un adeguamento delle sezioni ed un maggior numero di caditoie stradali e/o con potenziamento dei dispositivi idraulici - anche di tipo combinato - e incrementi degli accumuli, rimanendo critici soprattutto alcuni tratti di strade di scorrimento urbano come la Via Firenze in sottopasso della ferrovia, il Viale Alfieri zona Ospedale e confluenza su Viale Carducci, Viale Italia zona Ardenza, ed alcune aree urbane in zone Stazione, Quartieri Nord, Venezia, S. Marco.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



4 Sintesi del profilo climatico locale

4.1 Evidenze dell'influenza dei cambiamenti climatici sulla pericolosità da alluvione

Con riferimento al contesto climatico individuato dal Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC, 2017), la città di Livorno rientra nella macroregione 2, caratterizzata dal maggior numero di giorni in media al di sopra della soglia selezionata per classificare i summer days e al contempo da temperature medie elevate.

Anche il numero massimo di giorni consecutivi senza pioggia risulta essere elevato (CDD) in confronto alle altre zone dell'Italia centro settentrionale; il regime pluviometrico, in termini di valori stagionali (WP ed SP) ed estremi (R20 Numero di giorni nell'anno con $Prec \geq 20mm$ e R95p Somma nell'anno delle precipitazioni giornaliere superiori al 95o percentile della distribuzione dei valori normali) mostra invece caratteristiche intermedie.

Il clima della città di Livorno è pertanto un clima di tipo Mediterraneo, caratterizzato da estati calde mitigate dalla presenza di brezza marina, ed inverni non particolarmente freddi.

In accordo con l'ultimo report dell'IPCC (2013), entro la fine del 21° secolo, le precipitazioni estreme sono destinate ad aumentare tra il 10 e il 60%, con un associato rischio di inondazioni che potrebbero portare al collasso dei sistemi fognari. La situazione risulterà particolarmente a rischio nelle aree urbane in cui si è consentito uno sviluppo incontrollato, con edificazione su aree di drenaggio naturali e pianure alluvionali.

Sulla base della caratterizzazione del "Profilo climatico della città di Livorno", eseguito dall'Istituto per la Bioeconomia del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IBE) nel mese di novembre 2018, sono di seguito riportate in maniera sintetica tutte le



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



dinamiche idrometeoriche necessarie per la caratterizzazione dei fenomeni alluvionali per l'area di Livorno:

- i trend annuali di precipitazione (cumulato annuale) per i periodi 1955-1980 e 1981-2010 non hanno evidenziato una forte variazione tra essi;
- Il diagramma climatico di Walter e Lieth ha evidenziato come periodo di maggior aridità il periodo Giugno - Agosto, mentre possibili rischi idrogeologici sono stati ipotizzati essere nel pieno dell'autunno (Ottobre-Novembre; valori mensili delle precipitazioni superiori a 100 mm);
- il massimo di pioggia annuale (1295 mm) si è registrato nel 2010 mentre il minimo (539) è stato registrato nel 1998.
- Le proiezioni climatiche future, prodotte secondo il modello climatico LARS WG5 (Semenov 1998, 2002) ed utilizzando due scenari climatici (RCP4.5 e 8.5), due periodi temporali (2050 e 2080) e due metodi di variazione climatica (lineare e variazione stagionale), hanno evidenziato una tendenza generale all'aumento di temperatura durante tutto il corso dell'anno per tutti gli scenari e i periodi futuri selezionati. Come previsto, un'evoluzione che prevede condizioni rappresentate al 2080 utilizzando lo scenario RCP8.5 risulta essere quella che causa condizioni più estreme, ovvero un clima caratterizzato da un notevole aumento delle temperature minime e massime nei mesi più freddi (Dicembre, Gennaio e Febbraio), con un effetto evidente soprattutto sulle prime (valori oltre il 100% di incremento). Per quanto riguarda l'incremento di temperatura lineare, per quanto concerne gli estremi termici (giorni con temperature giornaliere minime di $<0^{\circ}\text{C}$ e massime di $>30^{\circ}\text{C}$) emerge come avvicinandosi alla fine del secolo e sotto lo scenario più caldo (RCP8.5) si osserva un decremento importante del numero di giorni con temperature inferiori a 0°C (da 1420 a 357) ed un consistente aumento dei giorni con temperature maggiori di 30°C (da 632 a 2323). Utilizzando



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



l'incremento di temperatura stagionale, si osserva un decremento importante del numero di giorni con temperature inferiori a 0°C (da 1420 a 409) ed un consistente aumento dei giorni con temperature maggiori di 30°C (da 632 a 2464).

4.2 Valutazione dell'influenza dei cambiamenti climatici sulla pericolosità da alluvione

La valutazione dell'influenza dei Cambiamenti Climatici sulla pericolosità da alluvione può essere fatta attraverso diversi approcci.

Tra questi, tre tipologie sono quelle maggiormente raccomandate:

- o Approcci Semplificati: 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. Si fa riferimento ad indicatori che servono per 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).
- o Approccio IDF: Sono le curve di possibilità pluviometrica. 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



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



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.

- o Approccio di Dettaglio: utilizzo di modelli di dettaglio di tipo idraulico. 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.

Nell'analisi del rischio alluvioni si è preso in considerazione quanto riportato nelle "Linee guida per la redazione di piani di adattamento al rischio alluvioni" e, oltre al già studiato pericolo di esondazione dei corsi d'acqua, avanzamento della linea di costa o incanalamento incontrollato di acque lungo corsi d'acqua, è stata valutata anche la risposta della zona ad alta densità di urbanizzazione (come evidenziato dal paragrafo *"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”). Tale analisi ha necessitato la ricerca di un apposito modello idrologico in grado di computare anche l'avanzamento dell'onda che si forma durante l'evento e non solo col dato complessivo dell'evento, che riesca a generare un adeguato bilancio idrologico della singola cella del DSM (e DTM per la computazione corretta dei tetti scolanti direttamente nella rete fognaria).

Al fine di allineare il modello ad un adeguato livello di confidenza sugli allagamenti sono stati usati i seguenti dati: Dem, Friction, Inflow, Infiltration, Effective porosity, capillary pressure, hydraulic conductivity, etc. Questi dati sono stati tutti reperiti o stimati mediante tabelle tecniche.

Il modello utilizzato è stato messo a punto utilizzando dei dati "plausibili" a redigere degli scenari possibili in relazione alle curve IDF stimate. Tali curve sono state calcolate per il presente e per i quattro scenari futuri (RCP4.5/8.5 e periodo temporale 2050/2080) sulla base del cambiamento previsto nelle precipitazioni come risultante da letteratura scientifica (Polade et al., 2014; 2017). Tali analisi hanno evidenziato la modifica dei parametri “a” ed “n” delle curve di possibilità pluviometrica come riportato in tabella X.

$$\text{Equazione curve IDF: } a * t^n * tr^m$$

Tabella variabili: Range: 0-20%

Parametro		baseline	RCP4.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP8.5
		- - -	2050	2080	2050	2080
Valore	a	86.772	93.71376	100.6555	97.18464	104.1264
assoluto	n	0.27512	0.29713	0.319139	0.308134	0.330144
%	a	- - -	+8%	+16%	+12%	+20%
	n	- - -	+8%	+16%	+12%	+20%

Fig. 9_Variazione dei parametri “a” e “n” delle curve di possibilità pluviometrica in relazione agli scenari futuri ipotizzati

È inoltre stata anche ricostruita mediante rasterizzazione manuale la carta delle caditoie (8506) per il Comune di Livorno. Tale analisi è stata necessaria al fine di valutare al



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



meglio la capacità di deflusso delle acque superficiali del territorio così da porla in relazione con gli scenari creati. Ciò ha permesso di identificare l'efficacia delle caditoie nel deflusso idrico per il periodo corrente e dei rischi relativi alla variazione delle piogge come ipotizzato per il futuro.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



5 Analisi dell'incidenza del cambiamento climatico sulle principali criticità locali

La variazione statisticamente significativa di uno o più parametri climatici può portare a effetti sulle infrastrutture umane molto rilevanti, specialmente se rapportate a scale spaziali locali ed alle infrastrutture che l'uomo ha creato nel corso del tempo. In particolare se prendiamo in considerazione la pioggia, il bilancio idrologico della zona urbana porta agli effetti di accumulo e alluvione che possono creare forti disagi e danni agli abitanti ed alle economie locali. I danni che si possono verificare dipendono molto dal sistema nel quale il medesimo evento avviene.

In particolare se un sistema urbano non è in grado di smaltire l'apporto idrico (sia da pioggia sulla superficie, sia da esondazione di un corpo idrico o la combinazione delle due), l'acqua tenderà ad accumularsi nel momento in cui la velocità di infiltrazione nel terreno e di scorrimento sul terreno non sono sufficienti, raccogliendosi principalmente nelle aree depresse.

Il sistema di smaltimento delle acque superficiali (fognatura nell'area urbana, semplice scorrimento verso i corpi idrici ed i corpi idrici stessi) permetterà poi un progressivo smaltimento delle acque precedentemente accumulate. Per quanto anche l'infiltrazione e l'evaporazione possano avere un ruolo non secondario nel bilancio idrologico, la scala temporale è decisamente diversa e quindi questi due effetti idrologici non sono in grado di influenzare significativamente il bilancio idrico.

Nel presente lavoro sono stati analizzati gli effetti della pioggia soprattutto in relazione agli effetti di accumulo per scorrimento superficiale, mentre sono state escluse le analisi relative alle esondazioni di fiumi e torrenti dal momento che questo effetto è studiato nei Piani di Assetto Idrogeologico integrato nel Piano Strutturale del Comune di Livorno. Da questi studi derivano, oltre la zonizzazione delle aree a diversa pericolosità idraulica,



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



le previsioni di interventi di difesa idraulica localizzati. Viceversa, pochi sono gli studi effettuati sugli impatti della concentrazione delle piogge ed il bilancio idrologico a livello locale (addirittura di strada o piazza). Ciò a causa della necessità di avere un elevatissimo livello di dettaglio necessario ad ottenere una corretta simulazione.

Al fine di analizzare l'impatto dell'atteso cambiamento climatico, specificatamente in relazione ad eventi meteorici, nel comune di Livorno, è stato analizzato in dettaglio il sistema urbano nelle componenti che influenzano il bilancio idrologico, concentrandosi in particolare sulla componente degli afflussi e sulla trasformazione in deflussi in una superficie principalmente impermeabile. Tale analisi ha considerato la presenza di un sistema di smaltimento delle acque meteoriche che ne assicurano, nel medio e lungo periodo, condizioni di asciutta ma che, in un lasso di tempo più o meno lungo, può determinare un accumulo con conseguenti danni ai beni pubblici e privati come ad esempio disagi nella circolazione, allagamenti di scantinati e aree depresse, potenziali aree pericolose per il rischio di annegamento, ecc..

5.1 Studio pluviometrico dell'area in oggetto

Come indicato nelle Linee Guida per la redazione dei Piani di Adattamento al Rischio alluvioni, sono 3 i possibili approcci per la valutazione della pericolosità da alluvione: Approccio semplificato, Approccio IDF e Approccio di dettaglio. L'approccio utilizzato per la stima della pioggia è stato quello relativo alle curve IDF – Intensità Durata Frequenza, in quanto le stesse rappresentano la sintesi della distribuzione delle frequenze di pioggia estrema per zona, durata e tempo di ritorno assegnati. Per la modellazione idraulica è stato invece utilizzato l'approccio di dettaglio al fine di trasformare gli afflussi in deflussi superficiali e conseguentemente gli accumuli superficiali di acque meteoriche. Come già accennato non sono stati presi in considerazione le esondazioni dei torrenti in quanto già studiate per la redazione dei piani Comunali e territoriali su



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



indicazione del Piano di Assetto Idrogeologico e successivamente del PGRA.

L'analisi si è inoltre concentrata sulla risposta del sistema urbano (sostanzialmente impermeabile) a eventi molto intensi e localizzati (spesso definiti come bombe d'acqua) che a livello di bacino possono non avere nessun effetto rilevante data la loro brevità (decisamente inferiore al tempo di corrivazione) e localizzazione (molto inferiore alla dimensione del bacino), ma che invece possono portare a livello urbano disagi precedentemente descritti. Nell'area considerata, le elaborazioni più recenti delle curve IDF (LSPP), sono quelle fornite dal Servizio Idrologico della Regione Toscana SIR aggiornate alla fine del 2012.

5.2 Variazione climatica locale

Al fine di valutare l'impatto degli estremi di precipitazione, sono state valutate le variazioni nel tempo delle piogge estreme annuali.

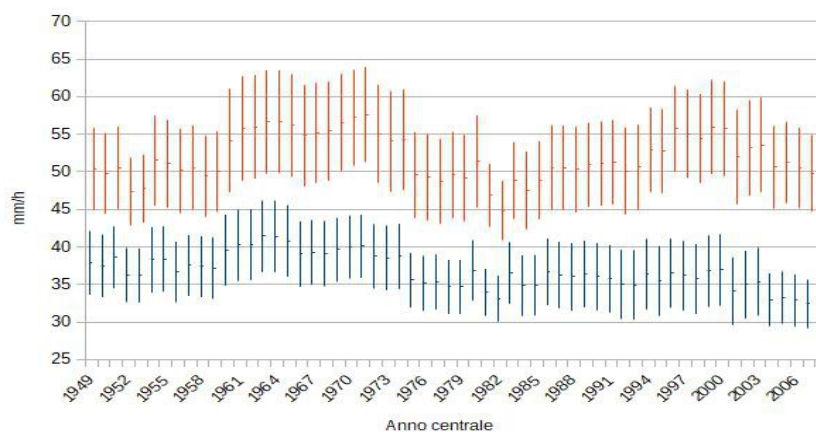


Fig. 10_Variatione nel tempo delle piogge estreme annuali (durata $t=1$ ora in blu e $t=3$ ore di durata in rosso). Il dato è la media di una finestra mobile di 21 anni (rappresentata per l'anno centrale) delle piogge massime per durata assegnata. La barra di variazione rappresenta l'ampiezza dell'intervallo al 95% di attendibilità (campionaria) della distribuzione della finestra.

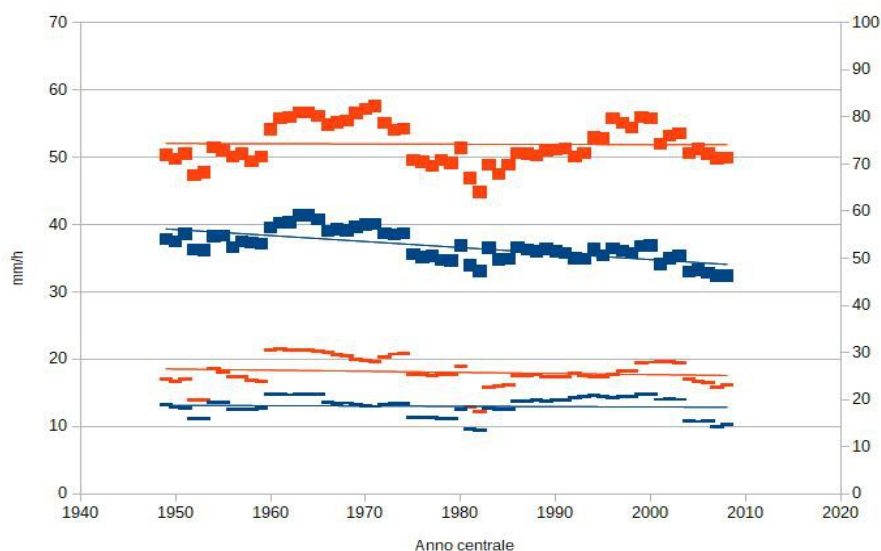


Fig. 11_Media (quadrantini) e deviazione standard (lineette) per t=1 ora di pioggia (blu) e t=3 ore (grafico rosso), a finestra mobile di 21 anni. Rappresentate anche le linee di tendenza.

Come visibile nei due grafici sopra esposti, le piogge estreme (annuali) per il periodo preso in considerazione, mostrano un abbassamento della pioggia media e una riduzione della deviazione standard. Questo si evidenzia sia per le piogge di un'ora che per le piogge di tre ore (anche se queste ultime in maniera molto meno evidente).

Si riassume quindi che le piogge estreme (massime annuali per assegnata durata) si stiano leggermente abbassando come intensità massima ma in compenso siano più frequenti (ridotta variabilità all'interno del sotto campione con $n=21$).

