



## EXECUTIVE SUMMARY

### 1. Principali risultati emersi dalla Linea riferiti agli obiettivi iniziali

I principali risultati emersi dalla Linea 5.3, in riferimento all'obiettivo iniziale che era quello di sviluppare un insieme coordinato ed integrato di piani, strategie ed interventi per la salvaguardia e la gestione sostenibile del sistema Laguna (insieme alla sua interfaccia con la terra ferma), considerando tutte le sue peculiarità ambientali, socio-economiche, storico architettoniche, e gli impatti del cambiamento climatico e della messa in funzione del MOSE, sono principalmente due.

Il primo è costituito dal "Piano di adattamento territoriale della Laguna di Venezia e della Città Metropolitana". Il piano, attraverso una prima fase di analisi, evidenzia le criticità e le vulnerabilità legate alla risorsa idrica e alle ondate di calore, e definisce una serie di misure, azioni e politiche che dovrebbero essere attivate dai comuni per adattare il territorio alle sfide poste dal cambiamento climatico. In supporto al piano sono poi stati sviluppati due ulteriori documenti: una "Definizione di un sistema di gestione dell'emergenza e della ricostruzione", che evidenzia gli *step* e le azioni necessarie per la messa in sicurezza dell'area d'interesse e una "Selezione degli indicatori volti alla valutazione delle azioni di adattamento" per le amministrazioni pubbliche coinvolte, che può essere utilizzata per le valutazioni d'impatto delle misure proposte.

Il secondo, in un'ottica di riduzione di scala (dalla scala territoriale alla scala architettonica e costruttiva) è legato alla definizione interdisciplinare di specifiche strategie d'intervento e monitoraggio per la conservazione del patrimonio paesaggistico, architettonico e culturale della Laguna. In questo caso i risultati comprendono i documenti che hanno aggiornato le conoscenze in merito al paesaggio e all'architettura fino ad arrivare, attraverso l'interpretazione dei fenomeni in corso, ai Piani di intervento e monitoraggio per il costruito. Tali documenti completano il Piano di Adattamento. Nello specifico, i documenti sono costituiti da: (a) "Il quadro conoscitivo del paesaggio lagunare", che definisce un possibile "Atlante eclettico" che mette a sistema i progetti passati (realizzati e non), l'incidenza del sistema MOSE, le progettualità future o in corso, per affrontare questioni orientate a scenari per una laguna "regolata". L'analisi del contesto ha consentito l'approfondimento interdisciplinare riportato nel secondo documento (b): "Il quadro conoscitivo del rapporto architettura, beni culturali, ambiente". Questi hanno permesso la definizione di un ulteriore prodotto (c) "Modelli ed indicatori per valutazioni di vulnerabilità", principalmente collegato al problema endemico dell'umidità di risalita e della divagazione mareale. Il processo ha portato a definire l'approccio metodologico descritto nei Deliverable (d) "Metodi per la definizione del piano di intervento e manutenzione" ed (e) "Sistemi per la definizione del piano di monitoraggio e controllo".

Un ulteriore risultato, direttamente collegato alle tematiche sopracitate, si è ottenuto nell'ambito della formazione e comunicazione internazionale. L'*International Summer School* svolta nel 2019 a Pellestrina (VE) ha visto la collaborazione con le principali istituzioni coinvolte nella progettazione e gestione del sistema MOSE al fine di promuovere una riflessione internazionale sulla gestione e pianificazione della laguna di Venezia (pre e post MOSE). Le riflessioni sviluppate hanno consentito di partecipare fuori concorso alla Biennale 2021 in una sezione intitolata "Co-habitats", in una sotto sezione dedicata a Venezia.

### 2. Tre risultati concreti divulgabili ai decisori politici/ pubblico generico

La Linea 5.3 ha raggiunto diversi risultati concreti e divulgabili, che si rivolgono, a seconda della scala di approccio, a decisori politici ed enti di tutela, al pubblico generico comprensivo dei professionisti e degli operatori del settore, senza escludere, per la scala del singolo edificio, anche il privato cittadino.

## 2.1 Piano di adattamento territoriale

Piano di adattamento territoriale, che indica misure, azioni e politiche che possono e devono essere messe in atto per mitigare gli impatti del cambiamento climatico come l'eccesso d'acqua (inondazioni, allagamenti, bombe d'acqua, ecc.) e le possibili ondate di calore. In questo modo il territorio potrà dirsi adattato alle diverse condizioni climatiche, Figura 1.

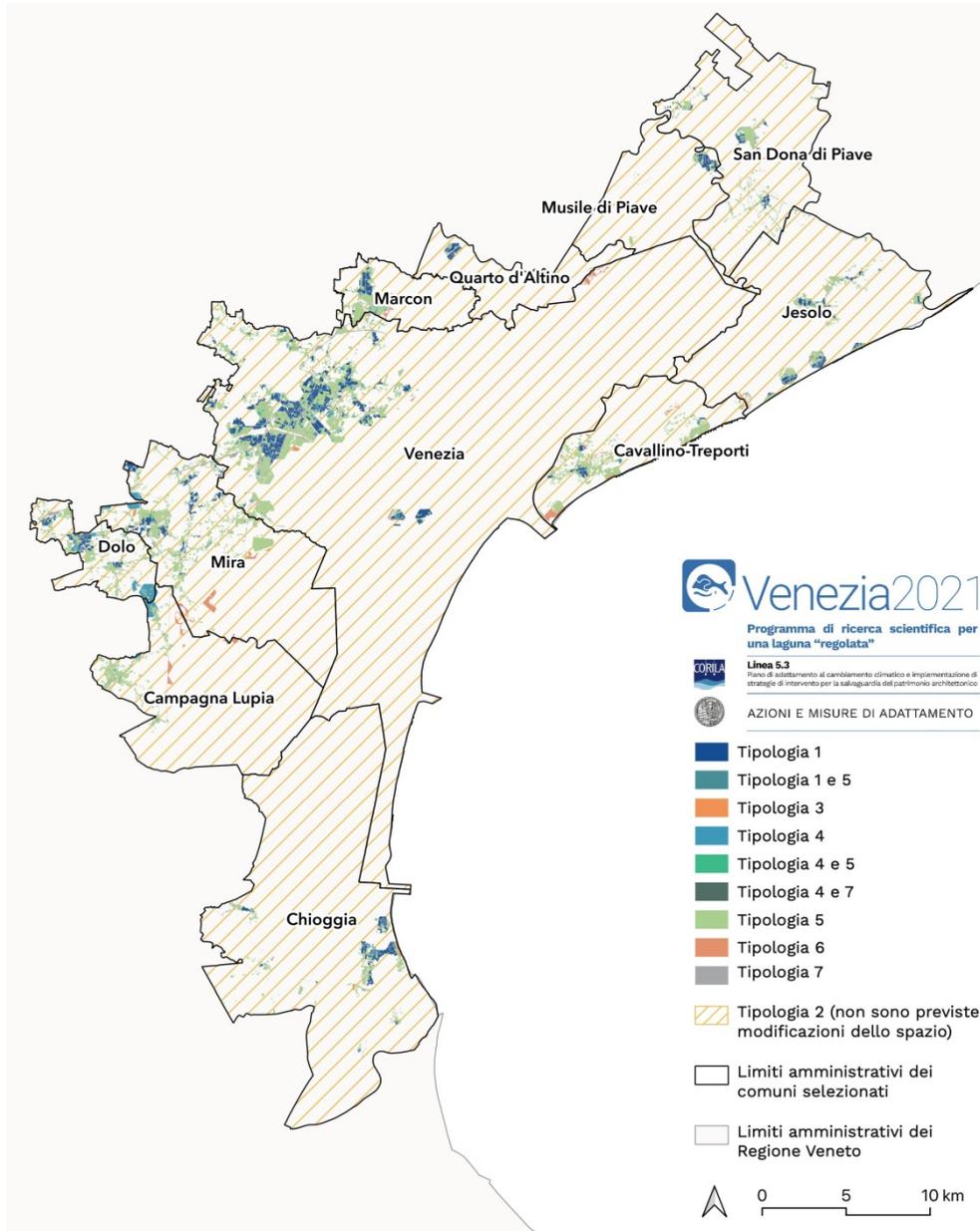


Figura 1. Piano di adattamento territoriale (Tipologia 1: arredo urbano; Tipologia 2: comunicazione e sensibilizzazione; Tipologia 3: gestione dei rischi; Tipologia 4: gestione delle acque; Tipologia 5: greening urbano; Tipologia 6: protezione della costa; Tipologia 7: superfici fredde).

## 2.2 Quadro conoscitivo del paesaggio lagunare e riflessione a scala internazionale sulla gestione e pianificazione della laguna

Quadro conoscitivo aggiornato delle progettualità passate e future e delle forme di resilienza per la laguna di Venezia, che costituisce la base di partenza per una riflessione su auspicabili scenari futuri. La capacità di

resilienza di Venezia, se gestita in modo appropriato, può invertire il trend che la città sta attraversando in questi ultimi anni, Figura 2.



Figura 2. Pannello esposto alla Biennale 2021 alle Corderie dell'Arsenale sui temi della "Venezia resiliente".

