

ABSTRACT:

La cornice tematica entro cui la tesi si colloca è quella degli impatti del fenomeno dell'innalzamento del livello del mare in ambiente urbano e il contesto di sperimentazione è quello nazionale. Tramite un approccio induttivo, volto a delineare lo stato dell'arte delle azioni intraprese a livello locale, vengono messi in evidenza, al termine della prima parte, due approcci paralleli: una dimensione strategica delle agende locali, volta alla definizione di *vision* per lo sviluppo urbano a medio e lungo termine; una dimensione sperimentale, dal punto di vista dell'aggiornamento del Piano locale. Per quanto riguarda la dimensione strategica delle agende locali, vengono delineate e catalogate, nella seconda parte della tesi, tre macro-strategie di "difesa", "adattamento" e "ricollocazione"; per quanto attiene, invece, alla dimensione sperimentale del Piano locale, viene evidenziato un doppio approccio: integrazione del quadro conoscitivo e definizione di azioni auspicabili. Obiettivo della terza parte è quello di proporre alcuni riferimenti teorico-metodologici e operativi per l'innovazione del Piano urbanistico locale, attraverso la definizione di una metodologia replicabile per l'elaborazione di mappe del rischio da *sea level rise* a scala urbana, i cui risultati hanno, in primo luogo, l'obiettivo di integrare il *panel* degli elaborati tematici dello strumento Urbanistico locale e, in secondo luogo (come sviluppo futuro della ricerca,) quello di definire "aree prioritarie di intervento", ponendo le basi per la definizione di categorie di intervento progettuali *site-specific* sulla base dell'abaco elaborato e presentato nella seconda parte della tesi, a possibile integrazione delle "Norme Tecniche di Attuazione" (NTA) del Piano. Per la sperimentazione è stato scelto il Comune di Ravenna, per il quale sono state elaborate mappe del rischio al fenomeno SLR, a scala locale, che tengono conto delle previsioni al 2030, 2050 e 2100 sull'innalzamento del livello del mare. A tale scopo sono stati utilizzati dati forniti dal Laboratorio di Modellistica Climatica ed Impatti dell'ENEA – Centro ricerche Casaccia.

The thematic framework within which the thesis is placed is that of the impacts of sea level rise phenomenon on the urban settlement and the experimentation context is the national one. The state of the art about actions taken at the local level, is outlined through an inductive approach which highlight two parallel approaches shown at the end of the first part: a strategic dimension of local agendas, aimed at defining vision for urban development (medium and long term), and an experimental one, about updating the local plan. As regards the strategic dimension of local agendas, "defense", "adaptation" and "delocalization" macro-strategies are outlined and cataloged in the second part of the thesis; as regards the experimental dimension of the local plan, a double approach is highlighted: integration of the cognitive framework and definition of desirable actions. The goal of the third part is to propose some theoretical-methodological and operational references for the innovation of the local urban plan, through the definition of a replicable methodology for the elaboration of risk maps to sea level rise (at urban scale). The aim is, first of all, integrating the panel of thematic drawings of the local Urban Planning tool and, secondly, as a future development of the research, defining "priority areas of intervention", laying the foundations for the definition of site-specific design intervention categories on the basis of the abacus elaborated and presented in the second part of the thesis, as a possible supplement to the "Norme Tecniche di Attuazione" (NTA) of the Plan. The Municipality of Ravenna was chosen for the experimentation, for which maps of the risk to the SLR phenomenon were drawn up, on a local scale, which take into account the forecasts for 2030, 2050 and 2100 on sea level rise. The data was provided by the Climate Modeling and Impact Laboratory of ENEA - Casaccia Research Center.

STRATEGIE DI RIGENERAZIONE URBANA PER TERRITORI CLIMATE-PROOF. Sperimentazione e innovazione nel Piano Urbanistico locale

DOTTORANDA Dottorato di Ricerca
Marsia Marino Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura

Sapienza Università di Roma | SAPIENZA UNIVERSITY OF ROME | ciclo CYCLE XXXIII | ott. 2017 - ott. 2021
Scuola di Dottorato in Ingegneria Civile e Architettura | DOCTORAL SCHOOL IN CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
Dipartimento di 'Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura' | 'PLANNING, DESIGN, TECHNOLOGY OF ARCHITECTURE' DEPARTMENT



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Dottorato di Ricerca PIANIFICAZIONE, DESIGN, TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA
PHD PLANNING, DESIGN, TECHNOLOGY OF ARCHITECTURE
Coordinatore | Director
Prof. Fabrizio Tucci

Curriculum PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, URBANA E DEL PAESAGGIO
Curriculum TERRITORIAL, URBAN AND LANDSCAPE PLANNING
Coordinatore Curriculum | Curriculum Chair
Prof.ssa Emanuela Belfiore

STRATEGIE DI RIGENERAZIONE URBANA PER TERRITORI CLIMATE-PROOF

Sperimentazione e innovazione nel Piano Urbanistico locale

Dottoranda | PhD Candidate Marsia Marino
Supervisore | Supervisor Prof. Carmen Mariano
Consulente esterno | External advisor Dott. Gianmaria Sannino
(ENEA, Laboratorio Modellistica Climatica e Impatti – Centro Ricerche Casaccia)

Ciclo | Cycle XXXIII
Ottobre 2017 - Ottobre 2021



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

DOTTORATO DI RICERCA

Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura

COORDINATORE

Prof. Fabrizio Tucci

CURRICULUM

Pianificazione Territoriale, Urbana E Del Paesaggio

COORDINATORE CURRICULUM

Prof.ssa Emanuela Belfiore

STRATEGIE DI RIGENERAZIONE URBANA PER TERRITORI *CLIMATE-PROOF*

Sperimentazione e innovazione nel Piano Urbanistico locale

DOTTORANDA

Marsia Marino

SUPERVISORE

Prof. Carmen Mariano

CONSULENTE ESTERNO

Dott. Gianmaria Sannino (ENEA, Laboratorio Modellistica Climatica e Impatti
Centro Ricerche Casaccia)

CICLO XXXIII

Ottobre 2017 - Ottobre 2021

INDICE

| | |
|----------------------------|---|
| p. 7 | Premessa |
| | <i>Background</i> personale e campo di interesse |
| | Obiettivi della ricerca |
| | Metodologia |
| | Struttura della tesi |
| | Esiti attesi |
| | Articolazione delle attività svolte durante i tre anni di dottorato |
| p. 19 | Introduzione |
| PARTE I | CAMBIAMENTI CLIMATICI E INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE. IL GOVERNO DI CITTÀ E TERRITORI IN TRANSIZIONE |
| CAPITOLO 1 | TRASFORMAZIONI URBANE E CAMBIAMENTI CLIMATICI |
| p. 29 | 1.1 Espansione urbana e tendenze insediative nella città contemporanea |
| p. 32 | 1.2 Cambiamenti climatici e impatti sul territorio nell'era del Neo-Antropocene |
| | Oltre il concetto di Antropocene |
| | Il ruolo del capitale naturale nell'epoca del Neo-Antropocene |
| p. 38 | 1.3 Una nuova questione urbana |
| CAPITOLO 2 | INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE: FENOMENOLOGIA |
| p. 47 | 2.1 Le previsioni al 2100 dell'innalzamento del livello dei mari |
| | Inondazioni costiere in ambiente urbano |
| p. 54 | 2.2 Vulnerabilità e rischio negli ambiti urbani costieri |
| | Paesaggi sospesi |
| p. 59 | 2.3 Il contesto territoriale italiano |
| CAPITOLO 3 | GOVERNARE LA TRANSIZIONE TRA DIMENSIONE STRATEGICA E SPERIMENTALE |
| p. 67 | 3.1 Indirizzi internazionali, direttive e strategie comunitarie e quadro legislativo nazionale |
| | Direttive e strategie europee e nazionali di adattamento ai cambiamenti climatici |
| | Direttive comunitarie e quadro legislativo nazionale in materia di gestione delle acque |
| p. 76 | 3.2 La dimensione strategica delle agende locali |
| | Schede dei piani strategici internazionali |
| | Analisi comparata dei Piani strategici |
| | <i>Trade union</i> tra dimensione strategica e sperimentale: LIFE VENETO ADAPT 2016 |
| p. 90 | 3.3 La dimensione sperimentale del Piano locale |
| p. 94 | 3.4 Considerazioni conclusive sullo stato dell'arte in materia di pianificazione locale in contesto nazionale |
| BIBLIOGRAFIA DELLA I PARTE | |
| p. 99 | Bibliografia Capitolo 1 |
| p. 102 | Bibliografia Capitolo 2 |
| p. 104 | Bibliografia Capitolo 3 |

PARTE II STRUMENTI E METODI PER UNA INNOVAZIONE DEL PIANO URBANISTICO LOCALE

| | |
|-----------------------------|---|
| CAPITOLO 4 | LA DIMENSIONE SPERIMENTALE DEL PIANO LOCALE, TRA INTEGRAZIONE E INNOVAZIONE |
| p. 115 | 4.1 I ^a fase: VALUTAZIONE |
| p. 120 | 4.2 II ^a fase: INTEGRAZIONE |
| p. 129 | 4.3 III ^a fase: INNOVAZIONE |
| p. 134 | 4.4 Il valore strategico della conoscenza |
| CAPITOLO 5 | MACRO-STRATEGIE E AZIONI PROGETTUALI |
| p. 143 | 5.1 Difesa: l'approccio ingegneristico ambientale |
| | Il Piano Delta del Bangladesh. Sinergia sovranazionale sulla base della condivisione delle esperienze |
| | <i>The International Network for Storm Surge Barrier</i> |
| | L'esperienza italiana: il M.O.S.E. - MOdulo Sperimentale Elettromeccanico |
| | La <i>Thames Barrier</i> di Londra, un'occasione di rigenerazione urbana |
| p. 157 | 5.2 Adattamento: l'approccio ecologico integrato |
| | <i>The Big U</i> . Un ponte tra il mare e la terraferma |
| | <i>Hunts Point Lifelines</i> : L'ancora di salvezza del Bronx |
| | <i>Hudson River</i> : un approccio multiforme |
| | <i>New Meadowlands</i> : protezione, connessione e crescita |
| | <i>Resilient Bridgeport: claim the edge, connect the center</i> |
| | <i>Living Breakwaters</i> |
| | <i>Tottenville Shoreline Protection Project</i> |
| | <i>Living with the Bay</i> : un approccio "bufferizzato" |
| | Analisi comparata dei progetti |
| p. 180 | 5.3 Ricollocazione: i migranti della crisi climatica |
| | Città galleggianti, una nuova sfida urbana. Nasce <i>Oceanix City</i> |
| BIBLIOGRAFIA DELLA II PARTE | |
| p. 189 | Bibliografia Capitolo 4 |
| p. 190 | Bibliografia Capitolo 5 |
| PARTE III | RIFERIMENTI TEORICO-METODOLOGICI E OPERATIVI PER UNA INNOVAZIONE DEL PIANO URBANISTICO LOCALE |
| CAPITOLO 6 | RAVENNA CLIMATE-PROOF |
| p. 204 | 6.1 Una metodologia replicabile per la definizione di strategie di rigenerazione urbana <i>climate-proof</i> . |
| p. 206 | 6.2 I ^a fase: VALUTAZIONE |
| | Considerazioni preliminari sulla base delle politiche e degli strumenti di governo del territorio |
| | Azioni specifiche previste dallo schema direttore del progetto PG1 "Il Canale Candiano per integrare città, porto e mare" |
| | Azioni specifiche previste dallo schema direttore del progetto PG2 "Lo spessore dinamico del litorale" |

p. 221 6.3 I^a fase: VALUTAZIONE | Considerazioni conclusive

CAPITOLO 7 MAPPE DEL RISCHIO AL FENOMENO SLR ALLA SCALA LOCALE

- p. 228 7.1 II^a fase: INTEGRAZIONE | Materiali e metodi
Stima quantitativa dell'innalzamento del livello del mare per l'area di Ravenna
Definizione delle componenti di rischio
Materiali: Preparazione del *geodatabase*
Metodologia
- p. 238 7.2 II^a fase: INTEGRAZIONE | Lettura quantitativa delle mappe ottenute
- p. 239 7.3 II^a fase: INTEGRAZIONE | Lettura qualitativa delle mappe ottenute
Portabilità dell'impianto metodologico
Analisi comparata dei tre scenari di rischio

CONCLUSIONI CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

- p. 251 Finalità del lavoro e prospettive

BIBLIOGRAFIA

DELLA III PARTE

- p. 257 Bibliografia Capitolo 6
p. 257 Bibliografia Capitolo 7

APPENDICI

APPENDICE AL

CAPITOLO 5 ABACO DI AZIONI PROGETTUALI

- p. 265 Difesa: l'approccio ingegneristico ambientale
p. 268 Adattamento: l'approccio ecologico integrato

APPENDICE AL

CAPITOLO 6 SCHEDE DI POLITICHE E STRUMENTI

- p. 281 TAB. 1: Legge Urbanistica Regionale n°24/2017
p. 288 TAB. 2: Pianificazione territoriale e urbanistica
p. 291 TAB. 3: Pianificazione settoriale in materia di gestione delle acque
p. 291 TAB. 4: Documento Strategico 2019 (preliminare alla redazione del nuovo PUG)
p. 293 TAB. 5: Documento strategico (2019) "Il piano delle azioni consapevoli e integrate" (scheda di dettaglio)
p. 295 TAB. 6: Progetto-guida PG1 "Il Canale Candiano per integrare città, porto e mare"
p. 296 TAB. 7: Progetto-guida PG2 "Lo spessore dinamico del litorale"
- p. 305 Ringraziamenti

Premessa

Background personale e campo di interesse

La presente ricerca prende le mosse da un periodo di studio e ricerca all'estero nel 2015, quando, grazie al Programma Erasmus+, ho avuto modo di trascorrere 7 mesi ad Aalborg, in Danimarca, dove ho svolto attività di ricerca presso la *Aalborg University*, finalizzata all'elaborazione della tesi di laurea magistrale in Architettura UE [LMCU (DM 270/04) - ORDIN. 2010], discussa presso la Facoltà di Architettura della *Sapienza - Università di Roma* e conseguita con lode il 13 giugno 2016.

Il titolo del progetto è: *Stigsborg Havnefront. Il mare come rappresentazione fisica del tempo che scorre*, dove "Stigsborg Havnefront" è il nome dell'area di progetto, mentre il sottotitolo introduce l'approccio progettuale che è stato utilizzato, ovvero una progettazione per fasi temporali in relazione alle trasformazioni urbane attese a seguito di fenomeni connessi ai cambiamenti climatici.

La fase di ricerca preliminare all'elaborazione della sperimentazione progettuale è stata supervisionata dal Professor Peter Mandal Hansen¹, in qualità di relatore estero, coadiuvato dall'Arch. Erik Møller, responsabile, al Comune di Aalborg, del futuro sviluppo dell'area di "Stigsborg Havnefront"; successivamente, l'elaborazione del progetto è stata portata avanti in Italia, presso la facoltà di Architettura della *Sapienza - Università di Roma*, supervisionata dalle Prof. sse Laura Valeria Ferretti² e Carmen Mariano³. Il tema del progetto riguardava la rigenerazione di un'area in disuso all'interno del tessuto urbano della città di Aalborg, interessata da un impianto industriale in via di dismissione e da un'area in attesa di rifunzionalizzazione dove sorgeva, fino al 1999, un'industria di fertilizzanti.

Oltre a rappresentare un vuoto nel tessuto urbano, l'area risultava soggetta a rischio inondazioni, determinate dal progressivo aumento del livello del mare come effetto dei cambiamenti climatici, in un orizzonte temporale previsto di cinquanta e cento anni. Obiettivo del lavoro di tesi è stato, dunque, l'elaborazione di una strategia di rigenerazione urbana del territorio, attraverso un ap-

¹ Teaching Associate Professor, Cand Arch. presso *Arkitektskolen Aarhus*, Aarhus (DK), all'epoca della tesi *Teaching Associate Professor* presso *Aalborg University*, Aalborg (DK).

² Professore Associato in Progettazione architettonica, Dipartimento di Architettura e Progetto, *Sapienza - Università di Roma*.

³ Professore Associato in Pianificazione e Progettazione territoriale e urbanistica, Dipartimento di "Pianificazione, Design e Tecnologia dell'Architettura (PDTA)", *Sapienza - Università di Roma*.

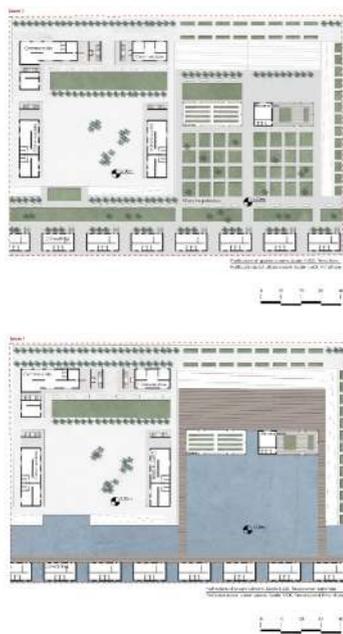


Fig. 1a e 1b_Rappresentazione grafica estratta dalla tesi di laurea Magistrale in Architettura UE dal titolo: "Stigsborg Havnefront. Il mare come rappresentazione fisica del tempo che scorre". Particolare di un'area del progetto nelle tre fasi identificate: 2016 - 2066 - 2116. Elaborazione grafica di Marsia Marino (2016).

4 L'orizzonte temporale è stato definito sulla base della tempistica cui fanno riferimento gli studi scientifici sulle previsioni degli impatti sul territorio causati dall'innalzamento del livello dei mari.

5 Boltz, F., Granlud, A. (2014). *Building Resilience to the Shocks and Stresses of Climate Change*. Just Means - The Leading Community for CSR & Sustainability News and Content. Disponibile al sito: <http://www.justmeans.com/blogs/building-resilience-to-the-shocks-and-stresses-of-climate-change>.

proccio basato su una progettazione per fasi, in un arco temporale di cento anni⁴. E' necessario precisare che tale approccio, che considera il tempo quale parametro imprescindibile del processo progettuale, non è stato volto a delineare un preciso assetto funzionale e distributivo dell'area, non potendo chiaramente prevedere come sarebbe cambiata l'utenza ed i suoi bisogni in un così esteso lasso di tempo, ma il fine è stato quello di offrire uno spunto di riflessione su come "mettere in sicurezza" le aree a rischio inondazioni, su come adattare geomorfologicamente il territorio affinché questo fosse in grado di resistere agli «stresses» (Boltz, Granlud, 2014)⁵ e su come configurare, di conseguenza, un tessuto urbano durevole e resiliente.

Gli interventi messi in campo nel progetto possono essere sintetizzati attraverso la concettualizzazione di tre strategie: ACCOGLIERE l'acqua all'interno del progetto con delle vasche di laminazione, ASSECONDARE l'innalzamento del mare e quindi lasciare la natura fare il proprio corso modificando il territorio tramite dei "non interventi" e CONTRASTARE l'avanzata dell'acqua con l'innalzamento del livello stradale in quei punti che si era deciso dovessero essere protetti (Fig. 1a, 1b-2-3).

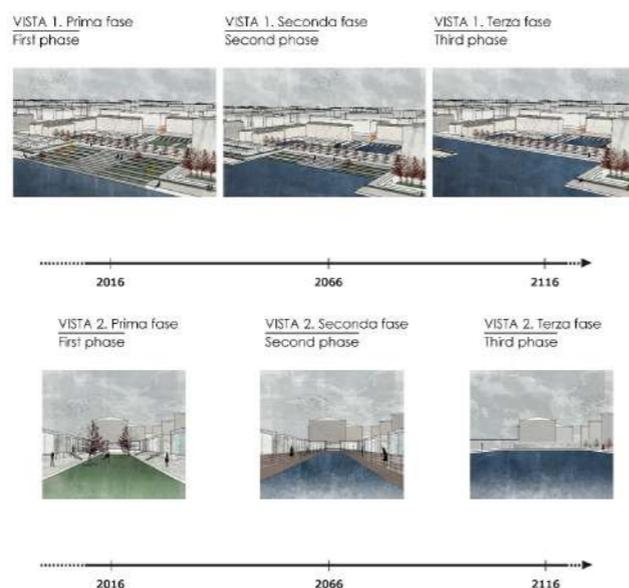


Fig. 2 e 3_Rappresentazioni grafiche estratte dalla tesi di laurea Magistrale in Architettura UE dal titolo: *Stigsborg Havnefront. Il mare come rappresentazione fisica del tempo che scorre*. Particolare di due aree del progetto nelle tre fasi identificate: 2016 - 2066 - 2116. Elaborazioni grafiche di Marsia Marino (2016).

Come si vedrà nel corso del presente studio, queste strategie sono state, successivamente, rielaborate, approfondite e sistematizzate

in relazione all'incidenza del fenomeno *sea level rise* nel contesto territoriale italiano con l'obiettivo di individuare possibili riferimenti teorico-metodologici e operativi per una innovazione del piano urbanistico locale, con particolare riferimento ai contesti urbani caratterizzati da inondazioni costiere. Per citare Gilles Clément, concept del progetto di laurea e proposito della ricerca che si sostanzia in questa tesi di Dottorato è quello di immaginare insediamenti urbani che non entrino in contrapposizione con l'ambiente naturale, che non esprimano né potere, né sottomissione (Clément, 2005),⁶ per un superamento della dicotomia tra componente antropica e naturale.

Durante il periodo di studi trascorso presso il Dipartimento di Architettura di *Aalborg University* ho frequentato i corsi dell'ottavo semestre quali *Integrated Design of Sustainable Architecture*, *Sustainable Architecture* e *Zero Energy Building*, tutti focalizzati ad acquisire competenze sul progetto urbano e l'architettura sostenibile. Grazie a questa esperienza e alla ricerca per l'elaborazione del progetto di tesi magistrale, durante la quale ho avuto modo di confrontarmi con alcuni professori del Dipartimento di *Urban Design*, sempre di *Aalborg University*, come il Prof. Simon Wind⁷, esperto di mobilità sostenibile e *Smart Cities*, ho sviluppato un interesse molto forte per le tematiche connesse alla pianificazione e progettazione urbanistica sostenibile, e, nello specifico, inerenti alla gestione delle aree costiere in ambiente urbano, interessate da fenomeni di inondazione causati dall'innalzamento del livello del mare come effetto dei cambiamenti climatici.