5.3 Simulazioni modellistiche

Quanto sopra esposto contrasta con l'osservazione di eventi pluviometrici intensi e molto localizzati dovuti ad effetti che si sommano e che, a livello di microzona, possono portare a concentrazioni ben più elevate di quelle previste dai modelli classici quali le curva IDF. Bisogna infatti ricordare che queste sono basate su una rete di monitoraggio



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



puntuale e, soprattutto, che l'elaborazione delle curve passa per la regionalizzazione delle piogge, ovvero un sistema matematico capace di spazializzare il dato puntuale e renderlo così applicabile a tutto un territorio, al fine di stimare quanto è l'afflusso di pioggia in tutto il Bacino (in senso esteso si può parlare di bacino per superfici finite di qualsiasi dimensione che facciano defluire superficialmente le acque di pioggia verso un unico punto). Questo significa che se un solo pluviometro, nel Bacino, registra un dato anche molto al disopra di quelli circostanti, a livello di area l'effetto di aumento dei parametri previsionali (delle curve LSPP) sarà nullo o quasi. Cionondimeno l'evento è presente e potrebbe verificarsi, nel caso di micro bacini come nelle aree urbane, con effetti comunque considerevoli.

Nell'ottica dello studio degli effetti del cambiamento climatico e, più specificatamente, di effetti a macro e meso-scala nella circolazione generale dell'atmosfera che potrebbero comportare modifiche nei trend delle dinamiche delle precipitazioni, è tuttavia importante evidenziare come tali variazioni siano comunque soggette ad un determinato livello di incertezza che possono rendere gli scenari di simulazione più complessi da rappresentare utilizzando una semplice retta. Per superare questa limitazione dei parametri appare semplicistico e con decrescita prossima allo 0 e quindi incertezza sul reale trend sono state effettuate proiezioni di variazione dei parametri "a" ed "n" utilizzate nel calcolo degli scenari idraulici a livello urbano.

Parametro		baseline	RCP4.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP8.5
		---	2050	2080	2050	2080
Valore assoluto	a	86.772	93.71376	100.6555	97.18464	104.1264
	n	0.27512	0.29713	0.319139	0.308134	0.330144
%	a	---	+8%	+16%	+12%	+20%
	n	---	+8%	+16%	+12%	+20%

Fig. 12_Variazione dei parametri a e n, utilizzate nel calcolo degli scenari idraulici a livello urbano, in relazione agli scenari futuri ed all'arco temporale ipotizzato.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



5.4 Il modello idraulico

Come già ricordato, nello studio condotto non si è tenuto conto delle aree allagabili a causa di esondazione di corpi idrici che attraversano la città di Livorno dal momento che sono già state determinate negli strumenti urbanistici. Gli scenari di variazione climatica possono modificare la frequenza con la quale questi avvengono ma, come ricordato, sono sempre più frequenti eventi intensi ma estremamente localizzati che hanno effetti ridotti a livello di Bacino Idrografico (in questo caso area sottesa ad una certa sezione di chiusura di dimensioni molto maggiori dell'area urbana) ma evidenti a livello di concentrazione dell'acqua al suolo nei micro bacini. Lo studio delle esondazioni inoltre è ampiamente codificato ed in continuo aggiornamento anche a livello Regionale.

Nell'ottica di valutare completamente il fenomeno delle alluvioni, l'analisi ha valutato gli effetti di concentrazione nelle aree urbane del comune di Livorno, considerando anche quelle più lontane dai corsi d'acqua che per le loro caratteristiche di permeabilità e morfologia potrebbero creare danni per una insufficiente capacità di smaltimento delle acque proprio a causa dell'urbanizzazione e di una non corretta o non più sufficiente progettazione urbanistica.

L'individuazione di un modello idrologico in grado di prevedere le zone di accumulo dovute proprio agli eventi estremi è stata basata sulla disponibilità dei dati e la qualità di questi. Il più raffinato dei modelli matematici, infatti, si può scontrare con la mancanza, incompletezza o incertezza dei dati di ingresso (ovvero quelli necessari ad inizializzare il modello) con conseguente lentezza nell'elaborazione dei dati e nessun evidente miglioramento del dato di uscita.

In quest'ottica sono stati confrontati diversi modelli, evidenziando per ognuno i parametri di ingresso ed uscita ed elencando vantaggi e svantaggi:



Modello	Vantaggi	Svantaggi	Input	Output
GEOMORPHIC FLOOD AREA	velocità elevata	<i>non tiene di conto dell'uso del suolo. I dati in ingresso devono essere in formato testo (*.txt)</i>	<i>filled DEM, flow direction DEM, flow accumulation DEM</i>	<i>Flood mapping</i>
FLOODRISK	<i>è il modello più completo del precedente e tiene di conto anche di dati sociali e urbani</i>	<i>richiede una quantità di dati input molto elevata e non disponibili</i>	<i>Raster map water accumulation, Raster map flowing velocity, vector map of warning time, occupancy time, depth damage curves, fatality rate, flood severity, census data layer, urban</i>	<i>Flood mapping, Flood damages mapping</i>
FREEWAT	<i>abbastanza lento, bilancio idrologico completo (compresa evaporazione ed evapotraspirazione), Utile per la gestione delle risorse idriche (sotterranee e superficiali)</i>	<i>difficile installazione (e quindi ripetibilità per i non addetti).</i>		
ITZİ	<i>Molto completo, Modello distribuito e in time-lapse per i fenomeni di accumulo, Dati per la simulazione presenti sul territorio analizzato</i>	<i>abbastanza lento per la dimensione di Livorno</i>	<i>DTM raster mapping, raster map land use, DTM raster mapping infiltration rate, DM raster mapping inflow, rain intensity, step time, during time</i>	<i>RASTER Mapping flow velocity, Raster Mapping water accumulation, Hydrological processes simulation like rainfall and infiltration, Bi-directional coupling between the drainage and the surface</i>



Per la combinazione di facilità d'uso, possibilità di reperimento dati necessari alla simulazione, velocità di esecuzione del codice, portabilità sui sistemi OpenSource Gis (GRASS e Qgis), la scelta del codice è stata quella del modello idrologico Itzi. Sostanzialmente il codice prevede un calcolo, cella per cella, del bilancio idrologico. Viene simulata una pioggia di durata ed intensità assegnata e il codice procede a calcolare se la cella ha bilancio idrologico 0 (ovvero si infiltra o si perde per inflow, tutta) oppure se questo è maggiore di 0. In questa seconda ipotesi si aprono due possibilità: deflusso verso una o due celle a valle (la via preferenziale di drenaggio è verso la cella con massimo dislivello, ma nell'ipotesi di due celle adiacenti con medesimo dislivello si può avere un multiframe direction) oppure accumulo del differenziale tra l'acqua in ingresso (sia quella che piove nella cella nello step dato che quella che arriva alla cella mediante afflusso laterale) e l'acqua che esce dalla cella (per infiltrazione, deflusso laterale, perdita sulla singola caditoia).



Schema di bilancio idrico a livello di cella

Il risultato è un accumulo di acqua cella per cella che determina l'allagamento. Il calcolo della portata superficiale è ottimizzato in funzione dei coefficienti di Manning (scabrezza



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



idraulica) per lo scorrimento, delle pendenze, del differenziale del tempo, nelle due direzioni (x e y in un sistema DEM a maglia quadrata).

Per l'implementazione del modello sono stati quindi reperite ed implementate le seguenti basi dati:

Dato	Formato
Edificato	Shape file (Vettoriale successivamente rasterizzato)
Confine del Comune di Livorno	Shape file (Vettoriale successivamente rasterizzato)
Uso del Suolo, formato vettoriale (semplificato mediante filtri successivi per ottenere una zonizzazione dell'infiltrazione)	Shape file (Vettoriale successivamente rasterizzato)
Geologia dell'area del Comune di Livorno	Shape file (Vettoriale successivamente rasterizzato)
DEM (Digital Elevation Model) di dettaglio 1 m derivato da misurazione LIDAR	Tiff (Raster)

Disponibilità di dati necessari al modello e nella disponibilità del comune di Livorno

I dati fin qui elencati sono disponibili presso le banche dati pubbliche messe a disposizione dalla Regione Toscana fonte Geoscopio o Comune di Livorno.

Dato	Formato
Disposizione delle caditoie sulla città di Livorno	Shape file (Vettoriale successivamente zonizzato e rasterizzato)

Disponibilità del dato relativo alla disposizione delle caditoie di Livorno

Questo dato, fondamentale per la corretta modellizzazione dell'accumulo di acqua nelle strade, non è presente in formato digitale ed è stato quindi ottenuto mediante

fotointerpretazione delle scansioni dei singoli fogli progettuali, forniti dal Comune di Livorno in formato PDF. Da questa fotointerpretazione è stato ottenuto un vettoriale di oltre 8500 caditoie, formato puntuale, utilizzato nelle simulazioni di accumulo di pioggia.

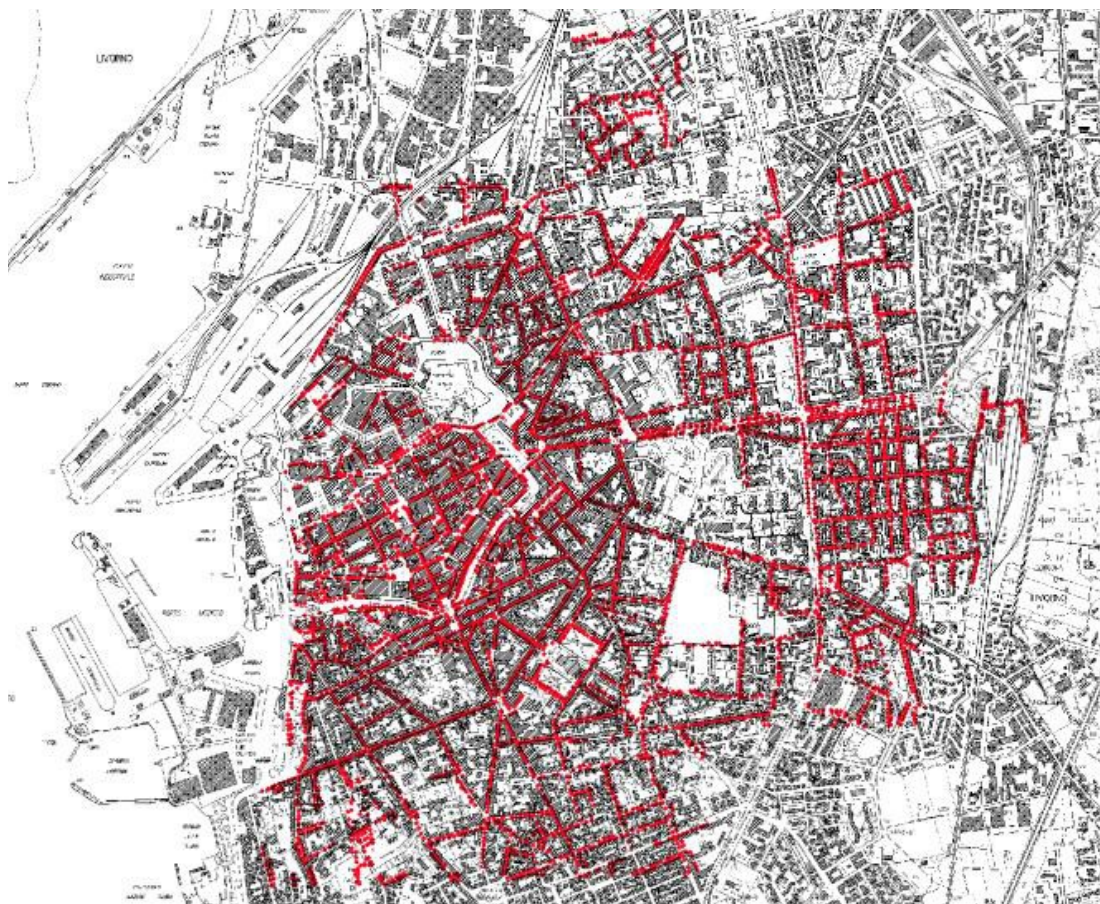


Fig. 13_Localizzazione delle caditoie fotointerpretate

Per la corretta analisi idraulica di accumulo, è stato necessario conoscere il tempo di corrivazione del Micro Bacino, ovvero del tempo necessario affinché una goccia caduta nel punto più lontano dell'area drenante riesca ad arrivare verso l'area più depressa. In questo tempo si sono stabilizzate anche tutte le portate di ingresso ed uscita della singola cella, risultando questo il tempo da prendere in considerazione per la determinazione della pioggia critica. Ovviamente ogni punto di accumulo deve avere il



proprio specifico tempo di corrivazione ma, per semplicità e spendibilità del dato simulato, è stato necessario stabilirne uno solo a livello di area urbana. Questa ha una pendenza media verso il mare di circa 5% in direzione Ovest, un coefficiente di Manning per l'asfalto pari a $1/70=0,01429 \text{ m}^{-2/3}\text{s}$ e, supponendo una velocità di circa 0,5-0,7 m/s (tirante 5 cm), tempi che variano da 1 a 2 ore. T=2 ore è il tempo che è stato utilizzato per le simulazioni (le intensità di pioggia possono essere molto variabili per T di durata, con variazioni da 1 a 3 ore registrati dai pluviometri).

Il modello idraulico è stato quindi poi calibrato su un'area ridotta del centro di Livorno al fine di parametrizzarlo correttamente per poi estendere le simulazioni su tutto il territorio urbanizzato.

Relativamente alle caditoie, è stata supposta una capacità di smaltimento di 3,5 l/secondo per caditoia (siamo nell'ipotesi di caditoia sommersa da un tirante anche relativamente elevato) per complessivamente 25.200 l/evento (2 ore). Lo step di simulazione è stato considerato essere di 10' (12 risultati per evento).

Codice simulazione	Intensità di pioggia (mm/h)	Tempo simulazione	presenza caditoie	Esenzione
S0	10	2	Presenti	Area calibrazione
S1	21	2	Assenti	Area calibrazione
S2	21	2	Presenti	Area calibrazione
S3	30	2	Assenti	Area calibrazione
S4	30	2	Presenti	Area calibrazione
S5	36	2	Assenti	Area calibrazione
S6	36	2	Presenti	Area calibrazione
S7	47	2	Presenti	Area estesa
S8	58	2	Presenti	Area estesa

Tempo di simulazione, intensità di pioggia e presenza di caditoie nelle aree sottoposte a simulazione



5.5 Risultati

Nella tabella seguente sono stati riportati i risultati relativi alle simulazioni. Sono state rappresentate le intensità di pioggia, l'accumulo massimo, medio e la deviazione standard dell'accumulo sull'area di simulazione. I valori massimi sono stati ottenuti in corrispondenza di aree artificiali depresse (rampe di discesa e cortili seminterrati), dove la fognatura pubblica probabilmente non è presente. Questo è risultato in una mancanza nella procedura di simulazione delle informazioni relative al sistema di scarico forzato (pompe) dal momento che il piano è stato depresso rispetto a quello stradale ed al sistema di scarico delle fognature.

Codice simulazione	Intensità di pioggia (mm/h)	Esenzione	Massimo accumulo d'acqua (cm)	Accumulo medio (m) e deviazione standard (m)
S0	10	Area calibrazione	25	0.020 - 0.0552
S1	21	Area calibrazione	41	0.042 - 0.1090
S2	21	Area calibrazione	35	0.038 - 0.0980
S3	30	Area calibrazione	59	0.060 - 0.1490
S4	30	Area calibrazione	51	0.055 - 0.1356
S5	36	Area calibrazione	68	0.072 - 0.1729
S6	36	Area calibrazione	65	0.065 - 0.1577
S7	47	Area estesa	182	0.086 - 0.1833
S8	58	Area estesa	182	0.1064 - 0.21876

Aree di calibrazione del modello, con intensità e massimo e medio accumulo di pioggia (mm/hr)

In conclusione, da quanto simulato, risulta una situazione ove diffusamente nel territorio si hanno situazioni di accumulo più o meno severe e, in qualche caso, anche molto severe. Questo è dovuto, come già ricordato, a una morfologia e una impermeabilizzazione molto alta (sono state considerate le aree a giardino ma hanno un



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



effetto di infiltrazione e quindi di riduzione dell'accumulo, decisamente basso), tipico delle città Italiane.

Il sistema di drenaggio urbano (fognature) non appare sufficiente nemmeno per piogge di relativa intensità (10 mm/h per due ore), anche se non su tutto il territorio. Altre infrastrutture (come garage sotterranei o rampe di accesso) sono estremamente pericolose soprattutto nel caso in cui le pompe di sollevamento non dovessero funzionare e l'accumulo risultasse piuttosto veloce con rischio anche di annegamento (si pensi ad una persona impreparata che guidi in un garage completamente allagato).

Va inoltre osservato, dal punto strettamente modellistico, che la mancanza di dati quali quelli relativi alla dimensione delle condutture della fognatura, la loro quota rispetto al corpo idrico ricevente, l'altezza media di questo durante l'evento pluviometrico, devono considerarsi limitanti in quanto la simulazione è effettuata nell'ipotesi che tutte le caditoie stiano lavorando. Tuttavia dovrebbe considerarsi del tutto verosimile che le tubazioni di smaltimento, riceventi i pluviali di ogni tetto dell'urbanizzato, delle caditoie e scoline, possano raggiungere la massima portata e conseguentemente ridurre la capacità di smaltimento delle caditoie stesse e potenzialmente in una determinata zona (non in tutto il territorio) arrivare anche al rigurgito di queste (il rigurgito è modellabile per una migliore aderenza del modello alla realtà ma ad oggi non sono disponibili tutti i dati necessari) con accumuli addirittura maggiori a quelli simulati.