## 2.3 Metodi per la definizione di piani di monitoraggio e di intervento

Metodologia innovativa di monitoraggio dello stato di conservazione del costruito, multi analitica, a vari livelli di approfondimento in relazione alle risorse impiegabili, per una valutazione sintetica ed efficace degli effetti delle acque e altre forzanti ambientali. Proposta di una metodologia di valutazione degli interventi basata su indicatori multidisciplinari condivisi quali compatibilità, efficacia e sostenibilità, Figura 3.

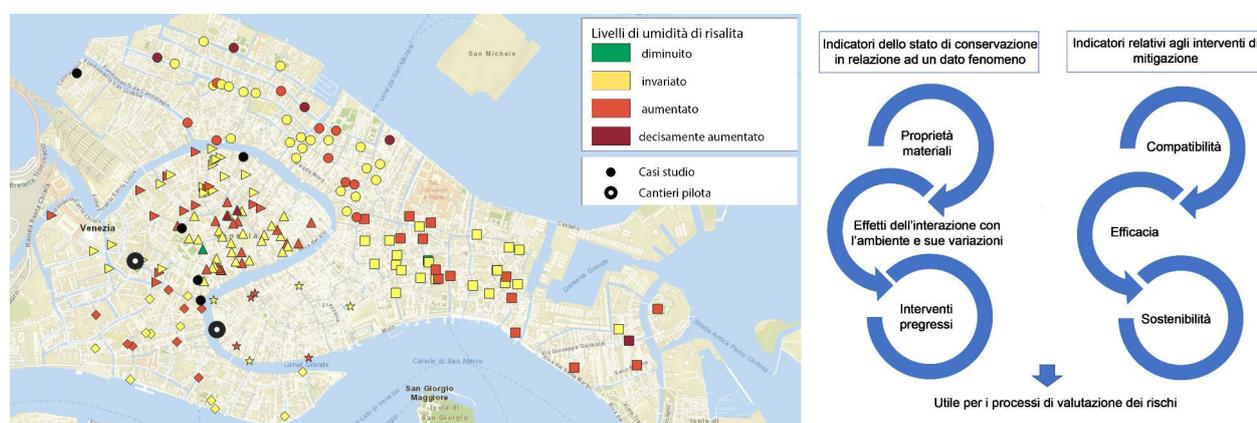


Figura 3. A sinistra: monitoraggio dell'evoluzione del fenomeno di risalita capillare a scala urbana negli ultimi 15 anni (basato sul confronto con immagini dell'archivio Pasqucci) e localizzazione dei casi studio e dei cantieri pilota di approfondimento considerati per il progetto Venezia 2021; a destra: indicatori multidisciplinari condivisi per il monitoraggio dello stato di conservazione del costruito e degli interventi.

## 3. Spunti per il futuro

La Linea 5.3, dopo questo lavoro di ricerca e sperimentazione di misure pratiche in relazione agli impatti del cambiamento climatico, identifica ed evidenzia come possibili approfondimenti, completamenti e sviluppi futuri delle tematiche affrontate, i seguenti aspetti:

1. Integrazione delle misure identificate nel Piano di adattamento negli strumenti di pianificazione

territoriale ed urbanistica ordinari e cogenti, attraverso proposte concordate con le amministrazioni della laguna (in special modo tra Comuni confinanti).

2. Studio e approfondimento sulle implicazioni economiche di eventi siccitosi dovuti al cambiamento climatico sull'agricoltura/itticoltura dell'area.
3. Mappatura degli stakeholder e dei relativi progetti di trasformazione della laguna o sue porzioni, con l'obiettivo di metterli a sistema con scenari complessivi attraverso l'organizzazione di occasioni di confronto e collaborazione.
4. Proseguimento nella caratterizzazione dei materiali da costruzione veneziani e di quelli impiegati negli interventi di restauro, mediante campionamenti (prove di tipo chimico-fisico-meccanico), al fine di valutarne il comportamento nel lungo periodo anche a fronte dell'attivazione del MOSE.
5. Validazione delle metodologie proposte di analisi, intervento e manutenzione del costruito. Prosecuzione della sperimentazione a scala edilizia, su edifici di differenti periodi storici.
6. Validazione del piano di monitoraggio (sistemi non invasivi) con applicazione estesa a scala urbana per architetture storiche (con particolare attenzione alle murature) e architetture appartenenti al XX secolo (con particolare attenzione a strutture in calcestruzzo armato).
7. Approfondimento dello stato di conservazione, in particolare con riferimento al fenomeno di risalita capillare, e delle variazioni determinate dall'utilizzo del MOSE, parallelamente al censimento degli interventi effettuati in città e valutazione della durabilità.
8. Studio dell'impatto degli interventi di conservazione e manutenzione ipotizzati o realizzati sull'immagine urbana della città.

## DESCRIZIONE ESTESA

### 4. Descrizione delle attività

La ricerca, grazie alle diverse settorialità disciplinari coinvolte, ha posto le basi per una valutazione dello stato di fatto del sistema Laguna attraverso una prospettiva interdisciplinare, così da consentire la proposta di strategie di adattamento e di intervento per il paesaggio e l'architettura costruita.

Le attività svolte nell'ambito di ciascun WP sono sinteticamente descritte nel seguito.

#### **WP 5.3.1 “Definizione del piano di adattamento della laguna di Venezia e della Città Metropolitana”**

Questo WP si è dedicato interamente allo studio delle relazioni tra le vulnerabilità climatiche e quelle socio-economiche, con il fine di determinare una zonizzazione del territorio lagunare e associarvi strategie, politiche, azioni e misure volte all'adattamento, per rendere i territori meno fragili e più resilienti agli impatti del cambiamento climatico. Sempre in questo WP, a supporto del Piano di Adattamento, sono stati realizzati due studi paralleli: il primo relativo alla definizione del Piano d'Emergenza della Laguna e il secondo relativo al Sistema di supporto decisionale. Questi due studi sono strettamente legati al Piano di Adattamento, il primo lo completa nello stato emergenziale che potrebbe comunque verificarsi e il secondo supporta i decisori nella scelta delle azioni e nel monitoraggio della realizzazione del Piano stesso.

Le azioni specifiche del WP sono state:

- (a) Costruzione del quadro conoscitivo e relativa mappatura dal punto di vista: ambientale e climatico, socio-economico e di *governance*. Il quadro conoscitivo integrato è stato elaborato per la parte più ambientale e climatica sugli scenari definiti nella Linea 5.1 e sulla valutazione degli impatti, vulnerabilità e rischi della Linea 5.2;
- (b) Zonizzazione del territorio e definizione delle strategie, politiche, azioni e misure di adattamento selezionate, descritte e analizzate: (i) politiche in grado di gestire l'area lagunare e peri-lagunare in modo coerente con il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità e resilienza; (ii) azioni e misure puntuali in grado di adattare il territorio (naturale ed antropico) agli impatti del cambiamento climatico;
- (c) Definizione di un sistema di gestione dell'emergenza e di ricostruzione in grado di supportare le amministrazioni nelle 3 fasi dell'emergenza: (i) prima dell'evento estremo, attraverso azioni di prevenzione e allerta; (ii) durante l'evento estremo coordinando politiche e azioni con la normale gestione della protezione civile; (iii) post-evento attraverso una linea di politiche ed azioni volte ad una ricostruzione coerente con gli obiettivi della sostenibilità e della resilienza;
- (d) Modello di supporto alla decisione multi-criteriale, che attraverso una serie di indicatori è in grado di considerare vari parametri decisionali (obiettivi, valori, costi, ecc.) per supportare azioni che meglio seguano le aspettative degli *stakeholders* e i valori dei decisori.

#### **WP 5.3.2 “Costruzione di specifiche strategie d'intervento per la conservazione del patrimonio culturale”**

Il WP, costituito da esperti appartenenti alle Università Iuav e Ca' Foscari di Venezia, coinvolge le discipline del “progetto” alle diverse scale: dall'urbanistica alla tecnica delle costruzioni, dal restauro alla fisica tecnica e ambientale fino alla petrografia applicata e alle scienze della conservazione. L'interdisciplinarietà del gruppo ha reso necessario lo sviluppo di una metodologia condivisa e coordinata negli obiettivi specifici basata sul legame costante di teoria e sperimentazione, che viene ad esplicitarsi nelle relazioni tra l'analisi indiretta delle fonti bibliografiche e storiche e le attività di campo e laboratoriali.

Integrando le attività svolte nei comuni di “terraferma” selezionati per la ricerca inerente il Piano di adattamento al cambiamento climatico (WP 5.3.1), le attività di questo WP si sono rivolte all'analisi del contesto lagunare (laguna e bacino scolante) fino ad arrivare al tessuto della città storica di Venezia e affrontare alla scala architettonica l'analisi di singoli edifici rappresentativi.