L'anno successivo alla tesi di Laurea Magistrale è stato volto al rafforzamento delle conoscenze inerenti all'architettura del paesaggio. Ho frequentato, quindi, il Master Internazionale di II livello in Progettazione del Paesaggio (PdP) organizzato dall'Associazione Culturale "architetto Simonetta Bastelli" insieme a CURSA - Consorzio Universitario per la Ricerca Socioeconomica e per l'Ambiente e UNICAPE - European Network of Universities (Fig. 4).

Al termine del Master ho vinto il concorso per il XXXIII ciclo del Dottorato di Ricerca in "Pianificazione, Design e Tecnologia dell'Architettura", curriculum "Pianificazione territoriale, urbana e del Paesaggio" (ICAR 21), del Dipartimento di "Pianificazione, Design e Tecnologia dell'Architettura" (PDTA) presso *Sapienza - Università di Roma*, dove, assieme al mio tutor Prof.ssa Carmen Mariano, a partire dalle tematiche di ricerca già affrontate, ho avviato un percorso di approfondimento sul tema del rapporto tra cambiamenti climatici e politiche di governo del territorio.

Entrando nel merito della presente tesi di Dottorato, il fine è quello di offrire un contributo scientifico che favorisca il progresso della conoscenza sulle misure di adattamento e resilienza del territorio urbanizzato interessato da fenomeni di inondazioni costiere causati dall'innalzamento del livello del mare e che rappresentano, più in generale, uno degli effetti dei cambiamenti climatici.



Fig. 4_Presentazione del lavoro finale del Workshop di progettazione sul Parco Marino di Alonissos, parte integrante delle attività formative del Master Internazionale di II livello in Progettazione del Paesaggio (PdP), presso Alonissos, Isole Sporadi, Grecia, giugno 2017. Foto di Stefano Damiano (2017).

⁶ Clément, G. (2005). *Manifesto del terzo paesaggio* (F. De Pieri, trad.). Quodilbet, Macerata.

⁷ *Researcher, Section for Architecture and Urban Design, Mobility and Tracking Technologies Centre for Mobility and Urban Studies* presso *Aalborg University, Aalborg (DK)*.

8 L'Agenzia europea dell'ambiente (AEA) è un'agenzia dell'Unione europea il cui compito è fornire informazioni indipendenti e qualificate sull'ambiente. L'Agenzia europea dell'ambiente (AEA) opera con l'obiettivo di favorire lo sviluppo sostenibile e contribuire al conseguimento di miglioramenti significativi e misurabili dell'ambiente in Europa, fornendo ai responsabili delle decisioni politiche e al pubblico informazioni attendibili.

9 European Environment Agency [EEA] (2016). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe*.

10 L'UNISDR è stata istituita nel 1999 come segreteria dedicata per facilitare l'attuazione della Strategia internazionale per la riduzione delle calamità (ISDR). È incaricata, dalla risoluzione dell'Assemblea generale delle Nazioni Unite, (56/195), del coordinamento delle iniziative volte alla riduzione dei disastri e di garantire sinergie tra le attività di riduzione del disastro del sistema delle Nazioni Unite e le organizzazioni e attività regionali in campo socioeconomico e umanitario. È un'unità organizzativa del Segretariato delle Nazioni Unite ed è guidata dal Rappresentante speciale delle Nazioni Unite del Segretario generale per la riduzione dei rischi di catastrofi (SRSG).

11 UNISDR (2015), Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.

12 United Nation (2015), Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile.

13 Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera (TNEC) & ISPRA (2018). *Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici*. - MATTM Regioni.

La tematica interessa innumerevoli campi disciplinari, compreso quello della pianificazione e progettazione urbanistica, così come sottolineato da numerosi istituti di ricerca tra cui la *European Environment Agency* (EEA)⁸ che, nel report *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016*⁹, manifesta la necessità, da parte dei Paesi europei, di definire strategie e piani di adattamento territoriale a livello nazionale, regionale e locale per la prevenzione e la gestione del rischio legato alla crisi climatica. Anche *The United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (UNISDR)¹⁰ nel documento *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*¹¹ ha sancito il ruolo chiave della pianificazione territoriale nel ridurre le vulnerabilità dei territori, evidenziando da un lato l'inadeguatezza degli approcci e degli strumenti settoriali sin ora messi in campo per la prevenzione e la mitigazione dei rischi, dall'altro la necessità di un approccio transdisciplinare che travalichi le specificità e le competenze disciplinari.

La cogenza del tema emerge anche negli obiettivi dell'*Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile* che sottolineano la necessità di «rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili» ed invita gli stati firmatari ad «adottare misure urgenti per combattere i cambiamenti climatici e le sue conseguenze» (UN, 2015)¹².

Inoltre, entrando nel merito del fenomeno oggetto di approfondimento, emergono notizie sempre più allarmanti riguardo gli effetti disastrosi che l'innalzamento del livello del mare, in connessione ad altri fenomeni come quello dello *storm surge*, stanno causando sui territori e sulle città.

Fabrizio Antonioli, geomorfologo dell'ENEA, durante un Convegno dedicato ai cambiamenti climatici e all'innalzamento del Mar Mediterraneo tenutosi a Roma il 5 luglio 2018 ha affermato che in Italia sono 33 le aree a rischio a causa dell'aumento del livello del mare e che le zone più estese si trovano sulla costa settentrionale del mare Adriatico tra Trieste e Ravenna, mentre altre aree, particolarmente vulnerabili, sono le pianure costiere della Versilia, di Fiumicino, le Piane Pontina e di Fondi, del Sele e del Volturno, l'area costiera di Catania e quelle di Cagliari e Oristano. Secondo tale studio, il massimo aumento del livello delle acque è atteso nel Nord Adriatico dove la somma del mare che sale e della costa che scende raggiungerà valori compresi tra 90 e 140 centimetri entro cento anni. A testimonianza dell'urgenza con la quale il tema merita di essere analizzato, il Ministero dell'Ambiente, il 6 aprile 2018, ha sottoscritto con tutte le Regioni rivierasche italiane un Protocollo d'intesa per la stesura delle linee guida nazionali per la difesa delle coste dall'erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici.

Il frutto di questo lavoro sono le "Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici" (TNEC & ISPRA, 2018).¹³

Obiettivi della ricerca

Alla luce di quanto fin ora espresso, l'obiettivo della tesi è quello di individuare, a partire dalla messa a sistema dello stato dell'arte e di alcuni rilevanti contributi, afferenti a diversi settori scientifico-disciplinari, in materia di mitigazione e adattamento del territorio agli effetti del *climate change*, riferimenti teorico-metodologici e operativi per una innovazione del Piano Urbanistico locale che tengano conto dell'effetto dell'innalzamento del livello del mare sulle città costiere italiane, in risposta all'obiettivo numero 13 dell'*Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*, che al punto 13.2 sottolinea la necessità di integrare le misure contro gli effetti del cambiamento climatico nel processo di *decision making* sullo sviluppo urbano sostenibile, nonché nelle politiche, strategie e pianificazione nazionali.

Metodologia

La metodologia adottata rielabora uno studio di Mary-Ann Knudstrup¹⁴ dal titolo *Integrated Design Process in Problem-Based Learning* (Knudstrup, 2004),¹⁵ pubblicato da *Aalborg University* nel 2004, che prevede un processo iterativo, transdisciplinare ed integrato per l'elaborazione di progetti di architettura sostenibile teso ad integrare elementi inerenti al campo dell'architettura e dell'ingegneria.

Il processo originario è articolato in cinque fasi:

- **Problem formulation / problem idea** che prevede la contestualizzazione tematica e l'analisi della problematica dalla quale scaturisce il progetto/la ricerca;
- **Analysis Phase** che prevede un'analisi di tutte le informazioni che devono essere acquisite prima di procedere alle fasi operative/propositive di elaborazione progettuale e/o di ricerca, comprese esperienze e sperimentazioni attinenti al campo di interesse che possano costituirsi quali *best practices*;
- **Sketching Phase** che prevede l'acquisizione e la messa a sistema, di tutte le informazioni e gli stimoli emersi dalle fasi precedenti per dare vita ad una prima fase propositiva; da questo processo possono emergere elementi di valutazione e/o input che non erano stati precedentemente valutati o, viceversa, può capitare di attribuire un peso minore ad elementi che, durante la fase di analisi, si pensava sarebbero stati determinanti, imponendo, in questo modo, una riconsiderazione e rianalisi delle fasi precedenti, a testimonianza del processo iterativo;
- **Synthesis Phase** è la fase in cui il progetto e/o la ricerca, tramite un processo induttivo rispetto alle esperienze analizzate durante la prima fase della ricerca, prende le sue forme definitive, e gli obiettivi trovano una sintesi grazie all'integrazione dei differenti apporti scientifico-disciplinari che sono intervenuti con le loro specificità all'interno delle fasi precedenti;

¹⁴ Associate Professor, Architect maa1 Department of Architecture & Design, Aalborg University.

¹⁵ Knudstrup, M.A. (2004). *Integrated design process in problem-based learning*. Aalborg University.



Fig. 5 Metodologia per la contestualizzazione tematica del quadro legislativo e normativo comunitario e nazionale in materia di adattamento del territorio ai cambiamenti climatici. Elaborazione di Marsia Marino (2020).

- **Presentation Phase** rappresenta la parte finale del processo compositivo e/o di ricerca, dove i risultati ottenuti dalla fase di *synthesis* vengono presentati e contestualizzati.

La metodologia appena presentata, nella sua articolazione in cinque fasi, è stata rielaborata e snellita nella struttura, conservandone l'impostazione concettuale, e salvaguardandone il carattere iterativo, transdisciplinare ed integrato. Il risultato di tale processo viene di seguito riportato (§ Struttura della tesi).

Struttura della tesi

La tesi è articolata in tre parti:

- **Prima parte | contestualizzazione tematica**, dalla quale emerge la necessità di assumere il tema degli impatti dei cambiamenti climatici come elemento strutturale per l'aggiornamento delle politiche di governo del territorio, a livello nazionale, regionale e locale. Dopo un inquadramento generale volto a far emergere la sostanziale fragilità delle città contemporanee, causata da fattori endogeni ed esogeni, in questa parte viene illustrata la fenomenologia legata al fenomeno del *sea level rise* e come questo interagisce con l'ambiente urbano costiero, attraverso la disamina di diverse esperienze in ambito internazionale e nazionale. In questa fase, inoltre, attraverso un approfondimento gerarchizzato delle fonti, viene circoscritto il quadro legislativo e normativo comunitario e nazionale in materia di adattamento del territorio ai cambiamenti climatici, dal quale emerge, per mezzo di un approccio induttivo, il ruolo cruciale delle Amministrazioni locali nella lotta ai cambiamenti climatici in generale e nelle azioni di adattamento del territorio ai fenomeni ad essi legati. A tale proposito, sempre tramite un approccio induttivo, volto a delineare lo stato dell'arte delle azioni intraprese a livello locale, è stato possibile evidenziare due approcci paralleli: una dimensione strategica delle agende locali, nella definizione di *vision* per lo sviluppo urbano e una sperimentale, dal punto di vista dell'aggiornamento del Piano locale (Fig. 5). Per quanto riguarda la dimensione strategica delle agende locali, emerge la definizione di orizzonti temporali a breve, medio e lungo termine, per i quali vengono delineate strategie di difesa, di adattamento e di delocalizzazione; per quanto riguarda la dimensione sperimentale del Piano locale, invece, tema sul quale la tesi si focalizza con la sperimentazione proposta nella terza parte, inizia a prefigurarsi un doppio approccio: integrazione del quadro conoscitivo e definizione di azioni auspicabili. Questa parte risponde alle esigenze di identificazione della problematica espresse nella fase di *Problem formulation / problem idea*;

- **Seconda parte | analisi dello stato dell'arte.**

In linea con quanto emerso a termine della prima parte, rispetto al doppio binario su cui viaggia l'aggiornamento delle politiche e degli strumenti di governo del territorio, viene approfondita in prima istanza la dimensione sperimentale in materia di aggiornamento del piano locale, in questa parte vengono analizzati nel dettaglio i casi studio cui si è fatto riferimento nella prima parte, al fine di mettere in luce gli approcci relativi all'aggiornamento del quadro conoscitivo del territorio.

In seconda istanza, vengono declinate nel dettaglio alcune esperienze progettuali afferibili alle strategie prevalenti emerse dallo studio dei piani strategici internazionali, cioè difesa, adattamento e delocalizzazione tramite la sintesi di alcune esperienze internazionali rilevanti che costituiscono le *best practices* per la definizione di un abaco di azioni auspicabili *site-specific*.

Questa parte risponde alle esigenze di acquisizione delle informazioni ed analisi delle *best practices* espresse nella fase di *Analysis* e di operatività espresse in quella di *Sketching*;

- **Terza parte | sperimentazione** finalizzata all'individuazione di riferimenti teorico-metodologici e operativi per l'innovazione del Piano urbanistico locale, attraverso la proposta di una metodologia replicabile per l'elaborazione di mappe del rischio da *sea level rise* a scala urbana, i cui risultati hanno, in primo luogo, l'obiettivo di integrare il *panel* degli elaborati tematici dello strumento Urbanistico locale e, in secondo luogo, come sviluppo futuro della ricerca, quello di definire "aree prioritarie di intervento", ponendo le basi per la definizione di categorie di intervento progettuali *site-specific* sulla base dell'abaco elaborato e presentato nella seconda parte della tesi. Questa parte risponde, in fine, alle esigenze di definizione degli obiettivi specifici e presentazione dei risultati attesi dalla sperimentazione espressi nelle fasi di *Synthesis* e *Presentation*.

Esiti attesi

L'esito atteso della ricerca è quello di identificare alcuni riferimenti teorico-metodologici e operativi per l'innovazione del Piano Urbanistico locale in termini di integrazione del quadro conoscitivo del territorio, tramite l'elaborazione di mappe del rischio al fenomeno SLR, a scala locale, che tengano conto delle previsioni al 2030, 2050 e 2100 sull'innalzamento del livello del mare, sulla base degli indici RCP,¹⁶ identificati nel quinto rapporto IPCC del 2013.¹⁷

Dalle mappe del rischio ottenute sarà possibile determinare la consistenza delle aree urbanizzate esposte a rischio inondazione, per i tre orizzonti temporali sopracitati; risultato che, come precedentemente espresso, da un lato garantisce un aggiornamento del quadro conoscitivo dello strumento urbanistico locale, dall'altro permet-

¹⁶ Rappresentano l'ultima generazione di scenari di emissione: i Percorsi Rappresentativi di Concentrazione (*Representative Concentration Pathways, RCP*), ed indicano un andamento rappresentativo delle concentrazioni dei gas a effetto serra corrispondenti a loro volta a un determinato andamento delle emissioni umane.

¹⁷ Rappresenta lo stato attuale sulle conoscenze sui cambiamenti climatici e sui loro potenziali impatti sul territorio.

te, come sviluppo futuro della ricerca, la definizione di categorie di intervento recepibili anche all'interno delle Norme Tecniche di Attuazione, nella forma di un abaco di possibili azioni progettuali, declinate all'interno di più ampie strategie di rigenerazione urbana per territori *climate-proof*.

Si precisa che la parte relativa alle previsioni sull'innalzamento del livello del mare, nonché i dati scientifici utilizzati nella sperimentazione, sono stati forniti dal Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti dell'ENEA, nella persona del dott. Gianmaria Sannino, responsabile del Laboratorio e correlatore esterno della presente tesi di dottorato.

Articolazione delle attività svolte durante i tre anni di dottorato

A partire dalla tesi di laurea magistrale, brevemente illustrata nelle prime pagine, ho sentito l'esigenza da un lato di approfondire lo studio del fenomeno e di comprendere l'incidenza dello stesso nel contesto territoriale italiano, dall'altro indagare quale fosse l'approccio della disciplina urbanistica alla tematica.

Il percorso dottorale che ha portato alla stesura della tesi è stato scandito, come già accennato, dalla partecipazione a numerose conferenze, nazionali ed internazionali, che mi hanno dato l'opportunità non solo di approfondire diverse tematiche connesse al tema e conoscere esperti che, a vario titolo, se ne occupano, ma anche di cimentarmi nella scrittura di articoli scientifici, esercizio che mi ha aiutata a procedere nella concettualizzazione del lavoro di tesi per approfondimenti successivi, fino alla concretizzazione del lavoro conclusivo, presentato in queste pagine.

Il primo anno di dottorato è stato volto ad inquadrare la tematica nelle sue connotazioni disciplinari e quindi a comprendere quale fosse lo stato dell'arte rispetto alle strategie di rigenerazione urbana indirizzate in un'ottica ecologica, alla luce degli effetti dei cambiamenti climatici sui territori e in particolare in ambiente urbano. In questo senso, tre le varie attività di formazione erogate dal dottorato e non, fondamentali sono stati i convegni:

- *Changing Cities III - Spatial, Design, Landscape & Socio-economic Dimensions*, University of Thessaly, 2017;
- *Water Sensitive Urban Planning / L'acqua nella pianificazione territoriale*. CeNSU, Centro Nazionale degli studi urbanistici, 2018;
- *Urban Promo UPhD Green*, INU, Università IUAV di Venezia, 2018;
- *I° giornata di studi INU: INTERRUZIONI, INTERSEZIONI, CONDIZIONI, SOVRAPPOSIZIONI. Nuove prospettive per il territorio*

INTERRUPTIONS, INTERSECTIONS, SHARINGS AND OVERLAP-PINGS. New perspectives for the territory, Università degli studi di Napoli Federico II, 2018.

Durante queste occasioni (e altre non legate ai convegni menzionati) ho avuto modo di partecipare con alcuni contributi, ognuno dei quali ha rappresentato una progressione nel mio lavoro di ricerca. In particolare:

- **Marino, M. (2018). "Urban natures for urban resilience. Time-phases design for Changing Cities", in *Proceedings of the International Conference on Changing Cities III. Spatial, Design, Landscape & Socio-economic Dimensions*, pp.145-155, ISBN:978-618-5271-12-1;**
- **Marino, M. (2018) "Pianificazione del paesaggio. Il progetto urbano come sintesi", in Ippolito A.M., *Pensieri di paesaggio. Un itinerario lungo vent'anni*, FrancoAngeli, Milano, MI, pp. 30-31, ISBN: 978-88-917-6290-0;**
- **Mariano C, Marino M (2018). "Water landscapes: from risk management to a urban regeneration strategy" in *UPLand Journal of Urban Planning. Landscape & environmental Design*, vol. 3, ISSN: 2531-9906;**
- **Marino, M. (2018) "Inondazioni costiere in ambiente urbano. Dalla dimensione strategica a strumenti dinamici per l'adattamento delle città" in *PLANUM*, pp.69-78, ISBN:1723-0993.**

Durante il secondo anno l'obiettivo è stato quello di inquadrare la tematica in maniera più puntuale e comprendere quale fosse lo stato dell'arte rispetto alla necessità di adattare i contesti urbani coinvolti agli impatti causati dal fenomeno oggetto di studio.

In tal senso è opportuno ricordare le seguenti attività formative:

- *GEOGRAFIE DEL RISCHIO. Nuovi paradigmi per il governo del territorio*, Seminario SIU – Società Italiana degli urbanisti, 2019;
- *Changing Cities IV - Spatial, Design, Landscape & Socio-economic Dimensions*, University of Thessaly, 2019;
- *Urban Density & Sustainability / Densità e sostenibilità*, CeNSU, Centro Nazionale degli studi urbanistici, 2019;
- *Changing Cities IV - Spatial, Design, Landscape & Socio-economic Dimensions*, University of Thessaly, 2019;
- *INPUT aCAdeMy*, Università degli studi di Cagliari, 2019.

I contributi prodotti durante il secondo anno (in occasione delle menzionate conferenze) hanno rappresentato un punto di svolta nel percorso di ricerca e sono stati fondamentali per la concettualizzazione delle tre macro-strategie di "difesa", "adattamento" e "ri-collocazione" presentate nel quinto capitolo della tesi:

- **Mariano, C., Marino, M. (2019) "Pianificazione integrata delle aree costiere soggette a rischio inondazione. Il caso**

- olandese” in *Geografie del rischio Nuovi paradigmi per il governo del territorio*. Donzelli, ISBN: 978-88-5522-078-1;
- Mariano, C., Marino, M. (2019) “Public space and climate change. Innovative planning approaches for the urban regeneration of coastal cities”, in *Proceedings of the International Conference on Changing Cities IV. Spatial, Design, Landscape & Socio-economic Dimensions*, pp. 397-405, ISBN:978-960-99226-9-2;
 - Herzog, L. M., Marino, M. (2019) “The use of green in changing cities. An integrated approach to planning the urban landscape with green technologies”, in *Proceedings of the International Conference on Changing Cities IV. Spatial, Design, Landscape & Socio-economic Dimensions*, pp. 397-405, ISBN:978-960-99226-9-2;
 - Mariano, C., Marino, M. (2019). “Defense, adaptation and relocation. Three strategies for urban planning of coastal areas at risk of flooding” in *Planning, Nature and Ecosystem Services INPUT aCAdeMy 2019 Conference proceedings*, ISBN: 978-88-6887-054-6;
 - Mariano, C., Marino, M. (2019). “Inondazioni costiere nel Mediterraneo. Strategie di trasformazione per città resilienti” in *AGATHÓN*. ISSN:2464-9309;
 - Damiano S., Marino, M. (2020) “La densità come nuovo paradigma per la resilienza urbana e socioeconomica. L’adattamento delle città agli effetti del climate change” in *UPLanD Journal of Urban Planning. Landscape & environmental Design*, ISSN:2531-9906.