Nelle pagine seguenti si riportano le immagini relative alla simulazione effettuata con il modello sopra descritto.



Interreg

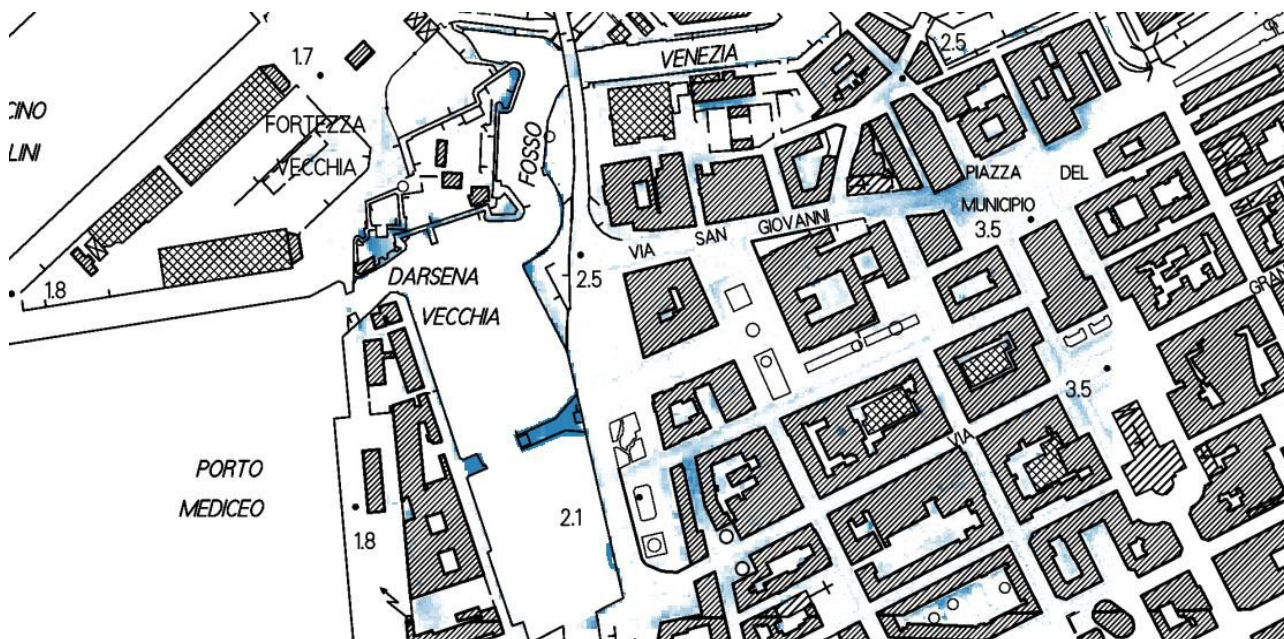


UNIONE EUROPEA

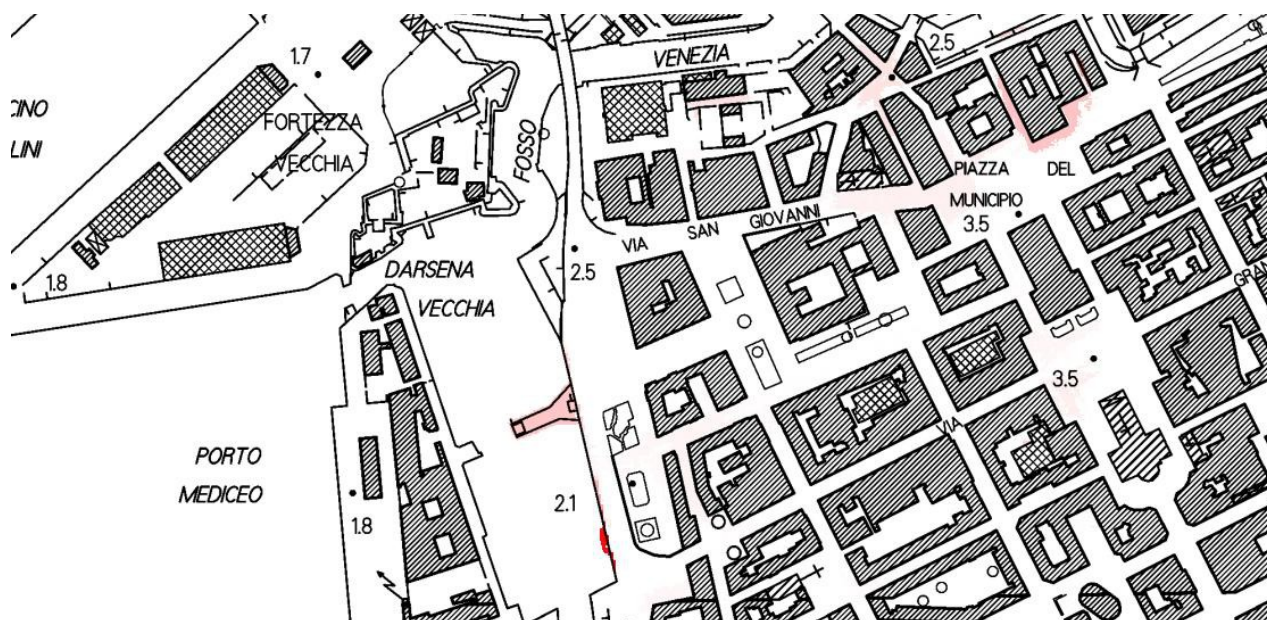


MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Simulazione intensità 21 mm/h con prelievo fognario, step 10', durata 2 ore



Area di maggior efficacia delle caditoie: l'effetto di queste è di un accumulo di circa 10 cm in meno



Interreg

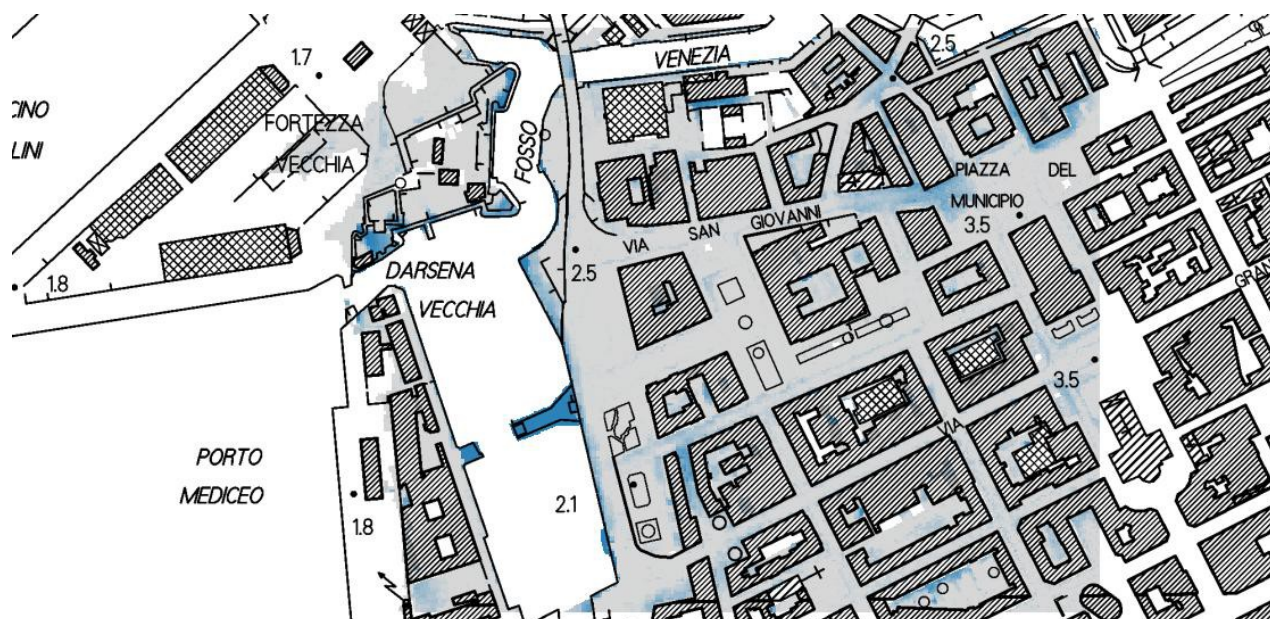


UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Simulazione con intensità pari a 30 mm/h per 2 ore (step 10').



Simulazione con intensità pari a 36 mm/h per 2 ore (step 10').



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



6 Azioni di adattamento

6.1 Obiettivi dell'adattamento

Un piano d'azione locale individua e descrive, in relazione a ciascuna delle criticità individuate dal Profilo Climatico Locale (azione T1.3) e dall'analisi di vulnerabilità, le principali linee d'azione (di adattamento) con cui il Comune di Livorno intende "adattarsi" ai cambiamenti indotti dal mutarsi del clima fronteggiandone le criticità. Le specifiche azioni devono innanzitutto rispondere ad obiettivi specifici e misurabili. Per raggiungere gli obiettivi dell'adattamento è infatti necessario sia minimizzare i rischi; che massimizzare le opportunità.

In relazione al caso specifico del rischio alluvioni e di allagamento per il comune di Livorno, è possibile distinguere diversi specifici obiettivi di intervento:

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

Seguendo quanto riportato nella SNAC (Castellari et al, 2014) e nel PNACC (MATTM, 2017), le principali azioni di adattamento sono state classificate come:

- i) *Soft* (non infrastrutturali);
- ii) *Grey* (infrastrutturali);
- iii) *Green* (approccio eco-sistemico).



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Le principali azioni riguardano:

1. Azioni nel campo dell'informazione, dello sviluppo di processi organizzativi e partecipativi
 - Attività di comunicazione, disseminazione e networking sui temi del rischio e dell'adattamento agli effetti indotti dai cambiamenti climatici (cittadini; autorità locali; stakeholders)
 - Realizzazione di un sistema informativo (dati ambientali e sociali) in grado di produrre nuove informazioni sui rischi
 - Attività di educazione ambientale
2. Azioni nel campo della governance
 - Adeguamento degli strumenti di pianificazione e trasformazione del territorio comunale (PUC, PRG, regolamento edilizio comunale; regolamento del verde pubblico e privato; regolamento opere di urbanizzazione; piano di protezione civile).
3. Azioni nel campo di monitoraggio ed allertamento
 - Implementazione di sistemi di monitoraggio preesistenti
 - Implementazione di nuovi sistemi di monitoraggio
4. Adeguamento strutturale/Progettazione
 - Adeguamento delle procedure di gara per l'affidamento dei servizi di progettazione e di appalto lavori tramite criteri/punteggi premianti
 - Approcci di analisi/studio riguardanti la resilienza dell'opera dinanzi al cambiamento climatico.

5. Greening e del drenaggio urbano

- ridurre i volumi di deflusso superficiale (run-off) creando condizioni favorevoli all'infiltrazione nel terreno o all'accumulo delle acque;

Per quanto riguarda il piano di adattamento per il comune di Livorno, le principali azioni di adattamento adottabili e classificabili come sopra sono:

Obiettivi	Soft	Grey	Green
Resilienza della comunità	<i>Azioni nel campo della formazione e dell'informazione, nel campo della governance e della gestione dell'emergenza</i>	<i>Monitoraggio ed allertamento</i>	
Resilienza dei beni		<i>Monitoraggio ed allertamento, adeguamento strutturale</i>	
Risposta idrogeologica del territorio	<i>Azioni nel campo della formazione e dell'informazione (avviso ai cittadini di buone pratiche di mantenimento del verde privato e delle aree agricole)</i>	<i>Monitoraggio ed allertamento, adeguamento strutturale</i>	<i>Gestione del verde lungo alvei, gestione delle acque, opere idraulico-forestali</i>
Risposta idraulica della città		<i>Monitoraggio ed allertamento, adeguamento strutturale</i>	<i>Gestione del verde urbano, gestione delle opere di smaltimento urbano delle acque, gestione della pavimentazione urbana</i>

Azioni di adattamento adottabili e classificazione in accordo alla tipologia indicata (soft, green e grey)



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



6.2 Azione pilota del comune di Livorno

Il Comune di Livorno ha scelto, come azione pilota finanziata dal progetto ADAPT, la posa di una pavimentazione drenante su un tratto di carreggiata ove è consentita la sosta dei veicoli, soggetta a frequenti allagamenti in caso di precipitazioni intense.

Le pavimentazioni drenanti sono una valida alternativa ai convenzionali parcheggi in conglomerato bituminoso. Tramite la posa di lastre forate inerbanti di calcestruzzo, le acque meteoriche vengono parzialmente assorbite sul posto anziché defluire velocemente nella rete fognaria, con le conseguenze note. Si riesce così a minimizzare una significativa porzione del deflusso superficiale diretto alla rete fognaria, sottodimensionata rispetto all'intensità delle precipitazioni e all'incremento delle superfici impermeabilizzate.

I lavori sono iniziati con la sostituzione del cordone esistente, con montaggio di cordolatura in granito. E' stato effettuato lo scavo dell'area esistente fino ad una quota di cm 50,00 con la realizzazione di uno strato più profondo di ossatura di fondazione di spessore cm 30 con sovrastante massicciata in pietrisco stabilizzato di spessore cm 10,00 e la stesa di pavimentazione in massello inerbante, posizionato su un letto di sabbia. Prima del posizionamento della pavimentazione drenante è stato posato un geotessuto di grammatura tale da garantire la permeabilità dell'area a parcheggio.

La pavimentazione del massello fonoassorbente è costituita da lastre forate di calcestruzzo vibrocompresso tipo "VERDEPARK" delle dimensioni di cm 50x50 e spessore di cm 10 poste a secco su strato di allettamento in sabbia dello spessore min. di cm 6,00.

Nella carreggiata sono state ricostruite le caditoie esistenti per la raccolta delle acque meteoriche e ripristinato il collegamento ai pozzetti delle bocche di lupo.

L'intervento è consistito nella realizzazione di una superficie complessiva di circa 375,00 mq di masselli inerbanti, i quali con la loro conformazione permettono il passaggio, la



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



riduzione ed il rallentamento delle piogge con il ristagno all'interno del cassonetto stradale drenante costituito.



Fig. 14_Pavimentazione drenante su spazi di parcheggio di Via Montebello a Livorno

E' auspicabile prolungare l'azione pilota su tutta la strada (via Montebello) per una lunghezza complessiva di ulteriori 645,00 m. ed una superficie di circa 2500,00 mq affinché siano ridotti ulteriormente i fenomeni di allagamento.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



6.3 Schede azioni di adattamento

Le azioni di adattamento al rischio alluvione sono state individuate da un gruppo di lavoro comunale intersettoriale. I Settori rappresentati sono il Settore Ambiente e Mobilità - che è anche il Settore referente per il progetto Adapt e responsabile del presente Piano di adattamento locale -, il Settore Urbanistica, Edilizia Privata e Suap, il Settore Sistemi Informativi, il Settore Sviluppo Economico, Turismo e Sportello Europa, il Settore Contratti Provveditorato Economato, il Settore Entrate e Patrimonio, il Settore Servizi Finanziari, il Settore Sport e Demanio, il Settore Infrastrutture e Spazi Urbani, il Settore Impianti Tecnologici, il Settore Sviluppo, Valorizzazione e Manutenzioni, il Settore Polizia Municipale, l'Ufficio Stampa e l'Ufficio Protezione Civile.

Analizzando le linee di mandato del Sindaco e gli strumenti strategici e normativi afferenti al rischio alluvioni vigenti, ogni Settore dell'amministrazione ha prodotto un quadro della pianificazione in corso. Partendo da tale risultato, considerando l'analisi della vulnerabilità e le criticità locali, sono state definite le principali linee di azione di adattamento con cui il Comune intende approcciarsi ai cambiamenti climatici, con particolare riguardo al fenomeno delle alluvioni urbane.

Le azioni di adattamento individuate sono state condivise con la cittadinanza e gli stakeholders attraverso un incontro partecipato, durante il quale è stato illustrato il processo che ha portato alla redazione del piano di adattamento.

Dall'incontro è emersa la volontà della cittadinanza attiva alla collaborazione con l'Amministrazione Comunale, per la cura e la gestione dei beni comuni. Sono emersi validi spunti di riflessione riguardanti la pianificazione del verde e la mappatura della fragilità sociale.