Le azioni specifiche del WP sono state nel dettaglio:

- (a) Caratterizzazione del paesaggio lagunare: ossia la descrizione delle complesse relazioni tra logiche di terra e logiche di acqua nella laguna di Venezia. La ricerca ha visto attività di ricognizione diretta e indiretta, con un lavoro di accostamento di frammenti (progetti di diversa scala e di differente morfologia) assieme al rilievo di alcuni specifici contesti strategici con l'obiettivo di delineare alcuni possibili futuri non sempre allineati o al contrario conflittuali per la laguna: laguna come ecosistema, come metropoli, come casa, come bene comune, come colture, come giardino d'Europa, ecc.
- (b) Definizione degli elementi del patrimonio storico artistico e culturale. Si sono svolte attività di ricognizione relative alle tecniche costruttive storiche e ai materiali principalmente impiegati nell'architettura lagunare in rapporto alle condizioni ambientali rilevate e alle loro possibili evoluzioni (cfr. Linea 5.1 e 5.2). La complessità delle questioni che si intrecciano alle tematiche in oggetto, per il peculiare caso studio veneziano, si sono focalizzate sul problema dell'umidità di risalita e sugli ambienti a piano terra degli edifici che risultano particolarmente significativi in quanto in essi si mostra più che altrove la fragilità del costruito: nei frequenti scuci-cuci delle porzioni a contatto con il suolo; nell'erosione dei materiali originari e di restauro per l'azione dell'umidità di risalita, nei fenomeni di cristallizzazione salina o di moto ondoso; nei dispositivi storici di difesa dall'acqua salmastra oggi non più efficaci; nei consolidamenti con elementi in calcestruzzo armato; nelle tracce delle vicende trasformative legate all'uso. Le attività hanno visto l'analisi delle fonti bibliografiche con l'obiettivo di individuare ambiti di ricerca poco aggiornati, carenti o che necessitavano di una implementazione di ricerca e sperimentazioni, assieme alle attività di campo e laboratorio di caratterizzazione dei materiali componenti l'architettura veneziana (storica e del XX secolo). Le analisi puntuali per le architetture selezionate (casi studio e cantieri pilota), comparando indagini non invasive e parzialmente invasive, si sono estese alla scala urbana in un confronto esperto tra immagini di archivio e stato di fatto.

Per le attività di campo si sono selezionati otto casi studio, relativi sia ad architetture storiche che appartenenti al patrimonio del XX secolo. I criteri impiegati per la selezione dei singoli casi studio sono stati quelli inerenti la diversa ubicazione dei fabbricati nel centro storico, la differente altimetria rispetto allo zero mareografico e la diversa esposizione all'aerosol marino, distanza e/o prossimità con la riva acquea, ovvero per loro interazione diretta o indiretta con l'ambiente lagunare, la tipologia dei materiali in opera, l'accessibilità per eseguire i rilievi, la presenza di documentazione pregressa relativa allo stato di conservazione, eventuali interventi di restauro pregressi documentati. Tra i casi studio selezionati (1- Palazzo Ca' Foscari, 2- Ex macello San Giobbe, ora Campus economico di Ca' Foscari, 3- Palazzo Badoer, 4- Palazzo Ca' Tron, 5- Palazzo Malipiero, 6- Chiesetta dedicata a San Marco presso l'isola di Torcello, 7- Casa Bizantina, 8- Palazzo Ca' Bottacin) sono stati individuati due "cantieri pilota", che prevedono la compresenza di tutti i partecipanti coinvolti nello studio del costruito storico. Questi costituiscono due casi studio emblematici: Palazzo Malipiero in campo San Samuele, affacciato sul Canal Grande, per l'architettura storica, e la "Casa Bizantina" in rio del Gaffaro, opera di Giuseppe Torres del 1905, per l'architettura del XX secolo. Alle fasi di analisi, caratterizzazione e localizzazione dei materiali, del degrado, del danno e delle tecniche costruttive, segue lo sviluppo di metodologie di lettura e di interpretazione dell'architettura, dove i differenti contributi disciplinari, tra i quali il rilievo stratigrafico, si fondono, avendo come obiettivo condiviso la descrizione del manufatto finalizzata a valutazioni qualitative e quantitative che consentano di eseguire valutazioni di vulnerabilità dell'edificio.

Analisi della vulnerabilità degli elementi del patrimonio: sono state svolte attività di caratterizzazione di materiali e architetture veneziane assieme ad attività di sperimentazione per analizzare l'evoluzione delle forme di alterazione e degrado di materiali costruttivi presenti nell'ambiente lagunare o in laboratorio in ambiente controllato. Le attività hanno visto l'impiego di metodologie classiche comprendenti l'analisi dei paramenti murari e della stratigrafia muraria, lo studio della distribuzione di sali e umidità di risalita mediante metodi ponderali, analisi spettrofotometriche e cromatografiche a cui si sono correlati i risultati ottenuti da metodi di indagine non invasivi per lo sviluppo di protocolli di monitoraggio sostenibili. Per monitorare il fenomeno di risalita capillare, in ambiente controllato, su

pareti di prova in muratura, si sono utilizzati differenti metodi, di natura non invasiva/distruttiva, per valutare l'efficacia delle singole tecniche e tecnologie presenti nel mercato e appurando quali tecnologie potessero fornire risultati chiari e leggibili sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, con l'obiettivo di una diretta applicazione in campo, in seguito a opportuna calibrazione degli strumenti scelti. Si è cercato di identificare i parametri intrinseci ed estrinseci che caratterizzano la risalita capillare, specialmente nel territorio veneziano, fornendo tecnologie e metodi utili all'identificazione di un quadro conoscitivo di base, su cui poi eseguire ulteriori interventi. L'utilizzo di un software di simulazione dinamica igrometrica per riprodurre il movimento capillare all'interno di una struttura muraria è stato utile per confrontare i dati di output della simulazione con i monitoraggi a scala reale, e verificare la corrispondenza tra dati simulati e dati reali.

Particolare attenzione è stata rivolta anche all'analisi delle forme di deterioramento di cinque specifiche varietà di pietre da costruzione e decorazione (diffusamente impiegate nell'architettura storica veneziana), esposte ad invecchiamento naturale in sei diverse fabbriche di Venezia e Torcello. Sono stati eseguiti monitoraggi periodici, a cadenza trimestrale. L'individuazione e la descrizione delle forme di deterioramento sono state condotte mediante spettrocolorimetria, analisi  $\mu$ XRF, osservazioni allo stereomicroscopio, preparazione di vetrini a fresco, misurazione della velocità di trasmissione di onde ultrasoniche, determinazione del peso e delle dimensioni/volume.

I test condotti da tutti i componenti della ricerca hanno consentito di elaborare una serie di indicatori interdisciplinariamente condivisi per la valutazione dello stato di conservazione. Per i diversi indicatori sono stati quindi definiti descrittori specifici e indicazioni per le metodologie di misura.

- (c) Messa a punto di modelli, processi e tecniche di intervento e manutenzione degli elementi architettonici e dei materiali storici: a partire dall'analisi dello stato dell'arte e la disamina di ricerche e sperimentazioni pregresse sono state svolte attività tese alla valutazione di efficacia di tecniche e materiali per l'intervento. Queste sperimentazioni, su pareti di prova in muratura intonacati e materiali cementizi, sono state condotte sia in laboratorio in ambiente controllato, per evidenziare il contributo dei differenti parametri in gioco, o per simulare un invecchiamento accelerato tramite camera climatica; sia sottoposti ad invecchiamento naturale in ambiente lagunare reale o simulato tramite imbibizione con soluzioni saline. L'attività svolta ha visto lo sviluppo di modelli e processi per la valutazione di efficacia dell'intervento o comparare materiali innovativi e tradizionali per l'intervento al fine di aumentare la resilienza del patrimonio architettonico e artistico. Le soluzioni testate adeguate alle specifiche condizioni ambientali della città hanno avviato una riflessione per strutturare una metodologia di valutazione dell'intervento basata su criteri condivisi di compatibilità/efficacia/sostenibilità.
- (d) Sviluppo di sistemi di monitoraggio e di controllo del patrimonio storico artistico e culturale presente in laguna: le attività condotte per lo sviluppo di sistemi di monitoraggio delle superfici e dei materiali del costruito si sono articolate su più livelli con protocolli per la determinazione degli effetti ambientali su specifici materiali; su porzioni di murature in condizioni controllate o in murature reali e hanno avuto l'obiettivo di fornire una sintesi critica dei risultati delle sperimentazioni e dei monitoraggi svolti. Le attività relative ai sistemi di monitoraggio hanno preso in considerazione sia l'evoluzione delle forme di degrado sia il monitoraggio di interventi pregressi e hanno sia sviluppato considerazioni sul monitoraggio speditivo (macroscopico) sia proposto protocolli per le indagini strumentali. Di seguito i monitoraggi sviluppati: (i) monitoraggio dell'umidità di risalita capillare in murature veneziane: a scala urbana, mediante osservazione visiva e confronto con immagini storiche di archivio e su pareti in muratura, sia mediante monitoraggio strumentale, per i casi studio selezionati nel tessuto veneziano, sia mediante attività di laboratorio in ambiente controllato su pareti di prova; (ii) monitoraggio qualitativo degli interventi di finitura: comportamento nel tempo di intonaci e giunti su pareti di prova esposti in ambiente esterno; (iii) monitoraggio dei materiali lapidei con attività di campo e analisi di laboratorio; (iv) monitoraggio dei materiali cementizi sia qualitativo che strumentale.