Il terzo anno è stato volto, in modo particolare, a cristallizzare studi ed esperienze rispetto alla dimensione sperimentale del Piano locale sulla necessità di assumere le sfide legate all’adattamento del territorio agli effetti dei cambiamenti climatici in generale, e del SLR in modo particolare, all’interno degli elaborati descrittivi e, successivamente, prescrittivi del Piano. In questo senso, le conferenze di seguito elencate hanno rappresentato importanti momenti di confronto:

- *Progetti per il paese – Urban Promo*, INU, 2020;
- *Seminário Internacional em Urbanismo – SIIU*, Universidade de Lisboa, 2020.

Durante il terzo anno sono state prodotte le seguenti pubblicazioni scientifiche:

- Mariano, C., Marino, M. Pisacane, G., Sannino, GM. (2021). “Sea level rise and coastal impacts: innovation and improvement of the Local Urban Plan for a climate-proof adaptation strategy” in *Sustainability*, 13, 1565. <https://doi.org/10.3390/su13031565>. ISSN:2071-1050;
- Mariano, C., Marino, M. (2021). “SUSTAINABLE URBAN

PROJECT The role of public spaces in adapting cities to the effects of climate change” in *Proceeding convegno XXVII SIIU – Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo*, Universidade de Lisboa;

- Mariano, C., Marino, M. (2021). “Towards a sustainable turning point of the urban project. The role of public spaces in adapting cities to the effects of climate change” convegno CHANCES. Alma Mater Studiorum – Università di Bologna. ISBN:9788854970748;
- Damiano, S., Marino, M. (2020). “Landscape policies, urban and territorial planning to support SNSVS and SNAC” in *Plurimondi – An International Forum for Research and Debate on Human Settlement*, pp. 187-208, ISSN 2420-921X;
- Mariano, C., Marino, M. (2020). “Sea level rise e strategie di rigenerazione in ambiti urbani costieri. Il caso di Ravenna” in *Proceeding XVII edizione Urban Promo “Progetti per il paese” Le nuove comunità urbane e il valore strategico della conoscenza come i processi cognitivi possono motivare la politica, garantire l’utilità del piano, offrire una via d’uscita dall’emergenza*. Milano, INU URBIT. ISBN:9788899237264.

Nei tre anni di dottorato, per l’elaborazione della ricerca, sono stati intervistati diversi esperti che, a vario titolo, si occupano di misure di adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici e/o delle tematiche connesse alla gestione costiera delle aree interessate dal fenomeno del *sea level rise*, appartenenti al mondo accademico e della ricerca e/o professionale, che ringrazio per la disponibilità:

- **Dott. Emanuele Lombardi** [Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti dell’ENEA] giugno 2020.
- **Dott.ssa Giovanna Pisacane** [Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti dell’ENEA] ottobre 2020.
- **Dott. Lorenzo Moretti** [Laboratorio Tecnologie per la Dinamica delle Strutture e la PREVENZIONE del rischio sismico e idrogeologico] ottobre 2020.
- **Dott. Geol. Sergio Nannini** [U.O. Geologico - Servizio Tutela Ambiente e Territorio – Area Infrastrutture Civili] luglio 2020
- **Dott.ssa Geol. Luisa Perini** [Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli Regione Emilia – Romagna] luglio 2020
- **Dott. Gian Maria Sannino** [Responsabile del Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti dell’ENEA] ENEA – Casaccia | mercoledì 31 luglio 2019
- **Dott. Geol. Fabrizio Antonioli** [Ricercatore dell’Enea presso il Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti]. ENEA – Casaccia | mercoledì 31 luglio 2019
- **Dott. Massimo Gabellini** [Dirigente ISPA].
Argomento dell’intervista: *TNEC – Tavolo Nazionale sull’Erosio-*

- ne Costiera ed elaborazione Piani regionali delle coste* | 4 marzo 2019.
- **Prof.ssa Lina Davoli** [Professore associato di Geografia e Cartografia presso il Dipartimento di Scienze della Terra della facoltà di Geologia, Sapienza - Università di Roma].
Argomento dell'intervista: *Il Delta del Tevere* | 4 marzo 2019.
 - **Prof. Brent D. Rayan** [Head of the City Design and Development Group e Professore associato di Urban Design and Public Policy presso il Dipartimento di Urban Studies and Planning al MIT - Massachusetts Institute of Technology, Boston].
Argomento dell'intervista: *I migranti della crisi climatica. Strategie di ricollocazione* | Dipartimento di Urban Planning MIT (Boston) | 26 settembre 2018.
 - **Prof.ssa Paola Malanotte Rizzoli** [Professore ordinario di fisica oceanografica presso il Dipartimento Earth, Atmospheric and Planetary Sciences al MIT - Massachusetts Institute of Technology, Boston].
Argomento dell'intervista: *Venezia e il MOSE* | Venezia, Palazzo Badoer | 20 settembre 2018.
 - **Jean Pierre Charbonneau** [Consulente generale per le politiche sullo spazio pubblico di diverse amministrazioni europee e dell'America Latina].
Argomento dell'intervista: *Aménagements d'anticipation* | Sapienza - Università di Roma, facoltà di architettura | 11 giugno 2018.

Introduzione

Il dibattito riguardo i cambiamenti climatici e gli effetti sul territorio è sempre più attuale. Le notizie sul tema sono in costante aggiornamento e l'opinione pubblica è sempre più consapevole dei rischi a cui l'umanità andrà incontro nel prossimo futuro. Gli scenari prospettati dai più autorevoli istituti di ricerca mondiali oscillano tra scenari "ottimistici" e "pessimistici", dividendo, di fatto, l'opinione pubblica e i decisori politici su quale di questi sia più opportuno prendere in considerazione per la salvaguardia delle risorse del pianeta.

Tuttavia, agli occhi della comunità scientifica si sta delineando, con sempre più chiarezza, che anche gli scenari cosiddetti "pessimistici" non hanno tenuto conto di fenomeni che, ad oggi, sono stati difficilmente prevedibili, e che, quindi, la situazione potrebbe prospettarsi addirittura peggiore dei pronostici sin ora pubblicati. Un esempio di questo è senza dubbio rappresentato dagli incendi avvenuti nel giugno del 2019 nel Circolo Polare Artico (Fig. 6), scatenati da un'estate precoce, estremamente calda e secca.



Fig. 6 Immagine degli incendi in Siberia nel 2019. Fonte: Dire.

Secondo l'Amministrazione oceanografica e atmosferica degli Stati Uniti¹⁸, il giugno 2019 è stato il più caldo mai registrato su scala mondiale, e soprattutto, non equamente ripartito a livello planetario: l'Artide si sta riscaldando a una velocità doppia rispetto al resto del pianeta (Copernicus, 2019)¹⁹. Nelle regioni andate a fuoco, le temperature sono state anche tra gli 8 e i 10 gradi più calde rispetto alle medie registrate tra il 1981 e il 2010. Il conseguente inaridimento della flora ha prodotto stoppe che hanno portato agli incendi naturali delle foreste, probabilmente scatenati dai fulmini (The Economist, 2019)²⁰.

Materia tanto complessa ed eterogenea investe tutti i campi del vivere comune e la ricerca, in tal senso, è di primaria importanza per tutti i settori scientifico-disciplinari, che, a vario titolo, all'interno delle proprie specificità, si interrogano su come perseguire uno sviluppo sostenibile del pianeta.

L'umanità si trova, pertanto, a dover mettere in discussione lo stile di vita e le abitudini perpetrate fin ora. Quello a cui stiamo assistendo rappresenta un cambiamento epocale, in cui lo sviluppo sostenibile del pianeta e la conservazione dell'habitat umano, animale e vegetale necessitano un approccio transdisciplinare, una comunione di intenti in grado di fare rete tra professionisti e studiosi afferenti a campi diversi.

Concretamente, parlare di interventi da mettere in campo, necessita una doverosa e sostanziale distinzione tra interventi di mitigazione e di adattamento, i primi volti ad una riduzione e stabilizzazione dei livelli di gas serra, i secondi orientati all'adattamento dell'uomo ai cambiamenti climatici già in atto e considerati irreversibili (NASA, 2019)²¹.

Mitigazione

Gli interventi di mitigazione implicano la riduzione del flusso di gas serra che va ad interferire con l'atmosfera, da un lato riducendo le fonti di questi gas, come ad esempio l'uso di combustibili fossili per l'elettricità, dall'altro salvaguardando oceani e foreste che sono in grado di immagazzinare e smaltire questi gas.

L'obiettivo della mitigazione è essenzialmente quello di evitare significative interferenze umane con il sistema climatico e "stabilizzare" i livelli di gas serra in modo tale da consentire agli ecosistemi di adattarsi naturalmente ai cambiamenti climatici, garantire che la produzione alimentare non sia minacciata e consentire uno sviluppo quanto più sostenibile del pianeta (IPCC, 2013)²².

Adattamento

Gli interventi di adattamento sono invece volti ad adattare la vita dell'uomo al clima che cambia tenendo conto della situazione attuale e di quella prevista. L'obiettivo è quello di ridurre la nostra vulnerabilità agli effetti dannosi dei cambiamenti climatici, come

l'innalzamento del livello del mare, gli eventi meteorologici estremi, sempre più frequenti ed intensi, la scarsità di cibo e acqua...

Anche i governi, a vari livelli, si stanno attivando in strategie di adattamento sempre più strutturali, elaborando piani di sviluppo con prospettive a lungo termine al fine di gestire i disastri, sempre più estremi, a cui stiamo assistendo, nonché evitare i rischi a questi associati, proteggendo le coste dall'innalzamento del livello del mare, orientando uno sviluppo urbano che rispetti gli ecosistemi, pianificando l'uso idrico, incentivando lo sviluppo di colture resistenti (IPCC, 2014)²³.

In estrema sintesi, è possibile affermare che ciò che attiene allo studio dei cambiamenti climatici e i loro effetti sul territorio interessa il campo delle misure di mitigazione, ciò che attiene all'adattamento dell'uomo a tali effetti interessa il campo degli interventi di adattamento.

La presente tesi si colloca all'interno del dibattito scientifico relativo agli interventi di adattamento, analizzando le fonti tramite il filtro disciplinare della pianificazione urbanistica, con il fine di offrire un valido contributo scientifico riguardo la collocazione di tale disciplina riguardo la tematica in esame.

Gli effetti dei cambiamenti climatici sul territorio sono molteplici e ognuno di questi rappresenta un campo di indagine ben definito, connotato da una propria letteratura scientifica e una propria legislazione di riferimento.

Interesse di questa ricerca sono gli effetti sul territorio costiero causati dal fenomeno del *sea level rise* (di seguito SLR) come conseguenza dei cambiamenti climatici e il contesto di riferimento è quello urbano.

¹⁸ National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA)

U.S. Department of Commerce è un'agenzia americana che si occupa di ricerca scientifica nel campo dei cambiamenti climatici e degli effetti sul territorio. Il loro fine è quello di informare l'opinione pubblica, i decisori politici, i pianificatori urbani e chiunque lavori, a diverso titolo sull'ambiente e il territorio, riguardo i cambiamenti climatici e i loro effetti, fornendo dati utili ad uno sviluppo sostenibile del pianeta.

¹⁹ Copernicus (2019). "Surface air temperature for June 2019". Disponibile al sito: <https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-june-2019>.

²⁰ The Economist (2019). "The Arctic is ablaze". Disponibile al sito: <https://www.economist.com/europe/2019/08/01/the-arctic-is-ablaze>.

²¹ Nasa (2019). *Responding to Climate Change – Key points*. Disponibile al sito: <https://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>.

²² IPCC (2013) *Summary for Policymakers*. Pag. 4.

²³ IPCC (2014) *Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability*.

PARTE 1

Cambiamenti climatici e innalzamento del livello del mare

Il governo di città e territori in transizione

CAPITOLO 1 TRASFORMAZIONI URBANE E CAMBIAMENTI CLIMATICI

ABSTRACT

Chapter 1 proposes a thematic framework aimed at bringing out the importance of the analyzed topic in relation to the transformations already taking place in the territory, caused by numerous endogenous and exogenous factors that characterize our cities as organisms in transition, in change. For at least twenty years there has been a considerable increase in the population (UN, 2019) and an increasing concentration of people in urban agglomerations.

In fact, to date, more than 50% of the world population lives in cities, a percentage that will increase considerably by 2050. A symptom of this growth trend is the phenomenon of the so-called megacities.

The data expressed so far are associated with forecasts relating to the constant and sudden worsening of climatic conditions. The latest IPCC summary report (IPCC, 2013) represents the current state of knowledge on climate change and its potential environmental and socio-economic impacts, and highlights how human responsibilities for such changes is now undeniable; one of the most direct and tangible consequences of this phenomenon is undoubtedly represented by the constant and sudden rise in sea level (IPCC, 2018).

In light of this, the concept of Neo-Anthropocene (Ronsivalle, 2019) is increasingly frequent. In fact, man, having acknowledged his responsibility regarding these changes, sets in motion resilient urban development strategies, exploiting his own creativity, reversing his role: from principal responsible to creator of a new rebirth, capable of ensuring sustainable development for present and future generations. Therefore, through this path, we arrive at an awareness of the vulnerability and fragility of the territory which presupposes a capacity for government and public action, in a perspective of urban-territorial intervention, based on an integrated ecological approach (Aragona, 2013) able to adapt both to the wide-area and to the urban and local one (Ricci, 2017). Therefore, the urban planning discipline, supported by EU policies, is showing itself to be increasingly sensitive to the issue. In fact, the challenge of adapting cities has become the main theme of the urban planning discipline, which today moves on two fronts: strategic planning on large-scale, and urban regeneration strategies on the urban scale (through specific interventions on the territory aimed at an ecological reconversion of settlement structures).

ABSTRACT

Il Capitolo 1 propone un inquadramento tematico volto a far emergere la cogenza del tema oggetto di analisi in relazione alle trasformazioni già in atto nel territorio, causate da numerosi fattori endogeni ed esogeni, che connotano le nostre città come organismi in transizione, in mutamento.

Da almeno vent'anni si registra un considerevole aumento della popolazione (ONU, 2019) e una concentrazione sempre maggiore della stessa negli agglomerati urbani. Infatti, ad oggi, più del 50% della popolazione mondiale vive in città, percentuale in considerevole aumento entro il 2050. Un sintomo di questo *trend* di crescita è il fenomeno delle cosiddette megalopoli.

Ai dati espressi fin ora si associano le previsioni relative al costante e repentino peggioramento delle condizioni climatiche. L'ultimo rapporto di sintesi dell'IPCC (IPCC, 2013) rappresenta lo stato attuale delle conoscenze sui cambiamenti climatici e sui loro potenziali impatti ambientali e socioeconomici e evidenzia come la responsabilità dell'uomo su tali cambiamenti sia ormai innegabile; una delle conseguenze più dirette e tangibili di questo fenomeno è senza dubbio rappresentata dal costante e repentino innalzamento del livello dei mari (IPCC, 2018).

Alla luce di questo, si inizia sempre più frequentemente a sentir parlare di Neo-Anthropocene (Ronsivalle, 2019), concetto secondo cui l'uomo, preso atto della propria responsabilità riguardo tali cambiamenti, mette in moto strategie di sviluppo urbano resilienti, sfruttando la propria creatività, invertendo il proprio ruolo: da principale responsabile ad artefice di una nuova rinascita, in grado di assicurare uno sviluppo sostenibile per le generazioni presenti e future.

Attraverso questo percorso si arriva, dunque, alla consapevolezza della vulnerabilità e della fragilità del territorio che presuppone una capacità di governo e di azione pubblica, in una prospettiva di intervento urbanistico-territoriale, improntata ad un approccio ecologico integrato (Aragona, 2013), che sia interdisciplinare e interscalare, in grado di adattarsi tanto all'ambito di area vasta quanto a quello urbano e locale (Ricci, 2017). La disciplina urbanistica, supportata dalle politiche comunitarie, dunque, si mostra sempre più sensibile al tema, elevando la sfida dell'adattamento delle città a tematica principale della propria azione riformatrice, muovendosi parallelamente su due fronti: pianificazione strategica su vasta scala, strategie di rigenerazione urbana, attraverso interventi puntuali sul territorio finalizzati a una riconversione ecologica delle strutture insediative, alla scala urbana.

Prima di entrare nel merito delle tematiche strettamente connesse al fenomeno del *sea level rise* ed in particolare riguardanti l'impatto dello stesso sul tessuto urbano costiero, appare necessario, in questa fase, operare un inquadramento tematico, volto a far emergere la coerenza della questione in relazione alle trasformazioni del territorio causate dai numerosi fattori endogeni ed esogeni che connotano il territorio e le nostre città come elementi in transizione, in mutamento.

Il verbo "trasformare" deriva dal latino *transformare*, composto da *trans* "oltre" e *formare* "dare forma": «ridurre in forma diversa dalla primitiva, far mutare di figura e di aspetto, di struttura e di funzione» (Treccani, 2020). Il sostantivo "trasformazione" contiene, in sé, quello di "azione", «l'agire, l'operare, in quanto espressione e manifestazione della volontà» (Treccani, 2020) e indica «l'atto, l'azione o l'operazione di trasformare, il fatto di trasformarsi o di venire trasformato, che comporta un cambiamento» (Treccani, 2020). La locuzione "trasformazioni urbane", è connotata, di per sé, da un'accezione di propositività: il territorio cambia, le città anche e l'uomo trasforma il suo *habitat* al fine di renderlo più rispondente alle mutate esigenze. Questo succede da sempre, e continuerà ad essere così, rappresenta un atteggiamento insito nella natura umana.

Il concetto, di resilienza (Carta, 2019; Inti, 2019; Marango, 2019; Mezzi, Pellizzaro, 2019), forse abusato negli ultimi anni, è sempre stato alla base della vita dell'uomo, fin dai tempi delle caverne.

Basti pensare alle civiltà antiche, quando lo sviluppo dell'agricoltura e l'abbandono delle abitudini nomadi, resero necessaria un'organizzazione sociale complessa ed un insediamento stabile.

Successivamente a ciò avvenne una vera e propria "rivoluzione urbana", che portò alla nascita di vere e proprie città in zone fertili della terra, lungo fiumi o su pianure che consentivano la produzione agricola, oppure lungo vie di transito che avrebbero favorito le attività artigianali e commerciali.

Da allora, il processo di adattività degli insediamenti umani non si è mai arrestato.

Si può dire che il modello di strutturazione urbana della Grecia del V secolo rappresentò l'evoluzione dei modelli urbanistici precedenti e la base per quelli successivi, via via adattati alle differenti esigenze del periodo storico; durante l'Impero Romano, ad esempio, il fattore determinante fu la necessità di espandere i confini e quindi lo schema "ippodameo"¹, venne modificato con la conformazione dell'accampamento militare, *castrum*, basato su due assi perpendicolari: il cardo massimo, in asse nord-sud e il decumano massimo, est-ovest, all'incrocio dei quali sorgeva il foro, dove si svolgevano le riunioni politiche, veniva amministrata la giustizia, si esercitava il commercio e le cerimonie religiose.

In questo modo, per approssimazioni successive, tutte le epoche con le loro implicazioni socioeconomiche hanno determinato forme urbane differenti.

Se pensiamo al Medioevo, l'esigenza era quella di controllare il territorio dall'alto e di realizzare fortificazioni che fossero in grado di offrire riparo agli abitanti della costa o della pianura, al fine di sottrarli alle ricorrenti minacce. Proprio per questa natura difensiva, in quest'epoca i nuovi insediamenti vennero creati in altura.

Esistono poi, nella storia dell'urbanistica, i cosiddetti "passaggi epocali" come il periodo della rivoluzione industriale, nell'Ottocento. Questo avvenimento riuscì a modificare la struttura stessa delle città e l'organizzazione urbano-territoriale esistente, producendo grandi cambiamenti i cui effetti durano fino ad oggi. Nelle vecchie città europee si assistette ad un'incontrollata espansione in sobborghi non pianificati che stravolse l'immagine tradizionale della città chiusa nel perimetro delle mura, si verificò una netta separazione dei quartieri per ceti sociali, e molti edifici produttivi vennero posizionati all'interno dei centri urbani.

Questa breve digressione è funzionale ad inquadrare il tema generale dal quale questo lavoro di ricerca trae origine, ovvero le trasformazioni urbane che l'uomo ha sempre operato per rispondere alle sfide che le differenti epoche hanno imposto.

La nostra non fa eccezione.

Finito l'effetto del *boom* economico del Secondo dopoguerra, ci siamo trovati a fare i conti con gli effetti disastrosi che questo aveva provocato dal punto di vista ecologico sul pianeta, con conseguenti ripercussioni sullo stile e sulla qualità di vita dell'uomo, i cui allarmanti aggiornamenti sono ormai all'ordine del giorno.

La chimera del benessere economico non ha fatto altro che indebolire il territorio, definito, sempre più frequentemente, nel dibattito teorico e scientifico, come "fragile" (Secchi, 2013).

Una nuova "questione urbana" (Indovina, 2015; Secchi, 2005) dunque, legata all'adattamento del territorio agli effetti dei cambiamenti climatici, evidentemente prodotti dall'attività umana, rappresenta la sfida della nostra epoca e la cornice di riferimento entro la quale si colloca questo lavoro di ricerca.

1.1 Espansione urbana e tendenze insediative nella città contemporanea

Da almeno vent'anni si registra un considerevole aumento della popolazione mondiale, così come evidenziato dal *World Population Prospects 2019* (ONU, 2019), stime e proiezioni ufficiali della popolazione aggiornato ogni due anni dal Dipartimento per gli affari economici e sociali del Segretariato delle Nazioni Unite, che evidenzia dati numerici in crescita costante. Gli ultimi dati attestano la popolazione mondiale, al 2020, oltre i 7,9 miliardi di persone e le stime future mostrano tassi percentuali di crescita in aumento di qui al 2025 (tasso di crescita 2020-25 del 0,98%) e una graduale decrescita dal 2025 al 2100 (si passa dallo 0,87% per il periodo 2025-2030 allo 0,04% del 2100) fermo restando che ogni anno la popolazione mondiale aumenta di numero, nonostante tassi di crescita inferiori. Le proiezioni mostrano una crescita della popolazione al 2030, fino al raggiungimento di 8,5 miliardi di persone, per arrivare ai 9,7 miliardi al 2050 e agli oltre 10,8 miliardi del 2100.