Le sfide che ci pongono i cambiamenti climatici potranno essere affrontate solamente con l'impegno sinergico degli amministratori e della cittadinanza.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Di seguito si inserisce una tavola sinottica generale riassuntiva di tutte le azioni:

	AZIONI DI ADATTAMENTO
1	Opere idrauliche finalizzate all'equalizzazione delle acque meteoriche e alla difesa contro fenomeni di allagamento urbano
2	Miglioramento strutturale dei sistemi di drenaggio adattandoli alle esigenze attuali tramite aumento della capacità di smaltimento
3	Ripristino della permeabilità dei suoli mediante l'utilizzo di materiali drenanti
4	Realizzazione di tetti e pareti verdi
5	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante
6	Posizionamento di idrovore in aree soggette ad allagamenti
7	Manutenzione dei sistemi di drenaggio definendo una scala di priorità e una programmazione degli interventi
8	Aggiornamento del quadro conoscitivo del sistema di drenaggio del territorio urbanizzato
9	Integrazione delle reti di monitoraggio pluvio-idrometriche
10	Sviluppo di sistemi di monitoraggio a livello di microscala territoriale con l'ausilio delle nuove tecnologie
11	Redazione dell'atlante urbano degli elementi ricadenti in aree a pericolosità idraulica
12	Censimento episodi storici di dissesto/alluvioni/eventi meteo estremi
13	Sviluppo di un sistema di <i>early warning</i> - allerta precoce con info più dettagliate
14	Revisione del Piano Comunale di Protezione Civile
15	Esercitazioni per l'attuazione del Piano di Protezione Civile
16	Sensibilizzazione attraverso canali mediatici sui rischi e i comportamenti adeguati in caso di evento
17	Diffusione e comunicazione dei Piani di emergenza della Protezione Civile
18	Adozione e integrazione di nuove tecnologie tramite supporti tecnologici adeguati



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



19	Interventi di formazione rivolti agli amministratori e ai funzionari degli enti pubblici e al mondo delle imprese
20	Attivazione di strumenti per la diffusione delle conoscenze relative al rischio alluvionale
21	Attività di formazione nelle scuole per fronteggiare le alluvioni
22	Attivazione di azioni di educazione ambientale per i cittadini che incentivino la diffusione di buone pratiche di adattamento al rischio
23	Cittadinanza: parte attiva e responsabile diffondendo le buone pratiche come la manutenzione delle aree private e delle aree verdi private
24	Progetto "sentinelle urbane" sviluppando un sistema di segnalazione delle criticità con particolare riferimento alle problematiche idrauliche
25	Campagna #adottaunacaditoia: coinvolgere in modo attivo la cittadinanza nella cura e manutenzione del bene comune
26	Adozione del Piano del Verde Comunale per una corretta gestione del patrimonio paesaggistico locale
27	Istituzione della "Carta del Fabbricato" con una valutazione degli immobili relativamente al rischio idraulico
28	Istituzione di incentivi per la riduzione della portata in ingresso nel sistema di drenaggio che stimoli la realizzazione di azioni volontarie di adattamento
29	Convenzione con il Consorzio di Bonifica per la manutenzione del reticolo idrografico minore
30	Istituzione di un tavolo di coordinamento tra i settori comunali
31	Linee guida di analisi dei progetti per le trasformazioni urbane
32	Regolamento amministrazione condivisa dei beni comuni ampliando le aree verdi a disposizione

Nelle pagine seguenti si riportano le schede di ciascuna azione, redatte dagli uffici comunali competenti in materia, così come sopra elencate.

In relazione alla tempistica di realizzazione delle azioni, nelle singole schede è stato indicato l'inizio dell'azione – prima o dopo il 2020 – dato che la maggior parte delle azioni si ripeteranno e protrarranno negli anni.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N° 1		
Titolo dell'Azione	Implementazione dei Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibili (SDUS). Recupero acque meteoriche. Bacini di infiltrazione, bacini di ritenzione, <i>rain garden</i>.	
Tipologia di azione	☒ strutturale	
	☐ non strutturale	
Descrizione	Aree allagabili, vasche di laminazione e invasi di ritenuta permettono di raccogliere temporaneamente la parte della pioggia che il sistema di drenaggio non è in grado di assorbire durante l'evento. Il volume immagazzinato viene rilasciato lentamente nel sistema, riducendo la portata di picco e limitando i fenomeni di allagamento. L'azione prevede l'individuazione di spazi pubblici normalmente fruibili che, in caso di eventi alluvionali, possano assolvere anche alla funzione di bacino di raccolta temporaneo quali giardini, aree verdi e spazi per il gioco. La riduzione della portata di picco e del deflusso a valle si realizza creando depressioni verdi per accumuli superficiali, depressioni pavimentate negli spazi pubblici, trincee di infiltrazione, cisterne di recupero dell'acqua piovana.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: – Ufficio Progettazione opere idrauliche e gestione del drenaggio urbano – Ufficio Gestione lavori stradali e opere di urbanizzazione – Ufficio Pianificazione, gestione e attuazione strumentazione urbanistica – Ufficio Progettazione e qualificazione degli spazi pubblici	
Enti collaboratori	Regione Toscana - Università	
Criticità	Reperimento dei finanziamenti	
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°2		
Titolo dell'Azione	Miglioramento strutturale dei sistemi di drenaggio	
Tipologia di azione	☒ strutturale	
	☐ non strutturale	
Descrizione	I sistemi di drenaggio, ovvero i sistemi di raccolta e smaltimento delle acque bianche, non sono più in grado di far fronte alle portate che caratterizzano gli eventi meteorici che, a causa del cambiamento del regime delle precipitazioni attribuibile ai cambiamenti climatici in atto, sono sempre più intensi. Il sotto-dimensionamento delle opere esistenti, calibrate su dati storici ormai superati, l'aumento della densità della popolazione e della sua conseguente impermeabilizzazione dovuta all'intensificazione dell'uso del suolo, rende necessario un miglioramento del sistema di drenaggio esistente, adattandolo alle esigenze attuali, aumentandone quindi la capacità di smaltimento.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Progettazione opere idrauliche e gestione del drenaggio urbano - Ufficio Gestione lavori stradali e opere di urbanizzazione	
Enti collaboratori	Gestore servizio idrico	
Criticità	Ingenti costi di realizzazione	
Altre informazioni utili/ allegati		



SCHEDA AZIONE N°3		
Titolo dell'Azione	Ripristino della permeabilità dei suoli	
Tipologia di azione	☒ strutturale	
	☐ non strutturale	
Descrizione	Gli interventi di ripristino della permeabilità dei suoli permettono di incrementare le aree di infiltrazione e riqualificare gli spazi pubblici del contesto urbano. Il suolo può essere reso più permeabile mediante l'utilizzo di materiali drenanti per la realizzazione delle pavimentazioni (stradali, ciclabili, pedonali e di sosta); sono caratterizzate da materiali porosi che creano superfici altamente permeabili, permettendo il veloce allontanamento delle acque meteoriche dalla superficie stradale verso il sistema di drenaggio o la diretta infiltrazione delle acque meteoriche nel suolo. In particolare è prevista la posa in opera di pavimentazione autobloccante in massello prefabbricati di cls. vibrocompresso in Via Bartolena per 150,00 ml. ed un totale di 1.400,00 mq. E' opportuno inoltre prolungare l'azione pilota su tutta la strada (via Montebello) per una lunghezza complessiva di ulteriori mt. 645 ed una superficie di circa mq. 2500 affinché le acque meteoriche possano essere assorbite sul posto invece che farle defluire velocemente nella rete fognaria.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Progettazione e qualificazione degli spazi pubblici - Ufficio Gestione lavori stradali e opere di urbanizzazione	
Enti collaboratori		
Criticità	Costi elevati per superfici significative	
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEMA AZIONE N°4		
Titolo dell'Azione	Realizzazione di tetti e pareti verdi	
Tipologia di azione	☒ strutturale	
	☐ non strutturale	
Descrizione	Si intende incentivare la realizzazione di tetti e pareti verdi, ovvero una tipologia di copertura degli edifici più improntata sui giardini pensili realizzata con l'utilizzo di terra e piante, applicabile sia alle coperture piane che a falde. In base alle caratteristiche del terreno e al tipo di vegetazione può trattenere una quota dell'acqua meteorica compresa tra il 30% e il 90%. I giardini pensili consentono di ripristinare almeno parzialmente il ciclo naturale dell'acqua poiché favoriscono l'evapotraspirazione e l'infiltrazione, riducendo il deflusso superficiale e rilasciando gradualmente le acque meteoriche captate. Inoltre hanno anche funzione di raffrescamento estivo e minor dispersione del calore durante l'inverno.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Pianificazione, gestione e attuazione strumentazione urbanistica -Ufficio Coordinamento e gestione sportello unico edilizia	
Enti collaboratori	Università, Istituti di ricerca	
Criticità	Costi elevati di installazione e manutenzione	
Altre informazioni utili/ allegati	a) Inserire nel regolamento edilizio la possibilità di realizzazione nelle nuove costruzioni e nelle ristrutturazioni; b) individuare misure di incentivazioni per la realizzazione tetti verdi e pareti verticali	