### **WP 5.3.3 “Formazione e comunicazione internazionale”**

Questo WP si è dedicato alla promozione dell’attività di formazione internazionale direttamente collegata ai temi delle ricerche del progetto con attenzione specifica ai temi di gestione della Laguna e della Città Metropolitana di Venezia in collaborazione con le principali istituzioni coinvolte nella progettazione e gestione del sistema MOSE. L’attività svolte nell’ambito del WP sono state:

- (a) Organizzazione e svolgimento della prima International Summer School dal 17 al 28 giugno 2019 a Pellestrina (VE) in collaborazione con MIT (Boston-USA), Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per il Veneto, Trentino Alto Adige e Friuli Venezia Giulia, Consorzio per il coordinamento delle ricerche inerenti al sistema lagunare di Venezia (CORILA) e Consorzio Venezia Nuova (CVN) sui temi della gestione e pianificazione dell’ambito lagunare.
- (b) Elaborazione di materiali su Venezia e la sua laguna incentrati sul tema della “Venezia resiliente” esposti fuori concorso alla Biennale 2021 in una sezione intitolata “Co-habitats” (<https://www.labiennale.org/it/architettura/2021/co-habitats>) e nello specifico in una sotto sezione dedicata a Venezia

## **5. Risultati per attività**

La Linea 5.3 attraverso i suoi 3 WP ha raggiunto numerosi risultati che possono essere riassunti come segue:

### **WP 5.3.1 “Definizione del piano di adattamento della laguna di Venezia e della Città Metropolitana”**

Il risultato generale raggiunto è quello della realizzazione del “Piano di Adattamento per la Laguna di Venezia e della Città Metropolitana”, più precisamente per tutti i Comuni ricadenti nella gronda Lagunare. Il Piano zonizza il territorio attraverso le sue vulnerabilità e le sue caratteristiche sia geo-morfologiche, sia socio economiche e per ognuna delle aree identificate suggerisce attraverso un abaco le possibili strategie, politiche, azioni e misure che possono essere messe in campo per ridurre la vulnerabilità. Per il raggiungimento di questo risultato sono state sviluppate diverse attività che sono elencate nel seguito insieme ai relativi risultati specifici:

5.3.1.1 – Costruzione del quadro conoscitivo e relativa mappatura. In questa attività il risultato principale è stato quello di identificare e studiare le caratteristiche del territorio sia da un punto di vista geo-morfologico e naturale, sia da un punto di vista socio-economico. In questo modo è stato possibile costruire un quadro conoscitivo completo in grado di mettere in evidenza le vulnerabilità del territorio (attraverso mappature specifiche e studi climatici) e della sua struttura gestionale (attraverso la mappatura degli stakeholders e delle relazioni che questi hanno sul territorio).

5.3.1.2 – Definizione delle politiche e delle azioni di adattamento. In questa attività il risultato principale è stato quello di definire e costruire un abaco ragionato e contestualizzato al territorio lagunare studiato. L’abaco di strategie, politiche, azioni e misure è stato costruito sulla base delle informazioni e delle zonizzazioni effettuate grazie al quadro conoscitivo. I risultati sono riportati nel Deliverable “Piano di adattamento climatico” (D5.3.1.1)

5.3.1.3 – Definizione di un sistema di gestione dell’emergenza e di ricostruzione. In questa attività il risultato principale è stato il Piano di gestione dell’Emergenza stesso (Deliverable D5.3.1.2, “Definizione di un sistema di gestione dell’emergenza e della ricostruzione”), il quale è stato impostato come un documento correlato e a completamento del Piano di Adattamento. Le attività sono state di ricognizione e studio dell’analisi dei rischi esistenti e degli attuali sistemi gestione dell’emergenza e sulla base delle evidenze locali, della letteratura e delle ultime pratiche è stato proposto un sistema completo ed integrato di gestione.

5.3.1.4 – Modello di supporto alla decisione. In questa attività il risultato principale è stato il set di indicatori (Tabella 1) sviluppato e selezionato per supportare i decisori nella scelta delle strategie, politiche,

azioni e misure più idonee per adattare il territorio ai cambiamenti climatici. Il set di indicatori è stato impostato come correlato e a completamento del Piano di Adattamento. La selezione del set di indicatori è avvenuta attraverso una prima attività legata all'identificazione di un set ampio di indicatori di diversa natura ed origine e poi una seconda di selezione in relazione alle questioni più rilevanti emerse dal Piano di Adattamento stesso.

Tabella 1. Set di indicatori selezionato a supporto del Piano d'adattamento (Deliverable 5.3.1.3).

MACRO AREA DEL PIANO	INDICATORE SPECIF.	UNITÀ DI MISURA	FUNZ	FONTI
<b>1 ARREDO URBANO:</b> <i>Nebulizzazione; Fontane acqua potabile; Vasche d'acqua; Piazze d'acqua.</i>	<i>Resilient surface served by urban furniture</i>	m2/anno	max	Uffici tecnici comunali.
	<i>Water storage capacity</i>	m3/anno	max	Gestore del servizio fornitura idrica; Uffici comunali tematici
<b>2 COMUNICAZIONE E SENSIBILIZZAZIONE:</b> Sviluppo di app; Sistemi di allerta precoce; Altoparlanti diffusi in Città, Promuovere incontri sul tema del clima sostenibile, Sviluppo di competenze tecniche	<i>Number of citizens involved in promotion and communication due to extreme weather events</i>	n°/anno	max	Uffici tecnici comunali; Uffici comunali in ambito socio-economico
	<i>Number of citizens reached by alert due to extreme weather events</i>	n°/anno	max	Uffici tecnici comunali; Protezione civile.
<b>3 GESTIONE DEI RISCHI:</b> Frangiflutti, Pennelli, Paratoie private, Muri di protezione; potenziamento idrovore esistenti, Rialzo centraline elettriche per pompe idrauliche, Parafulmini, Paratoie a protezione dalle mareggiate, Rafforzamento delle scogliere; Ripascimento della spiaggia emersa e sommersa	<i>Percentage of population living in areas at climate risk</i>	%/anno	min	Uffici tecnici comunali; Protezione civile.
	<i>Resilient floor space.</i>	M2 /anno	max	Uffici comunali tematici; Protezione civile.
<b>4 GESTIONE DELLE ACQUE:</b> Porzioni permeabili in aree impermeabili adibite a parcheggio; Asfalti drenanti; Raccolta delle acque meteoriche in sifone interrato; Raccolta delle acque meteoriche in sifone esterno; Pozzi perdenti o d'infiltrazione, Trincee filtranti, Bacini di infiltrazione e bio-ritenzione, Bacini di detenzione, SuDS in ambiente stradale; Realizzazione delle fasce tampone, Ripristino delle golene.	<i>Water storage capacity.</i>	m3/anno	Max	Gestore del servizio fornitura idrica; Uffici comunali tematici; Protezione civile.
	<i>Volume of wastewater treated for reuse.</i>	M3/anno	max	Gestore del servizio fornitura idrica; Uffici comunali tematici; Protezione civile.
<b>5 GREENING URBANO:</b> Viali alberati; Boschi di pianura; Orti urbani; Facciata climatica, Tetti verdi intensivi; Tetti verdi praticabili; Tetti verdi produttivi; Tetti verdi estensivi; Tetti verdi su pensiline; Promuovere la connettività funzionale delle reti ecologiche.	<i>Flood-resilient floor space, (m2)</i>	M2/anno	max	Uffici tecnici comunali;
	<i>Percentage of biodiversity loss avoided or reduced (species)</i>	%/anno	min	Indagine da condurre in modo specifico dal settore Ambiente del comune
<b>6 PROTEZIONE DELLA COSTA</b> Vegetare le dune, Coprire le dune, Schermare le dune, Istituire riserve marine protette,	<i>High-risk assets with climate insurance cover</i>	€/anno	min	Assicurazioni/ Regione/ Protezione civile

	<i>Number of patient injured due to extreme weather event(s)</i>	n°/anno	min	Assicurazioni/ Regione/ Protezione civile
<b>7 SUPERFICI FREDE:</b> Incrementare la riflettanza (albedo) della superficie stradale	<i>Direct annual CO2 emission reduction from renovation,</i>	%/anno	max	Gestore del servizio fornitura elettrica; Uffici comunali tematici.
	<i>Primary energy savings</i>	MWh/anno	max	Gestore del servizio fornitura elettrica; Uffici comunali tematici.

### WP 5.3.2 “Costruzione di specifiche strategie d’intervento per la conservazione del patrimonio culturale”

Il risultato generale raggiunto dal WP è relativo alla tipologia di conoscenza prodotta basata su un approccio innovativo, che ha costituito lo strumento essenziale per la realizzazione dei sistemi di controllo e monitoraggio dello stato di conservazione del patrimonio architettonico veneziano e per la definizione di efficaci metodologie di intervento di manutenzione e di prevenzione dei danni, impiegando metodologie compatibili con le attuali e future condizioni ambientali, in linea con la caratteristica di unicità del patrimonio storico artistico e paesaggistico della laguna (compatibilità estesa al sistema architettura/ambiente). Questo ha permesso di elaborare, a partire dalle soggettività relative agli studi settoriali di ciascun componente il gruppo di ricerca, riflessioni congiunte e avanzamenti multidisciplinari

Per il raggiungimento di questo risultato sono state sviluppate differenti attività, complementari tra loro, che sono elencate nel seguito insieme ai relativi risultati specifici:

5.3.2.1 – Caratterizzazione del paesaggio lagunare. La messa a sistema dei progetti passati (realizzati e non), l’incidenza del sistema MOSE, assieme alle progettualità future o in corso, ha consentito di produrre una sorta di scenario zero, o tendenziale. La ricerca ha cercato pertanto di mettere in sinergia le singole progettualità, provando ad accelerare e a proiettare alcuni progetti e alcune questioni verso un futuro della laguna “regolata”. Il principale risultato è un abaco (Atlante eclettico della laguna) riportato nel Deliverable “Il quadro conoscitivo del paesaggio lagunare” (D5.3.2.1) che restituisce una selezione di progettualità per alcune porzioni del territorio lagunare in cui si stanno sperimentando forme di gestione alternative/innovative.

