

LA DIMENSIONE TERRITORIALE COME RISPOSTA ANTIFRAGILE AL CAMBIAMENTO CLIMATICO. CONTRIBUTI ALLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA.

Alessandra Casu¹, Fabiana Frisanco², Maura Marongiu³, Guglielmo Ricciardi⁴

SOMMARIO

L'intensificarsi delle precipitazioni unite a un veloce processo di inurbamento, con la conseguente impermeabilizzazione dei suoli, hanno causato un aumento delle minacce per la sicurezza dei territori e delle popolazioni. L'obiettivo degli studi qui presentati è rendere il territorio antifragile rispetto al problema dei cambiamenti climatici attraverso la progettazione alla scala dell'area vasta. Attraverso la modifica della pianificazione vigente e l'integrazione degli standard di servizi eco-sistemici all'interno degli strumenti normativi, si individuano linee guida, azioni e metodi compensativi per contrastare gli effetti negativi dati dall'impermeabilità.

Il modello proposto è stato testato nel territorio prima di Olbia e poi della Romangia, in cui è stato possibile calcolare l'effettivo beneficio che si trae dalla sua applicazione, implementando standard di servizio eco-sistemico per migliorare la qualità urbana e la permeabilità dei suoli, attraverso la progettazione dello spazio e non solo la sua messa in sicurezza.

¹ Università degli Studi di Sassari - Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica, Pal. Pou Salit, piazza Duomo 6, 07041, Alghero (SS), e-mail: casual@uniss.it (corresponding author).

² Università degli Studi di Sassari - Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica, Pal. Pou Salit, piazza Duomo 6, 07041, Alghero (SS), e-mail: fab.frisanco@gmail.com.

³ Università degli Studi di Sassari - Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica, Pal. Pou Salit, piazza Duomo 6, 07041, Alghero (SS), e-mail: mrnmaura@yahoo.it.

⁴ Università degli Studi di Sassari - Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica, Pal. Pou Salit, piazza Duomo 6, 07041, Alghero (SS), e-mail: guglielmoriciardi@gmail.com.

1. Introduzione

Negli ultimi anni, per lo meno in Europa e negli U.S.A., la resilienza è diventata uno degli obiettivi preminenti nelle operazioni di trasformazione territoriale delle aree urbane e no, che hanno subito eventi catastrofici e di forte intensità.

All'interno del processo di gestione del rischio, utilizzato per la redazione dei piani per l'adattamento ai cambiamenti climatici, il concetto di resilienza viene interpretato in un'ottica proattiva, come la capacità di un determinato sistema di anticipare, prepararsi e rispondere alle minacce con il minimo danno sotto il profilo sociale, economico ed ambientale (NRC, 2010). Il processo d'adattamento implica dunque una più ampia indagine degli aspetti che lo compongono, secondo una valutazione degli scenari futuri sui cambiamenti climatici e le rispettive soluzioni progettuali e programmatiche compresi all'interno della gestione del rischio, quest'ultimo ritenuto come strumento d'analisi fondamentale per una corretta programmazione in ambiti urbani (Rehak, Senovsky, Balog, Dvorak, 2011; Cheng, 2013).

All'interno del presente lavoro viene contestualizzato il processo d'adattamento ai cambiamenti climatici nel contesto urbano, applicando tale metodologia ad alcuni casi di studio sardi, emblematici in quanto sede di episodi recenti di eventi alluvionali: Olbia e la Romangia.

La strategia territoriale parte dalla scala di bacino per definire alcuni capisaldi che risulteranno utili non solo a livello territoriale ma anche a livello locale. Il progetto è centrato sull'acqua, principale fattore d'impatto durante gli eventi d'inondazione per precipitazioni meteoriche. Il disegno urbano dell'acqua rileva gli spazi e gli elementi che nel territorio attraversa in modo naturale, come le linee d'acqua naturali, le aree di depressione naturale, le pendenze della topografia, naturali o costruite dall'uomo soprattutto durante il secolo scorso. L'obiettivo quindi non è contenere l'acqua con progetti d'ingegneria idraulica fortemente impattanti sul territorio, ma proporre un progetto territoriale che integri in modo naturale il sistema di drenaggio delle acque piovane che ha mostrato più volte nel corso degli ultimi anni la scarsa capacità durante gli eventi di precipitazioni meteoriche estreme.

La strategia territoriale si pone l'obiettivo di agire nell'ambiente urbano costruito, cercando di ripristinare il naturale deflusso delle acque come strumento per la mitigazione del rischio d'inondazione nei bacini idrografici afferenti. Il passaggio dal contesto territoriale (sub-bacino) alla scala locale è contraddistinto non solo dal recepimento delle linee guida, degli indirizzi e delle politiche della strategia territoriale, ma sono sviluppati scenari di progetto per le aree prioritarie. Gli scenari sono strumenti in grado di progettare la città nell'incertezza insita nelle previsioni future sui cambiamenti climatici. Ciascuno scenario di progetto rappresenta il "cosa succederebbe se?", imponendo la riflessione sulle politiche di adattamento, sulla eventuale ri naturalizzare dell'area oppure sulla proposta di nuovi disegni urbani.

Un primo scenario è definito come opzione di non intervento per fronteggiare gli effetti del cambiamento. L'assenza di politiche urbane aumenta il livello di rischio cui le aree sono sottoposte e, allo stesso tempo, rende maggiormente vulnerabili le popolazioni che frequentano e abitano gli spazi soggetti a rischio, le attività economiche e le infrastrutture.

Altri scenari sono caratterizzati dall'adozione di politiche ed azioni per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Ciascuno scenario si completa aggiungendo azioni in grado di aumentare il livello di sicurezza. In prima istanza, vengono intraprese scelte conformi agli indirizzi della strategia territoriale per il ripristino del naturale deflusso delle acque. L'azione è applicabile con l'ausilio di strumenti perequativi e un successivo ridisegno delle aree perequate per il rallentamento delle acque piovane; un'ulteriore azione consiste nella ridefinizione dei profili delle piattaforme infrastrutturali, che può essere completata facendo defluire le portate d'acqua piovana in eccesso attraverso le piattaforme ridefinite. Lo scenario si completa facendo emergere come gli indici di edificabilità definiscano le aree permeabili.

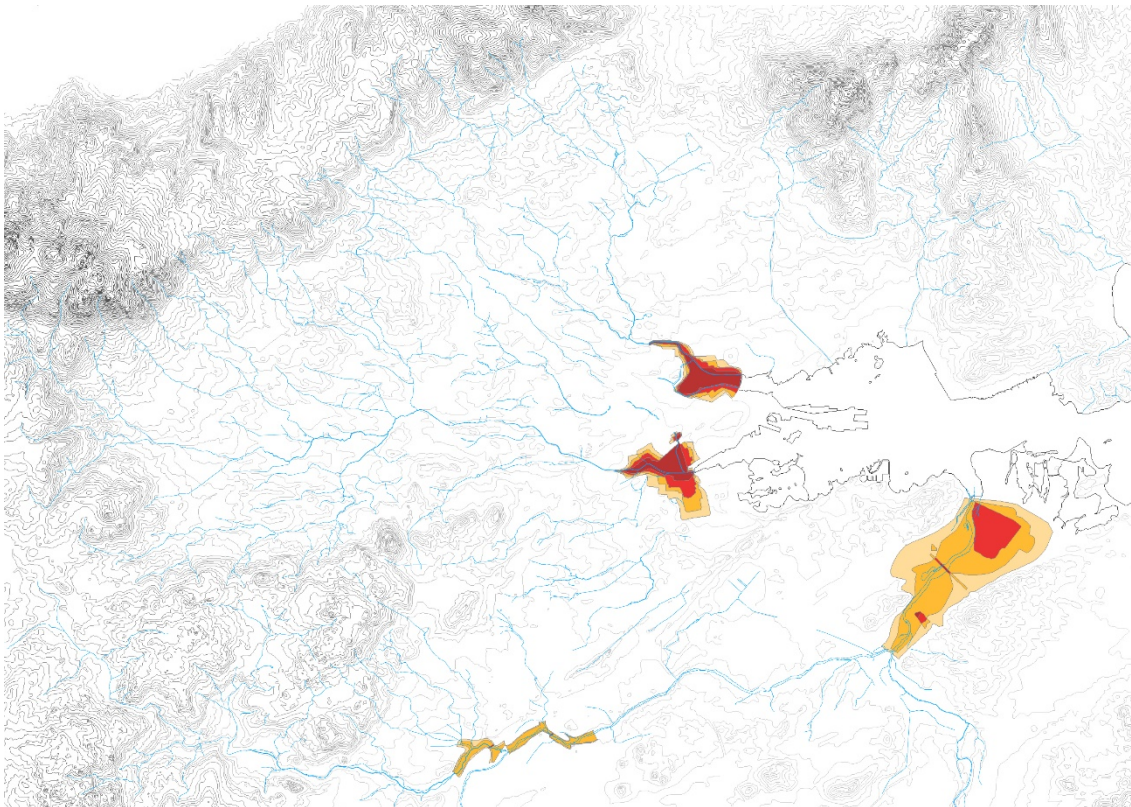
1. Governare l'emergenza: il caso di Olbia

Per affrontare il progetto della città di Olbia ci si è posti dinanzi alla necessità di riflettere su come la presenza dei fenomeni ambientali possa definirsi un'occasione per ripensare il rapporto fra ambiente e città.