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEMA AZIONE N°5		
Titolo dell'Azione	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante	
Tipologia di azione	☒ strutturale	
	☐ non strutturale	
Descrizione	L'azione prevede l'incremento della vegetazione arborea o arbustiva nelle aree verdi comunali attraverso la messa a dimora di piante e la creazione di nuovi orti urbani. Il Comune ha approvato il progetto che prevede la piantumazione di 320 alberi, tutti di alto fusto (3 metri/3 metri e mezzo), a partire da novembre 2019. Gli alberi saranno così suddivisi: 20 Platani alla rotatoria Boccaccio, 56 Tamerici sul viale Italia, 5 Cipressi in via di Collinet, 3 Cipressi in via Magnozzi, 10 alberi (2 Corbezzoli, 8 Olmi) all'Asilo Chicchirillò, 37 alberi al Parco Cocchella (Corbezzoli, Olmi e Bioncospino), 140 alberi nell'area compresa tra Via della Scopaia, Via Inghilterra e Via Olanda.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Progettazione e qualificazione degli spazi pubblici -Ufficio Gestione e manutenzione dei parchi e del verde pubblico	
Enti collaboratori	CASALP, ATER, USL, Università, Comitati di quartiere (Quartieri alberati Livorno), Associazioni ambientaliste	
Criticità	1) Irrigare le nuove aree verdi senza uso di acqua potabile mediante progettazione e realizzazione di nuovi impianti di irrigazione e nuovi pozzi artesiani 2) Aumento di risorse economiche interne per le manutenzioni e la cura dei giovani alberi nei primi tre anni dall'impianto al fine di superare le ondate di calore estive o altri eventi meteo climatici critici	
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°6		
Titolo dell'Azione	Posizionamento di idrovore in aree soggette ad allagamenti	
Tipologia di azione	☒ strutturale	
	☐ non strutturale	
Descrizione	La Via Firenze è un tratto dell'Aurelia ed è una direttrice ad alto scorrimento di ingresso del traffico nel centro urbano. Con precipitazioni superiori a 20mm un tratto di sottopasso si allaga obbligando alla chiusura della strada. Si intende posizionare, di concerto con il Consorzio di Bonifica, tre idrovore da 0,3 mc/s per una capacità di smaltimento complessiva di 0,9 mc/s.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto al cambiamento climatico	
Enti collaboratori	Consorzio di Bonifica	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEMA AZIONE N°7		
Titolo dell'Azione	Manutenzione dei sistemi di drenaggio	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	Per garantire il mantenimento degli elementi realizzati per le funzioni di drenaggio delle acque meteoriche, è necessario un intervento periodico di manutenzione. Inizialmente dovranno essere valutate le condizioni attuali in cui versa l'infrastruttura, per poi identificare strumenti informativi e modellistici in grado di riprodurre le criticità e il comportamento relativamente ai possibili scenari di intervento. Verrà quindi definita una scala di priorità e una programmazione, necessaria in particolare per il reperimento e l'allocazione delle risorse finanziarie. In questo modo può essere strutturata un'adeguata pianificazione degli interventi di riqualificazione urbana e di potenziamento del sistema di drenaggio.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Gestione e manutenzione ordinaria patrimonio stradale e segnaletica	
Enti collaboratori	Gestore servizio idrico AAMPS	
Criticità	Difficile gestione della programmazione in relazione agli eventi meteo non programmabili	
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°8		
Titolo dell'Azione	Aggiornamento del quadro conoscitivo del sistema di drenaggio del territorio urbanizzato	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	Al fine di una corretta pianificazione e programmazione degli interventi di adattamento è necessario elaborare un quadro conoscitivo completo dello stato corrente del sistema di drenaggio locale. In particolare, si intende realizzare il censimento e la mappatura, con l'ausilio di un sistema GIS, di tutte le opere idrauliche, maggiori e minori, corredate delle relative monografie che permettano di caratterizzarne stato e criticità, il piano degli interventi necessari per il ripristino della totale funzionalità, il piano delle manutenzioni e una revisione periodica dello studio.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Sistemi informativi integrazione banche dati SIT e open data	
Enti collaboratori	Tutti i gestori di servizi	
Criticità	Reperire dati vettoriali aggiornati e verificati	
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEMA AZIONE N°9		
Titolo dell'Azione	Integrazione delle reti di monitoraggio pluvio-idrometriche	
Tipologia di azione	☒ strutturale	
	☐ non strutturale	
Descrizione	Le stazioni di monitoraggio pluvio-idrometriche ad oggi presenti sul territorio comunale e nelle zone limitrofe sono di proprietà di diversi enti. Si ritiene pertanto necessario attivare un confronto con i proprietari ed i gestori delle stazioni attive sul territorio, con il fine di creare una piattaforma tecnologica che raccolga e analizzi i diversi dati in modo omogeneo e strutturato. L'azione prevede altresì di incrementare il numero delle stazioni attive sul territorio. A tal proposito è stato siglato un accordo quadro con Delibera di Giunta n°717 del 15/10/2019, che prevede l'installazione di due centraline, una sul Rio Maggiore ed una sul Rio Ardenza. Risulta pertanto necessario incrementare il monitoraggio anche attraverso il posizionamento di aste graduate e sistemi di video monitoraggio da posizionare sugli attraversamenti specificatamente individuati.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Protezione civile	
Enti collaboratori	Consorzio di Bonifica, Centro Funzionale Regionale, Servizio Idrologico Regionale	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°10		
Titolo dell'Azione	Sviluppo di sistemi di monitoraggio a livello di microscala territoriale con l'ausilio delle nuove tecnologie	
Tipologia di azione	☒ strutturale	
	☐ non strutturale	
Descrizione	Si prevede di ampliare il sistema di monitoraggio che permette di monitorare il tessuto urbano a un livello di microscala tale da poter generare nuove informazioni, utili. Corredando ad esempio le caditoie, i tombini, i sottopassi, etc. delle tecnologie basate su sensori e microprocessori, diventa possibile rilevare un fenomeno fisico o un determinato evento, come un allagamento, e trasmettere le informazioni acquisite ad una piattaforma web capace di ricevere ed elaborare i dati.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Protezione civile -Ufficio Progettazione opere idrauliche e gestione del drenaggio urbano	
Enti collaboratori	Gestore Servizio Idrico, Università, Enti di ricerca	
Criticità	Manutenzione	
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°11		
Titolo dell'Azione	Redazione dell'atlante urbano degli elementi ricadenti in aree a pericolosità idraulica (raccolgere le info del PGRA in un unico documento fruibile)	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	Il Piano di gestione Rischio Alluvioni (PGRA) identifica, in repertori distinti: i canali tombati, gli invasi minori, le strutture scolastiche, gli impianti tecnologici, gli edifici di culto, i beni culturali e paesaggistici, gli alberi monumentali, ricadenti in aree a pericolosità idraulica, da cui è possibile poi valutare il rischio a cui è soggetta ogni categoria di bene. Integrando attraverso studi di maggior dettaglio, derivanti anche dall'analisi dei cambiamenti climatici, con l'obiettivo di arrivare ad una lettura più sistemica della pericolosità e del rischio, si ritiene necessario riunire queste informazioni in un unico documento di riferimento, definito Atlante.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto al cambiamento climatico	
Enti collaboratori	Autorità di bacino, Regione Toscana	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°12		
Titolo dell'Azione	Censimento episodi storici di dissesto/alluvioni/eventi meteo estremi	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	Si intende ampliare le conoscenze stratigrafico-sedimentologiche di aree strategiche e vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, analizzando le sequenze alluvionali dei principali torrenti dell'area livornese, cercando di stimarne il numero e la rilevanza in termini di quantità e di tipologia di trasporto solido. L'azione potrà essere realizzata attraverso collaborazioni con enti di ricerca. E' stata attivata una Convenzione di ricerca con Delibera di Giunta Comunale n°510 del 24/07/2019 tra il Comune di Livorno e l'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR, per l'approfondimento del quadro conoscitivo geologico, geomorfologico ed idrogeologico del territorio comunale.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto al cambiamento climatico	
Enti collaboratori	IGG-CNR	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°13		
Titolo dell'Azione	Sviluppo di un sistema di <i>early warning</i>- allerta precoce con info dettagliate	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	Il sistema di allerta precoce, ossia l'invio di messaggi di allarme subito dopo la rilevazione di un evento potenzialmente pericoloso, con l'obiettivo di raggiungere la popolazione prima che lo stesso raggiunga il sito interessato, deve incrementare il numero di persone raggiunte per consentire alla comunità intera di reagire in tempo utile ed appropriato. Attraverso attività di educazione, formazione ed informazione, è possibile raggiungere tutto il bacino di utenti interessato, perchè il sistema è efficace solamente se si conosce il rischio e la risposta appropriata in seguito alla diramazione dell'allerta.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Protezione civile	
Enti collaboratori		
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°14		
Titolo dell'Azione	Revisione del Piano Comunale di Protezione Civile	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	Il Piano Comunale di Protezione Civile, così come il Regolamento di Protezione Civile ed il Manuale Operativo delle Procedure, sono in fase di revisione. Si è reso necessario l'adeguamento agli scenari climatici a seguito dell'evento alluvionale del 2017 con l'integrazione di nuove informazioni disponibili degli studi eseguiti e l'integrazione con i sistemi di allerta sviluppati.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Protezione civile	
Enti collaboratori	Regione Toscana, Prefettura, Genio Civile, Vigili del Fuoco	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°15		
Titolo dell'Azione	Esercitazioni per l'attuazione del Piano di Protezione Civile	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	L'azione prevede la programmazione di esercitazioni di protezione civile che coinvolgano non solo i funzionari comunali, ma anche la cittadinanza e le autorità locali preposte alla gestione delle emergenze.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Protezione civile	
Enti collaboratori	Regione Toscana, Vigili del Fuoco, Prefettura, Associazioni di volontariato	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°16		
Titolo dell'Azione	Sensibilizzazione attraverso canali mediatici	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	L'azione prevede lo sviluppo di diversi strumenti informativi per la sensibilizzazione della popolazione e la divulgazione delle informazioni. Col supporto della Regione Toscana si intende incrementare la diffusione delle informazioni relative alla campagna "Io non rischio" attraverso opuscoli da inviare alle famiglie e distribuire nei luoghi maggiormente frequentati. Si intende inoltre sviluppare i canali social del Comune, contenenti le informazioni di base sui rischi e i comportamenti adeguati in caso di allerta. Elaborare azioni di massa con la proiezione di video ad hoc sul tema dei comportamenti da adottare sia come misure preventive, sia come indicazioni in caso di emergenza.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Protezione civile	
Enti collaboratori	Regione Toscana	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°17		
Titolo dell'Azione	Diffusione e comunicazione dei Piani di emergenza della Protezione Civile	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☐ non strutturale	
Descrizione	L'azione prevede l'incremento di eventi mirati alla presentazione e condivisione dei Piani di Protezione Civile, anche attraverso materiale informativo, in modo che la diffusione sia il più capillare possibile.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Protezione civile	
Enti collaboratori	Regione Toscana	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°18		
Titolo dell'Azione	Adozione e integrazione di nuove tecnologie	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	L'azione prevede l'adozione di supporti tecnologici adeguati per diramare l'allerta e comunicare comportamenti adeguati durante il periodo di emergenza. Sviluppare, migliorare ed adeguare le applicazioni esistenti: "cittadino informato" e "ProtCivComLi".	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Protezione civile	
Enti collaboratori		
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°19		
Titolo dell'Azione	Interventi di formazione rivolti agli amministratori e ai funzionari degli enti pubblici e al mondo delle imprese	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	Si ritiene fondamentale attivare un percorso di formazione e aggiornamento permanente, a causa della complessità e della continua evoluzione degli studi relativi alle conseguenze dei cambiamenti climatici, con particolare riferimento ai fenomeni alluvionali, rivolto agli amministratori e ai funzionari degli enti pubblici che concorrono alla gestione del territorio comunale, al comparto industriale, commerciale e dei servizi ed al comparto agricolo.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto al cambiamento climatico	
Enti collaboratori	Lamma	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°20		
Titolo dell'Azione	Attivazione di strumenti per la diffusione delle conoscenze relative al rischio alluvionale	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☐ non strutturale	
Descrizione	L'azione mira a formare una comunità resiliente attraverso strumenti di comunicazione e informazione tesi ad innescare comportamenti consapevoli sulle tematiche legate ai cambiamenti climatici. L'obiettivo può essere raggiunto attraverso varie attività. In primis l'elaborazione e la distribuzione di materiale esplicativo, brochure e vademecum sul tema del cambiamento climatico con indicazioni su azioni quotidiane di resilienza, indicazioni dei rischi legati alle alluvioni e ai contenuti del Piano Comunale di Protezione Civile. Sarà necessario individuare modalità di illustrazione e divulgazione delle attività e delle azioni intraprese dall'Amministrazione Comunale nel campo dell'adattamento al rischio alluvionale, sviluppando sul sito web dell'amministrazione uno spazio dedicato. La diffusione delle conoscenze si attuerà anche attraverso l'organizzazione di workshop su specifiche tematiche attuando un confronto continuo con tutti gli stakeholder.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto al cambiamento climatico -Ufficio Protezione civile	
Enti collaboratori	Regione Toscana	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°21		
Titolo dell'Azione	Attività di formazione nelle scuole per fronteggiare le alluvioni	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	L'azione prevede lo sviluppo e l'attuazione di progetti con le scuole (di tutti gli ordini, dalle elementari alle superiori) al fine di formare gli studenti a fronteggiare i rischi derivanti dalle alluvioni, con riferimento ai cambiamenti climatici in atto, coordinandosi con le attività di disseminazione del Piano di Protezione Civile.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Protezione civile	
Enti collaboratori	Regione Toscana	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°22		
Titolo dell'Azione	Attivazione di azioni di educazione ambientale che incentivino la diffusione di buone pratiche	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	Si intendono progettare percorsi e attività didattiche, differenziate per fasce di età, sul tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici e del dissesto geo-idrologico, tema contenuto nelle "Linee guida per l'educazione ambientale" del MATTM. E' necessario coinvolgere la cittadinanza intera nella sfida per l'adattamento ai cambiamenti climatici. La conoscenza del territorio e delle sue criticità è la base di partenza per una cultura ambientale che oltre a tutelare il territorio sappia far fronte ai cambiamenti climatici in atto e previsti per il futuro. Verranno realizzati eventi periodici rivolti alla cittadinanza, per formarla e informarla sui rischi e sui contenuti del Piano Comunale di Protezione Civile, nonché per coinvolgerla attivamente in interventi di tutela e ripristino del territorio, diffondendo inoltre buone pratiche ambientali e divulgando le informazioni disponibili sui cambiamenti climatici. L'Amministrazione Comunale con Delibera di Giunta Comunale n°806 del 21/11/2019 ha dato avvio al programma di marketing ambientale e informazione alla popolazione "Circle".	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: – Ufficio Protezione civile – Ufficio Difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto al cambiamento climatico	
Enti collaboratori	Regione Toscana	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°23		
Titolo dell'Azione	Cittadinanza: parte attiva e responsabile	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	Si intendono promuovere campagne di sensibilizzazione specifiche per i cittadini residenti nelle aree ad alto rischio, colpite da eventi estremi, coinvolgendo la cittadinanza ed i proprietari degli immobili delle zone a maggior vulnerabilità. Oltre a diffondere la consapevolezza delle criticità del territorio, si intende diffondere le buone pratiche come la manutenzione delle aree private e delle aree verdi private, per contribuire ad abbassare la pericolosità ed a rendere quindi il territorio maggiormente resiliente.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto al cambiamento climatico -Ufficio Protezione civile	
Enti collaboratori	Regione Toscana	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°24		
Titolo dell'Azione	Progetto "sentinelle urbane"	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	L'azione mira a sviluppare un sistema di segnalazione delle criticità con particolare riferimento alle problematiche idrauliche, coinvolgendo i cittadini come "sentinelle urbane" e realizzando o adottando applicazioni di comunicazione multicanale (web, social e tradizionali). L'azione è rivolta anche alla fascia di popolazione che incontra difficoltà con le nuove tecnologie. Verrà quindi scelta la modalità di conferimento di una segnalazione cartacea in modo da rendere partecipe tutta la cittadinanza alla cura e tutela del territorio.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Protezione civile	
Enti collaboratori	Regione Toscana	
Criticità	Difficile coinvolgimento di un numero significativo di cittadini	
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°25		
Titolo dell'Azione	Campagna #adottaunacaditoia	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	La manutenzione della rete di caditoie del Comune di Livorno non è sufficiente a garantirne la pulizia in modo capillare, per cui tali opere sono soggette ad accumuli di rifiuti di vario genere che ne compromettono la funzionalità e sono concausa degli allagamenti urbani. La sensibilizzazione del singolo può, in parte, contribuire a limitarne le criticità. L'iniziativa denominata #adottaunacaditoia, è un'iniziativa attivata in numerosi comuni che tenta di coinvolgere in modo attivo la cittadinanza nella cura e manutenzione del bene comune. La proposta vuole offrire, al cittadino singolo o in aggregazione, gli strumenti affinché possa curare la pulizia e quindi il corretto funzionamento della caditoia stradale ubicata nei pressi della propria abitazione o attività commerciale. Si valuteranno delle forme incentivanti. Dal punto di vista operativo la realizzazione dell'iniziativa è subordinata all'approvazione del Regolamento dei beni comuni.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Gestione e manutenzione ordinaria patrimonio stradale e segnaletica	
Enti collaboratori	AAMPS	
Criticità	Sensibilizzazione dei cittadini e degli esercenti commerciali	
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°26		
Titolo dell'Azione	Adozione del Piano del Verde Comunale	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	L'azione prevede l'adozione del Piano del Verde Comunale, uno strumento che consente una corretta gestione del patrimonio paesaggistico locale attraverso una programmazione della gestione del territorio. In particolare l'azione prevede che siano inserite misure di "greening" al fine di ridurre il rischio alluvioni (ed esempio tramite estensione delle aree verdi comunali, creazione dei rain garden, etc.).	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Gestione e manutenzione dei parchi e del verde pubblico -Ufficio Progettazione e qualificazione degli spazi pubblici -Ufficio Pianificazione, gestione e attuazione strumentazione urbanistica	
Enti collaboratori	Università, Enti di ricerca	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°27		
Titolo dell'Azione	Istituzione della "Carta del Fabbricato"	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☐ non strutturale	
Descrizione	a) Si intende adottare un processo autonomo di valutazione degli immobili relativo al rischio idraulico. Nello specifico si intende realizzare, per ogni immobile ricadente in zona a rischio idraulico/geomorfologico, una scheda informativa che permetta di ricevere una chiara descrizione della situazione in cui versa il territorio, dei rischi a cui è soggetto l'immobile e degli interventi strutturali ammessi (e non) derivanti dal PGRA e dal PAI. b) Valutazione degli immobili relativo allo stato di manutenzione del fabbricato andando ad individuare i casi in cui è necessari intervenire con la messa in sicurezza totale o parziale delle strutture e degli impianti. c) Norma di inserire in allegato al regolamento edilizio	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune: -Gestione e manutenzione dei parchi e del verde pubblico -Ufficio Progettazione e qualificazione degli spazi pubblici -Ufficio Pianificazione, gestione e attuazione strumentazione urbanistica	
Enti collaboratori	Genio Civile, Agenzia delle Entrate, Ordine degli Ingegneri, Archietti, Geometri e Periti Edili	
Criticità	Costi	
Altre informazioni utili/ allegati	Il Governo ha desistito dall'idea di introdurre l'obbligo ai proprietari d immobili perché andrebbe a colpire tutti indiscriminatamente, per cui è necessario introdurre degli sgravi sugli oneri di urbanizzazione e sul costo di costruzione degli interventi.	



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°28		
Titolo dell'Azione	Istituzione di incentivi per la riduzione della portata in ingresso nel sistema di drenaggio	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	È necessario attivare un sistema di incentivi fiscali e/o economici che stimoli la realizzazione di azioni volontarie di adattamento, quali per esempio la realizzazione di opere di drenaggio urbano sostenibile (SUDS), rivolto ai cittadini e agli operatori economici. Applicando, per esempio, il principio dell'invarianza idraulica e idrologica agli interventi di demolizione con ricostruzione fino al piano terra, di ampliamento dell'area edificata o di variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all'urbanizzazione. Promuovere quindi la re-permeabilizzazione delle superfici urbanizzate nell'ambito dei piani/progetti di ristrutturazione e riqualificazione urbana e con misure di incentivazione.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Pianificazione, gestione e attuazione strumentazione urbanistica	
Enti collaboratori		
Criticità	Difficoltà nel reperire finanziamenti	
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°29		
Titolo dell'Azione	Convenzione con il Consorzio di Bonifica per la manutenzione del reticolo idrografico minore	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	L'azione prevede l'elaborazione di convenzioni tra l'amministrazione comunale ed il Consorzio di Bonifica per regolamentare la condivisione di informazioni sui corsi d'acqua di competenza non comunale e la collaborazione in caso di intervento in condizioni di allerta meteo.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto al cambiamento climatico	
Enti collaboratori	Consorzio di Bonifica, Regione Toscana	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



SCHEDA AZIONE N°30		
Titolo dell'Azione	Istituzione di un tavolo di coordinamento tra i settori comunali	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	Al fine di ottimizzare la gestione di tematiche relative al cambiamento climatico, con particolare riferimento alla gestione delle alluvioni urbane, per agevolare il raccordo e il coordinamento delle attività dei diversi settori comunali, si intende istituire tavoli di coordinamento multi-settoriali.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Difesa del territorio, energie rinnovabili e contrasto al cambiamento climatico	
Enti collaboratori		
Criticità	Difficoltà nel coordinare più settori con competenze diverse	
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°31		
Titolo dell'Azione	Linee guida di analisi dei progetti per le trasformazioni urbane	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	L'azione prevede la redazione di linee guida di analisi dei progetti per le trasformazioni urbane, ad esempio relative all'identificazione delle percentuali minime di aree permeabili, la scelta delle essenze arboree da mettere a dimora e dove, etc. L'azione è già parte integrante del Piano operativo e relative a n. 28 Aree del territorio. L'ambito oggettivo della disciplina è attualmente definito nell'ambito delle 28 Aree del territorio comunale, individuate nel Piano Strutturale, delle quali n. 16 "Aree di Rigenerazione" e n. 12 "Aree di Riqualificazione urbana".	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: -Ufficio Pianificazione, gestione e attuazione strumentazione urbanistica -Ufficio Progettazione e qualificazione degli spazi pubblici	
Enti collaboratori	- Enti specializzati in materia	
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

SCHEDA AZIONE N°32		
Titolo dell'Azione	Sviluppo del "Regolamento amministrazione condivisa dei beni comuni"	
Tipologia di azione	☐ strutturale	
	☒ non strutturale	
Descrizione	L'azione prevede lo sviluppo del "Regolamento per l'amministrazione condivisa dei beni comuni urbani" approvato con Delibera di C.C. n°224 del 19/10/2017 ed integrato con Delibera di C.C. n°61 del 04/10/2019, promuovendo anche la creazione di nuovi spazi verdi che rispondano meglio alle esigenze di resilienza dell'area urbana.	
Tempistica dell'azione	Entro il 2020	Dopo il 2020
Ufficio referente dell'azione	Comune di Livorno: - Ufficio Progettazione e qualificazione degli spazi pubblici	
Enti collaboratori		
Criticità		
Altre informazioni utili/ allegati		



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



7 Implementazione delle azioni, monitoraggio e valutazione

7.1 Implementazione delle azioni

Individuate le azioni di adattamento, sulla base dell'analisi del contesto e del rischio, si deve procedere alla loro implementazione.

Il responsabile del Piano d'Azione Locale dovrà quindi

- individuare uno o più enti responsabili dell'azione o di un gruppo di azioni;
- definire l'orizzonte temporale per il completamento dell'azione;
- definire le risorse disponibili.

La complessità nell'attribuzione dei ruoli e delle responsabilità dipenderà dalla complessità delle singole azioni e dal numero di enti coinvolti dalle decisioni.

E' di fondamentale importanza assegnare una responsabilità specifica interna al Comune.

Le Linee guida per lo sviluppo delle strategie di adattamento (EC, 2013) identificano cinque tipologie di strumenti per portare avanti le singole azioni di adattamento:

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



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



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.

Tutte le variabili concorrono a plasmare differenti modalità di gestione delle azioni con processi decisionali di differente complessità.

Le potenziali fonti per il finanziamento di azioni di adattamento si possono distinguere 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.

Data la complessità dell'adattamento, i responsabili dell'implementazione possono trovarsi ad affrontare diverse barriere di carattere istituzionale, economico, politico, informativo e tecnico o una combinazione di queste tipologie.

Barriere ricorrenti nell'implementazione delle azioni di adattamento (Giordano et al., 2013), possono essere:

- 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;



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



- 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.

7.2 Monitoraggio, valutazione e reporting delle azioni

I processi di monitoraggio, valutazione e reporting (MRV) analizzano in un determinato arco di tempo, l'avanzamento delle azioni di adattamento. La valutazione ne determina l'efficacia, mentre il reporting comunica e documenta i risultati ottenuti.