5.3.2.2 – Definizione degli elementi del patrimonio storico, artistico e culturale. L’analisi delle fonti bibliografiche (contenuta in Milestone M5.3.2.2 - Fase 2 “Presentazione del quadro conoscitivo dell’architettura lagunare”) e l’aggiornamento tramite attività di campo e laboratorio della caratterizzazione dei materiali e unità tecnologiche componenti l’architettura veneziana (storica e del XX secolo) e dello stato di conservazione a scala urbana e locale (città di Venezia e affondo su casi studio selezionati con differenti gradi di approfondimento) hanno portato come principale risultato alla definizione del “Il quadro conoscitivo del rapporto architettura, beni culturali, ambiente” (D5.3.2.2). Questo insieme ai risultati ottenuti nel 5.3.2.1 hanno determinato il raggiungimento dell’OS1 “Consolidare il quadro conoscitivo delle reali condizioni di conservazione e di vulnerabilità dell’architettura lagunare in relazione ai processi di variazione delle condizioni ambientali (pre e post MOSE)”.

La caratterizzazione dei materiali al tempo zero impiegati nelle sperimentazioni e caratterizzanti l’architettura veneziana (a costituire un *benchmark* di riferimento) e di quelli presenti allo stato di fatto in ambiente lagunare in differenti condizioni di conservazione, hanno permesso la definizione di un quadro conoscitivo complessivo interdisciplinare aggiornato e comparabile nei risultati, con l’impiego di metodologie condivise. In particolare si è meglio definita la dinamica dei processi di risalita capillare in murature veneziane storiche in mattoni pieni, individuando delle distribuzioni limite e i fattori agenti nei diversi casi. Inoltre è stato possibile definire un sistema di valutazione delle conseguenze e ripercussioni in

ambito urbano, allo stato attuale e relative variazioni, conseguente alla diminuzione di eventi mareali alluvionali. Si è confermata la delicatezza della fase di asciugatura, poiché molte delle murature veneziane e limitrofe affette da risalita capillare presentano anche ingenti quantità di sali solubili nelle porosità dei mattoni in grado di cristallizzare nella struttura e degradarla. Lo stato dell'arte attuale include una serie di soluzioni possibili per regolare i flussi di vapore, acqua e sali anche mediante l'applicazione di intonacature speciali.

Il lavoro svolto su materiali e unità tecnologiche rilevate nei differenti casi studio ha trovato una messa a sistema nella proposta di una metodologia di analisi per le architetture caratterizzanti i due "cantieri pilota". La metodologia ha infatti delineato percorsi specifici per l'approccio alle architetture storiche e del XX secolo in ambito veneziano, attraverso l'esemplificazione del Percorso della Conoscenza nei due casi emblematici considerati (palazzo Malipiero e casa Bizantina, opera di Giuseppe Torres del 1905).

5.3.2.3 – Analisi della vulnerabilità degli elementi del patrimonio. Le sperimentazioni che hanno analizzato l'evoluzione (durante gli anni di ricerca) delle forme di alterazione e degrado di materiali e unità tecnologiche nell'ambiente lagunare e in laboratorio in ambiente controllato, hanno consentito di definire il prodotto finale "Modelli ed indicatori per valutazioni di vulnerabilità" (D5.3.2.3). In particolare, la sperimentazione avviata a tempo zero sui materiali lapidei esposti alle forzanti ambientali nei diversi casi studio e a differenti altezze - calpestio e + 110 cm (quota mareale di attivazione del sistema Mose), ha individuato la stretta relazione tra forme di alterazione e degrado ed esposizione ambientale (specifiche per ciascun litotipo nelle differenti collocazioni) evidenziando differenti gradi di vulnerabilità e quindi la necessità di specifici controlli e manutenzioni. La sperimentazione sulle pareti di prova in muratura in ambiente controllato di laboratorio ha invece permesso di valutare la vulnerabilità di una muratura in relazione ad una specifica variabile ambientale. Aspetto questo difficile da dedurre in murature di edifici reali in ambienti in cui più fattori agiscono contemporaneamente. La possibilità di valutare il contributo di ogni singola condizione ambientale risulta utile per individuare materiali e tecniche di intervento atto a diminuire gli effetti di deterioramento.

Il Deliverable, a partire dalle diverse attività condotte, propone la sintesi delle esperienze interdisciplinari con la redazione di indicatori interdisciplinari condivisi per la valutazione dello stato di conservazione. Gli indicatori proposti sono stati individuati a partire dai dati raccolti nel corso delle attività sperimentali e di campo di questa ricerca e fanno riferimento a: esposizione e parametri ambientali, proprietà chimico-fisiche dei materiali componenti l'architettura lagunare, stato di conservazione ed eventuali interventi pregressi. Ogni indicatore viene caratterizzato da descrittori che consentono di misurare, ad esempio, le proprietà dei materiali costituenti l'elemento architettonico e il suo stato di conservazione, quali il livello di umidità in una porzione di muratura in relazione alla risalita capillare o il livello di degrado del materiale. Per ogni descrittore sono state anche proposte delle metodologie sperimentali attraverso cui avviene la raccolta dei dati e i relativi livelli di soglia. Tali livelli non sono necessariamente numerici, ma possono essere definiti come andamenti, giudizi, commenti, eventualmente sintetizzabili in coefficienti numerici e immagini.

La definizione di indicatori e descrittori condivisi rappresenta un risultato utile che consente di fornire informazioni necessarie per valutare la vulnerabilità del patrimonio architettonico e le performance di sistemi di intervento di mitigazione dei processi di risalita capillare e delle forme di degrado e alterazione ad essi correlati, e per costituire una base per pianificare il monitoraggio.

5.3.2.4 – Messa a punto di modelli, processi e tecniche di intervento e manutenzione degli elementi architettonici e dei materiali storici. L'interpretazione dei risultati relativi all'analisi di vulnerabilità e degli esiti specifiche ulteriori sperimentazioni volte alla verifica di efficacia di prodotti e tecniche per l'intervento in collaborazione con aziende, artigiani e istituti di formazione, ha portato come risultato principale allo sviluppo di "Metodi per la definizione del piano di intervento e manutenzione" (D5.3.2.4), che comprendono anche la proposta di una metodologia di approccio alla valutazione dell'intervento interdisciplinare basata su indicatori condivisi di Compatibilità, Efficacia, Sostenibilità.

La ricerca svolta sulle murature con riferimento alle dinamiche di risalita capillare ha permesso di valutare

la velocità di tale risalita evidenziando il contributo fondamentale dell'evaporazione nel processo. La velocità di flusso capillare e la sua altezza possono essere regolati non solo da interventi invasivi e complessi, come l'introduzione di vasche o di barriere meccaniche con taglio delle murature, ma bensì con una accorta scelta dei materiali in fase di intervento, con particolare attenzione agli impasti di malte da allettamento o per intonaco anche additivati con sistemi idrorepellenti. Nel dettaglio infatti, con riferimento agli studi su modelli di prova in muratura, i risultati raggiunti nello studio dei fenomeni di risalita capillare e di vulnerabilità di differenti materiali/strutture, mostrano come le murature realizzate con malte commerciali premiscelate, contengano in alcuni casi prodotti idrorepellenti che limitano la risalita capillare nelle strutture. Questi materiali offrono quindi la possibilità di eseguire interventi di restauro conservativi, senza impattare sull'aspetto complessivo della muratura e limitando il problema della risalita.

Il confronto tra intonaci e sistemi di finitura realizzati con le tecniche e i materiali della tradizione e intonaci additivati con prodotti di sintesi allo stato dell'arte, ha dimostrato macroscopicamente la maggiore durabilità dei primi quando sottoposti a forzanti ambientali (risalita di umidità di soluzioni saline, esposizione a processi di evaporazione in ambiente naturale). La sperimentazione, per la realizzazione delle pareti di prova e dei trattamenti superficiali, ha coinvolto artigiani e istituti di formazione.

Una specifica sperimentazione su provini in calcestruzzo condotta parallelamente in ambiente lagunare con invecchiamento naturale e in laboratorio tramite invecchiamento artificiale e, ha evidenziato un protocollo di indagine speditiva e strumentale per la valutazione di efficacia dei prodotti protettivi testati, resi disponibili da aziende produttrici.

Nel complesso le attività hanno consentito il raggiungimento dell'OS2: "Sviluppare modelli, processi e materiali innovativi per sviluppare la resilienza del patrimonio architettonico e artistico, adeguati alle specifiche condizioni ambientali della città e rispondenti ai criteri di compatibilità/sostenibilità".