Unitamente alle previsioni sull'incremento demografico sopracitate, lo stesso organo redige il *World Urbanization Prospects* (ONU, 2018), stime e proiezioni delle popolazioni urbane e rurali di tutti i paesi del mondo e dei loro principali agglomerati urbani. L'ultima versione, aggiornata al 2018, mette in luce come più del 50% della popolazione mondiale viva attualmente in aree urbane, percentuale in considerevole aumento entro il 2050 e che, sempre entro questa data, l'aumento della popolazione potrebbe aggiungere all'incirca 2,5 miliardi di persone alle popolazioni urbane. Questi numeri evidenziano chiaramente come il fattore di crisi, legato all'aumento demografico e di densità abitativa nei centri urbani, previsto per il prossimo futuro, emerga in maniera preponderante, sollecitando le amministrazioni pubbliche e gli operatori privati ad interrogarsi sulle ricadute sociali, economiche e ambientali che questo fenomeno comporterà sulla lunga distanza.

Un sintomo di questo *trend* di crescita e di agglomerazione urbana è il fenomeno delle cosiddette megalopoli.

Come un cerchio che si chiude rispetto a quanto espresso precedentemente sulle origini greche della civiltà urbana, il termine megalopoli deriva da Μεγαλόπολις, un'antica cittadina greca in Arcadia (Peloponneso) fondata nel 370 d.C. (Dengate, 1967) poi ripreso da Jean Gottmann, uno studioso francese di geografia urbana che, nella sua omonima opera del 1961, lo utilizza per designare la grande area urbanizzata che si estende per quasi 1000 km da Washington a Boston attraverso le metropoli di New York, Filadelfia, Balti-

¹ Una rete stradale ortogonale, composta da strade principali, plateiai, e strade secondarie, stenopoi, che divide lo spazio in isolati quadrangolari regolari. In questo tipo di impianto, mancando un centro, i singoli quartieri o isolati avevano tutti un'importanza equivalente. Il centro simbolico e funzionale della città era l'Acropoli.

mora (Grottmann, 1961). La città greca esiste tutt'ora e, a dispetto del nome, conta poco più di 11.000 abitanti.

L'attuale accezione del termine indica un *continuum* di aree urbanizzate senza soluzione di continuità, dove diversi centri abitati si amalgamano in un unico ambiente costruito di grandi dimensioni e si usa per indicare aree metropolitane con più di 10.000.000 di persone. In testa a tutte la grande area di Tokyo (Fig. 7) con le sue 37.835.000 persone (2014), seguita dall'area metropolitana di New York, 24.500.000 persone (2015), gli agglomerati urbani di Città del Messico, 24.000.000 (2013), Shanghai 24.260.000 (2014), Karachi 24.000.000 (2013), Seul 22.700.000 (2000), e ancora Bangkok, Pechino, Buenos Aires, Il Cairo, Calcutta, Delhi, Istanbul, Giacarta, Lagos, Londra, Los Angeles, Mosca, Mumbai (Bombay), Osaka, Parigi, Rio de Janeiro, San Paolo, Teheran e Washington.



Fig.7 Foto aerea di Tokyo scattata dal satellite Sentinel-2A del programma europeo Copernicus. L'immagine mostra le enormi dimensioni dell'agglomerato urbano e i suoi toni grigi in netto contrasto con il verde intenso delle montagne che fiancheggiano la città ad ovest. Fonte: ESA.

A sostanziare la correlazione tra i dati inerenti la crescita della popolazione, la concentrazione della stessa nelle aree urbane e il conseguente espandersi a macchia d'olio delle grandi città, è il dato per il quale se durante la seconda metà del XX secolo la popolazione delle megalopoli degli Stati Uniti toccava quota 32.000.000 di persone, l'aumento registrato nel 2000 si attestava già intorno ai 49.000.000 di persone (Vicino, Short, 2007).

Se si considera, poi, che più della metà della forza lavoro degli Stati Uniti, impegnata nel settore finanziario e assicurativo, già in quel periodo, risiedeva nelle Megalopoli e che un lavoratore su dieci si trovava solamente nell'area metropolitana di New York (Sassen, 1991), emerge che l'aspetto di crescita economica di questi *continuum* di aree urbanizzate, rappresenta uno dei fattori principali delle migrazioni passate e future dalle aree più interne o anche dalle città più piccole, non solo a discapito dell'equilibrio insediativo, ma anche ad un sovraccarico in termini di utilizzo delle risorse (approvvigionamento energetico, idrico, etc...) e con gravi conseguenze in termini di *welfare* urbano.

Dinamiche che sollecitano le amministrazioni pubbliche e gli operatori privati ad interrogarsi sulle ricadute sociali, economiche e ambientali che questo fenomeno comporterà sulla lunga distanza, al fine di garantire il «benessere degli abitanti della città, inteso nelle sue dimensioni sociali e relazionali legate alla vita quotidiana, con la dotazione materiale di servizi per la collettività attraverso le sue diverse articolazioni spaziali» (Moraci, Bevilacqua, 2004; Cognetti, 2012; Ricci, Iacomoni, Mariano, 2020) e che fanno emergere la necessità di «ripensare il modello di crescita estensiva [...] e valorizzare le città intermedie, sostenere lo sviluppo delle aree interne» (Brenici, Carta, Prato, Ricci, 2020).

Le medesime dinamiche degli Stati Uniti si stanno registrando in tutte le megalopoli, emblematico il caso dell'area metropolitana di Istanbul (Turchia), che, pur disponendo di sei fonti idriche, le più grandi rappresentate dal sistema Omerli-Darlik per il versante asiatico e il sistema Terkos-Alibeykoy per quello europeo, sta facendo i conti il problema dell'approvvigionamento idrico a causa dei suoi oltre 10.000.000 di abitanti (European Water Movement, 2019).

Nel contesto italiano il geografo Eugenio Turri ha coniato l'espressione «megalopoli padana» per indicare l'immenso agglomerato, fatto di costruzioni, che va da Cuneo a Pordenone che lui stesso definisce come «un'unica grande città, una ininterrotta formazione urbana», dove «gli spazi che un tempo erano ritagliati intorno a tante città, gli spazi divisi da città e paesi, da siepi e fiumi, non esistono più: sono stati distrutti e unificati dalle trasformazioni avvenute nella seconda metà del secolo appena trascorso» (Turri, 2000).

Le megalopoli, dunque, riescono ad influenzare l'ambiente in diversi modi. La popolazione consuma cibo ed energia e di conseguenza produce rifiuti.

A causa dell'elevata densità di popolazione in molti casi, non è possibile produrre localmente né cibo né materie prime né energia e allo stesso modo non è possibile smaltire i rifiuti, di conseguenza, tutti questi fattori finiscono per impattare sull'ambiente attraverso il trasporto di merci e prodotti di scarto dentro e fuori le città con un'impronta ecologica che va dal locale al regionale e persino alla scala globale (Scavone, 2009; Folberth, Butler, Collins, Rumbold, 2015).

1.2 Cambiamenti climatici e impatti sul territorio nell'era del Neo-Antropocene

Ai dati espressi fin ora si associano le previsioni relative al costante e repentino peggioramento delle condizioni climatiche e delle ricadute sul territorio, che mettono l'accento sulla necessità di garantire un *habitat* sicuro, anche a fronte del considerevole aumento della densità abitativa nei centri urbani.

L'ultimo rapporto di sintesi dell'IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, del 2013 (IPCC, 2013) rappresenta lo stato attuale delle conoscenze sui cambiamenti climatici e sui loro potenziali impatti ambientali e socioeconomici e evidenzia come la responsabilità dell'uomo su tali cambiamenti sia ormai innegabile; il costante aumento della concentrazione di gas serra nell'atmosfera rappresenta la causa principale del globale riscaldamento del pianeta, una delle conseguenze più dirette e tangibili di questo fenomeno è senza dubbio rappresentata dal costante e repentino innalzamento del livello dei mari (IPCC, 2018).

Facendo seguito ai dati riportati sull'incremento della popolazione, è facile dedurre come gli effetti dei cambiamenti climatici siano destinati a peggiorare e a questo proposito, da diversi anni, organi governativi, istituti ricerca e studiosi sono impegnati nella messa a punto di strategie volte alla sensibilizzazione sia della popolazione che delle amministrazioni locali sui temi inerenti i fenomeni di *Climate Change*, al fine di orientare uno sviluppo urbanistico durevole dei territori, così come indicato dalla *European Environment Agency* nel report *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016* (EEA, 2016) che manifesta la necessità, da parte dei Paesi europei, di definire strategie e piani di adattamento territoriale a livello nazionale, regionale e locale per la prevenzione e la gestione del rischio legato alla crisi climatica e come auspicato anche dall'*Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile* che sottolinea la necessità di «rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili» ed invita gli stati firmatari ad «adottare misure urgenti per combattere i cambiamenti climatici e le sue conseguenze» (UN, 2015). Infatti, «le aree urbane sono la parte del Pianeta dove si pagheranno i costi sociali maggiori del *global warming* e dunque appare sempre più urgente assumere la questione dell'adattamento ai cambiamenti climatici nella pianificazione territoriale e urbanistica» (Musco, Zanchini, 2014).

Il primo a riconoscere l'impatto determinante dell'umanità sull'ambiente fu il geologo italiano Antonio Stoppani, nel 1873, che la definì

come una “nuova forza tellurica”, proponendo di identificare quella contemporanea come era “antropozoica” (Stoppani, 1900).

Il più recente termine di “Antropocene”, diventato ormai sempre più diffuso nel parlare comune, fu coniato negli anni ottanta del secolo scorso dal chimico e meteorologo olandese Paul Crutzen, premio Nobel per la chimica nel 1995, per indicare l'era geologica attuale, che si distingue da quelle che l'hanno preceduta per l'impatto determinante dell'uomo sul clima e sull'ambiente (Crutzen, 2005). Negli ultimi tre secoli, la pressione antropica sull'ambiente è aumentata, traducendosi in emissioni sempre maggiori di gas serra, causa principale dei cambiamenti climatici in atto.

A causa di queste emissioni antropogeniche il clima globale, infatti, potrebbe discostarsi significativamente dal comportamento che avrebbe assunto naturalmente senza di esse, per molti millenni a venire. Sembrerebbe appropriato, per tanto, assegnare il termine “Antropocene” al presente, un'epoca geologica indubbiamente dominata dall'uomo, che andrebbe ad integrare l'Olocene², il periodo caldo degli ultimi 10-12 millenni. Si potrebbe dire che l'Antropocene sia iniziato nell'ultima parte del diciottesimo secolo, quando rilevamenti effettuati sul ghiaccio polare hanno mostrato concentrazioni di biossido di carbonio e metano crescenti (Crutzen, 2002).

Crutzen identifica l'inizio dell'Antropocene con l'invenzione della macchina a vapore di James Watt, sviluppata tra il 1763 ed il 1775.

Oltre il concetto di Antropocene

Chi rifiuta questa impostazione teorica, secondo cui l'umanità sembrerebbe «un tutto indifferenziato (e colpevole) da un lato, l'ambiente incontaminato (e innocente) dall'altro» è Jason W. Moore³, il quale sostiene che «l'idea di una natura esterna ai processi di produzione non sia che un effetto ottico, un puntello ideologico su cui si è appoggiato il capitalismo» e che, al contrario, il concetto di ecologia-mondo rimanda a una commistione originaria tra dinamiche sociali ed elementi naturali” (Moore, 2017).

Secondo questo approccio la “pericolosità” del concetto di Antropocene, risiede nel suo utilizzo al di fuori dell'ambito di definizione geologica, nel momento in cui non si limita a fotografare un cambiamento importante nella relazione uomo/ambiente, ma lo mistifica, rendendolo un termine “alla moda” e spesso privo di significato, con accezione quasi negativa.

Appare riduttivo, secondo la tesi di W. Moore identificare come unico responsabile della catastrofe che potrebbe porre fine al mondo un generico e astratto *anthropos*, escludendo da ciò la disuguaglianza e la violenza del capitalismo.

A tale proposito Jason W. Moore conia la definizione di “Capitalocene”, che tenta di orientare il dibattito non più su una riflessione di tipo meramente geologico, quanto più sulla necessità di riflettere

² L'Olocene è l'epoca geologica più recente, che vede il suo inizio convenzionalmente circa 11700 anni fa [*Chronostratigraphic chart* 2014].

³ Storico dell'ambiente e docente di economia politica presso il Dipartimento di sociologia della Università di Binghamton negli Stati Uniti, membro del Comitato esecutivo del *Fernand Braudel Center for the Study of Economies, Historical Systems and Civilizations*.

sulla crisi ecologica in senso lato (ivi p. 31), dove ad essere ripensata non è tanto l'attività umana contrapposta alla natura, quanto più il rapporto di scambio reciproco tra queste due entità facenti parte dello stesso concetto di ecologia-mondo.

La natura e la società diventano, nell'ottica di un Antropocene che travalica il campo disciplinare della geologia, astrazioni ideologiche, prodotte dal lento avvento del capitalismo, il quale si determina come una "pratica" che, non solo sfrutta l'essere umano, ma intende la natura come un oggetto esterno, la cui appropriazione diventa a "buon mercato".

Il nodo della questione riguarda la crisi odierna del capitalismo che si intreccia con la crisi ecologica e ambientale: «il "limite" ecologico del capitale è il capitale stesso» (ivi p. 129).

In effetti si tratta, allo stesso tempo, di crisi economica e crisi ambientale e quello che appare necessario è il superamento del falso conflitto tra "posti di lavoro" e "salvaguardia dell'ambiente", tematica tra le più attuali del nostro periodo storico, si pensi, ad esempio, al caso dell'Ilva di Taranto.

A parere della tesi di W. Moore appare necessario superare questa contraddizione e pensare nuove modalità di relazione tra uomo e natura in vista della costruzione di un'ecologia-mondo rinnovata, solidale, sostenibile e senza sfruttamento dell'uomo da parte dell'uomo e della natura da parte dell'uomo.

In quest'ottica, quello che manca al concetto di Antropocene è una prospettiva "storico-relazionale":

«[...] individuare le origini del mondo moderno nella macchina a vapore e nelle miniere di carbone significa dare la priorità alla dismissione delle stesse macchine e miniere (e delle loro incarnazioni del XXI secolo). Collocare le origini del mondo moderno nell'ascesa della civiltà capitalista a partire dal 1450, con le sue audaci strategie di conquista globale, mercificazione infinita e razionalizzazione implacabile, significa dare precedenza ai rapporti di potere, sapere e capitale che hanno prodotto – e ora stanno distruggendo – il mondo moderno come l'abbiamo conosciuto. Chiudi una miniera di carbone e potrai attenuare il riscaldamento globale per un giorno; interrompi i rapporti che costituiscono la miniera di carbone e potrai fermarlo una volta per tutte» (ivi p.42). Capitalocene, in questo senso, sta a significare «l'Età del Capitale-nella-natura» (ivi p.137), il che a sua volta intende che «la creazione di valore non si dà sulla natura, ma attraverso di essa – cioè dentro i rapporti socio-naturali che emergono dall'articolazione variabile di capitale, potere e ambiente» (ivi p.19).

«Il Capitalocene mostra il deterioramento della natura come espressione specifica dell'organizzazione capitalistica del lavoro» e, assieme, il "lavoro" come «un processo geo-ecologico molteplice e multi-specista» (ivi p. 35).

Le organizzazioni umane, in questo senso, sono al contempo produttrici e prodotti della vita. Da questa prospettiva, il capitalismo

diventa qualcosa al di là dell'uomo. Diventa un'ecologia-mondo di potere, capitale e natura. Il capitale, di conseguenza, diventa un modo di organizzazione della natura per fronteggiare l'urgenza dei disastri ambientali che ci circondano.

Il ruolo del capitale naturale nell'epoca del Neo-Antropocene

A tale proposito, secondo le stime di *Global Footprint Network*⁴ il 22 agosto 2020 è stato l'*Earth Overshoot Day*, data in cui la domanda annuale dell'umanità sulla natura supera quella che gli ecosistemi terrestri possono rinnovare in quell'anno (si stima che per effetto del *lockdown*, causato dalla pandemia da Covid-19, il raggiungimento di tale avvenimento sia stato ritardato di un mese, infatti nel 2018 l'*Earth Overshoot Day* è stato raggiunto il primo agosto). Il grafico riportato di seguito indica la cosiddetta "impronta ecologica" dal 1970 al 2018 (Fig. 8), ovvero il consumo umano di risorse naturali rispetto alla capacità della Terra di rigenerarle.

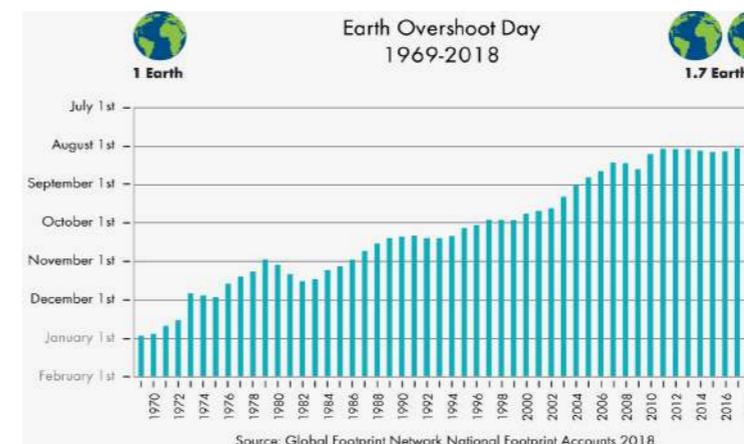


Fig. 8_Grafico dell'impronta ecologica dal 1970 al 2018. Fonte: *Global Footprint Network National Accounts 2018*. Fonte: *Global Footprint Network*.

Alla luce di questo, appare necessario operare un ridimensionamento del nostro impatto sulla terra. Su questo aspetto l'articolo 67 della Legge 28 dicembre 2015, n. 221 "Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di *green economy* e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali", è stato istituito presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il "Comitato per il Capitale Naturale" con l'obiettivo di valorizzare il fondamentale ruolo ricoperto dal Capitale Naturale italiano rispetto al sistema socioeconomico collettivo del Paese e redigere un Rapporto Annuale all'interno del quale raccogliere dati sulle ricchezze naturali italiane (Comitato per il Capitale Naturale, 2019). Nel rap-

⁴ *Global Footprint Network* è un'organizzazione internazionale senza scopo di lucro fondata nel 2003, prevede un futuro in cui tutti possono prosperare con i mezzi del nostro unico pianeta.

porto vengono analizzati differenti parametri: la valutazione biofisica degli ecosistemi italiani; il Capitale Naturale nelle eco-regioni marine; gli ecosistemi agricoli: l'agro-ecosistema irriguo e i relativi servizi ecosistemici; le pressioni sul Capitale Naturale; valutazioni economiche e monetarie del Capitale Naturale; interazione tra Capitale Naturale e Capitale Culturale; effetti delle politiche pubbliche sul Capitale Naturale; il quadro delle spese per l'ambiente. Questi dati rappresentano una base importante per lo sviluppo di politiche, nazionali e comunitarie, finalizzate alla difesa e alla protezione del Capitale Naturale.

È chiaro che i dati raccolti nei report IPCC influiscono negativamente anche sul Capitale Naturale: «l'aumento di temperature e la riduzione delle precipitazioni determineranno un aumento delle richieste da parte della vegetazione di acqua (maggiore evapotraspirazione) e potranno ridurre nelle aree già al limite la disponibilità idrica: per esempio, l'IPCC (2007) prevede una riduzione della disponibilità idrica per l'irrigazione fino anche al 30%. Inoltre, i modelli climatici sono concordi nel simulare un aumento dei rischi di incendio, desertificazione, salinizzazione, abbassamento della qualità dei suoli e capacità di assorbimento della CO₂ da parte della vegetazione nelle regioni più meridionali» (Comitato per il Capitale Naturale, 2018). Proprio alla luce di questa maggiore consapevolezza da parte dell'opinione pubblica e dei decisori politici, il dibattito contemporaneo sul tema compie un ulteriore passo avanti rispetto al concetto di Antropocene prima e Capitalocene poi, si inizia sempre più frequentemente a sentir parlare di Neo-Antropocene (Ronsivalle, 2019), concetto secondo cui l'uomo, preso atto della propria responsabilità riguardo tali cambiamenti, mette in moto strategie di sviluppo urbano resilienti, sfruttando la propria creatività, invertendo il proprio ruolo: da principale responsabile ad artefice di una nuova rinascita, in grado di assicurare uno sviluppo sostenibile per le generazioni presenti e future.

Secondo Maurizio Carta ci troviamo in un momento storico molto delicato nel quale ci viene richiesto di passare dall'osannare l'innovazione alla sua applicazione. È arrivato, cioè, il tempo di mettere a sistema tutti gli esempi di innovazione al fine di rendere la complessità un elemento di sviluppo concreto in favore di un nuovo modo di intendere l'ambiente urbano.