Tali strumenti sono flessibili poiché prevedono un costante aggiornamento.

Nella definizione del sistema di MRV si devono identificare gli obiettivi, che devono essere misurati, monitorati e valutati. Successivamente andranno definiti gli indicatori, che devono riflettere le finalità e gli obiettivi del sistema di MRV, sulla base di criteri quali:

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



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Gli indicatori saranno preferibilmente quantitativi poiché permettono di indicare e quantificare informazioni complesse. Qualora non sia possibile si può ricorrere a indicatori qualitativi.

Gli indicatori saranno sia di avanzamento, ovvero che misurano il progresso dell'attuazione di ogni singola azione, sia di efficacia, basati quindi sui risultati degli interventi di adattamento.

7.2.1 Il sistema di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio si articola in tre fasi

- il monitoraggio del piano (nella sua globalità),
- il monitoraggio del rischio e delle vulnerabilità,
- il monitoraggio delle azioni di adattamento.

Gli obiettivi che si prefigge il monitoraggio sono la valutazione:

- dell'efficienza delle politiche attuate;
- dell'adeguatezza delle risorse impiegate;
- del raggiungimento e dell'implementazione degli obiettivi prefissati;
- della comprensione degli interessi coinvolti.

Il sistema di MRV deve seguire alcuni principi, suggeriti dal *Global Reporting Initiative*, quali:

- *Accuratezza*. Le informazioni selezionate devono essere rappresentative dei fenomeni in oggetto e significative (nello specifico, devono essere rilevanti per il rischio alluvioni e il conseguente adattamento), e dettagliate in modo da produrre un sapere utile.
- *Imparzialità e trasparenza*. I dati devono riflettere aspetti negativi e positivi delle performance da monitorare, senza rimuovere informazioni non gradite.
- *Chiarezza*. Dati e informazioni devono essere comunicati in modo comprensibile e



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



chiaro per tutti i portatori di interesse di riferimento (tutta la cittadinanza).

- *Comparabilità*: i dati devono essere selezionati in maniera coerente (con unità di misura omogenee) e costante nel tempo (garantendo la continuità della raccolta dati), al fine di permettere il confronto sia tra differenti Comuni, sia nel corso del tempo.
- *Affidabilità*. Le informazioni devono essere verificabili e le modalità di raccolta dati devono essere chiaramente esposte al fine di rendere esplicita la qualità del processo.
- *Puntualità*. Le informazioni devono essere raccolte e divulgate secondo una precisa scansione temporale.

Tali principi devono costantemente guidare le fasi di selezione degli indicatori, di raccolta dati e di comunicazione delle informazioni.

Monitoraggio del piano

Il piano di adattamento locale è uno strumento operativo che deve essere valutato in termini quantitativi in termini di fattibilità, per verificare il raggiungimento delle azioni prefissate e gli obiettivi da raggiungere (target).

Sono stati individuati gli indicatori minimi nella tabella sottostante.

Il primo gruppo di indicatori rendono conto della qualità del processo di implementazione del piano,

il secondo gruppo di indicatori riguarda la partecipazione dei portatori di interesse nel processo, mentre il terzo gruppo mira a valutare l'efficacia finale del piano, verificando l'effettiva riduzione

del rischio e dei danni dovuti alle alluvioni.

Possono essere definiti anche dei valori di riduzione intermedi, come ad esempio una diminuzione percentuale mirando comunque alla riduzione dei danni e del rischio in termini assoluti.

I valori target dovranno essere stabiliti dal gruppo di lavoro.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Gestione ed implementazione del piano	
Indicatore	Valore target
N° di incontri tecnici	n°/anno
N° di piani preesistenti aggiornati sul tema dell'adattamento, linee guida, regolamenti	n°/anno
Inclusione e comunicazione	
Indicatore	Valore target
N° di categorie di portatori di interesse rappresentati nei partenariati urbani per l'adattamento (PUA) previsti da ADAPT	aumentare
N° di incontri del PUA e nelle scuole	n°/anno
N° di comunicati stampa inerenti l'adattamento e risultati di ADAPT	n°/anno
Efficacia del piano	
Indicatore	Valore target
N° di persone che vivono in aree soggette a rischio alluvioni	diminuire
N° di feriti e di decessi in relazione agli eventi alluvionali	diminuire
Valore dei danni riconducibili agli eventi alluvionali in €	diminuire

Monitoraggio del rischio e delle vulnerabilità

Riprendendo il concetto di rischio dal PGRA (Piano di Gestione Rischio Alluvioni), il rischio da alluvione è *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 derivanti da tale evento.*

Il concetto di gestione del rischio viene così definito nella disciplina di PGRA: *“Per gestione del rischio idraulico si intendono le azioni volte a mitigare i danni conseguenti a fenomeni alluvionali. La gestione può essere attuata attraverso interventi tesi a ridurre la*



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



pericolosità e interventi tesi a ridurre la vulnerabilità degli elementi a rischio anche mediante azioni di difesa locale e piani di gestione dell'opera collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale, rispettando le condizioni di funzionalità idraulica".

Il rischio si esprime come prodotto della pericolosità e del danno potenziale in corrispondenza di un determinato evento:

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

dove:

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;

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 (elementi esposti): persone e/o beni (abitazioni, strutture, infrastrutture, ecc.) e/o attività (economiche, sociali, ecc.) 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.

Al termine della realizzazione delle azioni di adattamento si può valutare il Rischio Residuo (Rr):

$$Rr = P \times E \times (V - CA)$$

dove CA è la Capacità di adattamento, ovvero come definita dal MATTM: *l'abilità di un sistema 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,*



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



sociale, economica, tecnologica e politica.

Attraverso gli indicatori di efficacia verrà valutata la Capacità di adattamento.

In particolare, per quanto concerne **la pericolosità** (Hazard), saranno oggetto di monitoraggio tutti gli scenari previsti dalla Flood Directive (livello di pericolosità bassa P1, media P2, elevata P3), il cui indicatore di riferimento è essenzialmente la frequenza di eventi alluvionali o il suo inverso, ovvero il tempo di ritorno (rispettivamente pari a 20-50, 100-200, 200-500 anni nei tre casi). Ciascuno scenario sarà analizzato con riferimento all'orizzonte temporale corrente e a quelli futuri disponibili nel Profilo Climatico Locale.

Acronimo	Indicatore
SU	Numero di giorni all'anno con temperatura massima giornaliera maggiore di 25° C
TR/TN	Numero di giorni all'anno con temperatura minima giornaliera maggiore di 20°C
FD	Numero di giorni all'anno con temperatura minima giornaliera inferiore a 0°C
R10	Numero di giorni all'anno con precipitazione giornaliera maggiore o uguale a 10mm
R20	Numero di giorni all'anno con precipitazione giornaliera maggiore o uguale a 20mm
Qmax	Portata massima annuale al colmo di piena
Tr	Tempo di ritorno dell'evento alluvionale
h	Altezza massima annuale di pioggia per diverse durate (1,3,6,12 e 24 ore)

Per quanto concerne **la vulnerabilità**, tale definizione assume sfumature di significato leggermente diverse tra i due ambiti, come segnalato dallo stesso PNACC (MATTM,



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



2017). Si è scelto pertanto, sulla scorta della Flood Directive, di ritenere le vulnerabilità descritte dalla scheda di monitoraggio coincidenti con la categoria danno potenziale, pari al prodotto tra l'elemento esposizione e l'elemento vulnerabilità. Inoltre, sempre sulla scorta della Flood Directive ed in mancanza di ulteriori indagini, la vulnerabilità è posta pari a 1 all'interno dell'equazione del Rischio, ponendosi dunque nelle condizioni di massima criticità; il danno potenziale risulterà quindi coincidente con l'elemento esposizione. In definitiva, all'interno della scheda di monitoraggio gli "indicatori di vulnerabilità" descriveranno la presenza di elementi potenzialmente danneggiabili da un evento alluvionale, come ad esempio il numero di residenti, il numero di beni culturali, di edifici residenziali e/o strategici, la presenza di ecosistemi di notevole interesse e simili.

Tipo di vulnerabilità	Indicatore
Socio Economica	Numero di abitanti
	Numero di edifici residenziali
	Numero di edifici strategici
	Numero di attività produttive
	Numero di beni culturali
	Numero di strutture ricettive
	Km di strade urbane/extraurbane
Fisica e Ambientale	Numero di siti di interesse ambientale/estetico/paesaggistico/naturalistico/ soggetti a vincolo
	Estensione dei siti di interesse ambientale/estetico/paesaggistico/naturalistico/ soggetti a vincolo



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Per quanto concerne **gli impatti**, nell'ambito del rischio alluvioni tale elemento è da considerarsi coincidente con il rischio idraulico, indicato all'interno della Flood Directive come risultato della ben nota equazione del rischio, pari al prodotto tra la pericolosità e il danno potenziale. Indicatori di riferimento per il rischio sono definiti in analogia agli indicatori di esposizione (ovvero, come sopra indicato, di vulnerabilità) ma declinati all'interno delle aree soggette agli scenari caratteristici di pericolosità idraulica (P1, P2, P3). Potrà inoltre essere operata una suddivisione degli elementi di rischio in settori di competenza. Ciascun impatto sarà analizzato con riferimento all'orizzonte temporale corrente (in tal caso il "rischio di impatto" risulterà coincidente con la categoria di rischio idraulico R1, R2 o R3 in conformità con la European Flood Directive) e futuro in conformità con il Profilo Climatico Locale.

Impatti	
Settore	Indicatore
Costruzioni	Numero di edifici residenziali/strategici/altri in zone P1/P2/P3
Trasporti	Estensione linee stradali in zone P1/P2/P3
Energia	Estensione linee elettriche in zone P1/P2/P3
Acqua	Estensione condotte idriche in zone P1/P2/P3
Rifiuti	Numero/estensione siti di stoccaggio in zone P1/P2/P3
Produzione e commercio	Numero attività produttive in zone P1/P2/P3
Agricoltura e foreste	Estensione aree agricole/forestali in zone P1/P2/P3
Ambiente e biodiversità	Numero/estensione siti soggetti a vincolo in zone P1/P2/P3
Salute	Numero di ospedali/strutture di ricovero in zone P1/P2/P3
Protezione civile ed emergenze	Numero di residenti in zone P1/P2/P3
Turismo	Numero/estensione siti soggetti a vincolo/strutture ricettive in zone P1/P2/P3



Monitoraggio delle azioni di adattamento

Il Monitoraggio delle azioni di adattamento dovrà essere eseguito per ogni singola azione.

Gli indicatori identificati per ogni azione saranno di due tipi:

- **indicatori di avanzamento** che permettono di valutare il progresso dell'attuazione di ogni singola azione
- **indicatori di efficacia** che considerano i risultati degli interventi di adattamento in funzione delle politiche, della riduzione degli effetti dei cambiamenti climatici, dell'aumento della capacità di adattamento e la conseguente riduzione del rischio.

	AZIONI DI ADATTAMENTO	INDICATORI DI AVANZAMENTO	INDICATORI DI EFFICACIA
1	Opere idrauliche finalizzate all'equalizzazione delle acque meteoriche e alla difesa contro fenomeni di allagamento urbano. Implementazione dei Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibili (SDUS). Recupero acque meteoriche. Bacini di infiltrazione, bacini di ritenzione, <i>rain garden</i>	•N° di opere realizzate •incremento netto del volume dei serbatoi/invasi •superficie interessata dall'adeguamento strutturale •km di strade interessate da nuovi sistemi drenanti	•riduzione degli incidenti indotti da condizioni meteorologiche estreme •diminuzione del danno economico insistente su cose e persone •riduzione degli impatti derivanti da eventi meteorologici dannosi
2	Miglioramento strutturale dei sistemi di drenaggio adattandoli alle esigenze attuali tramite aumento della capacità di smaltimento.	•N° di opere realizzate •superficie interessata dall'adeguamento strutturale •km di strade interessate da nuovi sistemi drenanti	•riduzione degli incidenti indotti da condizioni meteorologiche estreme •diminuzione del danno economico insistente su cose e persone •riduzione degli impatti derivanti da eventi meteorologici dannosi



3	Ripristino della permeabilità dei suoli mediante l'utilizzo di materiali drenanti per la realizzazione di pavimentazioni, aiuole drenanti, giardini di pioggia etc	• aumento della superficie urbana permeabile • km di strade interessate da nuovi sistemi drenanti • N° di interventi realizzati	• riduzione degli incidenti indotti da condizioni meteorologiche estreme • diminuzione del danno economico insistente su cose e persone • riduzione degli impatti derivanti da eventi meteorologici dannosi
4	Realizzazione di tetti e pareti verdi	• numero di pratiche relative alla richiesta di incentivi per la realizzazione di tetti e pareti verdi • superficie riqualificata a verde	• aumento assoluto e relativo della superficie di verde pubblico
5	Incremento di aree verdi attraverso un piano di messa a dimora di piante	• numero di piante messe a dimora • superfici riqualificate a verde	• aumento assoluto e relativo della superficie di verde pubblico • riduzione isole di calore
6	Posizionamento di idrovore in aree soggette ad allagamenti	• numero di idrovore posizionate • superficie interessata dall'adeguamento strutturale	• riduzione degli incidenti indotti da condizioni meteorologiche estreme • diminuzione del danno economico insistente su cose e persone • riduzione degli impatti derivanti da eventi meteorologici dannosi
7	Manutenzione dei sistemi di drenaggio definendo una scala di priorità e una programmazione degli interventi	• numero di interventi di manutenzione realizzati • superficie interessata dalla manutenzione programmata	• diminuzione del danno economico insistente su cose e persone • riduzione degli impatti derivanti da eventi meteorologici dannosi



8	Aggiornamento del quadro conoscitivo del sistema di drenaggio del territorio urbanizzato con un censimento e una mappatura, con l'ausilio di un sistema GIS, di tutte le opere idrauliche	• numero di opere censite • superficie urbana mappata ed inserita nel sistema GIS	• miglioramento della base di conoscenze disponibili, di dati e informazioni
9	Integrazione delle reti di monitoraggio pluvio-idrometriche	• numero di sistemi di monitoraggio realizzati • investimenti nello sviluppo • rapporto tra superficie urbana e stazioni pluvio-idrometriche	• aumento dell'estensione geografica delle reti di osservazione • incremento della disponibilità delle informazioni e dei dati
10	Sviluppo di sistemi di monitoraggio a livello di microscala territoriale con l'ausilio delle nuove tecnologie, collegando caditoie e tombini con sensori che comunicano l'allagamento	• numero di dispositivi installati • numero di criticità monitorate	• aumento dell'estensione geografica delle reti di osservazione • incremento della disponibilità pubblica delle informazioni e dei dati
11	Redazione dell'atlante urbano degli elementi ricadenti in aree a pericolosità idraulica (raccolgere le info del PGRA in un unico documento fruibile)	• numero di criticità individuate • numero dei piani/documenti che prendono in considerazione l'adattamento ai cambiamenti climatici	• aumento del numero di strumenti conoscitivi • miglioramento degli strumenti di mappatura del rischio per la pianificazione
12	Censimento episodi storici di dissesto/alluvioni/eventi meteo estremi	• numero di eventi storici individuati • numero di studi di valutazione della vulnerabilità e del rischio	• aumento del numero di strumenti conoscitivi • miglioramento degli strumenti di mappatura del rischio per la pianificazione



13	Sviluppo di un sistema di <i>early warning</i> - allerta precoce con info più dettagliate	•numero di messaggi di allerta inviati •numero di utenti raggiunti	•aumento dell'impatto della piattaforma come fonte di informazione •diminuzione degli impatti negativi sulla popolazione
14	Revisione del Piano Comunale di Protezione Civile	•numero di studi di valutazione della vulnerabilità e del rischio •Numero di criticità individuate	•miglioramento degli strumenti di mappatura del rischio per la pianificazione
15	Esercitazioni per l'attuazione del Piano di Protezione Civile	•Numero di esercitazioni effettuate all'anno •numero di partecipanti	•diminuzione degli impatti negativi sulla popolazione •aumento del numero di persone formate
16	Sensibilizzazione attraverso canali mediatici sui rischi e i comportamenti adeguati in caso di evento	•numero di eventi di comunicazione all'anno •materiale sviluppato per la divulgazione	•ampliamento della rete di attori coinvolti nell'adattamento
17	Diffusione e comunicazione dei Piani di emergenza della Protezione Civile	•numero di eventi organizzati all'anno •materiale sviluppato per la divulgazione	•aumento del numero di persone formate •aumento del coinvolgimento pubblico
18	Adozione e integrazione di nuove tecnologie tramite supporti tecnologici adeguati per diramare l'allerta e comunicare comportamenti adeguati	•numero di sistemi di allerta realizzati •numero di utenti registrati	•aumento dell'impatto della piattaforma come fonte di informazione •aumento del coinvolgimento pubblico
19	Interventi di formazione rivolti agli amministratori e ai funzionari degli enti pubblici e al mondo delle	•numero di eventi organizzati all'anno •numero di partecipanti ad ogni evento	•aumento del numero di persone formate •aumento della rete di attori e organizzazioni