5.3.2.5 – Sviluppo di un sistema di monitoraggio periodico e di controllo del patrimonio storico, artistico e culturale presente in laguna. A chiusura delle attività di ricerca, la sintesi critica dei risultati delle sperimentazioni e dei monitoraggi svolti sia relativi all'evoluzione delle forme di degrado che di valutazione di efficacia di tecniche e prodotti testati, ha consentito di sviluppare "Sistemi per la definizione del piano di monitoraggio e controllo" (D5.3.2.5). Nell'ottica di tenere in conto anche questioni relative a costi/benefici, considerando che le indagini di laboratorio risultano molto costose, la proposta per il monitoraggio si articola in due fasi:

- monitoraggio speditivo visivo (macroscopico) svolto anche da personale non qualificato, che può orientare la seconda fase
- indagine strumentale svolta da tecnici o eventualmente diretto avvio dell'intervento.

Nel dettaglio la validazione del sistema di monitoraggio non invasivo per valutare la distribuzione di umidità e sali in murature ha evidenziato la qualità del protocollo proposto e la flessibilità in caso di risorse contenute. La facilità delle operazioni permette una veloce formazione del personale dedicato e la restituzione di una mappatura in grafici di facile lettura della distribuzione di umidità e un controllo dei processi nel tempo.

Con riferimento alle pareti di prova in muratura, la metodologia di monitoraggio basata sul principale utilizzo di analisi visive e termocamera a infrarossi, ha permesso di raccogliere molteplici dati sul fenomeno di risalita capillare e sulla sua cinetica, con la possibilità di far corrispondere ad un'immagine di tipo qualitativo informazioni di tipo quantitativo. Inoltre ha permesso di approfondire l'utilizzo e la conoscenza dei metodi di controllo dell'umidità presenti, definendone l'efficacia e quantificando (ove possibile) i risultati ottenuti. Mediante questa "calibrazione" in laboratorio, sarà possibile in futuro una accurata interpretazione dei dati durante la diagnosi di edifici reali in situ.

Infine il monitoraggio di specifici indicatori di degrado basati sull'osservazione periodica delle superfici urbane, lo sviluppo di un sistema di catalogazione/valutazione e l'inserimento in sistemi georeferenziati ha permesso di evidenziare il ruolo dell'altimetria e della distanza da acqua libere nel miglioramento o

peggioramento della conservazione di murature soggette ad umidità di risalita; in particolare sono le fasce tra +110 cm e +130 cm sul livello altimetrico di riferimento (ZMPS), che fino a qualche decennio fa venivano raramente raggiunte dalle inondazioni di marea, ad aver subito un peggioramento delle proprie condizioni. Ci si attende che questi equilibri possano variare con l'introduzione del sistema MOSE verso una parziale asciugatura delle murature con degrado legato alla cristallizzazione dei sali.

Per i materiali lapidei, a seguito dell'invecchiamento naturale di cinque specifiche varietà di pietre da costruzione e decorazione collocate in sei diverse fabbriche di Venezia e Torcello, sono state individuate le forme di deterioramento manifestatesi durante i tre anni di esposizione, in relazione alle forzanti ambientali e alle proprietà intrinseche delle diverse litologie. Tale studio ha portato alla messa a punto di un sistema di monitoraggio periodico per il controllo di materiali lapidei attraverso un approccio multianalitico da intendersi come "proposta attuativa" agli Enti tutori e decisori. Inoltre, i dati raccolti hanno permesso lo sviluppo di un indice generico di deterioramento ed intervento, ossia per l'elaborazione di un modello previsionale posto in relazione con i dati climatici del periodo di esposizione dei provini. Tale modello previsionale consente di definire una possibile soglia limite di intervento, in un'ottica di vigile manutenzione o conservazione preventiva. In questo modo, infatti, l'operatore, supportato dagli esiti delle analisi di monitoraggio periodico dello stato di conservazione di una data superficie lapidea, potrà determinare, meglio e più velocemente, il momento in cui intervenire per la manutenzione/conservazione del manufatto stesso.

Infine le sperimentazioni orientate al test di interventi hanno consentito la proposta di una metodologia speditiva visiva sulla base dell'identificazione di forme di alterazione e degrado specifiche per i materiali trattati (intonaci e calcestruzzi armati e non armati).

Grazie ai risultati sopradescritti è stato possibile il raggiungimento dell'OS3: Sviluppare sistemi di monitoraggio e di controllo delle superfici e dei materiali del costruito veneziano da integrare nelle strategie di mitigazione della variazione delle condizioni ambientali (pre e post MOSE).

### **WP 5.3.3 "Formazione e comunicazione internazionale".**

Il risultato generale raggiunto dal WP è quello della promozione di una riflessione internazionale sulla gestione e pianificazione della laguna di Venezia (pre e post MOSE) e dello sviluppo di proposte e scenari di gestione con il contributo di master & PhD students di scuole internazionali di planning e architettura. Questo risultato è stato raggiunto mediante il Workshop estivo internazionale, che ha portato allo sviluppo di progetti multidisciplinari a partire da alcuni temi principali quali: economia, turismo, energia, cambiamento climatico e resilienza, e la partecipazione alla Biennale 2021 con un pannello che illustra il tema della "Venezia resiliente" in esposizione alle Corderie dell'Arsenale.

## **6. Obiettivi prefissati e raggiunti**

Considerando la Tematica 5 "Cambiamento climatico e strategie di adattamento per la salvaguardia del patrimonio culturale di Venezia e la sua laguna", il cui scopo era quello di sviluppare un sistema integrato di analisi, valutazione, pianificazione, gestione e monitoraggio dell'area veneziana e del suo patrimonio storico, artistico e culturale, in grado di supportare la città e le attività che in essa operano, attraverso azioni coordinate di adattamento che mirino ad accrescere la sostenibilità e la resilienza ai cambiamenti climatici nel suo complesso, la Linea 5.3 si era prefissata come obiettivo generale quello di:

- sviluppare un insieme coordinato ed integrato di piani, strategie ed interventi per la salvaguardia e la gestione sostenibile della Laguna, considerando le risorse ambientali, quelle economiche-sociali ed anche il suo peculiare patrimonio architettonico e paesaggistico.

In linea generale si può dire che l'obiettivo generale è stato raggiunto, è infatti stato sviluppato il Piano di adattamento e si sono definiti sistemi per la gestione dell'emergenza e della ricostruzione, per lo sviluppo del piano di intervento e manutenzione e del piano di monitoraggio e controllo; i quali coprono le varie scale prese in esame: dalla territoriale alla puntuale, gli aspetti ambientali, socio-economici, culturali e

strutturali della Laguna e del patrimonio architettonico.

Gli obiettivi specifici che la Linea si è data, in fase progettuale, erano suddivisi in due macro temi:

- la definizione del piano di adattamento della laguna di Venezia e della Città Metropolitana, il cui focus è legato alle sfide sistemiche e territoriali che la laguna dovrà affrontare in uno scenario di cambiamento climatico e di funzionamento costante del MOSE;
- la costruzione di specifiche strategie d'intervento per la conservazione del patrimonio culturale (tangibile ed intangibile), il cui focus è legato al patrimonio storico architettonico e paesaggistico della Laguna, particolarmente sensibile e fragile ai cambiamenti che in futuro potrebbero interessarlo, sia in relazione al cambiamento climatico che alla messa in funzione del MOSE.

Gli obiettivi sono stati raggiunti, anche se, a causa della situazione pandemica COVID-19, molte delle attività di coinvolgimento degli stakeholders, di diffusione delle ricerche e di formazione e comunicazione internazionale non sono state svolte nella forma prevista. In particolare le edizioni 2020 e 2021 dei Workshop estivi internazionali previsti sono state sostituite dalla partecipazione alla Biennale 2021, con la relativa preparazione del materiale da esporre, consentendo di fatto il conseguimento dell'obiettivo previsto di promuovere la riflessione internazionale sulla gestione e pianificazione della laguna di Venezia.

La Linea 5.3, in particolar modo, ha concorso al raggiungimento dell'obiettivo della tematica 5, sia attraverso le numerose attività di analisi svolte alle diverse scale, sia attraverso le proposte di adattamento territoriale.

In relazione agli obiettivi prioritari del programma Venezia2021, la Linea 5.3 ha sviluppato attività di ricerca volta a fornire conoscenze integrate ed aggiornate utili per la gestione sostenibile della Laguna e del suo patrimonio culturale, relative sia al sistema territoriale e paesaggistico sia al patrimonio costruito della Laguna, passando così dalla macro area territoriale che comprende i Comuni della gronda lagunare, alla meso scala del paesaggio lagunare, fino alla micro scala degli edifici veneziani (Obiettivo 1 - Quadro conoscitivo, Figura 4, Figura 5, e Figura 6). Attraverso le diverse attività svolte sono stati individuati modelli previsionali, come ad esempio il modello sviluppato per i materiali lapidei per definire il momento in cui intervenire (Obiettivo 2 – Modelli matematici). Sono stati inoltre definiti set di indicatori sia a scala territoriale, al fine di supportare e valutare l'impatto del Piano d'adattamento, Tabella 1, sia a scala architettonica con gli indicatori multidisciplinari condivisi per il monitoraggio dello stato di conservazione del costruito e degli interventi, Tabella 2 e

Tabella 3 (Obiettivo 4 - Indicatori). Infine si sono elaborate strategie utili per la gestione, la tutela e la salvaguardia della Laguna e del suo patrimonio culturale con il Piano di Adattamento ed il relativo portfolio di azioni e misure (Figura 7) e lo sviluppo di metodi per la definizione del piano di intervento e manutenzione e del piano di monitoraggio e controllo (Figura 3 a sinistra) (Obiettivo 3 - Strumenti di gestione).