Carta chiama questo nuovo paradigma «Città Aumentata» (Carta, 2017), un luogo in cui la realtà è incrementata da una serie di informazioni e soggetti che la rendono innovativa e sostenibile. Non si tratta però di una città utopica o del futuro, ma di una realtà urbana a noi contemporanea che lui stesso definisce «città del diverso presente». È interessante a questo proposito citare «Il manifesto della Città Aumentata» (Carta, 2018) che Carta struttura in dieci punti per fornire linee guida sulla rigenerazione delle «città del diverso presente». Secondo il Manifesto la nuova concezione di città dovrà essere:

1. Senziente, perché avrà a disposizione un'ampia serie di fonti per agire in coscienza;
2. Open Source, ovvero basata su un processo collaborativo che genera un continuo spazi di incontro e di lavoro;
3. Intelligente, perché saprà combinare spazi urbani di qualità con una cittadinanza sempre più attiva, saprà adottare un piano urbanistico flessibile in grado di rispondere costantemente alle esigenze che mutano nel tempo;
4. Produttiva, grazie alla capacità di attivare nuovi processi virtuosi che permettono l'emergere di nuove manifatture;
5. Creativa, in grado cioè di stimolare l'anima culturale dei cittadini grazie ad un uso integrato di cultura e comunicazione;
6. Re-ciclica, perché basata su processi di riciclaggio;
7. Resiliente, ovvero flessibile e autosufficiente, in grado di sopravvivere a sfide capitali come quella del cambiamento climatico;
8. Fluida, in grado di concepire diverse configurazioni urbane;
9. Reticolare, in grado di creare una rete vibrante di arcipelaghi urbani all'interno della città, secondo il principio del policentrismo;
10. Strategica, basata su un approccio adattivo in grado di considerare una distanza temporale a medio e lungo termine.

È proprio alla luce degli assunti sintetizzati in questo paragrafo che la disciplina urbanistica assume una nuova etica, inizia un processo di metamorfosi invertendo i paradigmi che l'hanno guidata sin ora (Ricci, 2020; Galuzzi, Vitillo, 2011). La stessa metamorfosi che compiono costantemente le città al di là della nostra capacità di analisi e sintesi. È così che si inizia a parlare di quella che potrebbe definirsi la stagione di una «rigenerazione urbana ecologica».

1.3 Una nuova questione urbana

La natura ha sempre rappresentato il termine di paragone attraverso il quale l'uomo ha misurato le proprie capacità di trasformazione del territorio e rappresenta tutt'ora elemento di costante tensione tra il tentativo di umanizzare l'artificio tramite l'elemento naturale da un lato e quello di governarlo, contenerlo, orientandone crescita e sviluppo entro schemi precostituiti e pianificati dall'altro (Dorfles, 2003). «Una visione antropocentrica del mondo che ha condotto ad una ricerca dicotomica in continua tensione tra accettazione e competizione: la prima, basata sul riconoscimento delle risorse veicolate degli elementi naturali in termini di miglioramento della qualità dello spazio pubblico, del comfort ambientale in grado anche di favorire le interazioni sociali (Perini, 2013); la seconda, sulla propensione umana ad imitare la natura, fissando i limiti del possibile e del realizzabile sempre oltre il conosciuto» (Mariano, Marino, 2018a).

Oltre a ciò, occorre sottolineare come il rapporto tra architettura e natura abbia subito, negli anni, influenze derivanti da fattori socio-economici che hanno, di fatto, spostato l'asse di ricerca dall'esercizio formale di imitazione e riproposizione, alla ricerca di un modello sostenibile di progettazione dello spazio, derivante dalla presa di coscienza che l'uomo sta esaurendo le risorse del territorio, nei termini espressi nei paragrafi precedenti.

La sagistica offre a tale proposito molti spunti di riflessione interessanti, fino ad arrivare alla coniazione di nuovi termini, tesi ad evidenziare la nemesi tra elementi antropici e naturali, quali ad esempio "Archinatura" (Ippolito, 2010, Podrecca, 2013), emblematico della tendenza consolidata nel coniugare elementi naturali ed antropici al fine di trasformare lo spazio in modo tale che ci rassomigli.

I concetti di "ecologia" e "risparmio energetico", nell'accezione contemporanea iniziano a prendere piede durante la crisi energetica europea del 1973, anche se per lungo tempo la ricerca e i prodotti votati all'ecologia in campo architettonico sono stati riferiti ad una scala limitata e circoscritta. Il LEED, lo standard nazionale per la valutazione degli edifici sostenibili, ad esempio, è appannaggio esclusivo dell'oggetto architettonico, i sistemi infrastrutturali e insediati di scala urbana o regionale sono rimasti esclusi per molto tempo dal dibattito in materia (Monstafavi, Doherty, 2010). A riprova di ciò, una sintesi molto chiara è fornita da quelle che Giuseppe Campos Venuti, nel volume *Cinquant'anni di urbanistica in Italia*, definisce "generazioni urbanistiche" che hanno accompagnato le fasi di costruzione del territorio nazionale (Campos Venuti, 1993):

- quella della "ricostruzione post-bellica" (anni '50), i cui prodotti più significativi sono rappresentati dalla Legge urbanistica Nazionale 1150/42, il D.L. 154/1945 (piani di ricostruzione);
- quella dell'"espansione urbana" (anni '60 - '70) dove si è assistito ad una crescita "a macchia d'olio della città" con l'introduzione di importanti provvedimenti quali la 167/62, la legge Ponte 765/67, il D.M. 1444/68 che ha previsto l'introduzione degli standard urbanistici;
- quella della "trasformazione" (anni '80 - '90) nella quale si assiste alla presa di coscienza della cosiddetta "crisi ecologica", grazie alla quale la disciplina urbanistica inizia ad orientare la sua attività prevalentemente sulla trasformazione dell'esistente con l'obiettivo di arrestare l'espansione urbana, riconoscendo una "crisi" ecologica delle città. Prodotto emblematico di questa maggiore attenzione alla componente ambientale e paesaggistica è la legge Galasso del 1985 che ha introdotto a livello normativo la tutela sui beni paesaggistici e ambientali, che nel caso d'interesse di questa ricerca sottopone a vincolo paesaggistico, tra gli altri, i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- quella delle "ultime esperienze" (a noi contemporanea), fase nella quale si è iniziato a riflettere sull'elaborazione di piani strutturali e strategici e si inizia a parlare della tematica della rigenerazione urbana, che introduce la necessità di intervenire sulla città esistente attraverso interventi di trasformazione, principio su cui si fonda, tra l'altro, il Piano Regolatore di Roma del 2008.

Attraverso questo percorso, si arriva dunque, alla consapevolezza della vulnerabilità e della fragilità del territorio che presuppone una capacità di governo e di azione pubblica, in una prospettiva di intervento urbanistico-territoriale, improntata ad un approccio ecologico integrato (Aragona, 2013), che sia interdisciplinare e interscalare, in grado di adattarsi tanto all'ambito di area vasta quanto a quello urbano e locale (Ricci, 2017).

L'ecologia è la scienza che ha per oggetto lo studio delle funzioni di relazione tra l'uomo e l'ambiente e implica un coinvolgimento corporeo ed emozionale dell'uomo nei confronti delle trasformazioni fisiche del proprio contesto (Bohme, 2010), aprendo la riflessione su una possibile valenza estetica degli interventi di rigenerazione urbana votati ai principi dell'ecologia (Mariano, Marino, 2018).

Da quanto sin ora emerso appare evidente la necessità di ripensare gli interventi di rigenerazione urbana sul tessuto urbano costiero, nell'ottica di quella che si potrebbe definire "una ritrovata etica ecologica" alla luce del fatto che le modalità d'intervento sin ora perpestrate non sono più sostenibili sulla lunga distanza.

Il tema diventa quello di adattare la forma urbana al contesto ambientale di riferimento attraverso azioni di riconfigurazione delle

componenti morfologiche che considerino, quali elementi prioritari, la flessibilità e la diversità (Boller, 2017), caratterizzandosi come vere e proprie occasioni di trasformazione ecologica di territori degradati, nel caso specifico dagli impatti del SLR.

Alla luce di questo, occorre anticipare che la Commissione Europea con *The EU Strategy on adaptation to climate change* (European Commission, 2013), declinata a livello nazionale nella *Strategia Nazionale di Adattamento ai cambiamenti climatici* (SNAC, 2015),⁵ rappresentano i primi concreti tentativi di individuare i principali impatti dei cambiamenti climatici per una serie di settori socioeconomici e naturali associati alla rispettiva proposizione di azioni di mitigazione e adattamento.

La disciplina urbanistica, supportata dalle politiche comunitarie, dunque, si mostra sempre più sensibile al tema, elevando la sfida dell'adattamento delle città a tematica principale della propria azione riformatrice, muovendosi parallelamente su due fronti: pianificazione strategica su vasta scala, strategie di rigenerazione urbana attraverso interventi puntuali sul territorio finalizzati a una riconversione ecologica delle strutture insediative, alla scala urbana. La maggior parte dei progetti di trasformazione del territorio per lungo tempo non hanno tenuto conto dell'aspetto ecologico, infatti fino ad oggi le espressioni progettuali riconducibili ad interventi di tipo ecologico sono state abbastanza casuali e raramente frutto di processi di progettazione e pianificazione del tutto consapevoli (Connor, Luczak, 2002). In un contributo dal titolo *Why Aren't All Engineers Ecologist?* (Wurth, 1996) lo scienziato politico Albert Wurth spiega come l'ingegneria sia basata su "human needs and wants" e come questo abbia spesso causato una serie di conseguenze non desiderate sul territorio in quanto i campi dell'ingegneria, dell'urbanistica, dell'architettura e quello dell'ecologia hanno differenti punti di partenza. Pertanto, ricercare un punto d'unione tra queste discipline significa ampliare il campo dei settori specialistici (Guzman, Nepf, Berger, 2017), proposito su cui si fonda questa tesi.

⁵ Tematica affrontata dettagliatamente nel terzo capitolo della tesi.

CAPITOLO 2 INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE: FENOMENOLOGIA

ABSTRACT

Chapter 2 discusses the phenomenological aspects strictly related to the phenomenon of sea-level rise about the impact on the urbanized coastal strip. The aim is to define the scientific parameters on which the research is based and determine the incidence of the phenomenon in the national context.

The preliminary data relates to the so-called "emission scenarios": plausible representations of the future development of concentrations of greenhouse gases and aerosols. In the AR5 (IPCC, 2013), four new scenarios were used, the so-called RCP, "Representative Concentration Pathways", which indicate a representative trend in the concentrations of greenhouse gases and aerosols for a given climate objective, which in turn correspond to a specific trend in human emissions (Caserini, 2018):

- *RCP 2.6 mitigation scenario (very high emissions reduction);*
- *RCP 4.5 stabilization scenario (substantial reductions);*
- *RCP 6.0 stabilization scenario (mild reductions);*
- *RCP 8.5 high emissions scenario ("business as usual").*

Based on these indices, global forecasts to 2100 vary between 53 and 97 cm according to the IPCC (2013) and between 50 and 140 cm according to Rahmstorf (2007).

In the light of the data cited, for several years, government bodies, research institutes and scholars have been engaged in the development of simulations aimed at highlighting the impact of the floods forecast for the main coastal cities of the world, but none of these offers satisfactory forecasts in terms of floods forecast at the local scale. This information would also be necessary in light of some calamitous events that have hit some of the world's major cities in recent years: Hurricane Sandy in Manhattan in 2012, or the November 2019 storm in Venice.

In Europe, about 86,000,000 people (19% of the population) live within 10 km of the coast, and in the Mediterranean area the percentage rises to 75%; Italy, with its 7,500 km of coastline, records demographic concentration values: around 70%.

The study by Lambeck et al, elaborated a projection of sea level rise, in the Italian context, at 2100, based on the IPCC 2007 and Rahmstorf (2007) reports. The results of this study show that, assuming a minimum elevation of 18 cm and a maximum of 140 cm, 33 Italian coastal areas will be flooded by the date of projections (Antonioli et al, 2017).

ABSTRACT

Il Capitolo 2 entra nel merito degli aspetti fenomenologici strettamente riguardanti il fenomeno dell'innalzamento del livello dei mari in relazione all'impatto sulla fascia costiera urbanizzata, con il duplice obiettivo di definire i parametri scientifici sui quali poggia la ricerca e determinare l'incidenza del fenomeno in contesto nazionale.

Il dato preliminare è quello relativo ai cosiddetti "scenari di emissione": rappresentazioni plausibili del futuro sviluppo delle concentrazioni dei gas a effetto serra e degli aerosol. Nell'AR5 (IPCC, 2013), sono stati utilizzati quattro nuovi scenari, i cosiddetti RCP, *Representative Concentration Pathways*, che indicano un andamento rappresentativo delle concentrazioni dei gas a effetto serra e degli aerosol per un determinato obiettivo climatico, che corrispondono a loro volta a un determinato andamento delle emissioni umane (Caserini, 2018):

- RCP 2.6 scenario di mitigazione (riduzione emissioni molto elevate);
- RCP 4.5 scenario di stabilizzazione (riduzioni consistenti);
- RCP 6.0 scenario di stabilizzazione (riduzioni blande);
- RCP 8.5 scenario ad alte emissioni ("business as usual").

Sulla base di questi indici, le previsioni globali al 2100 variano tra 53 e 97 cm secondo l'IPCC (2013) e tra 50 e 140 cm secondo Rahmstorf (2007).

Alla luce dei dati citati, da diversi anni, organi governativi, istituti ricerca e studiosi sono impegnati nella messa a punto di simulazioni tese ad evidenziare l'impatto delle inondazioni previste per le principali città costiere del mondo, ma nessuno di questi offre previsioni soddisfacenti in termini di inondazioni previste alla scala locale, informazioni che sarebbero necessarie anche alla luce di alcuni eventi calamitosi che hanno colpito, negli ultimi anni, alcune delle principali città del mondo: l'Uragano Sandy a Manhattan nel 2012, o la tempesta del novembre 2019 a Venezia. In Europa circa 86.000.000 di persone (il 19% della popolazione) vivono entro i 10 Km dalla costa e nell'area mediterranea la percentuale sale al 75%; l'Italia, con i suoi 7500 Km di costa, registra valori di concentrazione demografica che si aggirano intorno al 70%. Lo studio di Lambeck et al, ha elaborato una proiezione dell'innalzamento del livello del mare, in contesto italiano, al 2100, sulla base del report IPCC 2007 e Rahmstorf (2007), i cui risultati mostrano che, assumendo un innalzamento minimo di 18 cm e uno massimo di 140 cm, 33 aree costiere italiane saranno inondate entro la data delle proiezioni (Antonioli et al, 2017).

Al fine di offrire un inquadramento esaustivo della tematica è opportuno, a questo punto, analizzare alcuni aspetti fenomenologici strettamente riguardanti il fenomeno dell'innalzamento del livello dei mari in relazione all'impatto sulla fascia costiera urbanizzata, con l'obiettivo di definire i parametri scientifici sui quali poggia la ricerca, che costituiranno dati essenziali per la terza parte della tesi, quella di sperimentazione. Oltre a precisare la natura del fenomeno ed evidenziare i dati riguardanti le previsioni di innalzamento al 2100, appare fondamentale definire gli elementi di vulnerabilità e rischio degli ambiti urbani costieri interessati dal fenomeno, e successivamente cristallizzare l'incidenza dello stesso in contesto nazionale.

È stato sottolineato come il SLR rappresenti uno degli effetti più impattanti sul territorio legato ai cambiamenti climatici, ma occorre quantificare e qualificare la tipologia e le modalità di tale impatto per definire in che modo la pianificazione urbanistica possa e debba intervenire per salvaguardare e orientare lo sviluppo urbano delle città costiere interessate, in un'ottica di sostenibilità e resilienza.

A testimonianza del carattere transdisciplinare della ricerca, in questa fase preliminare di inquadramento tematico è necessario considerare e mettere a sistema studi e ricerche afferenti a diversi settori scientifico-disciplinari, in materia di mitigazione e adattamento del territorio agli effetti del *climate change*.

Il testo di riferimento, che costituisce il fondamento scientifico di questo lavoro, è il quinto Rapporto IPCC del 2013 (di seguito AR5) che rappresenta lo stato attuale delle conoscenze sui cambiamenti climatici e sui loro potenziali impatti ambientali e socioeconomici (è attualmente in corso la stesura del sesto Rapporto).

Il dato fondamentale dal quale partire per codificare i dati relativi alle previsioni sull'aumento delle temperature globali e conseguentemente dell'innalzamento del livello marino sono i cosiddetti "scenari di emissione": rappresentazioni plausibili del futuro sviluppo delle concentrazioni dei gas a effetto serra e degli aerosol. Nell'AR5, sono stati utilizzati quattro nuovi scenari, i cosiddetti RCP (Fig. 9),

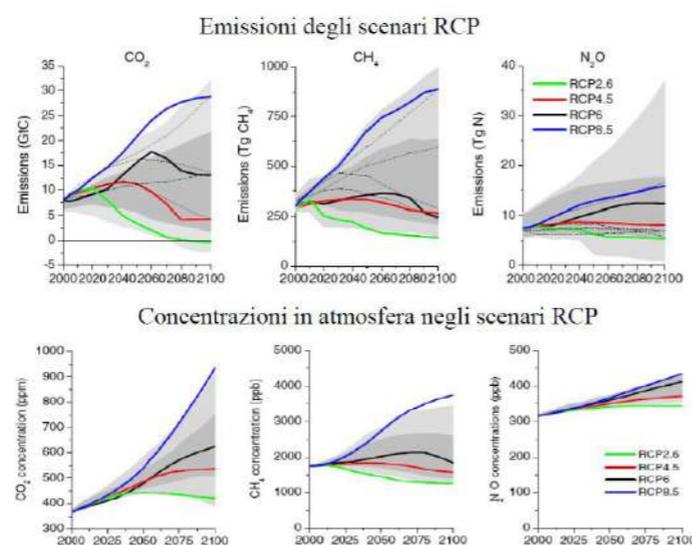


Fig.9_Grafico raffigurante le emissioni degli scenari RCP e le concentrazioni in atmosfera negli scenari RCP. Fonte: (Caserini, 2018).

Representative Concentration Pathways, che indicano un andamento rappresentativo delle concentrazioni dei gas a effetto serra e degli aerosol per un determinato obiettivo climatico (in termini di forzante radiativo¹ nel 2100), che corrispondono a loro volta a un determinato andamento delle emissioni umane (Caserini, 2018).

Gli scenari RCP² presi in considerazione sono:

- RCP 2.6 scenario di mitigazione (riduzione emissioni molto elevate);
- RCP 4.5 scenario di stabilizzazione (riduzioni consistenti);
- RCP 6.0 scenario di stabilizzazione (riduzioni blande);
- RCP 8.5 scenario ad alte emissioni (“*business as usual*”).

2.1 Le previsioni al 2100 dell’innalzamento del livello dei mari

Quelli appena citati rappresentano i dati alla base delle previsioni sul fenomeno del SLR nell’arco temporale di cento anni, e costituiscono, di conseguenza, i parametri su cui si basa la sperimentazione operata nella terza parte della tesi per la redazione delle mappe del rischio, applicate al caso studio prescelto. Oltre all’AR5, l’IPCC ha redatto altri documenti settoriali, uno dei quali specificatamente riferito al fenomeno SLR, “*SROC - Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*” (IPCC, 2019a), redatto per volere del gruppo IPCC, nel 2016, con l’obiettivo di pubblicare dei rapporti speciali per il sesto ciclo di valutazione, che tenessero in considerazione la più recente letteratura scientifica. Le relazioni speciali trattano il tema del riscaldamento globale di 1,5 °C nel documento “SR 1,5” (IPCC, 2018), e dei cambiamenti climatici e terrestri nel documento “SRCLL” (IPCC, 2019b).

Nonostante i tecnicismi e gli approfondimenti settoriali presenti in questi documenti, appare opportuna una breve digressione per inquadrare la tematica a livello globale e comprendere quale sia la linea di indirizzo più accreditata a livello internazionale per quanto riguarda le misure di mitigazione e adattamento da intraprendere, perché queste costituiscono lo stato dell’arte sulla conoscenza del fenomeno e, conseguentemente, il fondamento sul quale si impernia questo lavoro di ricerca.

Ma qual è la causa del progressivo aumento del livello dei mari?

Il documento SROCC evidenzia chiaramente come le cause alla base del fenomeno siano molteplici e strettamente connesse le une alle altre.

Negli ultimi decenni, infatti, il riscaldamento globale ha causato un diffuso restringimento della criosfera, con conseguente perdita di massa da parte delle calotte glaciali e dei ghiacciai e l’aumento della temperatura del permafrost. Tra il 2006 e 2015 il ghiaccio della Groenlandia ha perso massa di ghiaccio a una velocità media di $278 \pm 11 \text{ Gt}^3$ alla quale è corrisposto un aumento globale del livello del mare equivalente a $0,77 \pm 0,03 \text{ mm yr}^{-1}$ principalmente a causa della fusione superficiale del ghiaccio; sempre nel periodo tra il 2006 e il 2015, la calotta glaciale antartica ha perso massa ad un tasso medio di $155 \pm 19 \text{ Gt}$, corrispondenti ad un aumento globale del livello del mare equivalente a $0,43 \pm 0,05 \text{ mm yr}^{-1}$, a causa del rapido diradamento e della ritirata dei ghiacciai principali della calotta antartica occidentale. In generale i ghiacciai di tutto il mondo escludendo Groenlandia ed Antartide hanno perso massa ad una velocità media

¹ «Il forzante radiativo è la misura dell’influenza che un fattore ha nell’alterare il bilancio di energia in entrata e in uscita nel sistema terra e atmosfera ed è un indice dell’importanza del fattore stesso come un potenziale meccanismo di cambiamento climatico. I valori dei forzanti radiativi sono riferiti alle condizioni preindustriali stimate al 1750 e sono espressi in W/m^2 » (IPCC, 2013).

² I numeri degli scenari RCP indicano il forzante radiativo totale raggiunto all’incirca nel 2100, rispetto al 1750.

³ A 360 Gt di ghiaccio corrisponde un innalzamento medio del livello del mare pari ad 1 mm.

di 220 ± 30 Gt corrispondenti ad un aumento globale del livello del mare equivalente a $0,61 \pm 0,08$ mm yr⁻¹, nell'arco temporale 2006-2015.

Inoltre, gli oceani si sono riscaldati senza sosta dal 1970 ad oggi e dal 1993, il tasso del riscaldamento è più che raddoppiato, connesso a questo dato anche le ondate di calore marine sono raddoppiate e stanno aumentando di intensità e, assorbendo più CO₂ a causa delle emissioni in crescita, l'oceano ha subito una crescente acidificazione superficiale.