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

	imprese		coinvolte nell'adattamento
20	Attivazione di strumenti per la diffusione delle conoscenze relative al rischio alluvionale con materiale esplicativo, vademecum, brochure sul tema del cambiamento climatico/ sito web dedicato/ workshop su specifiche tematiche	• numero di iniziative organizzate all'anno • numero di brochure e vademecum realizzati • numero di partecipanti agli eventi • numero di accessi al sito web dedicato	• aumento del coinvolgimento pubblico • aumento del numero di strumenti condivisi • aumento del numero di persone coinvolte nelle campagne di sensibilizzazione
21	Attività di formazione nelle scuole per fronteggiare le alluvioni	• numero di istituzioni scolastiche coinvolte • numero di studenti coinvolti • numero di eventi indirizzati alle scuole	• aumento del numero di persone formate • aumento del numero di persone coinvolte nelle campagne di sensibilizzazione
22	Attivazione di azioni di educazione ambientale per i cittadini che incentivino la diffusione di buone pratiche di adattamento al rischio	• numero di eventi organizzati all'anno • numero di partecipanti • numero di brochure e vademecum realizzati	• aumento del coinvolgimento pubblico • aumento del numero di strumenti condivisi • aumento del numero di persone coinvolte nelle campagne di sensibilizzazione
23	Cittadinanza: parte attiva e responsabile diffondendo le buone pratiche come la manutenzione delle aree private e delle aree verdi private, per contribuire ad abbassare la pericolosità ed a rendere quindi il territorio maggiormente resiliente	• numero di eventi organizzati all'anno • numero di brochure e vademecum realizzati • numero di famiglie coinvolte nella sensibilizzazione	• aumento del coinvolgimento pubblico • aumento del numero di persone coinvolte nelle campagne di sensibilizzazione
24	Progetto "sentinelle urbane"	• numero di segnalazioni	• aumento del



Interreg



UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

	sviluppando un sistema di segnalazione delle criticità con particolare riferimento alle problematiche idrauliche	ricevute •numero di interventi eseguiti	coinvolgimento pubblico •diminuzione degli episodi di allagamento urbano
25	Campagna #adottaunacaditoia: coinvolgere in modo attivo la cittadinanza nella cura e manutenzione del bene comune	•numero di caditoie adottate •numero di cittadini coinvolti	•aumento del coinvolgimento pubblico •diminuzione degli episodi di allagamento urbano
26	Adozione del Piano del Verde Comunale per una corretta gestione del patrimonio paesaggistico locale attraverso una programmazione della gestione del territorio	•numero di piani che prendono in considerazione l'adattamento ai cambiamenti climatici •superficie riqualificata come verde urbano	•aumento del numero di strumenti di pianificazione per l'adattamento ai cambiamenti climatici •aumento delle aree permeabili
27	Istituzione della "Carta del Fabbricato" con una valutazione degli immobili relativamente al rischio idraulico	•numero di edifici censiti in zona a rischio idraulico/geomorfologico •numero dei piani/documenti che considerano l'adattamento ai cambiamenti climatici	•miglioramento degli strumenti di mappatura del rischio per la pianificazione •miglioramento della base di conoscenze
28	Istituzione di incentivi per la riduzione della portata in ingresso nel sistema di drenaggio che stimoli la realizzazione di azioni volontarie di adattamento	•numero di pratiche relative alla richiesta di incentivi •numero di interventi di miglioramento del drenaggio eseguiti	•diminuzione del danno economico insistente su cose e persone •riduzione degli impatti derivanti da eventi meteorologici dannosi •aumento del coinvolgimento pubblico



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME



Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

29	Convenzione con il Consorzio di Bonifica per la manutenzione del reticolo idrografico minore	• numero di programmi che prevedono l'adattamento ai cambiamenti climatici • numero di interventi di manutenzione funzionalità fluviale	• diminuzione del danno economico insistente su cose e persone • riduzione degli impatti derivanti da eventi meteorologici dannosi
30	Istituzione di un tavolo di coordinamento tra i settori comunali	• numero di incontri del gruppo di lavoro permanente • numero di partecipanti dei settori comunali	• aumento del numero di amministratori pubblici coinvolti nelle misure di adattamento ai cambiamenti climatici
31	Linee guida di analisi dei progetti per le trasformazioni urbane ad esempio percentuali minime di superfici permeabili etc..	• numero dei piani/documenti settoriali che prendono in considerazione l'adattamento ai cambiamenti climatici	• aumento del numero di edifici protetti dagli allagamenti • riduzione degli impatti derivanti da eventi meteorologici dannosi • aumento delle aree permeabili
32	Regolamento amministrazione condivisa dei beni comuni ampliando le aree verdi a disposizione	• numero di beni comuni interessati dal regolamento • numero di cittadini coinvolti	• aumento del coinvolgimento pubblico • aumento delle aree permeabili



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



7.2.2 Il sistema di reporting

Per completare il sistema di monitoraggio, valutazione e reporting (MRV) è necessario organizzare la fase di reporting. Il Responsabile del piano locale dovrà redigere annualmente un rendiconto, tenendo conto anche di eventuali rapporti intermedi, in modo da attivare tempestivamente misure adeguate di miglioramento.

Il sistema di monitoraggio permette di seguire l'andamento del piano locale di adattamento e l'efficacia delle azioni previste. Così come il piano locale di adattamento è uno strumento flessibile, anche il sistema di monitoraggio, quindi gli indicatori e i target scelti, saranno oggetto di continui adattamenti e miglioramenti, in modo da calibrare l'informazione richiesta con l'avanzare dello sviluppo delle varie azioni di adattamento. Le eventuali modifiche dovranno in ogni caso essere coerenti con gli obiettivi ed i principi precedentemente esposti, in modo da essere comparabili nel corso del tempo.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



8 Conclusioni

Per affrontare le criticità dovute ai rischi associati ai cambiamenti climatici in atto, con particolare riguardo al rischio alluvioni, il Comune di Livorno ha aderito al progetto ADAPT con Delibera di Giunta Comunale n°14 del 17/01/2017.

Una delle maggiori criticità del territorio comunale riguarda il rischio idraulico, nonostante non sia attraversato dal reticolo idraulico principale. I rischi relativi al reticolo principale riguardano il nostro territorio solo marginalmente, relativamente al fiume Arno e all'apertura del Canale dello Scolmatore in caso di piena, mettendo a rischio la fascia nord di territorio comunale con quella confinante con la provincia di Pisa. Il reticolo idraulico secondario invece è composto da vari corsi d'acqua a carattere torrentizio, costituiti da bacini idrografici piuttosto eterogenei e da numerosi tributari minori. Altro elemento, che interviene a complicare le dinamiche idrauliche di tali rii, risultano i tombamenti dei tratti finali di alcuni di questi.

Quando si parla di alluvioni urbane, oltre alle problematiche dovute ai numerosi corsi d'acqua presenti, sono compresi i fenomeni di allagamento, dovuti alla ridotta capacità di smaltimento dell'acqua meteorica. Il deflusso superficiale interagisce con la portata di ritorno del sistema fognario, che in caso di fenomeni intensi viene sovraccaricato, unendosi all'inefficienza della capacità di smaltimento delle caditoie presenti.

L'intensa impermeabilizzazione del territorio, dovuto all'espansione del centro urbano e all'aumento delle attività produttive, hanno reso l'intero sistema di drenaggio insufficiente, poiché calibrato al tempo della sua realizzazione, su un territorio più naturale, meno urbanizzato e quindi molto più permeabile.

Il deflusso delle acque piovane viene spesso limitato anche dalla frequente concomitanza di venti provenienti dai quadranti sud-occidentali (libeccio) spesso di forte intensità. In questi casi, associato al rischio idraulico è spesso presente anche il rischio mareggiate, su una fascia costiera, di circa 14 chilometri, densamente urbanizzata.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Altra criticità presente sul nostro territorio, in stretta connessione con le precipitazioni intense dovute agli effetti dei cambiamenti climatici, è costituita dal rischio geomorfologico che genera fenomeni franosi che si possono attivare sia durante l'evento piovoso, sia al termine dello stesso.

Un fattore critico nell'affrontare i fenomeni collegati ai rischi sopra descritti, è la contemporaneità di eventi meteorologici avversi.

La città di Livorno ha subito l'alluvione del 2017, in seguito ad un fenomeno meteorologico eccezionale, con un tempo di ritorno stimato tra i 500 e i 1.000 anni. La popolazione ed il territorio hanno riportato gravi conseguenze. Gli Enti competenti si sono attivati per eseguire numerosi ed onerosi interventi di messa in sicurezza idraulica, riportati nel paragrafo 3.7.2.

E' importante evidenziare che la messa in sicurezza di un territorio prevede una pianificazione territoriale programmata nel tempo in modo adeguato, capace altresì di evolversi con il mutare delle condizioni legate all'espansione dei centri urbani ed al rapido cambiamento legato al clima.

Agire su un territorio notevolmente compromesso dal punto di vista dell'urbanizzazione, è una sfida complessa ed onerosa.

Inoltre, i report della comunità scientifica riguardo alla tendenza degli effetti legati ai cambiamenti climatici, sono concordi nell'affermare che il tempo a disposizione per l'adattamento è veramente ridotto.

Una pianificazione corretta deve prevedere interventi sia strutturali che non strutturali. Il Comune di Livorno si trova nella fase della revisione del Piano di Protezione Civile e nella fase di predisposizione del Piano Operativo a seguito della recente approvazione del Piano Strutturale (Del. Consiglio Comunale n°75 del 07/04/2019).

I suddetti Piani dovranno pertanto integrarsi con il presente Piano locale di adattamento al rischio alluvioni, per convergere in uno strumento "flessibile" di corretta



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



pianificazione.

Un'attenzione particolare deve essere inoltre rivolta alla popolazione. La necessaria ed opportuna conoscenza del rischio e delle condotte da attuare nelle varie situazioni sono fondamentali, la città e la sua popolazione sono un organismo che deve lavorare in sinergia per ottenere una maggior sicurezza. Per questo motivo l'Amministrazione dovrà rivolgersi ad ogni singolo cittadino, informandolo ed educandolo, attraverso un'attività di sensibilizzazione rivolta alle diverse categorie.

Solamente la collaborazione tra amministrazione e cittadini porterà ad una maggiore consapevolezza ed a limitare il più possibile gli effetti dannosi dei cambiamenti climatici in atto.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Glossario

Adattamento: il processo di adeguamento al clima attuale o atteso e ai suoi effetti. Nei sistemi umani, l'adattamento cerca di limitare o evitare danni e/o sfruttare le opportunità favorevoli. In alcuni sistemi naturali, l'intervento umano può facilitare l'adattamento al clima previsto e ai suoi effetti (IPCC 2014c)

Area climatica omogenea: sono definite aree climatiche omogenee le zone che derivano dalla sovrapposizione delle macroregioni climatiche omogenee con i cluster delle anomalie climatiche. Tale sovrapposizione permette la definizione di aree con uguale condizione climatica attuale e stessa proiezione climatica di anomalia futura, che sono appunto le aree climatiche omogenee.

Atmosfera: Massa gassosa che circonda il globo terrestre fino a circa 700 km di altezza. Nella troposfera terrestre (la parte più bassa, spessa 10-12 km) la composizione chimica è praticamente costante: 78% di azoto, 21% di ossigeno e l'1% di altri gas e di vapore acqueo. Si dice standard o tipo quando ci si riferisce a condizioni al livello del mare di 15 °C di temperatura e pressione di 760 mm di mercurio (o 1013 hPa).

Biodiversità: la variabilità tra organismi viventi di ecosistemi terrestri, marini e altro. La biodiversità include la variabilità a livello genetico, di specie e di ecosistema.

Cambiamento climatico: un cambiamento nello stato del clima che persiste per un periodo esteso, tipicamente decenni o più a lungo, e che può essere rilevato (ad esempio usando test statistici) da cambiamenti nella media e/o nella variabilità delle sue proprietà. I cambiamenti climatici possono avere origine da processi naturali interni o



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



da forzanti esterne, quali modulazioni dei cicli solari, eruzioni vulcaniche e cambiamenti antropogenici persistenti della composizione dell'atmosfera o di uso del suolo. L'UNFCCC (United Nation Framework Convention on Climate Change) definisce il cambiamento climatico come: 'un cambiamento del clima attribuibile direttamente o indirettamente all'attività umana, che altera la composizione dell'atmosfera globale e che si aggiunge alla variabilità naturale del clima osservata in periodi di tempo comparabili. L'UNFCCC fa quindi una distinzione tra i cambiamenti climatici imputabili alle attività umane che alterano la composizione dell'atmosfera e la variabilità del clima attribuibile a cause naturali (IPCC 2013b).

Capacità di adattamento (agli impatti dei cambiamenti climatici): la capacità dei sistemi, delle istituzioni, degli esseri umani e degli altri organismi di adattarsi a potenziali danni, per sfruttare le opportunità, o per rispondere alle conseguenze (IPCC 2014c).

Clima: descrizione statistica della variabilità media ed estrema delle principali variabili meteorologiche nel corso di un periodo di tempo di almeno 30 anni. In accordo all'Organizzazione meteorologica mondiale (WMO – World Meteorological Organization), le grandezze rilevanti sono nella maggior parte dei casi parametri come temperatura, precipitazione e vento

Confidenza: la confidenza è l'espressione qualitativa della validità di un risultato. La validità di un risultato è basata inoltre sul tipo, quantità, e coerenza delle prove, e sul grado di accordo.

Disastro: gravi alterazioni del normale funzionamento di una comunità o di una società



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



per effetto di eventi fisici rischiosi che agiscono su condizioni sociali vulnerabili, portando a conseguenze sfavorevoli e diffuse su risorse umane, materiali, economiche o ambientali, che richiedono una risposta d'emergenza immediata per soddisfare bisogni umani essenziali e che potrebbero richiedere di supporto esterno per la ripresa (IPCC 2014c).

Effetto Serra: la bassa atmosfera (troposfera) si comporta come permeabile all'ultravioletto e alle radiazioni visibili ma riflettenti l'infrarosso emesso dal suolo.

Esposizione: la presenza di persone, specie o ecosistemi, funzioni ambientali, servizi, risorse, infrastrutture, funzioni economiche, sociali, beni culturali in luoghi che potrebbero essere influenzati negativamente (IPCC 2014c).

Evento meteorologico estremo: è un evento il cui verificarsi in un determinato luogo o periodo dell'anno è raro. Le definizioni della parola raro variano, ma un evento meteorologico estremo viene normalmente definito così: è uguale o maggiore al decimo o novantesimo percentile di una funzione di densità della probabilità stimata sulla base delle osservazioni. Le caratteristiche quindi di un estremo meteorologico possono variare da un luogo all'altro in senso assoluto. Quando un andamento meteorologico estremo persiste per un certo periodo di tempo, come per esempio una stagione, può essere classificato come evento climatico estremo, specialmente se produce una media o un totale che è esso stesso estremo (per esempio, siccità o intense precipitazioni nel corso di una stagione) (IPCC 2014c).

Forzante radiativo: è una variazione del flusso di energia causato da un driver, ed è calcolato nella tropopausa o negli strati più alti dell'atmosfera. Viene espresso in Wm^{-2} .



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Nel rapporto IPCC, nei calcoli dei forzanti radiativi da miscele di gas serra e aerosol, le variabili fisiche, fatta eccezione per oceano e ghiaccio marino, possono rispondere alle perturbazioni con aggiustamenti rapidi. Il forzante risultante è denominato Forzante Radiativo Effettivo (ERF - Effective Radiative Forcing). Questo cambiamento riflette i progressi scientifici raggiunti dai precedenti rapporti e risulta in una migliore indicazione di un'eventuale risposta della temperatura a questi driver. Per tutti i driver diversi dal mix di gas serra e dagli aerosol, gli aggiustamenti rapidi sono meno ben caratterizzati e si presume siano piccoli, per cui viene utilizzato un RF tradizionale (IPCC 2013b).

Impatti (dei cambiamenti climatici): effetti sui sistemi naturali e umani (es. effetti sulla vita, la salute, gli ecosistemi, l'economia, la società, i servizi, le infrastrutture, etc) causati da eventi meteorologici e climatici estremi e dai cambiamenti climatici che si verificano entro un periodo di tempo specifico e vulnerabilità di una società o un sistema esposti ai cambiamenti climatici. Gli impatti sono anche indicati come conseguenze e risultati di questi effetti (IPCC 2014c).

Incertezza: uno stato di conoscenza incompleto dovuto a carenza di informazione o al disaccordo su ciò che è conosciuto o conoscibile. Può avere molte fonti, da errori quantificabili nei dati a concetti o terminologia definiti in modo ambiguo, o a proiezioni ipotetiche del comportamento umano. L'incertezza può quindi essere rappresentata da misure quantitative (ad esempio, una funzione di densità di probabilità un intervallo) o da dichiarazioni qualitative (ad esempio, che riflettono il giudizio di un gruppo di esperti.) (IPCC 2014c).