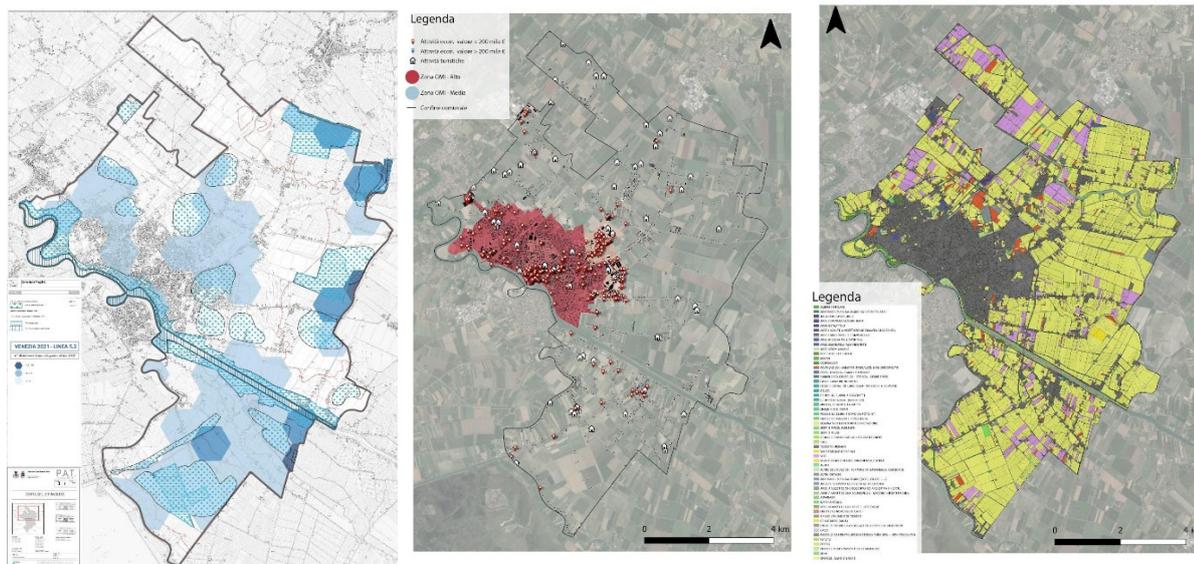


Figura 4. Quadro conoscitivo a livello territoriale. Esempio di mappature per il Comune di San Donà di Piave: mappa delle criticità; mappa delle attività economiche, turistiche e rendita fondiaria.

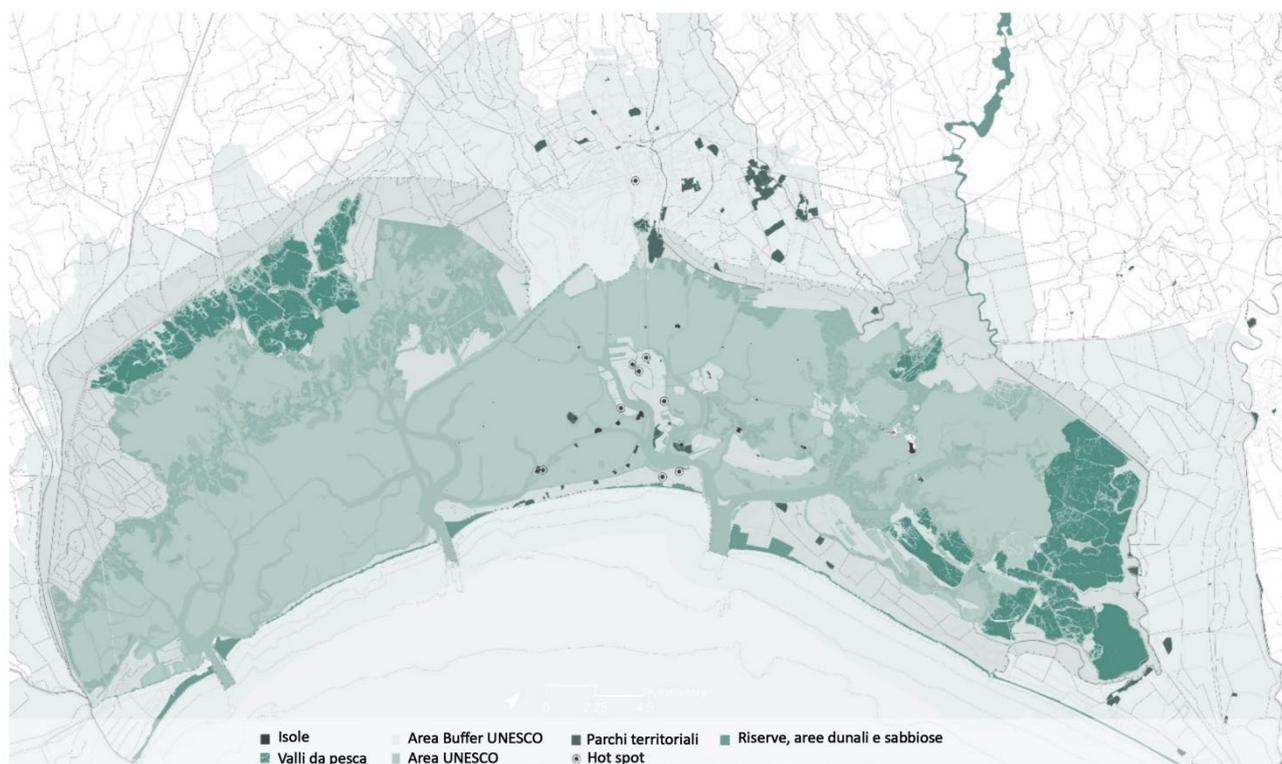


Figura 5. Quadro conoscitivo del paesaggio lagunare. Laguna Bene comune: il territorio lagunare inquadrato nell'articolazione dell'area buffer individuata dall'Unesco (1993), l'inquadramento delle riserve naturali, le aree dunali e sabbiose, i parchi alla scala territoriale e il sistema delle valli da pesca. Il territorio costituisce un insieme complesso di elementi che consentono una riflessione sul valore e l'urgenza di interpretare come bene collettivo.

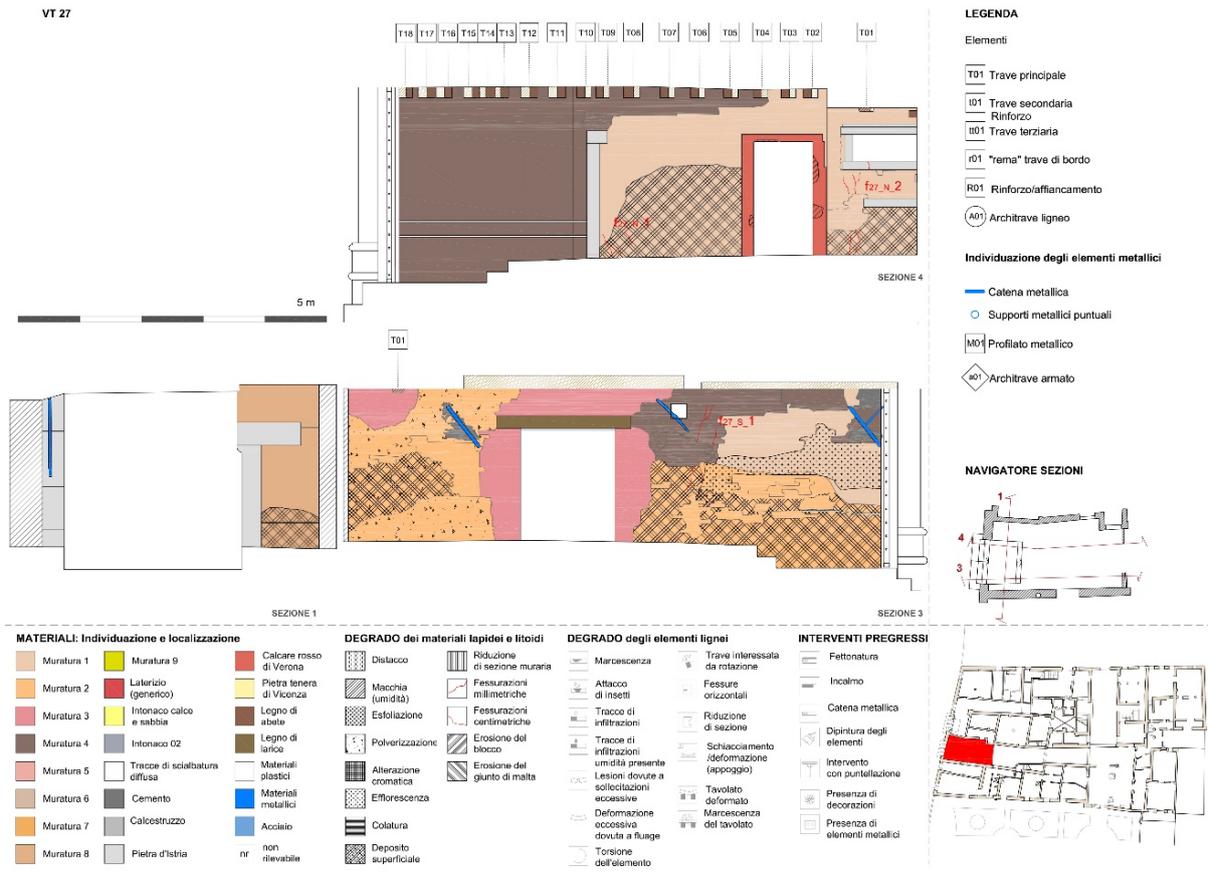


Figura 6. Quadro conoscitivo alla scala del singolo edificio. Esempio di tavola di sintesi relativa alla caratterizzazione dei materiali, delle forme di alterazione, del degrado e danno per un vano di un cantiere pilota.