Il livello medio globale del mare (GMSL) è in costante aumento (Fig. 10), con un'accelerazione negli ultimi decenni dovuta da una parte alla perdita di ghiaccio dalle calotte glaciali della Groenlandia e dell'Antartico, dall'altra all'aumento dei venti di cicloni tropicali e delle piogge sempre più intense, fenomeni riconducibili all'aumento delle temperature evidenziate nel report SR 1,5 (IPCC, 2018).

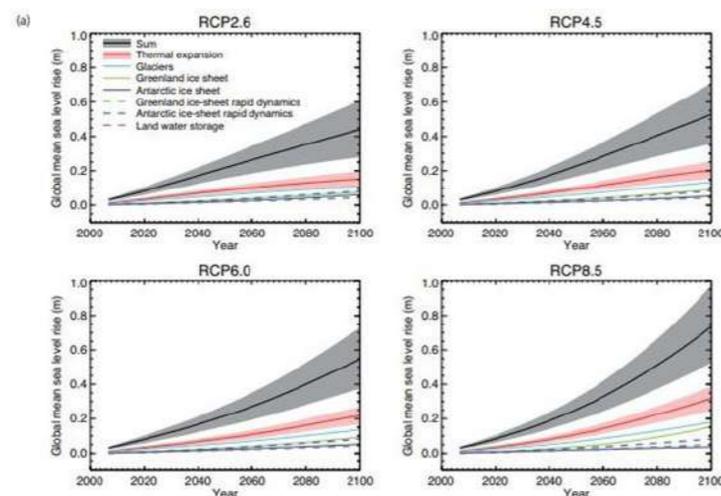


Fig. 10_Grafici che mostrano i dati sull'andamento dell'innalzamento del livello del mare dal 2000 al 2100 per gli scenari RCP. Fonte: (IPCC, 2013).

Nel documento AR5 (IPCC, 2013) si evidenzia come in tutti gli scenari, l'espansione termica rappresenti il fattore determinante per l'innalzamento del livello marino, con un contributo di circa il 30-55% e lo scioglimento dei ghiacciai (Fig. 11) al secondo posto con un contributo che oscilla tra il 15-35%. Entro il 2100, si prevede una perdita dell'attuale volume di ghiaccio tra il 15 e il 55% al di fuori dell'Antartide per lo scenario RCP2.6 e dal 35% all'85% nell'RCP8.5. Questi dati fanno emergere la condizione di estrema fragilità delle aree costiere, sempre più vulnerabili.

Connesso al fenomeno del SLR, quello dell'intrusione di salinità determina un ulteriore fattore di rischio per la conservazione della biodiversità e per il funzionamento dei servizi ecosistemici. Le alterazioni degli oceani, infatti, stanno causando un impatto sugli eco-

sistemi marini che influiscono sulla sicurezza alimentare garantita dalle attività di pesca, soprattutto per le popolazioni che dipendono da essa per la propria sussistenza, ma anche per i settori del turismo e dello svago.



Fig. 11_Scioglimento dei ghiacciai in Antartide. Fonte: National Geographic.

Il livello del mare continua a salire a un ritmo crescente. Si prevede che, entro il 2050 in tutti gli scenari RCP, eventi estremi, storicamente considerati rari (una volta per secolo nel recente passato) si verificheranno molto più frequentemente (almeno una volta l'anno) in molte località, in particolare nelle regioni tropicali.

Si prevede, inoltre, che l'innalzamento del livello del mare continuerà fino ed oltre il 2100 in tutti gli scenari RCP.

Per lo scenario ad alte emissioni (RCP8.5), le proiezioni globali sull'innalzamento del livello del mare al 2100 sono maggiori rispetto a quelle riportate nell'AR5 a causa di un maggiore contributo dell'Antartico. Nei prossimi secoli, considerando lo scenario RCP8.5, si prevede che l'innalzamento del livello del mare supererà i tassi previsti nell'AR5 di diversi centimetri all'anno, mentre per l'RCP 2.6 (basse emissioni) si prevede che l'innalzamento del livello del mare sia limitato a circa 1 m entro il 2300 (Fig. 12).

In estrema sintesi le previsioni globali al 2100 variano tra 53 e 97 cm secondo l'IPCC (2013) e tra 50 e 140 cm secondo Rahmstorf (2007). Un ulteriore dato allarmante è che anche se l'emissione di gas serra diminuirà, si prevede comunque un innalzamento del livello del mare tra 28 e 61 cm per lo stesso periodo. In questo scenario, oltre mezzo metro di innalzamento medio del livello del mare, si registrerà un impatto importante lungo le coste, causando un'erosione diffusa. Questo impatto morfo-dinamico includerà probabilmente la migrazione interna dell'erosione costiera, aumentando

in modo significativo il rischio di alluvioni, soprattutto in caso di eventi estremi (Mariano, Marino, 2019).



Fig. 12_L'isola di Male, capitale delle Isole Maldive nell'Oceano Indiano, si trova ad una elevazione massima di 2,4 metri, anche un modesto aumento delle altezze dell'oceano sommergerebbe la maggior parte del suo territorio. Per combattere la minaccia, il governo ha eretto una diga intorno all'intera isola. Fonte: National Geographic.

Inondazioni costiere in ambiente urbano

Alla luce dei dati citati, da diversi anni, organi governativi, istituti ricerca e studiosi sono impegnati nella messa a punto di simulazioni tese ad evidenziare l'impatto delle inondazioni previste per le principali città costiere del mondo.

Tra questi è interessante il lavoro di ricerca portato avanti da *Climate Central*, un'organizzazione senza scopo di lucro americana che compie ricerche e pubblica informazioni riguardanti il settore della climatologia. Gli studiosi hanno elaborato un nuovo strumento di screening per analizzare la vulnerabilità delle aree costiere che consente agli utenti di esplorare i rischi, per diversi scenari temporali, per qualsiasi località costiera nel mondo.

Il simulatore è basato sui dati estrapolati dallo studio *Evolving Understanding of Antarctic Ice-Sheet Physics and Ambiguity in Probabilistic Sea-Level Projections* (Kopp, De Conto, Bader, Hay, Horton, Kulp, Oppenheimer, Pollard, Strauss, 2017), che considera fattori quali l'espansione termica dell'oceano, lo scioglimento delle calotte glaciali e il movimento tellurico. Questo studio a sua volta integra gli approcci di Jonathan L. Bamber e Willy Aspinall pubblicati nel documento *An Expert Judgement Assessment of Future Sea Level Rise from the Ice Sheets* (Bamber, Aspinall, 2013) con quelli dell'AR5 (ci-

tati in questo paragrafo), relativi alle previsioni dell'innalzamento del livello del mare al 2100.

Nonostante il simulatore si basi su studi scientifici peer-reviewed, pubblicati su importanti riviste scientifiche internazionali, lo scopo delle mappe che è possibile ottenere, è quello di identificare velocemente aree che potrebbero richiedere un'analisi più approfondita del rischio. Infatti, come dichiarato nella presentazione del *tool*, i dati utilizzati per le aree al di fuori degli Stati Uniti, si basano su set di dati su scala globale per elevazione, maree e probabilità di inondazioni costiere con un discreto margine di errore, mentre per quanto riguarda gli Stati Uniti vengono utilizzati dati più precisi, ma considerati perfettibili dagli stessi ricercatori. Lo scopo dell'organizzazione, infatti, è quello di sensibilizzare l'opinione pubblica al tema del *sea level rise*, rendendo evidenti i rischi concreti con cui le città costiere si troveranno a fare i conti nel prossimo futuro.

L'immagine seguente (Fig. 13) rappresenta una simulazione dell'area costiera Nord-Adriatica italiana (una delle più esposte, secondo gli studi ENEA, a livello nazionale ed oggetto di sperimentazione nella terza parte della ricerca), ottenuta con il seguente settaggio dei parametri, a titolo esemplificativo: anno 2050, innalzamento del livello marino: 0,20 m (non associato direttamente ad indici RCP). Le aree evidenziate in rosso indicano quelle a rischio inondazioni a causa del SLR.

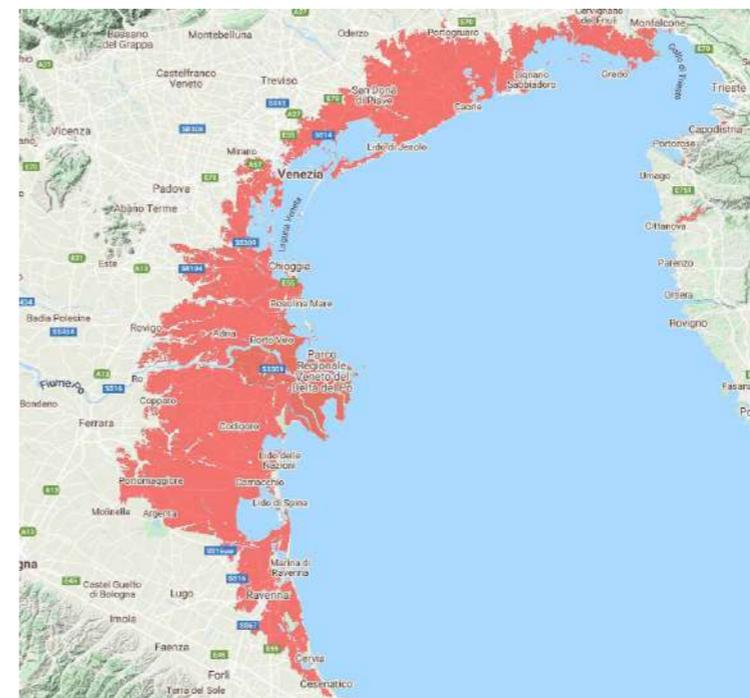
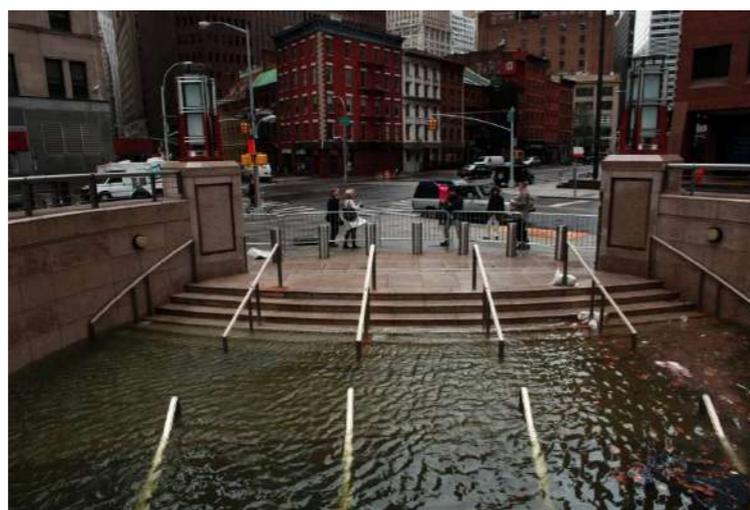


Fig. 13_Mappa ottenuta tramite il software di simulazione del *Climate Central*. Fonte: *Climate Central*.

L'urgenza di affrontare dal punto di vista disciplinare tale tematica emerge chiaramente anche a seguito della riflessione sugli eventi calamitosi che hanno colpito negli ultimi anni alcune delle principali città del mondo. Basti pensare all'Uragano Sandy (Fig. 14a e 14b), che nel 2012 ha provocato vittime e un danno economico di circa 19 miliardi di dollari costringendo il Governatore di New York, Andrew Cuomo, a dichiarare lo stato di emergenza per ogni contea dello Stato. In quell'occasione è stato sospeso il trasporto pubblico e gran parte della costa sud-est di Manhattan è stata distrutta e i quartieri maggiormente colpiti dalle inondazioni continuano a portare i segni di quella violenta manifestazione calamitosa.



Figg. 14a e 14b Immagini della devastazione causata dall'Uragano Sandy, a Manhattan (NY) nel 2012. Fonte: Corriere.it.

Un altro recente esempio è quello della tempesta che ha colpito Venezia nel novembre del 2019 (Figg. 15 e 16), tanto che il sindaco Luigi Brugnaro ha richiesto lo stato di calamità dopo che il livello dell'acqua ha raggiunto il picco di 187 cm e inondato l'80% della città. Un record superato (di poco) solo da "l'Acqua Granda" del 1966, con punte di 192 cm (Ronchi, 2019).

In questa occasione è stata espressa apprensione per l'immenso patrimonio culturale ed artistico messo a rischio dall'evento.

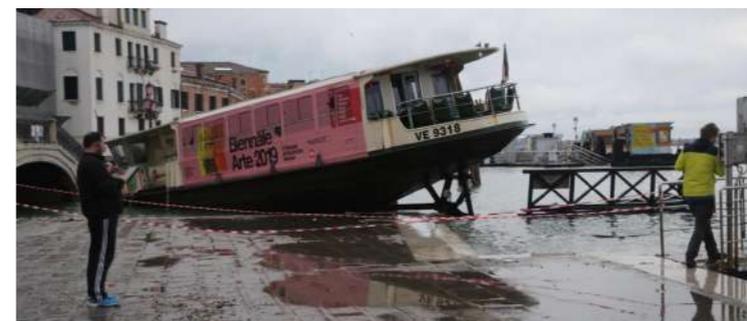


Fig. 15 Immagine della devastazione causata dalla tempesta del novembre 2019, a Venezia. Fonte: Repubblica (agf).



Fig. 16 Immagine della devastazione causata dalla tempesta del novembre 2019, a Venezia. Piazza San Marco. Fonte: Il Post.

2.2 Vulnerabilità e rischio negli ambiti urbani costieri

Alla luce di quanto sin ora esposto, è necessario, in questa fase, definire gli elementi di vulnerabilità e rischio degli ambiti urbani costieri interessati dal fenomeno al fine di orientare un'azione di governo del territorio efficace e duratura.

A tale fine, è opportuno utilizzare una definizione univoca per i concetti di "Rischio" e "Vulnerabilità". Si è deciso di utilizzare quelle adottate dal quinto Rapporto IPCC che rivede la terminologia del report precedente, allineandosi, in tal modo, con il *Disaster Risk reduction Approach* (DRR) sviluppato da *UN Office for Disaster Risk Reduction* (Fritzsche, K., et al, 2014).

La vulnerabilità, infatti, è stata riconosciuta come un elemento chiave per descrivere in modo più appropriato gli impatti dei cambiamenti climatici come risultato di una varietà di processi di interazione complessi, piuttosto che come mere conseguenze di fenomeni naturali che hanno un impatto sulle comunità e sui sistemi sociali. In effetti, il quarto rapporto di valutazione dell'IPCC (AR4) faceva già riferimento alla vulnerabilità come alla sintesi di molteplici interconnessioni e *feedback* tra le componenti di rischio tradizionali (IPCC, 2007). Per motivi di trasparenza e chiarezza, tale terminologia è stata poi rivista e armonizzata nel quinto rapporto di valutazione dell'IPCC (Thiéblemont et al., 2019) dove il termine vulnerabilità è stato infatti sostituito dalla frase "*risk of climate change impacts*", presa in prestito dalla comunità DRR.

- **Vulnerabilità:** inclinazione di un sistema di essere influenzato negativamente da un evento calamitoso. È data dall'equazione: $V = (S/n) - (AC/n)$, dove V è la vulnerabilità, S è la sensibilità all'evento cui il sistema è sottoposto, AC è la capacità di adattamento ed n è il numero di indicatori usati.⁴
- **Rischio:** prodotto dell'interazione di un evento potenzialmente dannoso e le condizioni vulnerabili di una società o di un elemento esposto (UNISDR, 2004; IPCC, 2007). È data dall'equazione: $Risk = Hazard \times Exposure \times Vulnerability$, oppure $Risk = Probability \times Consequence$.

Inoltre, la **sensibilità** è il grado in cui un sistema o una specie è affetto, sia negativamente che positivamente, dalla variabilità o dai cambiamenti climatici. L'effetto può essere diretto (un cambiamento nella resa colturale in risposta ad un cambiamento della media o variabilità della temperatura) o indiretto (danni causati

da un aumento nella frequenza delle inondazioni costiere dovute all'innalzamento del livello del mare) (IPCC, 2013); la **capacità di adattamento** è definita come l'abilità di un sistema di adeguarsi ai cambiamenti climatici (includendo la variabilità climatica e gli eventi estremi) per ridurre i potenziali danni, sfruttare le opportunità, o per far fronte alle conseguenze, mentre l'esposizione data dalla collocazione geografica di elementi (persone, specie o ecosistemi, funzioni ambientali, servizi, risorse, infrastrutture, funzioni economiche, sociali, beni culturali) in aree che potrebbero essere influenzate negativamente da un evento estremo (IPCC, 2007).

Dettagli rispetto alla metodologia adottata per determinare il rischio, nel presente lavoro, sono presentate nel settimo Capitolo della tesi (§ II^a fase: INTEGRAZIONE | Materiali e metodi).

L'*UNDRR Annual Report 2019* (UNDRR, 2019), pone, ancora una volta, l'accento sulla condizione di vulnerabilità che caratterizza molte città del mondo, esposte al rischio di alluvioni stagionali, tempeste marine e uragani, che guardano con apprensione alle previsioni sul futuro innalzamento del livello del mare, un fattore, che, come già espresso, va a sommarsi ad una sostanziale e già presente fragilità dei territori, causata dai fattori endogeni ed esogeni citati in precedenza.

Infatti, la sfida alla resilienza, per le città costiere del mondo minacciate dal fenomeno del SLR, è aggravata da instabilità socioeconomie, rapida crescita della popolazione, da un sempre maggiore fabbisogno energetico, dall'aumento dell'inquinamento ambientale, dalla difficile gestione dei rifiuti, dall'approvvigionamento idrico e alimentare, dalla necessità di aggiornare i sistemi di trasporto e comunicazione, tutto questo considerando l'urgente necessità globale di ridurre le emissioni di gas a effetto serra per mitigare i cambiamenti climatici.

L'*United Nations Office for Disaster Risk Reduction*, ha sottolineato la necessità di una *governance* multilivello per far fronte a queste sfide, caratterizzata da un approccio sistemico alla pianificazione delle aree locali che sia in linea con la pianificazione nazionale dello sviluppo socioeconomico (Palazzo, 2011), al fine di orientare uno sviluppo sostenibile consapevole dei rischi.

A tale proposito, ha elaborato una rappresentazione che illustra alcuni elementi di *governance* integrata del rischio nella città delimitata immaginaria di Drecca-Susdev (Fig. 17).

I principali elementi di cui tiene conto la *governance* del rischio per le città costiere, nel documento, sono:

- *EWS – Early warning systems* | Installazione di sistemi di allarme per il rischio di alluvioni, frane e tempeste marine basati su previsioni meteorologiche
- *Health, housing and wellbeing* | Pianificazione di città a media ed alta densità, utilizzo massiccio della vegetazione nello spa-

⁴ I casi studio analizzati nel quarto Capitolo, non considerando la componente relativa all'esposizione, elaborano mappe della vulnerabilità ai fenomeni interessati.

- zio pubblico per aumentare il livello di comfort e benessere, piste ciclabili e pedonali per incentivare la mobilità dolce
- *Water supplied system* | Dighe per l'approvvigionamento idrico al fine di accrescere la resistenza alla siccità, riciclo e riutilizzo dell'acqua come fonte di energia
 - *Food supplied system* | Preservare le colture nelle pianure alluvionali caratterizzate da inondazioni stagionali, spostare su terrazzamenti colture in posizioni a rischio, incentivare le coltivazioni urbane su tetti e coperture
 - *Waste management and environmental protection* | Riciclo e riutilizzo
 - *Transport, communication and other infrastructure* | Infrastrutture in elevazione per resistere agli eventi estremi, comprese le inondazioni, separazione del trasporto pubblico, progettato a seconda del rischio, da quello stradale.
 - *Energy* | Idro-dighe di piccole dimensioni e fotovoltaico integrato negli edifici
 - *Risk reduction for flood, landslides and sea inundation* | Un sistema di piccole dighe e chiuse ravvicinate riduce il rischio di alluvione e di intrusione marina causata da SLR, definizione di pianure alluvionali sulle quali impedire la realizzazione di costruzioni ed infrastrutture, utilizzo di vegetazione in grado di assorbire e contrastare le alluvioni e le inondazioni, realizzazione di barriere meccaniche che devino inondazioni e mareggiate.

A tale proposito nella seconda parte della tesi, dedicata all'analisi delle best practices, nel quinto capitolo Macro-strategie e azioni progettuali, sono presentati alcuni rilevanti esempi progettuali a livello internazionale che danno forma a strategie di medio e lungo termine per la gestione del rischio legato all'impatto del fenomeno SLR sulle città costiere.



Fig. 17_Schematizzazione del modello di Governance del rischio per la città deltizia immaginaria di Drecca-Susdev. Fonte: UNDRR (2019).

Paesaggi sospesi

Per la prima volta, nel 2000, il Consiglio d'Europa fornisce una definizione univoca del termine "Paesaggio", lo fa nella *Convenzione Europea* (Consiglio d'Europa, 2000), e lo qualifica come «una parte di territorio così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere risulta dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni», introducendo, di fatto, il concetto per cui tutti gli elementi dall'uomo percepibili con i sensi determinano il paesaggio. Questo concetto è senz'altro applicabile ai beni culturali, intesi, in questo contesto come elementi che determinano il paesaggio.

Un interessante studio dal titolo *Mediterranean UNESCO World Heritage at risk from coastal flooding and erosion due to sea-level rise* (Reimann, L., Vafeidis, A.T., Brown, S., Hinkel, J., Tol R.S.J., 2018), pubblicato sulla rivista *Nature Communications*, richiama l'attenzione sui siti UNESCO situati nelle zone costiere del Mediterraneo più esposte al rischio inondazione causato dall'innalzamento del livello del mare, ponendo l'accento sul rischio di perdita non solo a livello materiale, ma anche sul piano dell'identità culturale dei popoli.