IPCC: Acronimo di Intergovernmental Panel on Climate Change. È l'organizzazione che, a partire dal 1988, valuta, su basi scientifiche, tecniche e socioeconomiche, i cambiamenti



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



climatici in atto, le loro possibili conseguenze e la possibile responsabilità dell'uomo e suggerisce eventuali soluzioni per la riduzione di tale cambiamento. Ha sede a Ginevra e ha come attività principale la pubblicazione di periodici rapporti

Macroregione climatica omogenea: macroregioni climaticamente omogenee, individuate per il clima di riferimento 1981-2010, tramite analisi di indicatori climatici selezionati (proxy dei principali impatti meteo-indotti su ambiente naturale, ambiente costruito, patrimonio culturale, sfera sociale ed economica al fine di caratterizzare il clima di riferimento del territorio nazionale), calcolati con i dati climatici E-OBS e raggruppati in cluster.

Mitigazione (dei cambiamenti climatici): qualsiasi intervento umano che riduca le fonti di rilascio (sources) o rafforzi e potenzi le fonti di assorbimento (sinks) di gas serra (IPCC 2014c).

Modello climatico: rappresentazione numerica del sistema climatico basato sulle proprietà fisiche, chimiche e biologiche delle sue componenti, delle loro interazioni e dei processi di feedback, tenendo conto di alcune delle sue proprietà note. Il sistema climatico può essere rappresentato da modelli di diversa complessità; ossia per ciascuna componente o combinazione di componenti, possono essere identificati lo spettro o la gerarchia di modelli, che differiscono in aspetti come il numero di dimensioni spaziali, la misura in cui sono rappresentati esplicitamente i processi fisici, chimici o biologici, o il livello delle parametrizzazioni empiriche. I modelli di circolazione generale accoppiati atmosfera-oceano (AOGCM) forniscono una rappresentazione del sistema climatico che è vicino allo spettro attualmente disponibile. C'è un'evoluzione verso modelli più complessi con chimica interattiva e biologia. I modelli climatici



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



vengono applicati come strumenti di ricerca per studiare e simulare il clima e per scopi operativi, incluse le previsioni mensili, stagionali e climatiche inter annuali.

Pericolosità: il potenziale verificarsi di un evento fisico naturale o antropico o di un impatto fisico che può causare la perdita della vita, lesioni, o impatti sulla salute, così come danni e perdite a proprietà, infrastrutture, mezzi di sussistenza, fornitura di servizi, ecosistemi e risorse ambientali (IPCC 2014c).

Proiezioni climatiche: una proiezione climatica è la risposta simulata del sistema climatico ad uno scenario di future emissioni o di concentrazioni di gas serra e aerosol, generalmente ricavata utilizzando i modelli climatici. Le proiezioni climatiche sono diverse dalle previsioni climatiche per la loro dipendenza dallo scenario di emissione/concentrazione/forzante radiativo utilizzato, a sua volta basato sulle ipotesi riguardanti, per esempio, i futuri sviluppi socio-economici e tecnologici che potrebbero essere realizzati o no (IPCC 2014c).

Representative Concentration Pathways (RCPs): scenari che includono serie temporali di emissioni e concentrazioni della suite completa di gas e aerosol a effetto serra, aerosol e gas chimicamente attivi, così come l'uso e la copertura del suolo. La parola Representative significa che ogni RCP fornisce solo uno dei tanti possibili scenari di uno specifico forzante radiativo. Il termine Pathways sottolinea che non è importante solo il livello di concentrazione a lungo termine ma anche la traiettoria seguita per arrivare a quel risultato. Gli RCPs generalmente si riferiscono alla porzione della traiettoria di concentrazione che si sviluppa fino al 2100, per la quale i Modelli di Valutazione Integrata (Integrated Assessment Models) forniscono i corrispondenti scenari di emissione.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Quattro RCPs sono prodotti dai Modelli di Valutazione Integrata e usati nelle proiezioni del quinto rapporto IPCC:

RCP2.6: un percorso dove il forzante radiativo raggiunge l'apice approssimativamente a 3 W m^{-2} prima del 2100 e poi si riduce;

RCP4.5 e RCP6.0: due percorsi intermedi di stabilizzazione in cui i forzanti radiativi sono stabilizzati a circa $4,5 \text{ W m}^{-2}$ e 6.0 W m^{-2} rispettivamente;

RCP8.5: un percorso alto in cui si raggiunge un forzante radiativo superiore a $8,5 \text{ W m}^{-2}$ entro il 2100 che continua a salire anche successivamente (IPCC 2014c).

Resilienza: la capacità di un sistema sociale, economico o ambientale di far fronte a un evento pericoloso, o anomalie, rispondendo e riorganizzandosi in modo da preservare le sue funzioni essenziali, l'identità e la struttura, mantenendo tuttavia anche le capacità di adattamento, apprendimento trasformazione.

Rischio: le potenziali conseguenze in cui qualcosa di valore è in gioco e dove il risultato è incerto, riconoscendo la diversità dei valori. Il rischio è spesso rappresentato come la probabilità del verificarsi di eventi o andamenti pericolosi moltiplicata per gli impatti che si avrebbero se questi eventi o andamenti si verificassero. Il rischio deriva dall'interazione di vulnerabilità, l'esposizione, e pericolosità (IPCC 2014c).

Rischio di disastri/riduzione del rischio di disastri: il rischio di disastri indica la probabilità di disastro in un periodo di tempo specificato (vedi disastro). Il concetto di riduzione del rischio di disastri indica un processo volto a progettare e implementare e valutare strategie, politiche e misure per migliorare la conoscenza del rischio di disastri, promuovere la riduzione del rischio e trasferire e promuovere un miglioramento continuo nella preparazione e nella risposta al rischio e in pratiche di recupero, con



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



l'esplicito obiettivo di aumentare la sicurezza umana, il benessere, la qualità della vita e lo sviluppo sostenibile (IPCC 2014c).

Scenari climatici: una rappresentazione plausibile e spesso semplificata del clima futuro, basato su un insieme coerente di relazioni climatologiche che è stata costruita per l'esplicito uso di indagare le possibili conseguenze dei cambiamenti climatici di origine antropica, spesso utilizzati come input per i modelli di impatto. Le proiezioni climatiche spesso servono come materiale di base per la costruzione degli scenari climatici, ma gli scenari climatici di solito richiedono ulteriori informazioni, come il clima attuale osservato. Uno scenario di cambiamento climatico è la differenza tra uno scenario climatico e il clima attuale (IPCC 2013b).

Sensitività: il grado con cui un sistema o una specie è influenzato, negativamente o positivamente, dalla variabilità e dal cambiamento del clima. L'effetto può essere diretto (ad es. un cambiamento nella resa delle colture in risposta ad una variazione della temperatura) o indiretti (ad es. i danni causati da un aumento della frequenza di inondazioni costiere a causa dell'innalzamento del livello del mare) (IPCC 2014c).

Servizi ecosistemici: processi o funzioni ecologici dotati di un valore (monetario o non monetario) per gli individui o in generale per la società. Sono frequentemente classificati come:

- (i) servizi di supporto, come per esempio la produttività o il mantenimento della biodiversità;
- (ii) servizi di fornitura o approvvigionamento, quali cibo, fibre, pesce;
- (iii) servizi di regolazione, come la regolazione del clima e il sequestro o stoccaggio del carbonio;



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



(iv) servizi culturali, come il turismo o l'arricchimento spirituale ed estetico (IPCC 2014c).

Sistema climatico: il sistema altamente complesso costituito da cinque componenti principali:

atmosfera, idrosfera, criosfera, litosfera, biosfera, e le interazioni fra loro.

Il sistema climatico evolve nel tempo sotto l'influenza di proprie dinamiche interne, e per effetto di forzanti esterni, come eruzioni vulcaniche, variabilità solare, e forzanti antropogenici come la variazione di composizione dell'atmosfera e il cambiamento di uso del suolo (IPCC 2014c).

Sistema di allerta precoce (Early warning system): l'insieme delle capacità necessarie per produrre e diffondere informazioni di allerta tempestive e significative, per consentire agli individui, alle comunità e alle organizzazioni minacciate da un rischio di prepararsi ad agire prontamente e in maniera adeguata, in modo da ridurre la possibilità di danni o perdite (IPCC 2014c).

Sviluppo sostenibile: sviluppo che va incontro ai bisogni del presente senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i propri bisogni [WCED,1987] (IPCC 2014c).

Scenari di emissione: una rappresentazione plausibile del futuro sviluppo delle emissioni di sostanze che sono potenzialmente attive radiativamente (ad esempio, gas serra e aerosol), sulla base di un insieme coerente e internamente consistente di assunzioni sulle forze motrici (come il cambiamento tecnologico, lo sviluppo demografico e socio-economico) e le loro relazioni fondamentali. Gli scenari di concentrazione, derivati dagli scenari di emissione, sono utilizzati come input per i



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



modelli climatici per calcolare le proiezioni climatiche. Nel Rapporto Speciale dell'IPCC sugli Scenari di Emissione sono stati pubblicati gli scenari di emissione SRES (ad esempio, A1B, A1FI, A2, B1, B2) utilizzati come base per alcune proiezioni climatiche. Nuovi scenari di emissione per il cambiamento climatico sono stati sviluppati e sono i 4 Representative Concentration Pathways (RCP) presentati nel quinto rapporto dell'IPCC (IPCC 2014c).

Variabilità climatica: si riferisce alle variazioni di stato medio e di altre statistiche (come le deviazioni standard, il verificarsi di eventi estremi, etc.) del clima in tutte le scale spaziali e temporali al di là di quelle dei singoli eventi meteorologici. La variabilità può essere dovuta a processi naturali interni al sistema climatico (variabilità interna), o a variazioni dei forzanti esterni naturali o antropogenici (variabilità esterna) (IPCC 2014c).

Vulnerabilità: la propensione o la predisposizione degli elementi esposti a essere influenzati negativamente. Il termine comprende una varietà di concetti ed elementi, tra cui la sensibilità o suscettibilità al danno e la mancanza di capacità di far fronte e di adattarsi (IPCC 2014c).



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Bibliografia

IPCC - Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324, 2013

ISPRA. Gli indicatori del clima in Italia nel 2016. Anno XII. ISBN 978-88-448-0838-9, 2016

ISPRA. Stato dell'Ambiente 80/2018 ISBN 978-88-448-0904-1, 2017

Piano strutturale 2 del Comune di Livorno – Relazione geologico-tecnica, Studio di geologia applicata Dr.Geol. Luca Mazzei, 2018

Studio idrologico e idraulico e progetto preliminare degli interventi di riduzione del rischio idraulico sul bacino del Rio Maggiore nel Comune di Livorno – Relazione idrologica idraulica – Commissario Delegato Regione Toscana – Progettazione HydroGeo Ingegneria s.r.l. - agosto 2018

Piano strutturale 2 del Comune di Livorno – Quadro conoscitivo idraulico-Relazione illustrativa, Prima Ingegneria STP, Ing. P.Chiavaccini, Ing. M.Verzoni, Ing. N.Buchignani, Ing. Iunior N. Verzoni, 2018

Padova Resiliente – Linee guida per la costruzione del piano di adattamento al cambiamento climatico, Università IUAV di Venezia, 2016

Ricostruzione idrogeologica dell'evento del 9/10 settembre 2017 nella Provincia di Livorno



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



(bacini da Ugione a Chioma compresi), Prof. Ing. Fabio Castelli, 2018

Profilo climatico locale-Analisi delle vulnerabilità all'impatto dei cambiamenti climatici – BLUAP
Bologna città resiliente, 2015

The ocean and the cryosphere in a changing climate – IPCC – 2019

Gestione sostenibile delle acque urbane. Manuale di drenaggio urbano: perchè, cosa, come.
Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F. - 2015 – Regione Lombardia – ERSIAF – Milano,
2015

Migliori pratiche per la gestione sostenibile delle acque in aree urbane – linee guida per un
regolamento del verde – Agende locali 21-area Fiorentina, 2017

Guide to climate change adaptation in cities – The International Bank for reconstruction and
development, 2011

Linee guida educazione ambientale – MATTM, 2014

Parigi e oltre – Gli impegni nazionali sul cambiamento climatico al 2030 – MATTM – ENEA – ISPRA
– CNR, 2016

Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio – ISPRA, 2018

Relazione della commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio sull'attuazione della strategia
dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici – Commissione Europea, 2018

PNACC - Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Supporto tecnico-scientifico



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



per il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ai fini dell'Elaborazione del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC). Semenov, M.A. & Barrow, E.M. (2002), "LARS-WG A Stochastic Weather Generator for Use in Climate Impact Studies", User Manual, Version, 3.0: 28. Semenov, M.A., Brooks, R.J., Barrow, E.M. & Richardson, C. W. (1998), "Comparison of the WGEN and LARS-WG stochastic weather generators in drivers climates", Climate Research, 2017

SIR: Settore Idrologico Regionale. Report pluviometria città di Livorno, 2017

Impermeabilizzazione e consumo dei suoli nelle aree urbane - R. Barberis, A. Di Fabbio, M. Di Leginio, F. Giordano, L. Guerrieri, I. Leoni, M. Munafò, S. Viti, 2005

ADAPT - Linee guida per lo sviluppo di profili climatici locali – CMCC, 2018

ADAPT - Linee guida per la redazione di piani di adattamento al rischio alluvioni – CMCC, 2018

Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia. MATTM-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma, 2014

Drobinski, P., Silva, N.D., Panthou, G. et al. "Scaling precipitation extremes with temperature in the Mediterranean: past climate assessment and projection in anthropogenic scenarios". Climate Dynamics, 51(3), pp. 1237-1257, 2018

Jacob, D, Petersen, J, Eggert, B, et al. EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. Regional Environmental Change 14(2), pp. 563–578, 2014



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Kotlarski S, Keuler K, Christensen OB, et al. Regional climate modeling on European scales: A joint standard evaluation of the EURO-CORDEX RCM ensemble. *Geoscientific Model. Development* 7(4), pp. 1297-1333, 2014

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

Marchi, L., Borga, M., Preciso, E., Gaume, E. - Characterisation of selected extreme flash floods in Europe and implications for flood risk management. *Journal of Hydrology*, 394(1-2), pp. 118-133, 2010

Pilgrim, D. H., Cordery, I. - Flood Runoff. In Maidment, D. R. (ed.), *HandBook of Hydrology*, McGraw-Hill Companies, 1993

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

The Role of Climatological Normals in a Changing Climate. WCDMP-No. 61, WMO.TD No. 1377, 2007

Viglione, A., Laio, F., Claps, P. - A comparison of homogeneity tests for regional frequency analysis. *Water Resources Research* 43(3), W03428, 2007

Viglione, A., Blöschl, G. - On the role of storm duration in the mapping of rainfall to flood return periods. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13(2), pp. 205-216, 2009

Castellari S., Venturini S., Giordano F., Ballarin Denti A., Bigano A., Bindi M., Bosello F., Carrera L., Chiriaco M.V., Danovaro R., Desiato F., Filpa A., Fusani S., Gatto M., Gaudioso D., Giovanardi O., Giupponi C., Gualdi S., Guzzetti F., Lapi M., Luise A., Marino G., Mysiak J., Montanari A., Pasella D.,



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Pierantonelli L., Ricchiuti A., Rudari R., Sabbioni C., Sciortino M., Sinisi L., Valentini R., Viaroli P., Vurro M., Zavatarelli M. - Elementi per una Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma, 2014

Flörke, M., Wimmer, F., Laaser, C., Vidaurre, R., Tröltzsch, J., Dworak, T., Stein, U., Marinova, N., Jaspers, F., Ludwig, F., Swart, R., Giupponi, C., Bosello, F., and Mysiak, J. - Final Report for the project Climate Adaptation – modelling water scenarios and sectoral impacts (ClimWatAdapt), Center for Environmental Systems Research (CESR), Kassel, Germany, 2011

IPCC - Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, 2013

IPCC - Allen, M.R., O.P. Dube, W. Solecki, F. Aragón-Durand, W. Cramer, S. Humphreys, M. Kainuma, J. Kala, N. Mahowald, Y. Mulugetta, R. Perez, M. Wairiu, and K. Zickfeld, 2018: Framing and Context. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press. - MATTM, 2013. Ministro dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare, 2018

MATTM. Primo rapporto sullo Stato del Capitale Naturale. Ministro dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare, 2017



Interreg



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Polade, S. D., Pierce, D. W., Cayan, D. R., Gershunov, A. & Dettinger, M. D. The key role of dry days in changing regional climate and precipitation regimes. Sci. Rep. 4, 4364, 2014

Polade, S. D., Gershunov, A., Cayan, D. R., Dettinger, M.D., & Pierce, D. W. 2017. Precipitation in a warming world: Assessing projected hydro-climate changes in California and other Mediterranean climate regions. Sci. Rep. 7, 10783, 2017