Un'opportunità per risvegliare l'identità del luogo riguardo l'elemento fondante della città originaria, affinché si ripensi alla struttura urbana rendendola un luogo sicuro (Maciocco, 2015).

Il territorio di Olbia è stato da sempre caratterizzato da uno stretto legame fra gli insediamenti urbani e l'acqua. A partire dall'epoca romana, l'acqua ha sempre avuto un ruolo fondamentale per la vita delle popolazioni stanziatesi, ed è sempre stata rispettata come risorsa naturale di fondamentale importanza. La componente acquatica, infatti, ha da sempre costituito il carattere fondante dell'identità e del paesaggio di questo territorio, risultando un punto di forza. Gli eventi alluvionali recenti hanno reso necessario rivalutare la mappatura del rischio, della pericolosità e delle vulnerabilità idraulica, perciò l'Amministrazione Comunale, nel 2014, ha deciso di conferire al Prof. Marco Mancini l'incarico di redigere lo studio di variante al PAI, approvata con successiva Deliberazione n. 109 del 06/11/2015, in concomitanza con lo studio e la progettazione del quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico.

Figura 1: Cartografia riferita al PAI rischio piene (2006), precedente all'evento alluvionale del 18 novembre 2013.



A sèguito dell'analisi dello studio di variante al PAI e al “Progetto per le opere di mitigazione del rischio idraulico” adottato dal Comune, è stata avviata un'attenta riflessione che ha portato ad analizzare tre diversi scenari qui proposti, per i quali sono previste diverse scelte e azioni:

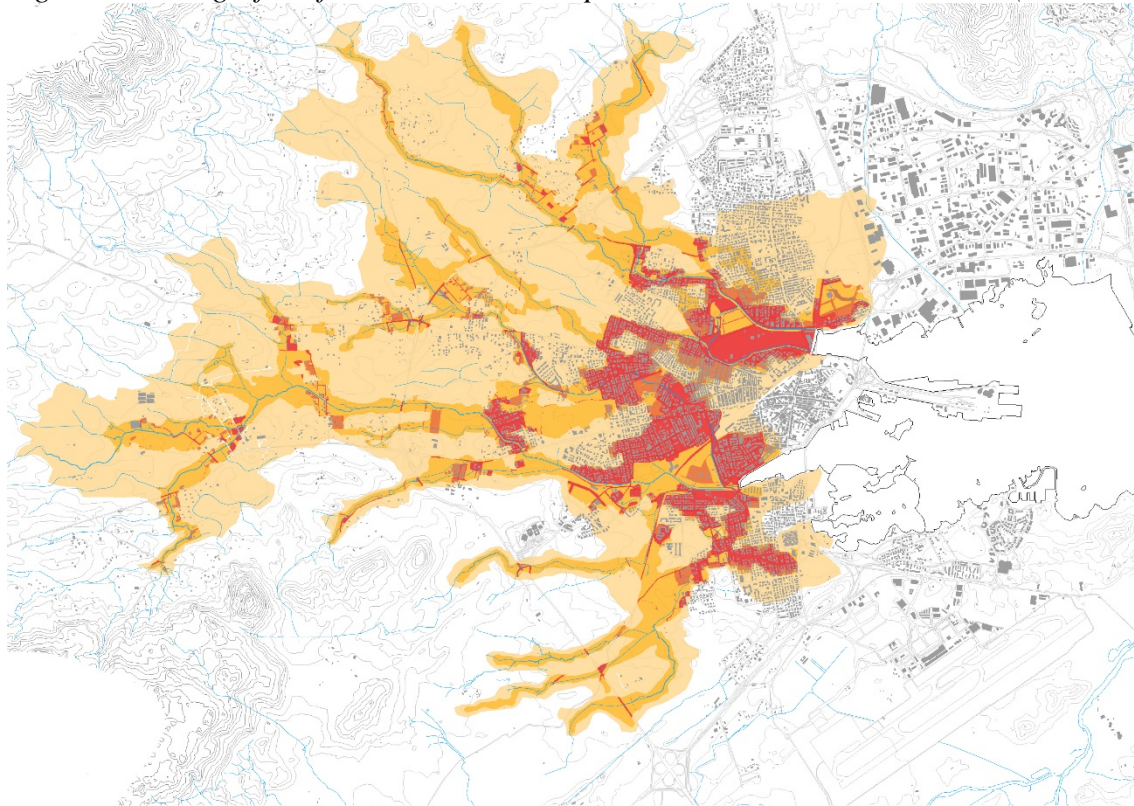
Scenario 0. Alternativa zero. Che cosa accadrebbe se non si effettuasse nessun tipo d'intervento di mitigazione del rischio?;

- Scenario 1. Gestione del rischio idraulico attraverso l'attuazione delle opere di mitigazione adottate dal Comune di Olbia;
- Scenario 2. Governare l'emergenza. Un progetto per Olbia come città sicura.

In questo lavoro si ritiene opportuno illustrare esclusivamente l'ultimo scenario, che ha come obiettivo la definizione di un quadro di strumenti utili alla mitigazione del rischio idrogeologico ed alla riappropriazione degli spazi dell'acqua, quali beni comunitari e identitari della città. Il progetto si propone di governare il rischio e l'emergenza ad esso legata, fornendo alcuni strumenti necessari per arrivare ad uno scenario di

sicurezza del territorio nel lungo termine, attraverso azioni materiali ed immateriali, che conducono a una ridefinizione della *forma urbis*.

Figura 2: Cartografia riferita al PAI rischio piene del centro urbano di Olbia (variante 2015).



La strategia di progetto è ridefinire l'assetto urbano attraverso un approccio multisettoriale, proponendo diverse soluzioni per arrivare a un quadro completo, affinché si verifichi la condizione di sicurezza. Il territorio viene visto come un macro-ecosistema capace di ripristinare la condizione di sicurezza come nei sistemi ambientali naturali. Lo scenario di sicurezza si articola in un quadro di interventi che si sviluppano attraverso un cronoprogramma. La prima fase prevede la definizione di politiche rurali, d'insediamento e di comunicazione del rischio alla popolazione. Le prime risultano di necessaria e immediata attuazione; le seconde sono volte alla ri-localizzazione degli elementi sottoposti a rischio in aree sicure; mentre le fasi successive, invece, riguardano interventi materiali, i quali prevedono lo sviluppo delle trasformazioni urbane e territoriali, aventi il compito di mitigare il rischio idrogeologico.

Le azioni materiali si articolano in opere di mitigazione dalla fascia collinare verso valle, attraverso interventi sia di ingegneria naturalistica sia di riassetto del reticolo fluviale urbano. Il progetto viene definito per ogni asta fluviale considerando ciascun bacino imbrifero afferente.

Attraverso un sistema di infrastrutture ambientali capaci di adattarsi alle variazioni della portata delle aste fluviali, i corsi d'acqua riprendono la loro forma ed i loro percorsi naturali, trasformandosi da luoghi abbandonati, accessori ed emarginati, a luoghi del vivere comune. Le direttrici ambientali, in particolar modo le aste fluviali, sono l'elemento generatore di una nuova forma urbana (Maciocco, 2015, p. 1). Gli spazi verdi, invece, costituiscono gli elementi cuscinetto ripensati per adattarsi alle diverse configurazioni possibili degli alvei fluviali, i quali ricoprono il ruolo dei servizi eco-sistemici, *greening* urbano e rurale. Le infrastrutture blu, invece, sono le reti fluviali naturali e di drenaggio urbano (Aprèda, 2015, p. 109). Tale struttura svolge la funzione di ricucitura fra l'urbano, l'ambiente, il paesaggio e la comunità, e può essere considerata sia spazio pubblico sia luogo per lo svago.