La Convenzione sulla Protezione del Patrimonio Mondiale culturale e naturale, adottata dall'UNESCO nel 1972, prevede la redazione di liste di beni, naturali e culturali, che appartengono a tutte le popolazioni del mondo, al di là dei territori nei quali essi sono collocati.

L'elenco del patrimonio mondiale del 2018 comprende un totale di 1092 siti del patrimonio culturale e naturale, in base al loro eccezionale valore universale; oltre il 77% di questi siti sono culturali e una grande parte di questi è collocata nelle aree costiere, in linea con le tendenze insediative tradizionali della civiltà umana. Alcuni di questi siti, rappresentano elementi particolarmente esposti a fenomeni di inondazione ed erosione costiera acuiti dal costante e progressivo aumento del livello del mare, con conseguenze pesanti anche sotto il profilo economico legato alla loro caratterizzazione di destinazioni turistiche.

Sebbene il cambiamento climatico sia stato universalmente riconosciuto come una minaccia, non sono molti gli studi che esplorano potenziali opzioni di adattamento per queste aree.

Inoltre, gli standard di protezione variano notevolmente tra i Paesi del Mediterraneo a causa delle differenze socioeconomiche tra la parte settentrionale, orientale e meridionale.

Nell'immagine seguente (Fig. 18) viene riportata la catalogazione frutto di questo studio rispetto ai siti UNESCO situati nel Mediterraneo, la mappa mostra anche la schematizzazione, tramite segmenti di diverso colore, delle previsioni al 2100 dell'innalzamento del livello del mare.

Secondo lo studio, in Italia i principali siti esposti al rischio inondazioni causate dal SLR sono: la città di Venezia e in generale tutta l'area lagunare, Piazza del Duomo a Pisa, Vicenza e le ville Palladiane

del Veneto, il centro storico di Napoli, Ferrara, il Delta del Po, monumenti paleocristiani di Ravenna, Portovenere le Cinque Terre, Torre Annunziata (NA), la Costiera Amalfitana e Cilentana con il Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano, l'area archeologia di Paestum (SA), la Certosa di Padula (SA).

- 5 Tematica approfondita all'interno della ricerca "MEDWAYS Le vie del Mediterraneo", cluster scientifico internazionale, Accademia nazionale dei Lincei (resp. scient. Mosè Ricci, Università di Trento) nel contributo "Paesaggi del SubLimen. Itinerario tra i territori "sospesi" della costa adriatica" di Carmen Mariano e Marsia Marino (in corso).

Questa digressione è funzionale ad evidenziare l'urgenza con la quale la tematica merita di essere trattata, al fine di far emergere il connotato di fragilità di quelli che possiamo definire come territori "sublimi"⁵, intesi nel significato etimologico del termine, infatti dal latino Sub Limen (sotto la soglia, limite), fa riferimento, in questo contesto, al limite della costa, limite fisico tra terra e mare inteso come componente che determina il passaggio, la transizione tra il paesaggio presente e quello futuro di territori che sono di fatto "sospesi" perché interessati da un fenomeno di rischio potenziale e, quindi, a rischio potenziale di perdita.

2.3 Il contesto territoriale italiano

Uno studio ENEA, dal titolo *Sea-level rise and potential drowning of the italian coastal plains: Flooding risk scenarios for 2100* (Antonioli, et al, 2017), pubblicato sul *Quaternary Science Reviews*, costituisce un documento essenziale e preliminare a questa ricerca.

In Europa circa 86.000.000 di persone (il 19% della popolazione) vivono entro i 10 Km dalla costa (ivi) e nell'area mediterranea la percentuale sale al 75%; l'Italia, con i suoi 7500 Km di costa, registra valori di concentrazione demografica che si aggirano intorno al 70%. È importante considerare come la rapida urbanizzazione degli anni '60 del XX secolo abbia contribuito ad uno sviluppo, in molti casi non pianificato, degli insediamenti costieri che sono oggi esposti al serio rischio di inondazione (Sterr, Klein and Reese, 2003). Ad aggravare la situazione, come è stato evidenziato nel paragrafo precedente, contribuisce anche la presenza, di importanti siti naturalistici e archeologici che implica la necessità, sempre più urgente, di mettere a punto un modello di trasformazione urbana resiliente di tali territori, che coniughi misure di mitigazione e di adattamento. In molte aree costiere del Mediterraneo si stanno registrando sempre più frequenti fenomeni di inondazione.

Le aree a maggior rischio sono quelle turche (Anzidei et al, 2011), l'area costiera nord adriatica (Antonioli et al, 2007; Lambeck et al, 2011), le isole Eoliche (Anzidei et al, 2016), le coste dell'Italia centrale (Aucelli et al, 2016) e il Marocco orientale (Snoussi, Ouchani and Niazi, 2008). Per quanto riguarda l'Italia, lo studio di Lambeck et al (op. cit.) ha elaborato una proiezione dell'innalzamento del livello del mare al 2100 sulla base del report IPCC 2007 e Rahmstorf (2007), i cui risultati mostrano che, assumendo un innalzamento minimo di 18 cm e uno massimo di 140 cm, 33 aree costiere italiane saranno inondate entro la data della proiezione. Per la regione italiana indagata (Nord Adriatico, Golfo di Taranto e Sardegna), si ipotizza, al 2100, un innalzamento del livello marino di 53-97 cm (IPCC, 2013 - RCP 8.5) e 140 cm (Rahmstorf, 2007).

L'ENEA, a partire da questi dati, ha elaborato una metodologia per verificare l'effetto dell'innalzamento previsto con l'obiettivo di redigere delle mappe relative agli scenari di inondazione di quattro aree oggetto di approfondimento, tramite un approccio multidisciplinare che, oltre a tener conto delle stime sull'innalzamento del livello del mare, prende in considerazione la morfologia e la topografia terrestre.

L'approccio metodologico utilizzato consiste nel considerare le diverse componenti dell'innalzamento del livello del mare:

- 1) le proiezioni IPCC-AR5 (scenari RCP-8.5) o Rahmstorf 2007;

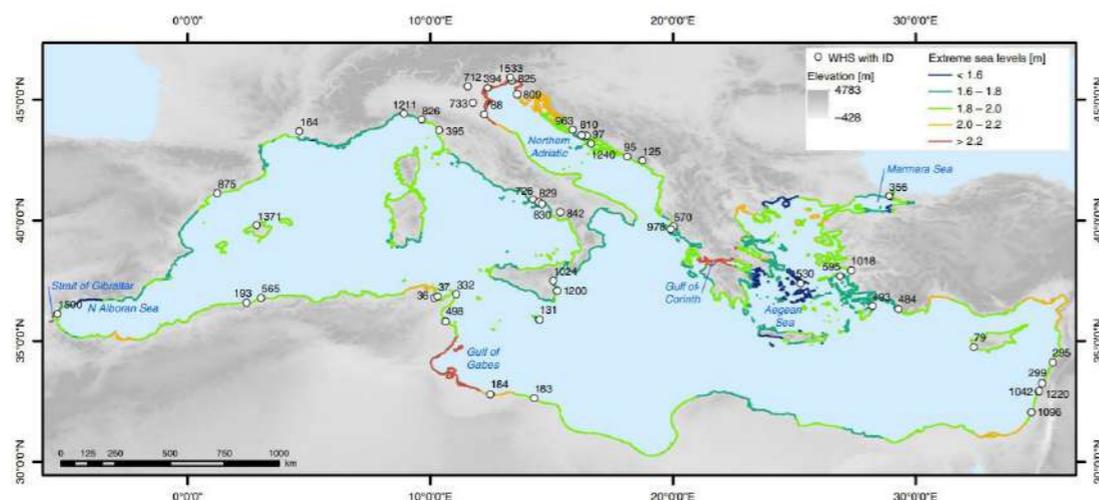


Fig. 18 Indicazione dei siti Unesco del Mediterraneo esposti al rischio di inondazioni causate dall'innalzamento del livello del mare. Fonte: (Reimann, L., Vafeidis, A.T., Brown, S., Hinkel, J., Tol R.S.J., 2018).

- 2) i movimenti verticali terrestri a lungo termine dei dati geologici;
- 3) il movimento glacio-idro-isostatico (GIA), per poi combinare i dati eustatici, isostatici e tettonici previsti per il 2100, in modo tale da ottenere i limiti minimi e massimi del livello del mare previsto per le regioni investigate e l'estensione interna delle possibili inondazioni.

Questo studio ha portato all'elaborazione di un modello 3D ad alta risoluzione (DTM modello digitale del terreno) dell'area costiera, grazie al quale sono state redatte alcune mappe che individuano le aree a rischio inondazione.

Il metodo, elaborato dal team ENEA per la costa italiana, può essere applicato in tutto il mondo in altre aree costiere interessate dal fenomeno. Questa breve digressione tecnica è funzionale a fornire un quadro conoscitivo della tematica oggetto di analisi nel contesto di riferimento. È importante sottolineare come dallo studio sopra esposto emerga chiaramente come l'aumento degli eventi climatici estremi, come le alluvioni e l'innalzamento del livello del mare siano strettamente interconnessi, e come questi due fattori, associati, abbiano un impatto ancora più drammatico in termini di inondazioni costiere. Argomento confermato dal dott. Gianmaria Sannino, responsabile del Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti dell'ENEA, intervistato a tal proposito dall'autrice il 31 luglio 2019. Semplificando molto il concetto, l'innalzamento del livello del mare crea una "base di appoggio" per l'evento estremo più alta, di conseguenza, gli effetti sul tessuto urbano costiero, in termini di inondazione, non possono che essere notevolmente più impattanti (Mariano, Marino, 2019).

Le previsioni di innalzamento del livello del mare, per orizzonti temporali, riferite all'area oggetto di studio sono presentate nel settimo Capitolo della tesi (§ II^a fase: INTEGRAZIONE | Materiali e metodi).

GOVERNARE LA TRANSIZIONE TRA DIMENSIONE STRATEGICA E SPERIMENTALE

ABSTRACT

To complete the reference framework, Chapter 3 examines the international guidelines, the main European directives and strategies, and the national legislative framework regarding the adaptation of cities to the effects of climate change in general and sea-level rise in particular.

The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (UNDRR, 2015), from the United Nations Office for Disaster Risk Reduction, was the first major agreement resulting from the 2015 Paris Agreement and provides the Member States with concrete actions to protect development progress from disaster risk.

The Sendai framework works hand in hand with the 2030 Agenda for Sustainable Development (A / RES / 70/1, 2015), an action program signed in September 2015 by the governments of the 193 UN member countries.

If the Climate Conferences and the aforementioned guidelines have mitigation actions as their priority objective, The EU Strategy on adaptation to climate change is a strategy, common to the member states of the European Union, which has as its focus that of adaptation (European Commission, 2013a), expressed, in national context, in the National Strategy for Adaptation to Climate Change (MATTM, 2015).

By restricting the field to coastal areas, it should be noted that in 2009 the European Commission launched an initiative on integrated coastal management and maritime spatial planning joint to all member states: Integrated Coastal Zone Management (ICZM, 2009), in the wake of which the "Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare" has published the National Guidelines for the defense of the coast from erosion and the effects of climate change (TNEC & ISPRA, 2018).

From the analysis of international guidelines, EU directives and strategies, and the national legislative framework, the Chapter highlights the central role of local administrations in the adaptation of the territory to climate change.

Through an inductive approach, some international and national case studies are analyzed, aimed at bringing out:

- a strategic dimension of local agendas, which provides for the definition of medium and long-term vision;
- an experimental dimension of the local plan, which provides for the updating of the contents of the plan.

ABSTRACT

A completamento del quadro di riferimento, il Capitolo 3 approfondisce gli indirizzi internazionali, le principali direttive e strategie europee e il quadro legislativo nazionale in materia di adattamento delle città agli effetti dei cambiamenti climatici in generale e del *sea level rise* in particolare.

Il documento *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030* (UNDRR, 2015), dell'*United Nations Office for Disaster Risk Reduction*, è stato il primo importante accordo scaturito a seguito dell'Accordo di Parigi del 2015 e fornisce agli Stati membri azioni concrete per proteggere i progressi dello sviluppo dal rischio di catastrofi. Il quadro di *Sendai* lavora di pari passo con l'*Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile* (A/RES/70/1, 2015), un programma d'azione sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU.

Se le Conferenze sul clima e le linee di indirizzo sopracitate hanno come obiettivo prioritario azioni di mitigazione, *The EU Strategy on adaptation to climate change* è una strategia comune agli stati membri dell'Unione Europea che ha come focus quello dell'adattamento (European Commission, 2013a), declinata, in contesto nazionale, nella *Strategia Nazionale di Adattamento ai cambiamenti climatici* (MATTM, 2015). Circoscrivendo il campo alle aree costiere, si segnala che la Commissione Europea nel 2009 ha avviato un'iniziativa sulla gestione integrata delle coste e la pianificazione dello spazio marittimo congiunta a tutti gli stati membri: la *Gestione Integrata delle Zone Costiere* (GIZC, 2009), sulla scia della quale il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, ha pubblicato le *Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici* (TNEC & ISPRA, 2018).

Dall'analisi degli indirizzi internazionali, delle direttive e delle strategie comunitarie e del quadro legislativo nazionale, nel Capitolo si evidenzia il ruolo centrale delle Amministrazioni locali nelle azioni di adattamento del territorio ai cambiamenti climatici.

Tramite un approccio induttivo, vengono analizzati alcuni casi studio internazionali e nazionali, volti a far emergere:

- una dimensione strategica delle agende locali, che prevede la definizione di *vision* a medio e lungo termine;
- una dimensione sperimentale del Piano locale, che prevede l'aggiornamento dei contenuti del piano.

A completamento del quadro di riferimento entro cui si colloca la tematica del presente studio, appare necessario definire, a partire dagli indirizzi internazionali (UNDRR, 2015; A/RES/70/1, 2015), le principali direttive e strategie europee e il quadro legislativo nazionale, al fine di comprendere quali siano, ad oggi, gli strumenti normativi vigenti a supporto dell'azione pianificatoria alla scala locale, per affrontare la sfida dell'adattamento delle città agli effetti dei cambiamenti climatici in generale e del *sea level rise* in particolare. Questo capitolo, infatti, attraverso un approfondimento gerarchizzato delle fonti – dal piano internazionale a quello comunitario e nazionale – ha lo scopo di far emergere, tramite un approccio induttivo, il tema pregnante su cui la tesi si fonda: il ruolo centrale delle amministrazioni locali (con i loro strumenti di governo del territorio) nell'adattamento ai fenomeni di *climate change*.

Prima di entrare nel merito della questione, analizzata nei paragrafi seguenti, è opportuno presentare un breve *excursus* delle Conferenze sul clima che hanno aderito alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (*United Nations framework convention on climate change* o UNFCCC), quando il tema del riscaldamento globale inizia ad essere affrontato come una questione imprescindibile a livello internazionale e si comprende la necessità di una linea d'indirizzo comune. Tali conferenze rappresentano la contestualizzazione storico-politica dalla quale prendono vita le linee d'indirizzo, le direttive e le strategie europee e nazionali.

La storia delle Cop (*Conference of the parties*), parte da Rio de Janeiro (Brasile) nel 1992. Da qui comincia la discussione mondiale sulla necessità di limitare le emissioni di gas ad effetto serra e inizia ad emergere chiaramente una netta divisione tra paesi industrializzati e in via di sviluppo.

L'11 dicembre 1997, nel corso della terza conferenza sul clima (Cop 3), viene adottato il Protocollo di Kyoto. Per la prima volta viene imposto un obbligo di riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera ai paesi più ricchi e più responsabili. Il Protocollo entra in vigore il 16 febbraio 2005, grazie alla ratifica della Russia, fondamentale dopo

l'addio degli Stati Uniti. Nel 2007, a Bali (Indonesia) prende avvio la Cop 13, il cui scopo era quello di imporre gli obblighi di riduzione della CO2 dei paesi ricchi anche ai paesi emergenti (Cina, India e Brasile), fino ad allora senza alcun vincolo perché considerate in via di sviluppo, per bloccare la crescita esponenziale delle loro emissioni, stabilizzandole. Secondo le previsioni, il nuovo trattato avrebbe dovuto essere adottato alla Cop 15 di Copenaghen (Danimarca) nel 2009, che risultò, invece, fallimentare, con raggiungimento di un mero accordo politico senza alcun vincolo, il cui unico passaggio degno di nota faceva riferimento alla necessità di contenere l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2°C.

La Cop 17 del 2011, a Durban (Sudafrica) cerca di fissare, al 2015, la nuova data di scadenza per l'adozione di un accordo globale per la riduzione della CO2 che sostituisse e migliorasse il Protocollo di Kyoto, che alla Cop 18 di Doha (Qatar) del 2012, viene spostata al 2020. È solo con la conferenza sul clima di Parigi, del 2015 che si riesce a dare vita ad un accordo globale, storico, per contrastare i cambiamenti climatici. Cento novantasei paesi, quasi la totalità della comunità internazionale, hanno deciso di impegnarsi per mantenere l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2°C, dopo aver fornito promesse volontarie di riduzione. L'Accordo di Parigi è entrato ufficialmente in vigore il 4 novembre 2016 (Perrone, 2017). L'accordo di Parigi prevede che il rialzo della temperatura vada contenuto ben al di sotto dei 2°C, pertanto viene fissato l'obiettivo di non andare oltre il rialzo di 1,5°C. Per centrare l'obiettivo, viene indicato il 2020 come l'anno dal quale le emissioni dovrebbero cominciare a calare. A differenza del Protocollo di Kyoto, l'Accordo di Parigi viene ratificato da tutti i paesi aderenti, il testo, inoltre, prevede un processo di revisione degli obiettivi che dovrà svolgersi ogni cinque anni, e rimborsi economici per compensare le perdite finanziarie causate dai cambiamenti climatici nei paesi più vulnerabili geograficamente, che sono spesso i più poveri (Internazionale, 2015).

Anche a questo accordo non sono mancate, tuttavia, le critiche e le zone d'ombra come, tra le altre, l'autocertificazione delle dichiarazioni riguardanti le emissioni da parte di ogni stato e il mancato intervento sulle emissioni derivanti dai gas di scarico di aerei e navi.

3.1 Indirizzi internazionali, direttive e strategie comunitarie e quadro legislativo nazionale

Parallelamente, degne di nota sono alcune linee di indirizzo internazionali, adottate come riferimento per le iniziative e i programmi di livello nazionale, che, di fatto, ne declinano gli obiettivi a livello locale.

Il documento *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030* (UNDRR, 2015), dell'*United Nations Office for Disaster Risk Reduction*, è stato il primo importante accordo scaturito a seguito dell'Accordo di Parigi del 2015 e fornisce agli Stati membri azioni concrete per proteggere i progressi dello sviluppo dal rischio di catastrofi.

È stato approvato dall'Assemblea generale delle Nazioni Unite a seguito della terza conferenza mondiale delle Nazioni Unite sulla riduzione dei rischi di catastrofi (WCDRR) del 2015 e fa appello alla necessità di ridurre il rischio di catastrofi e di perdite di vite umane, mezzi di sussistenza e salute e delle risorse economiche, fisiche, sociali, culturali e ambientali di persone, imprese, comunità e paesi. Riconosce, inoltre il ruolo centrale di ogni Stato, ma precisa la necessità della condivisione di responsabilità tra tutti i paesi membri. Gli obiettivi principali della strategia prevedono:

- Ridurre sostanzialmente la mortalità globale da calamità entro il 2030;
- Ridurre sostanzialmente il numero di persone colpite a livello globale entro il 2030;
- Ridurre la perdita economica in relazione agli effetti delle calamità naturali;
- Ridurre il danno a carico di infrastrutture, servizi di base, salute ed educazione sviluppando strategie mirate di adattamento;
- Incentivare e implementare la cooperazione internazionale in favore dei paesi in via di sviluppo attraverso un sostegno;
- Migliorare l'accesso ai sistemi di monitoraggio e di allarme per la prevenzione del rischio di catastrofi (ivi).

Il quadro di Sendai lavora di pari passo con l'*Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile* (A/RES/70/1, 2015), un programma d'azione per le persone, il pianeta e per la prosperità sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU. Questa prevede 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile in un unico programma d'azione (ivi). Ai fini della presente ricerca, è opportuno approfondire l'obiettivo n.13 "Promuovere azioni a tutti i livelli per combattere il cambiamento climatico" che declina a sua volta i seguenti target:

- 1.1 Rafforzare la capacità di ripresa e di adattamento ai rischi legati al clima e ai disastri naturali per tutti i paesi;
- 1.2 Integrare le misure di cambiamento climatico nelle politiche, strategie e pianificazione nazionali;
- 1.3 Rafforzare la consapevolezza rispetto alle misure di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico promuovendo una corretta istruzione e sensibilizzazione al tema;
- 1.4 Tenere fede all'impegno assunto dai partiti dei paesi sviluppati verso la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sul Cambiamento Climatico, che prevede la mobilitazione – entro il 2020 – di 100 miliardi di dollari all'anno, provenienti da tutti i paesi aderenti all'impegno preso, da destinare al soddisfacimento dei bisogni dei paesi in via di sviluppo, nell'ottica di incentivare azioni di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, oltre che a rendere pienamente operativo il "Fondo Verde per il Clima"¹ attraverso la sua capitalizzazione.
- 1.5 Promuovere meccanismi per aumentare la capacità effettiva di pianificazione e gestione di interventi inerenti al cambiamento climatico nei paesi meno sviluppati, nei piccoli stati insulari in via di sviluppo, con particolare attenzione a donne e giovani e alle comunità locali e marginali.