Tabella 2. Set di indicatori multidisciplinari condivisi dello stato di conservazione.

INDICATORE	DESCRITTORE
<b>CARATTERISTICHE DEL MATERIALE</b>	
Caratteristiche minero-petrografiche e chimiche	<i>Analisi chimica complessiva</i> <i>Analisi delle caratteristiche strutturali/tessiture e valutazione fasi mineralogiche primarie e secondarie contenute</i>
Caratteristiche fisiche	<i>Osservazione morfologica di superficie</i>
	<i>Porosità</i>
	<i>Densità</i>
	<i>Coefficiente di assorbimento d'acqua capillare</i>
	<i>Capacità di assorbimento d'acqua superficiale</i>
	<i>Compattezza</i>
Caratteristiche meccaniche	<i>Resistenza a compressione</i>
<b>STATO DI CONSERVAZIONE</b>	
Presenza-di-umidità	<i>Distribuzione di umidità</i>
Presenza e determinazione di sali solubili	<i>Analisi visiva della presenza di efflorescenze saline, sub-efflorescenze, distacchi</i>
	<i>Analisi mineralogica e chimica</i>
	<i>Distribuzione dei Sali solubili</i>
Biodeterioramento	<i>Cianobatteri, alghe e organismi superiori</i>
Degrado fisico	<i>Presenza e tipo di degrado fisico del materiale</i>
	<i>Presenza e tipo di degrado fisico del giunto orizzontale</i>
Alterazione chimica	<i>Prodotti secondari di alterazione e depositi superficiali</i>

INDICATORE	DESCRITTORE
Variazione cromatica	<i>Analisi del colore</i>
<b>ESPOSIZIONE E PARAMETRI AMBIENTALI</b>	
Esposizione ambientale	<i>Parametri ambientali di zona</i>
	<i>Principali inquinanti atmosferici</i>
	<i>Ambiente confinato/ non confinato</i>
Collocazione	<i>Collocazione nel contesto urbano</i>
	<i>Diretto contatto con canale</i>
	<i>Altimetria</i>
Condizioni microclimatiche	<i>Parametri ambientali interni</i>
<b>INTERVENTI PREGRESSI</b>	
Identificazione intervento	<i>Deumidificazione</i>
	<i>Smontaggio, rimontaggio, demolizione, rimozione</i>
	<i>Ricomposizione, riadesione, ancoraggio</i>
	<i>Pulitura</i>
	<i>Consolidamento e rinforzo</i>
	<i>Integrazione</i>
	<i>Protezione</i>

Tabella 3. Set di indicatori multidisciplinari condivisi per l'intervento di mitigazione.

INDICATORE	DESCRITTORE
<b>COMPATIBILITÀ DEL SISTEMA SUPPORTO-INTERVENTO</b>	
Chimica del prodotto conservativo	<i>Caratterizzazione del supporto</i>
	<i>Caratterizzazione del prodotto conservativo</i>
Fisica dell'intervento conservativo	<i>Per interventi superficiali su materiali: Forme di alterazione o degrado</i>
	<i>Per interventi su unità tecnologiche Forme di alterazione o degrado</i>
	<i>Forme di dissesto</i>
Reversibilità	<i>Per interventi superficiali su materiali: Stima della capacità del prodotto o intervento di essere rimosso/sostituito nel tempo</i>
	<i>Per interventi su unità tecnologiche: Possibilità di ricondurre l'unità tecnologica alle condizioni pre-intervento senza danneggiare o perdere parte del materiale / unità tecnologica originari.</i>
Ritrattabilità	<i>Per interventi superficiali su materiali: Caratterizzazione del prodotto conservativo Caratterizzazione del supporto</i>
	<i>Per interventi su unità tecnologiche: Caratterizzazione dell'intervento conservativo, caratterizzazione del supporto</i>
Conservazione di materiale storico	<i>Per interventi superficiali su materiali e/o unità tecnologiche: Quantificazione comparativa</i>
Variazione del comportamento strutturale	<i>Per interventi su unità tecnologiche: Modellazione strutturale e monitoraggio pre e post-intervento</i>
<b>EFFICACIA</b>	
Miglioramento delle proprietà chimico-fisiche	<i>Per interventi superficiali su materiali: Assorbimento d'acqua superficiale ovvero riduzione assorbimento d'acqua per capillarità; Riduzione del contenuto di umidità nelle murature; Variazione cromatica; Variazione di resistenza meccanica</i>
	<i>Per interventi superficiali su unità tecnologiche: Riduzione del contenuto di umidità nelle murature Variazione di resistenza meccanica.</i>

INDICATORE	DESCRITTORE
Durabilità del trattamento conservativo	<i>Per interventi superficiali su materiali: Stima intervallo di tempo</i>
	<i>Per interventi superficiali su unità tecnologiche Stima intervallo di tempo</i>
<b>SOSTENIBILITÀ</b>	
Sostenibilità economica	<i>Per interventi superficiali su materiali e/o unità tecnologiche: Valutazione economica; Stima dei costi di applicazione, manutenzione e controllo</i>
Sostenibilità ambientale	<i>Per interventi superficiali su materiali: Sicurezza del prodotto</i>
	<i>Per interventi su unità tecnologiche Quantità percentuale del materiale riutilizzabile, qualità/ incidenza e smaltimento del materiale non riutilizzabile.</i>

MISURA		TIPOLOGIA	PERIODO	CARATT.	EFF. ATTESO	IMPATTO	
		Green Grey Blue Policy	Temporanea Fissa	Fisica Organizzativa	Riduzione dell'impatto Dispersione del fenomeno Aumento del comfort del cittadino	Run-off Mareggiate	
<b>1</b> ARREDO URBANO	1.1	Nebulizzazione	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1.2	Fontane per acqua potabile	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1.3	Vasche d'acqua	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1.4	Piazze d'acqua	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>2</b> COMUNICAZIONE E SENSIBILIZZAZIONE	2.1	Sviluppo di app	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	2.2	Sistemi di allerta precoce	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	2.3	Altoparlanti diffusi in Città	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	2.4	Promuovere incontri sul tema del clima sostenibile	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	2.5	Sviluppo di competenze tecniche	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>3</b> GESTIONE DEI RISCHI	3.1	Frangiflutti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	3.2	Pennelli	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	3.3	Paratoie private	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	3.4	Muri di protezione	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	3.5	Potenziamento idrovore esistenti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	3.6	Rialzo centraline elettriche per pompe idrauliche	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	3.7	Parafulmini	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	3.8	Paratoie a protezione dalle mareggiate	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	3.9	Rafforzamento delle scogliere	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	3.10	Ripascimento della spiaggia emersa e sommersa	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>4</b> GESTIONE DELLE ACQUE	4.1	Porzioni permeabili in aree adibite a parcheggio	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	4.2	Asfalti drenanti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	4.3	Raccolta delle acque meteoriche in sifone interrato	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	4.4	Raccolta delle acque meteoriche in sifone esterno	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	4.5	Pozzi perdenti o d'infiltrazione	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	4.6	Trincee filtranti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	4.7	Bacini di infiltrazione e bioritenzione	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	4.8	Bacini di detenzione	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	4.9	SuDS in ambiente stradale	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	4.10	Realizzazione delle fasce tampone	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	4.11	Ripristino delle golene	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>5</b> GREENING URBANO	5.1	Viali alberati	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	5.2	Boschi di pianura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	5.3	Orti urbani	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	5.4	Facciata climatica	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	5.5	Depavimentazione	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	5.6	Tetti verdi intensivi	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	5.7	Tetti verdi praticabili	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	5.8	Tetti verdi produttivo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	5.9	Tetti verdi estensivi	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	5.10	Tetti verdi su pensiline	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	5.11	Promuovere la connettività funzionale delle reti ecologiche	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>6</b> PROTEZIONE DELLA COSTA	6.1	Vegetare le dune	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	6.2	Coprire le dune	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	6.3	Schermare le dune	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	6.4	Istituire riserve marine protette	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>7</b> SUPERFICI FREDE	7.1	Incrementare la riflettanza (albedo) della superficie stradale	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 7. Diagramma riassuntivo delle azioni e misure di adattamento.