Figura 3: Masterplan dello scenario 2. Elaborazione F. Frisanco.

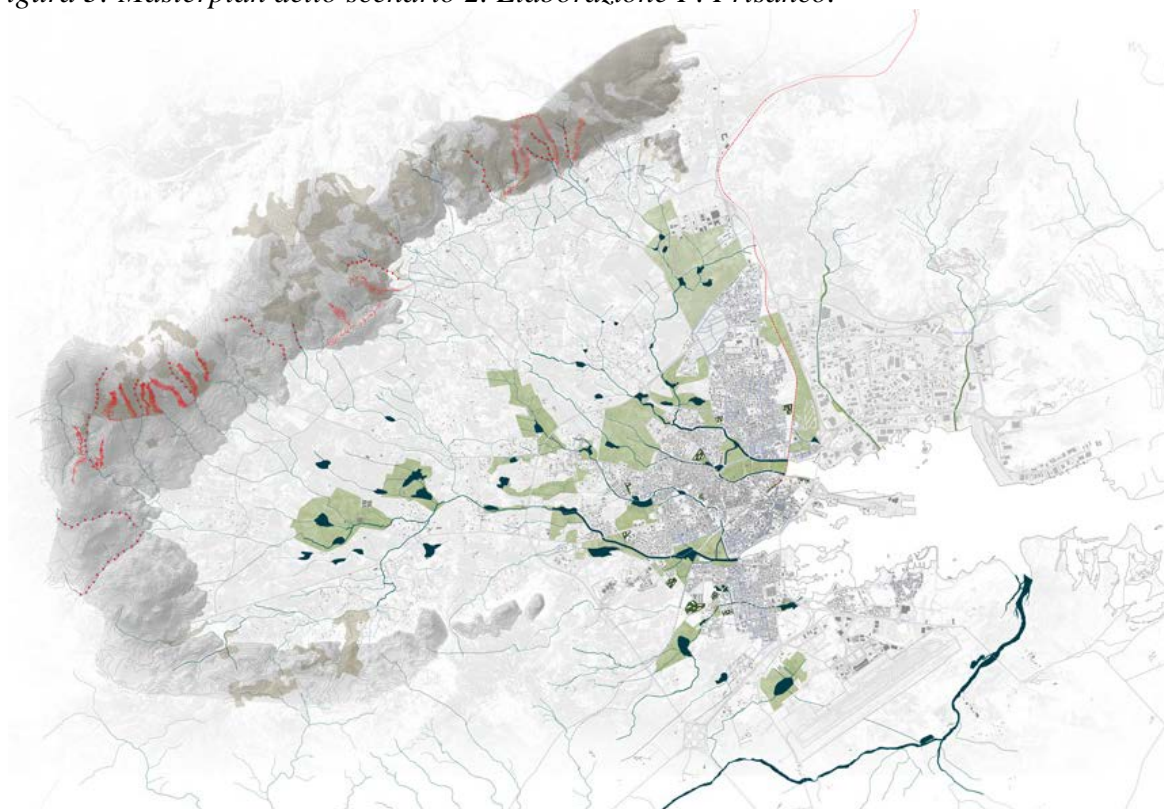
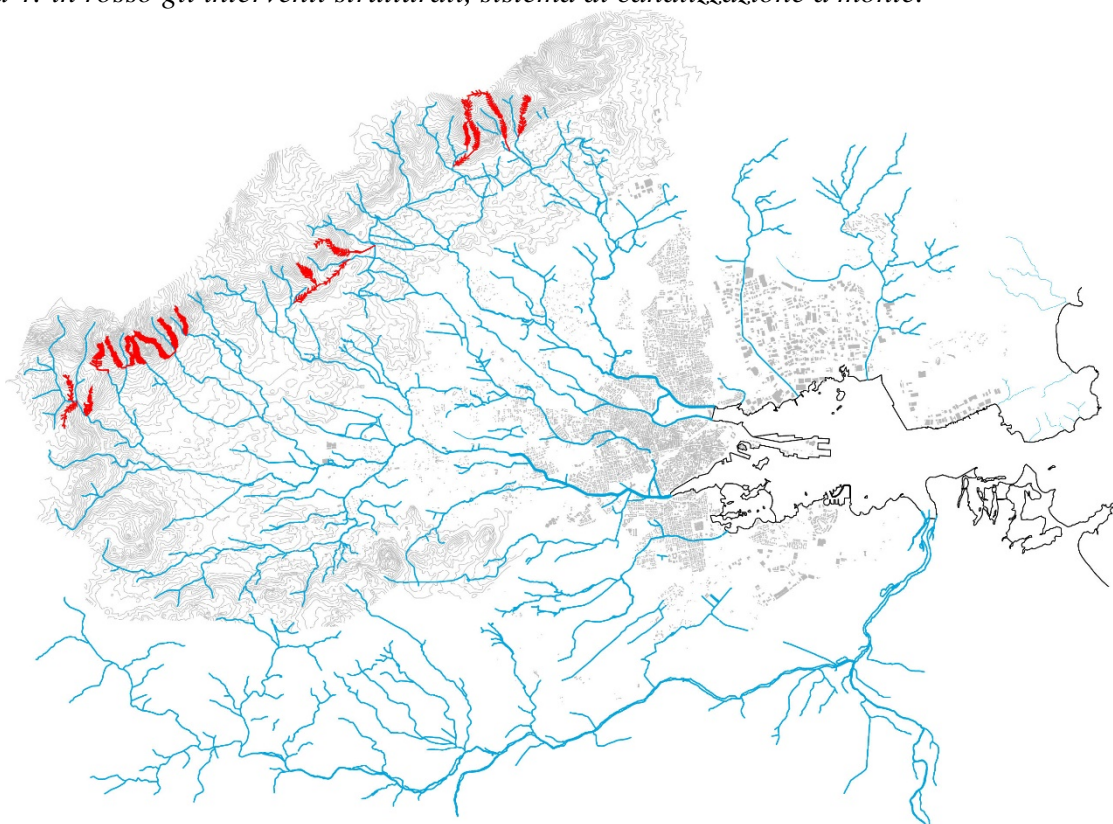


Figura 4: in rosso gli interventi strutturali, sistema di canalizzazione a monte.



Le opere strutturali di vasta scala consistono in un sistema di interventi che mitigano le azioni delle acque meteoriche di dilavamento del terreno. Nel centro urbano, invece, si agisce sul riassetto del reticolo fluviale costituendo una rete di infrastrutture blu, attraverso la riapertura di alcuni canali tombati, affinché la città

ritorni alla condizione di sicurezza. Inoltre, occorre provvedere alla dismissione di alcuni elementi a rischio e di ostacolo al deflusso idrico, in alcuni casi con possibile riallocazione in aree sicure.

Gli interventi in territori di elevata pendenza si articolano in: canalizzazione delle acque; trattenuta di materiale grossolano e di deposito, conseguenza del dilavamento superficiale dei suoli; correzione della pendenza dei corsi d'acqua, rimboschimento per la trattenuta delle acque.

Canalizzazioni

Il sistema di canalizzazioni, tra le azioni strutturali di progetto, interviene nella parte più alta del territorio collinare, affinché vengano captate le acque meteoriche e canalizzate in modo razionale verso i corsi fluviali che possono ricevere determinate portate d'acqua. Lo scopo principale di tale soluzione è il drenaggio delle acque, la riduzione della pendenza e la conseguente velocità di corrivazione. I canali sono disposti superficialmente al terreno e parallelamente alle curve di livello delle dominanti ambientali retrostanti il tessuto urbano di Olbia.

Briglie

Il sistema di briglie interviene lungo gli alvei dei corsi fluviali posti trasversalmente, affinché si corregga il corso d'acqua, la sua pendenza e di conseguenza la velocità di corrivazione. Le briglie possono essere costruite con forme e materiali diversi, secondo la loro funzione.

In tali interventi, in particolare, possono essere utilizzate sia quelle di legname e pietrame che quelle selettive a pettine. L'utilità delle prime è di stabilizzare e correggere il profilo di fondo dell'alveo e dell'impluvio, modificando la pendenza del corso d'acqua. Le altre, invece, favoriscono il passaggio dell'acqua e allo stesso tempo trattengono il materiale di granulometria maggiore. In tal modo si diminuiscono sia la velocità di arrivo dell'acqua a valle, sia il trasporto solido.

Figura 5: in rosso gli interventi strutturali, briglie poste lungo le aste fluviali a monte. Elaborazione F. Frisanco.

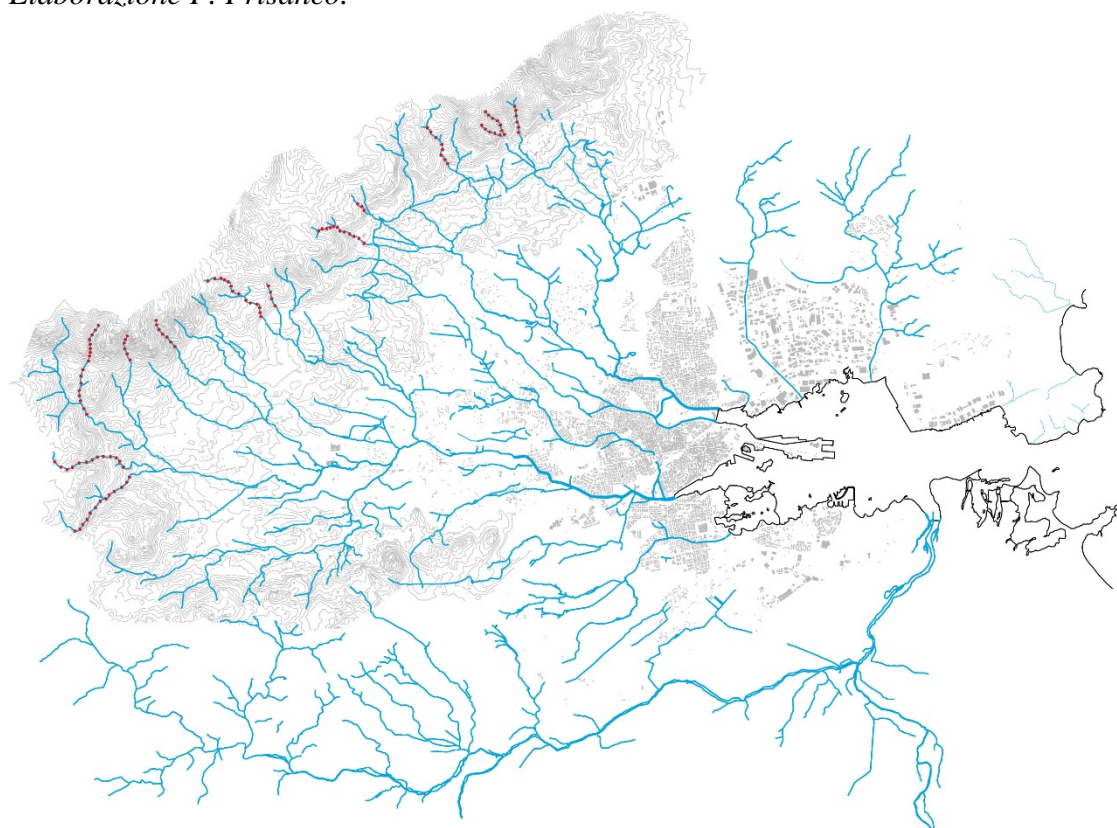
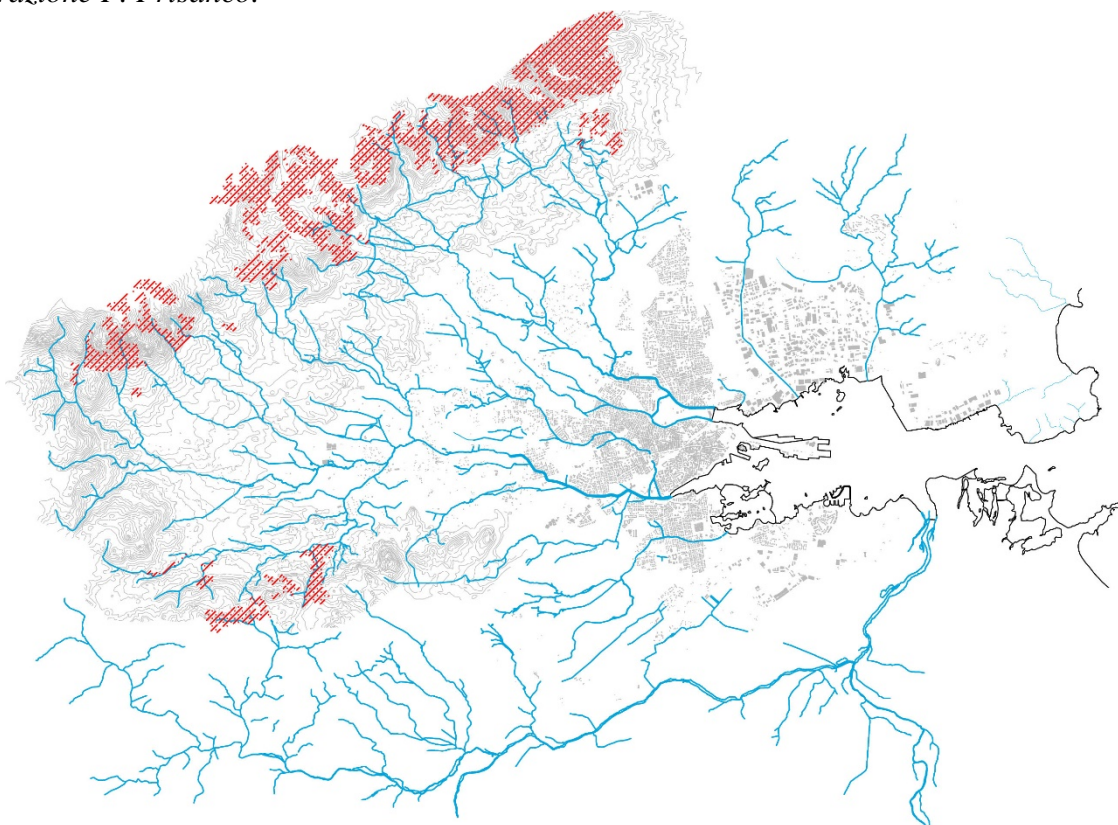


Figura 6: in rosso gli interventi di rimboschimento nell'area collinare che circonda Olbia. Elaborazione F. Frisanco.



Rimboschimento e forestazione

L'azione di rimboschimento ha come finalità il contrasto al dilavamento di una parte dello strato superficiale dei suoli, causato principalmente da forti piogge. Contribuisce alla conservazione del suolo, della biodiversità e all'assorbimento di anidride carbonica atmosferica, che potrebbe costituire attraverso il *carbon trade* un canale di finanziamento di queste opere.

Per il territorio di Olbia si prevede il rimboschimento nell'area collinare retrostante, in territori dove attualmente è presente un habitat a gariga. Gran parte del rimboschimento è localizzato in aree strategiche affinché le piante possano captare le acque provenienti dai displuvi e dalle cime collinari. Si prevede l'utilizzo di specie autoctone come le latifoglie (sughera, leccio, castagno e roverella).

Opere di mitigazione del rischio idrogeologico a valle

Attraverso gli interventi che interessano il territorio vallivo, si cerca di operare con sistemi integrati al contesto e interdipendenti. La strategia con la quale si inseriscono, sia nell'urbano sia nell'ambito rurale, è data dalla permeabilità e dalla continuità delle direttrici ambientali, in modo da poter offrire nuovi spazi sicuri. Le infrastrutture "verdi" e "blu" fanno parte del macro-sistema di SUDS (Sustainable Urban Drainage System). In primis, si agisce tramite la riapertura dei canali, attualmente tombati, in modo da restituire alla città una configurazione maggiormente legata a quella storica. A tale azione seguono la realizzazione delle vasche di esondazione controllata e la delimitazione delle aree verdi drenanti. Queste fanno confluire l'acqua nei bacini di laminazione, in modo da diminuirne gradualmente la portata, sia nelle vasche sia, successivamente, nei corsi fluviali ad esse collegate. Inoltre, è incrementato e migliorato il sistema di drenaggio urbano. Gli interventi riguardano numerosi bacini idrografici minori, per lo più urbani: il rio Paule Longa, il canale Zozò, attualmente tombati, da riaprirsi. Diversamente, per quanto riguarda il rio San Nicola e il rio Seligheddu, che hanno dato luogo agli episodi esondativi più rilevanti, sono necessarie modifiche alla sezione idraulica allargando le dimensioni dell'alveo.

Attraverso la riorganizzazione dei corsi idrici è possibile conferire un nuovo disegno e una nuova specificità all'assetto urbano. Tramite queste azioni si mette in atto non solo un progetto di ingegneria idraulica, ma anche un vero e proprio progetto di paesaggio. Il nuovo assetto idrico genera versatilità negli usi delle aree di pertinenza fluviale cambiando, inoltre, il rapporto con la città stessa. Gli alvei fluviali si riconvertono in un nuovo spazio pubblico nei periodi di magra, tra percorsi e aree di svago, vedendo l'acqua come elemento di aggregazione, per poi tornare alla configurazione naturale in caso di piena.

Dismissione degli elementi d'intralcio al normale deflusso idrico

Affinché sia possibile la riapertura dei canali, occorre dismettere alcuni elementi ora d'intralcio al naturale deflusso idrico. Innanzitutto, è necessario individuare gli edifici che si trovano in condizione di rischio elevato, localizzati sia all'interno delle fasce con tempi di ritorno biennali, sia nelle aree sovrastanti i corsi d'acqua tombati.

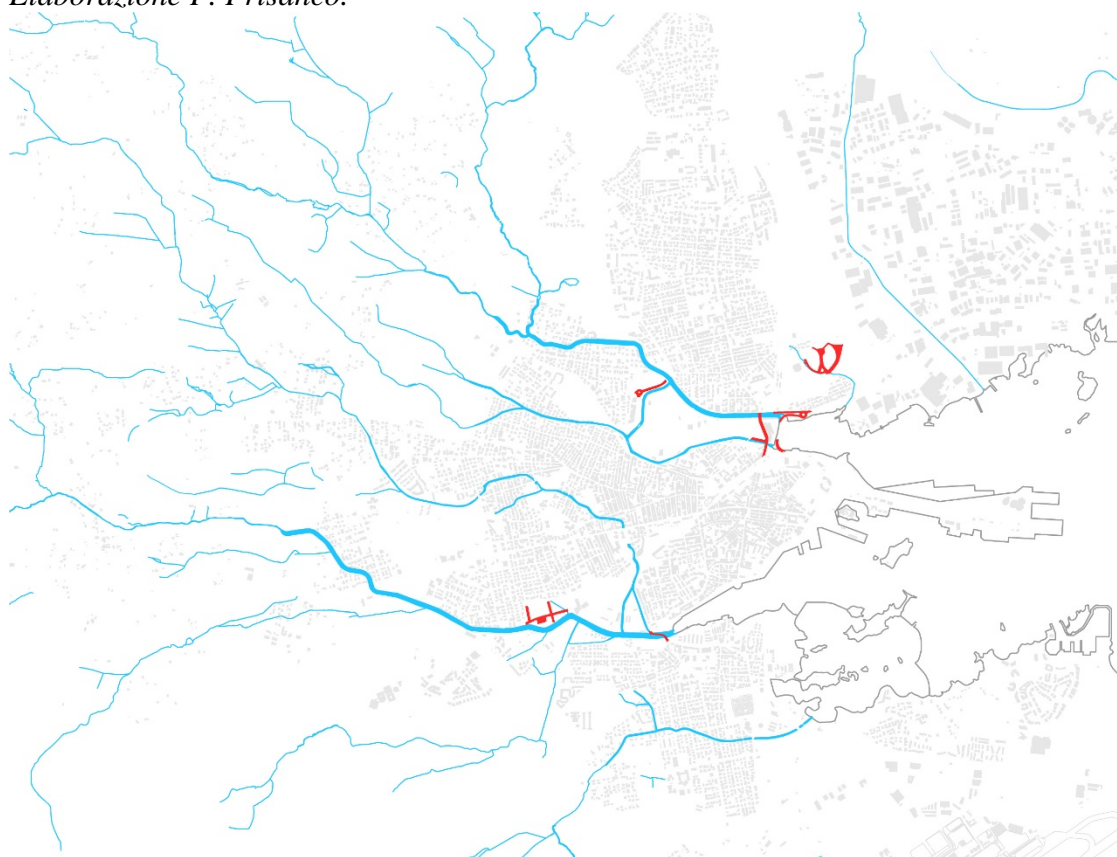
Un altro elemento di ostacolo è costituito dalla viabilità compromessa in caso di esondazione, da convertire in un sistema aree ad esondazione controllata o drenanti.

Tra le azioni fondamentali alla scala dell'area vasta, dovrebbe essere prevista la dismissione della linea ferroviaria che collega Olbia a Golfo Aranci, poiché i ponti posti alla foce del Rio San Nicola e del Canale Zozò presentano una luce e un battente limitati, che ostacolano il deflusso. L'attuale collegamento ferroviario Olbia-Golfo Aranci è limitato a otto corse giornaliere per soli passeggeri (il traghetto ferroviario è stato dismesso nel 20), che potrebbero essere sostituite incrementando l'attuale linea TPL su gomma. Grazie alla dismissione della linea ferroviaria, e al conseguente smantellamento del cavalca-ferrovia tra Via Galvani e Via dei Lidi, si rende possibile la realizzazione di una nuova viabilità che collega il lungomare Balaguer al quartiere Tilibas e Via Nanni.

Figura 7: individuazione cartografica, degli edifici che ostacolano il normale deflusso idrico e posizionati in aree ad elevato rischio. Elaborazione F. Frisanco.



Figura 8: individuazione cartografica degli elementi viabili posti in aree ad elevato rischio. Elaborazione F. Frisanco.



Vasche di laminazione

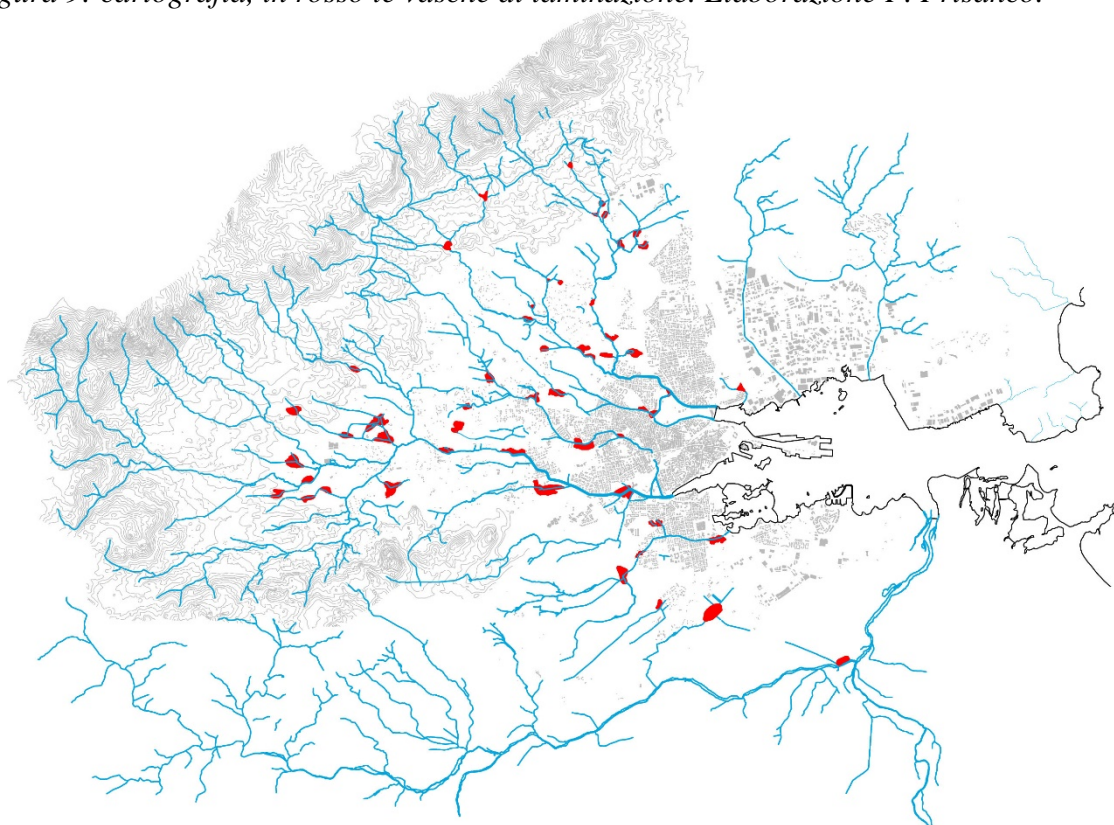
I bacini ad esondazione controllata sono stati progettati per laminare il volume e limitare la portata d'acqua proveniente da monte verso valle, e con essa anche la velocità di corrivazione.

Le vasche si distribuiscono nel tessuto rurale ed urbano seguendo le linee d'acqua, suddivise per aste fluviali e rispettivi sub-bacini idrografici. I criteri che hanno portato alla localizzazione degli invasi ad esondazione controllata sono riferiti alla naturale orografia del terreno, che permette all'acqua di formare un bacino naturale, e dalle attuali aree di esondazione naturale. Affinché sia possibile delimitare la fuoriuscita dell'acqua da tali depressioni del terreno, si ritiene necessario costituire un argine di circa 1,5 metri, a differenza dei 5/6 metri proposti dallo Studio Mancini. Dall'analisi effettuata di tale progetto si è riscontrato uno studio delle portate d'acqua, dei rispettivi adeguamenti delle sezioni idrauliche e del calcolo delle vasche di laminazione, riferiti ai tempi di ritorno idraulici $T=200$ e all'evento alluvionale del 2013.

Lo studio qui proposto, invece, si riferisce ai tempi di ritorno $T=500$ affinché si presenti una condizione di maggior sicurezza in caso di evento catastrofico. Inoltre, le vasche di laminazione del progetto Mancini si prestano a tale uso solo dopo aver effettuato uno sbarramento di almeno 4/5/6 metri di altezza, con sviluppi molto elevati, che circondano l'area in oggetto. Ciò significa realizzare quasi dei laghi artificiali, ad utilità temporanea. Nel resto dei giorni/mesi i bacini non sono utilizzati e risultano essere dei luoghi di deposito di possibili rifiuti, elementi di scarto della vegetazione e senza alcun potenziale utilizzo. Lo studio analizzato, precisa che tali aree possono rimanere come sono attualmente, comprendendo piantagioni arbustive o altri tipi di coltivazioni. In realtà, non è possibile che i bacini di esondazione, soprattutto di questa tipologia, possano ospitare quel tipo di destinazioni agricole, poiché facili elementi di ostruzione.

I bacini ad esondazione controllata del presente studio, invece, sono interventi costituenti le infrastrutture blu, illustrate precedentemente. Tali aree diventano parte integrante dei processi ambientali e adattabili ai cambiamenti climatici ad essi collegati; inoltre, potrebbero entrare a far parte della sfera di spazi di comune utilità della città di Olbia.

Figura 9: cartografia, in rosso le vasche di laminazione. Elaborazione F. Frisanco.



La configurazione dei bacini e di ciò che li circonda, infatti, li rende flessibili e prestanti agli svariati usi, siano essi agricoli, ludici e ambientali.

Affinché non si modifichi drasticamente l'attuale destinazione d'uso i bacini sono stati proposti in modo da poter accogliere determinate colture. In questo modo, i terreni interessati dalle vasche di laminazione rimangono di proprietà dei coltivatori, poiché invasi dall'acqua esclusivamente in determinati periodi.

Nelle aree di esondazione l'acqua in entrata non ha una velocità molto elevata e il trasporto solido è limitato, anche grazie agli interventi collinari esposti nei paragrafi precedenti. Perciò è possibile inserire alcune colture orticole, che non ostacolano il deflusso e incrementano la multi-funzionalità degli interventi proposti.

Infrastrutture verdi

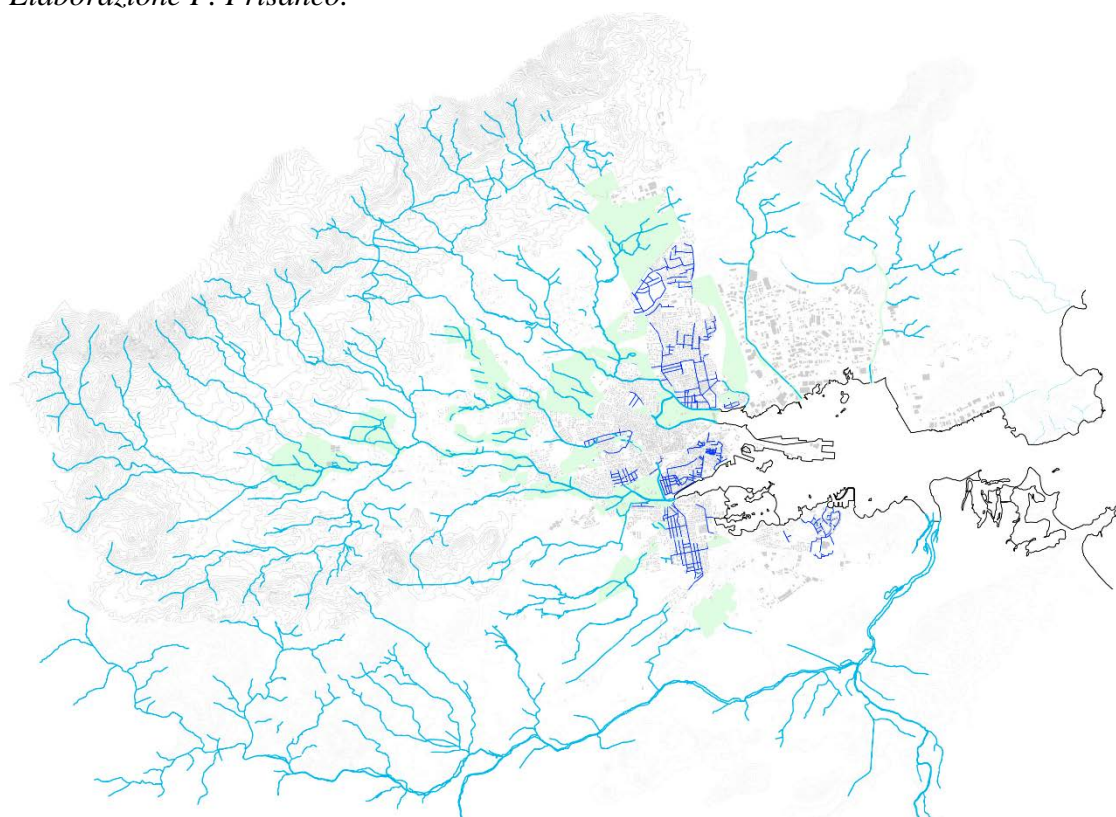
Consistono nell'implementazione del sistema di drenaggio urbano, in modo sostenibile, e la definizione di aree verdi drenanti, poste ai bordi e a completamento delle direttrici fluviali principali.

L'obiettivo del Sistema Urbano di Drenaggio Sostenibile è limitare gli impatti ambientali, agendo sulla quantità e qualità dello smaltimento delle acque meteoriche, in modo da gestire i rischi ambientali legati ai cambiamenti climatici. Attenuando il deflusso di grandi quantità d'acqua si riduce l'impatto che le superfici urbane impermeabili provocano sulla qualità dell'acqua e valorizzano i sistemi ecologici (Woods *et al.*, 2011). I SUDS cercano di replicare, per quanto possibile, il drenaggio naturale dei sistemi ambientali nell'ambito urbano.

L'intervento agisce sia nel macro-ecosistema urbano sia a livello capillare dei micro-ecosistemi urbani, come ad esempio l'implementazione di filari alberati e bordi vegetati lungo la viabilità principale.

L'impianto attuale non è di tipo sostenibile ma si riferisce ai classici canali di scolo lungo il sistema viario principale. La soluzione presentata da questo elaborato, invece, implementa gli spazi verdi cercando di ricoprire gran parte del tessuto urbano.

*Figura 10: cartografia, in blu e verde il sistema urbano di drenaggio sostenibile.
Elaborazione F. Frisanco.*



Aree verdi drenanti

Le penetranti verdi individuate sono già vegetate naturalmente e non necessitano di essere trasformate o rinverdate; inoltre, sono state indicate quelle con la pendenza verso i bacini a esondazione controllata, illustrati nel paragrafo precedente. La funzione svolta da queste aree cuscinetto è di fornire continuità alle infrastrutture blu e assorbire parte delle acque provenienti dalle aree sovrastanti prima che siano convogliate nelle vasche di laminazione, poiché la pendenza lo permette. In tal modo si diminuisce la portata d'acqua dei bacini di esondazione.

La continuità delle direttrici ambientali data dal nuovo assetto fluviale urbano e dalle penetranti verdi configura un nuovo paesaggio della città e dei nuovi spazi pubblici, oltre che una città sicura. Inoltre, come sarà illustrato nei paragrafi successivi, le aree drenanti forniscono un'ipotesi di standard urbanistico per gli strumenti di pianificazione della città di Olbia.

1.1.1 Azioni immateriali

Le azioni immateriali consistono nella definizione di politiche, riferite ai potenziali e possibili usi del territorio rurale e alla riconfigurazione dell'assetto insediativo, comprendendo limitazioni, prescrizioni, politiche di compensazione e perequazione urbanistica, da integrare all'interno degli strumenti di pianificazione comunale. Tali politiche si dividono principalmente in rurali, urbanistiche e di comunicazione. Esse sono di fondamentale importanza, da considerare immediatamente agendo, però, sia sul breve sia sul lungo periodo.

Per politiche rurali si intendono soluzioni di tutela del territorio che contemplano l'adattamento ai cambiamenti climatici, tra cui la prevenzione dell'erosione dei suoli, il miglioramento della gestione degli stessi e le tecniche di gestione forestale. Alcune si fondano su un'incentivazione delle pratiche funzionali alla difesa del suolo e di cooperazione per l'innovazione della filiera vitivinicola.

In particolare si agisce sulle zone per servizi d'interesse generale (G, S). La modifica del nuovo assetto territoriale e urbano, come già dimostrato in precedenza, porta alla costituzione di nuove infrastrutture

ambientali, tra cui le aree verdi drenanti. Rispetto al vigente Programma di Fabbricazione, è necessario mutare la destinazione d'uso degli standard urbanistici in termini eco-sistemici. Tali standard dovrebbero entrare a far parte della pianificazione del territorio olbiese, affinché possa essere completa la coerenza con l'obiettivo primario della mitigazione del rischio idrogeologico. Tale destinazione deve comportare il vincolo di inedificabilità assoluta. Affinché possano essere considerati come standard urbanistici si è proceduto al dimensionamento e alla stima della superficie in rapporto agli abitanti. Il totale delle aree verdi drenanti, da trasformare come "Zone a servizio eco-sistemico", è pari a 628,9 (Ha) che rapportato agli abitanti è di 108 mq/ab. Dal punto di vista amministrativo tali aree non dovrebbero divenire tutte di proprietà comunale, prevedendo comunque soluzioni di tipo compensativo e norme sulle colture da praticare negli ambiti vincolati.

In ambito urbano la riconfigurazione dei corsi d'acqua rende necessaria la ri-localizzazione degli edifici a rischio, poiché localizzati all'interno di fasce con tempi di ritorno biennali o al di sopra dei tratti attualmente tombati, attraverso azioni di compensazione e perequazione urbanistica e il trasferimento delle volumetrie in aree definite dall'attuale PdF come "servizi di interesse generale".

Le azioni di informazione e formazione devono essere rivolte alle diverse fasce di età della popolazione e riguardano la comunicazione del rischio idrogeologico, le norme comportamentali e come si possa convivere tranquillamente con il rischio, attraverso la diffusione del Prontuario della Protezione Civile con apposite modifiche, secondo la tecnica *Nemawashi*, un modello giapponese di prevenzione fondato sull'individuo come promotore della prevenzione che, preparato al cambiamento, provvede alla propria sicurezza individuale diminuendo il grado di vulnerabilità sociale (Conte, 2015, p. 12) in tre situazioni differenti: durante l'allerta, durante e dopo l'alluvione. Tra le modifiche da apportare, la ridefinizione dei bacini d'utenza con le rispettive aree di emergenza, utilizzate dalla Protezione Civile, per il soccorso e il ricovero della popolazione colpita.

2. Strumenti di governo del territorio: il caso della Romangia

L'area presa in considerazione per sviluppare il modello di gestione del territorio è situata nella regione storica della Romangia, costituita dai Comuni di Sennori e Sorso, nel nord ovest della Sardegna, all'interno del sub-bacino Coghinas-Mannu-Temo, definito dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali per l'assetto idrogeologico della Sardegna.

L'area di riferimento presenta problematiche dettate dal pericolo idrogeologico, classificata nella zona Hg4 e Hg1, aggravato da una forte impermeabilità del suolo che non permette il normale deflusso delle acque meteoriche, come si è dimostrato nel 18 giugno 2014 in cui, a causa di un evento meteorologico straordinario, i due centri hanno subito danni che ammontano a 36 milioni di euro, esponendo a seri pericoli abitanti e abitazioni. Un'asta fluviale principale che collega i due centri abitati di Sennori e Sorso, sottendendo un bacino territoriale ed un contesto intercomunale.

L'obiettivo principale è intervenire per assicurare ai due centri un adattamento al cambiamento climatico, permettendo al territorio di rispondere in modo antifragile (Taleb, 2013) attraverso l'identificazione delle aree problematiche, le azioni puntuali e le misure di compensazione per raggiungere l'obiettivo. L'applicazione della metodologia prevede una mappatura dei bacini di deflusso urbano, identificando le vie di accumulo e classificando le aree permeabili presenti per garantire, attraverso il calcolo dell'indice di Riduzione dell'Impatto Edilizio (RIE), un deflusso adeguato e l'implementazione degli standard di servizi eco-sistemici.

Il R.I.E. è un indice di qualità ambientale, studiato dal Comune di Bolzano allo scopo di certificare la qualità dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo e del verde. Esso nasce per limitare la quantità di superfici impermeabili, che incidono su un dato micro-bacino urbano.

$$RIE = \frac{\sum S_{vi} \frac{1}{\varphi} + S_e}{\sum S_{vi} + \sum S_{ij} \varphi \alpha}$$

Ove:

S_{vi} : i-esima superficie esterna trattata a verde;

S_{ij} : j-esima superficie esterna non trattata a verde;

S_e : superfici equivalenti alberature (valore tabulato, in funzione del numero e delle altezze delle alberature);

ϕ : coefficiente di deflusso;

α : coefficiente di albedo.

Attraverso l'applicazione della formula, si è calcolato lo stato di fatto dei due centri urbani della Romangia, conseguendo un indice di 2,18 che dimostra una situazione al di sotto del valore RIE ritenuto sufficiente ($RIE > 4$) che si dovrebbe garantire per usi abitativi e urbani, mentre per la completa realizzazione dei Piani Urbanistici Comunali vigenti si ottiene un indice di 1,32.

Per migliorare l'indice RIE del territorio della Romangia, attraverso la mappatura dei bacini è stato possibile individuare le aree direttamente connesse alle vie urbane in cui confluiscono i maggiori accumuli di acqua meteorica, esposte dunque a maggior rischio; in seguito vengono definiti i corridoi in cui inserire gli standard di servizi eco-sistemici, utili per la mitigazione del rischio idrogeologico.

Il presente studio propone una metodologia per garantire, all'interno degli attuali strumenti normativi comunali, l'integrazione e la misurazione degli standard di servizio eco-sistemico urbano, attraverso l'identificazione di linee guida, azioni e metodi di compensazione utili, con le dovute modifiche, in diversi contesti.

L'identificazione e l'implementazione di servizi eco-sistemici in ambito urbano comporta miglioramenti di differente natura, riportati nella seguente tabella.

Tabella 1 Identificazione dei benefici ottenuti attraverso l'utilizzo dei servizi ecosistemici

Benefici dei servizi ecosistemici		
Servizi ambientali	Servizi sociali e culturali	Servizi sociali e culturali
Regolazione del microclima urbano (isole di calore); Mitigazione dell'inquinamento atmosferico e acustico; Regimazione delle acque e rigenerazione delle risorse idriche; Stoccaggio e assorbimento del carbonio; Mantenimento della permeabilità, della fertilità del suolo, degli habitat e della biodiversità.	Benessere psico-fisico, svago e ricreazione; Occupazione; Educazione ambientale; Integrazione sociale; Paesaggio urbano; Valore religioso, storico, culturale e scientifico.	Costi evitati per il disinquinamento e le spese sanitarie; Incremento del valore immobiliare, riqualificazione estetica Produzione di cibo e materie prime; Bellezza e attrattività dei paesaggi urbani e del settore turistico; Incremento dei benefici nel settore florovivaistico e forestale.

Il piano urbanistico comunale, principale strumento di gestione del territorio sardo, deve garantire una parte dedicata allo standard di servizio eco-sistemico incentivando la permeabilità dei suoli. Questo indice è calcolato considerando la tipologia di suolo, il coefficiente di deflusso, i materiali utilizzati per la costruzione, superficie totalmente permeabile e il tipo di verde utilizzato in rapporto alla superficie totale del lotto.

Il calcolo deve garantire un limite minimo di permeabilità, in base alla zona urbanistica. Alle trasformazioni edilizie e urbanistiche dovrà corrispondere una relazione sulla permeabilità; se i parametri non vengono soddisfatti o se vengono soddisfatti parzialmente si può procedere alla monetizzazione per implementare il "fondo verde" comunale, migliorando un'area permeabile nello stesso micro-bacino.

Le aree in cui vige lo standard di servizio eco-sistemico possono essere a una gestione pubblica o privata: in quest'ultimo caso il vincolo è compensato attraverso crediti urbanistici o crediti in servizi comunali, mentre nelle aree pubbliche la gestione può essere partecipata ovvero, in seguito alla messa in opera degli interventi, le aree possono essere concesse in affidamento a privati o associazioni.

Se nel breve periodo l'intervento potrebbe rilevarsi molto costoso a causa degli oneri strutturali, nel lungo periodo si possono osservare benefici economici e sociali: infatti, durante l'emergenza il deflusso controllato delle acque limiterà l'azione delle stesse, garantendo sicurezza all'urbano, evitando ingenti danni alle abitazioni e limitando, inoltre, l'utilizzo di energia grazie al miglioramento del comfort climatico offerto dal verde urbano.

Di seguito viene espresso la proposta applicata al territorio della Romangia:

Tabella 2 Calcolo dello Standard Ecosistemico Urbano per le diverse zone urbanistiche.

Calcolo dello standard di servizio eco-sistemico per le zone urbanistiche		
Centro storico (zona A)	unitamente alla presentazione del progetto si dovrà allegare la relazione tecnica della permeabilità che dovrà soddisfare una superficie del 20% su quella totale. All'interno della relazione dovranno essere inserite le specifiche dei materiali per l'utilizzo esterno, garantendo un basso coefficiente di deflusso. Nel caso non si dovessero adempiere a causa di ridotti spazi o impermeabilizzazione, si procederà alla compensazione per monetizzazione.	
Aree di completamento (zone B)	si dovrà garantire una superficie non costruita del 50%, di cui l'80% completamente permeabile e il restante utilizzato per passaggio. Inoltre, per ogni 100 mq di superficie del lotto è prevista la messa a dimora di 2 alberi ad alto fusto o di 4 arbusti.	
Zone di espansione residenziale (C)	si dovrà garantire una superficie scoperta del 60%, di cui l'80% completamente permeabile e il restante utilizzato per passaggio, realizzato con materiali permeabili. Inoltre, per ogni 100 mq di superficie del lotto è prevista la messa a dimora di 4 alberi ad alto fusto o di 6 arbusti.	
Aree produttive (zona D)	si dovrà garantire una superficie non coperta del 30%, di cui l'50% completamente permeabile e il restante utilizzato per passaggio, che può essere realizzato attraverso una superficie in ghiaia o autobloccanti che garantisce un adeguato deflusso. Inoltre, per ogni 100 mq di superficie del lotto è previsto la messa a dimora di 2 alberi ad alto fusto o di 4 arbusti.	
Zone S	Zona S1	si deve garantire una permeabilità del 40% della superficie totale e l'inserimento di 2 alberi ogni 100 mq o di 4 arbusti
	Zona S2	si deve garantire una permeabilità del 40% della superficie totale e l'inserimento di 2 alberi ogni 100 mq o di 4 arbusti
	Zona S3	si deve garantire una permeabilità del 95% della superficie totale e l'inserimento di 2 alberi ogni 100 mq o di 4 arbusti
	Zona S4	si deve garantire una permeabilità del 80% della superficie totale e l'inserimento di 2 alberi ogni 100 mq o di 4 arbusti

La realizzazione dell'intera proposta prevede, attraverso il calcolo del RIE, un indice di 4,08 raggiungendo il valore minimo di sufficienza, per il quale risulta necessaria la partecipazione dei privati.

Tabella 3 Indice RIE calcolato per l'intero territorio.

		$\sum S_{vi}$	$1/\phi$	Se
		908302	10	115
RIE=	4,08			
		$\sum S_{vi}$	$\sum S_{ij} \phi \alpha$	$\sum S_{vi} + \sum S_{ij} \phi \alpha$
		908302	1315951,68	2224253,68

Inoltre sono stati calcolati gli standard urbanistici per servizi eco-sistemici per ogni abitante insediato. Si è individuata, attraverso il calcolo del RIE, una soglia minima che indica una sufficiente permeabilità dell'urbano; dividendo il totale delle aree permeabili per gli abitanti insediati nei due comuni si è ottenuto un parametro che determina 55 mq minimi per servizi eco-sistemici urbani, di cui 13 mq inclusi all'interno delle Zone S. Poiché il progetto si basa su un urbano consolidato e le aree permeabili risultano limitate, si ha la necessità di utilizzare aree permeabili private per il raggiungimento dell'obiettivo: ciò sottende, ancora, azioni immateriali di carattere perequativo e compensativo, nonché di animazione, comunicazione ed *empowerment*.

3. Bibliografia

- Apreda C. (2015), “Environmental design e green infrastructures per il controllo degli effetti prodotti dai cambiamenti climatici in ambiente urbano”, *Urbanistica Informazioni*, n. 263, *special issue*
- Cheng C. (2013), “Social vulnerability, green infrastructure, urbanization and climate change induced flooding: an integrated risk assessment and planning framework for the Charles River watershed in the Boston Metropolitan Area”, in Moccia D, Palestino F (eds.), *Planning Stormwater Resilient Urban Open Spaces*, Clean, Napoli.
- Conte N. (2015), “Progettare la resilienza nella società del rischio, praticando il Nemawashi” *Urbanistica Informazioni*, n. 263, *special issue*, sessione 1, pp. 12-15.
- Maciocco G. (2015), Paesaggi dell'acqua come progetti del territorio sicuro, *Urbanistica Informazioni*, n. 263, *special issue*, sessione 4, pp. 1-2.
- National Research Council (2010), “Managing the climate challenge: a strategy for adaptation”, in Id., *Adapting to the impacts of climate change*, The National Academies Press, Washington DC.
- Rehak D., Senovsky M., Balog K., Dvorak J., (2011), “Analytical tool for risk assessment of landscape and urban planning: Spatial development impact assessment”, *Central European Journal of Engineering*, n. 1, pp. 202-209.
- Taleb N.N. (2013), *Antifragile. Prosperare nel disordine*, il Saggiatore, Milano (ed. or. 2012).
- Woods-Ballard, B.; Kellagher, R.; Martin, P.; Jefferies, C.; Bray, R.; Shaffer, P. (2011²), *The SUDS Manual*, CIRIA, London, p. 39.

ABSTRACT

The intensification of precipitation coupled with a fast-paced process, with the consequent waterproofing of the soils, has resulted in increased threats to the security of the territories and populations. Aim of the studies presented here is to make the territory anti-fragile with respect to the issue of climate change, by designing at the vast area scale. By modifying existing planning and integrating eco-systemic service standards within regulatory instruments, guidelines, actions and countervailing methods are identified to counter the negative effects of impermeability.

The proposed model was tested in the territories of Olbia and then in Romangia, where it was possible to calculate the actual benefit derived from its application by implementing eco-systemic service standards to improve urban quality and permeability of the soils , through the design of the space and not just its safety.