Direttive e strategie europee e nazionali di adattamento ai cambiamenti climatici

Con riferimento alla COP 21, la Risoluzione del Parlamento europeo del 13 marzo 2018 (INI, 2017/2006) sul ruolo delle regioni e delle città dell'UE nell'attuare l'accordo COP 21 di Parigi sui cambiamenti climatici (EUR-Lex, 2018), invita le autorità nazionali ad «attuare il decentramento e ad applicare meglio il principio di sussidiarietà in modo da rafforzare ulteriormente il livello di governo locale e regionale nella lotta ai cambiamenti climatici» ed esortate a «realizzare progetti pilota nel settore dello sviluppo urbano sostenibile».

Se le Conferenze sul clima e le linee di indirizzo sin ora delineate hanno come obiettivo prioritario, azioni di mitigazione volte alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra tali da garantire un aumento delle temperature non superiore ad 1,5°C, nell'aprile del 2013 la Commissione europea ha pubblicato *The EU Strategy on adaptation to climate change*, una strategia comune agli stati membri dell'Unione Europea sull'adattamento ai cambiamenti climatici, con l'obiettivo di rendere l'Europa più resiliente al clima, che auspica un migliore coordinamento di tutti i livelli di *governance* per rispondere agli impatti dei cambiamenti climatici (European Commission, 2013a). La strategia si concentra su tre obiettivi chiave:

- promuovere l'azione degli Stati membri incoraggiandoli ad adottare strategie globali di adattamento, fornendo loro finanziamenti per sviluppare piani di adattamento locale attraverso

¹ Il Fondo Verde per il clima è stato istituito nel 2010 dalla Conferenza delle parti della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici ed è un fondo globale istituito per reagire al cambiamento climatico e investire in uno sviluppo a emissioni ridotte e resiliente rispetto ai mutamenti in atto. Le esigenze dei Paesi in via di sviluppo, molto vulnerabili di fronte al cambiamento del clima, vengono prese particolarmente in considerazione.

l'iniziativa "Patto dei sindaci per il clima e l'energia"².

- stimolare azioni specifiche "a prova di clima" nei settori particolarmente vulnerabili, come la pesca, l'agricoltura e la coesione sociale, assicurandosi che vengano promossi interventi di potenziamento sulle infrastrutture al fine di garantire una maggiore protezione contro le calamità naturali
- potenziare la conoscenza in materia tramite lo sviluppo di una piattaforma europea sull'adattamento ai cambiamenti climatici (Climate-ADAPT)³, un importante strumento informativo sullo stato conoscitivo dell'ambiente a cura dell'AEA, Agenzia europea dell'ambiente.

La Strategia UE di adattamento ai cambiamenti climatici è composta di numerosi documenti, tra i quali *Climate change adaptation, marine and coastal issues, Commission Staff Working Document*, (European Commission, 2013b), che affronta specificatamente i fenomeni legati agli eventi di dissesto idrogeologico, dei quali sono riportati dati, normative di riferimento e primi approcci di gestione integrata delle aree costiere volte a promuovere uno sviluppo urbano resiliente (Op. cit.).

Anche l'Italia, si è dotata di una propria *Strategia Nazionale di Adattamento ai cambiamenti climatici* (SNAC), approvata con il decreto direttoriale n.86 del 16 giugno 2015, che prende le mosse dai seguenti documenti redatti dal Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare:

- Rapporto tecnico-scientifico *Stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici* (MATTM, 2014a);
- Rapporto tecnico-giuridico *Analisi della normativa per l'adattamento ai cambiamenti climatici: quadro comunitario e quadro nazionale* (MATTM, 2014b);
- *Elementi per una Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici* (MATTM, 2013).

Lo scopo di tale Strategia è quello di individuare i principali impatti dei cambiamenti climatici per una serie di settori socioeconomici e naturali e proporre azioni di adattamento (MATTM, 2015).

Nel maggio del 2016 è stata avviata l'elaborazione del *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici* (MATTM, 2017) per procedere all'attuazione delle prescrizioni della SNAC con lo scopo prioritario di:

- individuare le azioni prioritarie in materia di adattamento per i settori chiave identificati nella SNAC, specificando le tempistiche e i responsabili per l'implementazione delle azioni;
- fornire indicazioni per migliorare lo sfruttamento delle eventuali opportunità;
- favorire il coordinamento delle azioni a diversi livelli.

Nel luglio 2017 è stata pubblicata la prima stesura del PNACC, che sotto la voce *Azioni di adattamento* (al punto 2.3 *Ruoli per l'implementazione delle azioni di adattamento*) tratta specificatamente le

² Un'iniziativa della Commissione Europea del 2008 per unire in rete le città che intendono avviare un'iniziativa coordinata per la lotta ai cambiamenti climatici. È un movimento europeo che vede coinvolte le autorità locali e regionali che si impegnano volontariamente ad aumentare l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili nei loro territori.

³ Una piattaforma che ha l'obiettivo di disseminare le conoscenze rispetto alle iniziative europee in materia di adattamento ai cambiamenti climatici. È un partenariato tra la Commissione europea e l'Agenzia europea dell'ambiente (AEA). Climate-ADAPT è gestito dall'AEA con il supporto del Centro tematico europeo sugli impatti, la vulnerabilità e l'adattamento ai cambiamenti climatici.

problematiche legate alla gestione urbana delle acque e annovera tra le varie azioni oggetto di interesse del piano:

- «la moderazione delle piene, anche mediante serbatoi di invaso, vasche di laminazione, casse di espansione, scaricatori, scolmatori, diversivi o altro, per la difesa dalle inondazioni e dagli allagamenti»;
- «la difesa e il consolidamento dei versanti e delle aree instabili, nonché la difesa degli abitati e delle infrastrutture contro i movimenti franosi, le valanghe e altri fenomeni di dissesto»;
- «la difesa e il consolidamento dei versanti e delle aree instabili, nonché la difesa degli abitati e delle infrastrutture contro i movimenti franosi, le valanghe e altri fenomeni di dissesto» (PNACC, 2017).

Alla luce di quanto illustrato, con particolare riferimento alla *EU Strategy on adaptation to climate change*, si intuisce chiaramente come il ruolo delle amministrazioni locali, sia considerato di rilevante importanza al fine di promuovere piani di adattamento locale ai cambiamenti climatici, tale ruolo centrale viene sancito con l'introduzione della tematica all'interno del *Patto dei Sindaci per il Clima & l'Energia* dell'UE, che riunisce migliaia di governi locali impegnati, su base volontaria, a implementare gli obiettivi comunitari su clima ed energia, cui si è fatto precedentemente riferimento.

Se pur in assenza di specifiche politiche a livello nazionale, alcune amministrazioni locali stanno promuovendo azioni volte a rendere i propri territori meno vulnerabili ai cambiamenti del clima attraverso iniziative supportate, per lo più, da finanziamenti europei.

A questo proposito è utile sottolineare come l'Unione europea, negli ultimi anni abbia finanziato numerosi progetti volti a promuovere la resilienza dei territori, intesa come «[...] the capacity to lead to a continued existence by incorporating change» (Berkes, Colding, Folke, 2003), che hanno visto la partecipazione di numerose amministrazioni locali, che assieme a soggetti pubblici e privati, hanno elaborato proprie strategie di adattamento ai cambiamenti climatici.

Direttive comunitarie e quadro legislativo nazionale in materia di gestione delle acque

La direttiva 2000/60/CE (*Direttiva Quadro sulle Acque - DQA*) ha introdotto un approccio innovativo nella legislazione europea in materia di acque, tanto dal punto di vista ambientale, quanto amministrativo-gestionale. La direttiva persegue obiettivi ambiziosi: prevenire il deterioramento qualitativo e quantitativo, migliorare lo stato delle acque e assicurare un utilizzo sostenibile, basato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili.

Inoltre, «stabilisce che i singoli Stati Membri affrontino la tutela delle acque a livello di "bacino idrografico" e l'unità territoriale di riferimento per la gestione del bacino è individuata nel "distretto

idrografico", (Fig. 19) area di terra e di mare, costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi e dalle rispettive acque sotterranee e costiere» (Palamento Europeo, 2000).

La direttiva 2000/60/CE è stata recepita in Italia attraverso il decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152. Tale decreto con l'art. 64 ha ripartito il territorio nazionale in 8 distretti idrografici e prevede per ogni distretto la redazione di un piano di gestione, attribuendone la competenza alle Autorità di distretto idrografico.



Fig 19_ Mappa dei Distretti Idrografici. Fonte: MATTM.

In linea con i principi internazionali di gestione dei bacini idrografici già sostenuti dalla Direttiva 2000/60/CE (*Direttiva Acque*), la *Direttiva Alluvioni* (Direttiva 2007/60/CE,) «promuove un approccio specifico per la gestione dei rischi di alluvioni e un'azione concreta e coordinata a livello comunitario, in base alla quale gli Stati membri dovranno individuare tutte le aree a rischio di inondazioni, mappare l'estensione dell'inondazione e gli elementi esposti al rischio in queste aree e adottare misure adeguate e coordinate per ridurre il rischio di alluvione» (Parlamento Europeo, 2007). Questa Direttiva è stata recepita nell'ordinamento italiano con il con il D. Lgs. 49/2010, tenuto conto della normativa nazionale vigente, in modo particolare del D.Lgs. 152/2006 (recepimento italiano della Direttiva 2000/60/CE, cui si è precedentemente fatto cenno) e del DPCM 29 settembre 1998 per la tutela e il consolidamento del suolo. Ai sensi della Direttiva Acque del Parlamento Europeo e del Consiglio (Direttiva 2000/60/CE) prima e nella Direttiva Alluvioni

del Parlamento Europeo e del Consiglio (Direttiva 2007/60/CE) poi, tutti gli Stati membri si sono dotati di Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) e Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), due strumenti di pianificazione settoriale concettualmente molto simili, che si basano, però, su diversi presupposti tecnico-amministrativi e che hanno differenti finalità.

I PAI, autonomamente predisposti dalle Autorità di bacino regionali, interregionali e nazionali, sono stati concepiti con finalità principalmente riferite al governo del territorio, infatti questi predispongono la perimetrazione delle aree interessate da rischio idrogeologico su tutto il territorio nazionale e sono divisi in stralci, pertanto rappresentano un riferimento fondamentale anche per la pianificazione urbanistica.

I PGRA sono, invece, a scala distrettuale, cioè sotto il coordinamento di un unico soggetto e con la convergenza delle amministrazioni regionali e delle province autonome presenti nel Distretto ed essendo piani per la gestione del rischio delle alluvioni, hanno la finalità di governo dei possibili eventi alluvionali, direttamente direzionati, quindi, all'azione della protezione civile.

I temi trattati dai PAI e PGRA sono sicuramente correlati, ma i primi guardano a possibili modalità di trasformazione ed evoluzione urbanistica del territorio alla luce dei fenomeni di dissesto idrogeologico, i secondi alla mitigazione e adattamento degli effetti dell'evento calamitoso. Sicuramente entrambi rappresentano, ad oggi, gli strumenti più aggiornati in materia di gestione delle acque, pur, tuttavia, non considerando direttamente il fenomeno SLR così come espresso dallo studio ENEA, e non fornendo, conseguentemente informazioni rispetto all'incidenza del fenomeno sul tessuto urbano (Mariano, Marino, 2019).

Circoscrivendo il campo alle aree costiere, si segnala che la Commissione Europea nel 2009 ha avviato un'iniziativa sulla gestione integrata delle coste e la pianificazione dello spazio marittimo congiunta a tutti gli stati membri. La *Gestione Integrata delle Zone Costiere* (GIZC) è un processo dinamico, interdisciplinare e interattivo inteso a promuovere l'assetto sostenibile delle zone costiere. Essa copre l'intero ciclo di raccolta di informazioni, pianificazione (nel suo significato più ampio), assunzione di decisioni, gestione e monitoraggio dell'attuazione (GIZC, 2009).

La proposta, che assume la forma di direttiva, punta a stabilire un quadro per la pianificazione dello spazio marittimo e la gestione integrata delle coste negli Stati membri dell'UE al fine di promuovere la crescita sostenibile delle attività marittime e costiere e l'uso sostenibile delle risorse costiere e marine.

Gli Stati membri sono dunque chiamati a mappare le attività umane lungo la costa e sul mare e a monitorare e rendicontare il loro sviluppo spaziale futuro. Questo approccio include la valutazione di piani e strategie in conformità con le disposizioni della direttiva 2001/42 / CE sulla valutazione ambientale strategica e garantirà

che le attività economiche tengano in considerazione la protezione delle risorse naturali, nonché i rischi legati ai cambiamenti climatici e ai pericoli naturali, come l'innalzamento del livello del mare, a cui alcune zone costiere sono estremamente vulnerabili (Parlamento Europeo, 2001).

Sulla scia del protocollo GIZC e delle direttive europee in materia, il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, il 6 aprile 2018, ha sottoscritto con tutte le Regioni rivierasche italiane un Protocollo d'intesa per la stesura delle linee guida nazionali per la difesa delle coste dall'erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici.

Il frutto di questo lavoro sono le *Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici* (TNEC & ISPRA, 2018). Questo documento raccoglie e sistematizza buone pratiche ed esperienze maturate dalle Regioni rivierasche italiane nel campo della difesa costiera dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici. «La chiave di lettura dei fenomeni, l'approccio tematico e il prodotto-documento sono orientati principalmente verso gli aspetti gestionali della linea di costa o "interfaccia terra-mare", con la finalità di suggerire un approccio corretto da adottare nella scelta di azioni, misure e interventi per il controllo e la difesa della linea di costa, con particolare attenzione agli effetti attesi dei cambiamenti climatici e dell'innalzamento del livello marino e con i principi della Gestione Integrata delle Zone Costiere» (ivi).

Le indicazioni e le relative buone pratiche trattate nel documento riguardano quattro tematiche principali:

- Valutazione dei fenomeni erosivi
- Gestione degli effetti della dinamica litoranea
- Interventi e opere per la difesa costiera
- I depositi di sedimenti relitti

Il documento precisa, che «ogni valutazione e analisi sull'assetto del territorio costiero, compresi il fenomeno erosivo e le opzioni di adattamento, dovrebbe tenere conto delle previsioni di variazione del livello del mare e degli impatti del cambiamento climatico al fine di decidere in modo corretto se e quali azioni e interventi potranno essere utili, durare sufficientemente o avranno bisogno di manutenzioni e correzioni nel tempo, essere sostenibili e condivisi dalla società e dai portatori d'interesse». Inoltre, «La conoscenza e lo studio delle aree storicamente colpite da fenomeni di erosione costiera e/o di inondazione marina è di grande importanza per la prevenzione e la gestione dei rischi costieri. La costruzione di un Catalogo delle mareggiate storiche, organizzato opportunamente con diverse informazioni e dati, è di grande aiuto per le valutazioni delle vulnerabilità e dei rischi attuali e della loro possibile evoluzione».

Negli auspici delle linee guida, viene sottolineata con forza la necessità di attuare pratiche di resilienza per uno sviluppo sostenibile della fascia costiera, infatti viene sottolineato come «l'incremento

della capacità di un sistema costiero di adattarsi al mutare delle condizioni (resilienza) è un concetto particolarmente importante da tenere presente nella gestione dei litorali». A tale proposito vengono indicate alcune azioni specifiche in tal senso:

- misure di salvaguardia dei tratti a mare per evitare la realizzazione di opere rigide;
- misure di salvaguardia e conservazione dei sistemi dunosi esistenti e promozione della loro ricostituzione, laddove possibile;
- promozione di progetti di riqualificazione della fascia costiera che prevedano ove possibile l'arretramento degli stabilimenti balneari, delle strutture di servizio, delle infrastrutture lineari;
- rinforzo del sistema litoraneo attraverso ripascimenti diretti sul fronte interessato o su eventuali "zone di ricarica", individuabili in relazione alle condizioni dinamiche locali, da cui i sedimenti si distribuiscono nel tempo verso un tratto litoraneo più ampio da mantenere (ivi p. 305).

Dall'analisi degli indirizzi internazionali, delle direttive e delle strategie comunitarie e del quadro legislativo nazionale, emerge con forza il ruolo centrale delle Amministrazioni locali nelle azioni di adattamento del territorio ai cambiamenti climatici (Fig. 20) Questo livello di *governance* infatti, è più volte citato come destinatario di raccomandazioni, indirizzi politici e risorse economiche al fine di promuovere azioni locali di adattamento.

A tale proposito giova ricordare che:

- la risoluzione del Parlamento europeo del 13 marzo 2018 sul ruolo delle regioni e delle città dell'UE nell'attuare l'accordo COP 21 di Parigi sui cambiamenti climatici (2017/2006(INI)) esorta le autorità nazionali ad attuare il decentramento e ad applicare meglio il principio di sussidiarietà al fine di rafforzare il livello di governo locale e regionale nella lotta ai cambiamenti climatici attraverso progetti pilota nel settore dello sviluppo urbano sostenibile;
- *the EU Strategy on adaptation to climate change* (2013), nell'auspicare un migliore coordinamento di tutti i livelli di *governance* per rispondere agli impatti dei cambiamenti climatici, finanzia gli Stati membri per incentivare la realizzazione di piani di adattamento locale attraverso l'iniziativa "Patto dei sindaci per il clima e l'energia";
- la SNAC auspica un maggiore coordinamento delle azioni ai diversi livelli di *governance*.

L'obiettivo delle Amministrazioni locali, dunque, è chiaro: promuovere azioni di adattamento del territorio ai cambiamenti climatici, in linea con le direttive europee e nazionali.

Ma a che punto siamo? Quali sono le azioni messe in campo?

Per dare risposta a queste domande è opportuno capire, a questo punto, quale sia lo stato dell'arte in materia di adattamento del territorio a livello locale.

Sempre tramite un approccio induttivo (Fig. 21) partendo dal ruolo centrale delle amministrazioni locali nelle azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, si procede tramite l'analisi di casi studio internazionali e nazionali, volta a far emergere:

- una dimensione strategica delle agende locali, che prevede la definizione di Piani strategici che definiscono la *vision* dell'amministrazione anche in materia di adattamento del territorio ai fenomeni di *climate change*;
- una dimensione sperimentale del Piano locale, che prevede l'aggiornamento dei contenuti del piano, con particolare riferimento al tema degli effetti dei cambiamenti climatici sul territorio e delle relative azioni di adattamento.



Fig 20_Ruolo centrale delle amministrazioni locali nelle azioni di adattamento del territorio agli effetti del climate change. Approccio induttivo. Elaborazione di Marsia Marino (2020).

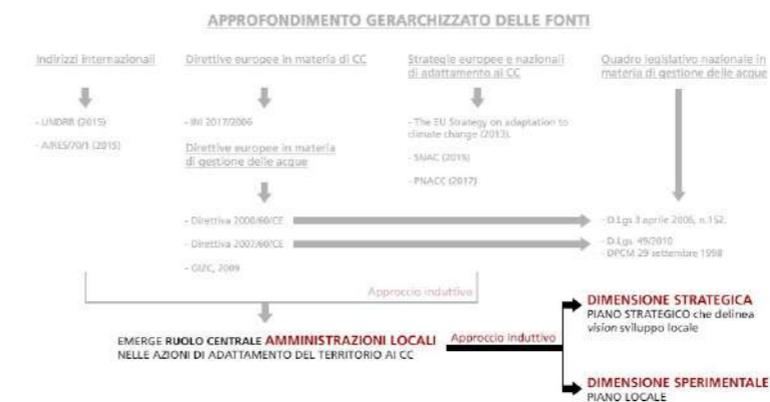


Fig 21_Dimensione strategica e sperimentale dell'azione locale. Approccio induttivo. Elaborazione di Marsia Marino (2020).

3.2 La dimensione strategica delle agende locali

In linea con l'impianto metodologico delineato, preso atto del ruolo cruciale che la comunità internazionale attribuisce al governo locale del territorio nella sfida all'adattamento, è opportuno indagare quali siano, ad oggi, le azioni intraprese. Come accennato, attraverso l'analisi di alcuni casi studio, di seguito riportati, sono state identificate due dimensioni: una strategica (che definisce strategie a breve, medio e lungo termine) e una sperimentale (volta in particolare all'aggiornamento dei contenuti degli elaborati del piano locale, necessità che emerge anche dagli obiettivi di alcuni piani strategici nazionali). In questo paragrafo verranno brevemente presentati alcuni casi studio emblematici di amministrazioni locali in contesto internazionale e nazionale, che si caratterizzano per la dimensione strategica delle loro agende in materia di adattamento del territorio agli effetti dei cambiamenti climatici, che porta, nella maggior parte dei casi, alla definizione di un Piano Strategico che delinea, in modo particolare per i casi studio internazionali, la *vision* a breve, medio e lungo termine tramite la definizione di orizzonti temporali per i quali vengono prefigurate strategie differenti e mirate.

Prima di procedere in tal senso, occorre però, fare una breve premessa rispetto ad alcune iniziative internazionali, in partenariato pubblico-privato, come *100 Resilient Cities* della *Rockefeller Foundation* e *C40 Cities*. Questi programmi hanno lo scopo di unire in rete le città che presentano fattori di rischio che ne ostacolano o ne rallentano lo sviluppo, definiti, nel programma *100 Resilient Cities* come "chronic stresses", vale a dire quelle problematiche che indeboliscono progressivamente il tessuto di una città, come disoccupazione, trasporto pubblico inefficiente, violenza endemica, scarsità di cibo e di acqua, e come "acute shocks", intese come manifestazioni improvvise e acute che minacciano una città, come terremoti, inondazioni, epidemie e attacchi terroristici (EY/100RC, 2017).

Il fine di questi programmi è quello di aiutare queste città a diventare più resilienti a "chronic stresses" e "acute shocks", dove per "resilienza urbana" si intende la capacità di individui, comunità, istituzioni, imprese e sistemi all'interno di una città di sopravvivere, adattarsi e crescere indipendentemente dal tipo di stress cronico o shock acuto che subiscono (Rockefeller Foundation, 2020). Questo proposito si sostanzia, come accennato, in un partenariato tra associazioni private e Amministrazioni locali delle città che hanno deciso di aderire alle iniziative, ed è volto alla definizione di Piani strategici condivisi, di lungo periodo con step intermedi di medio

periodo, tramite lo sviluppo di *vision*, nella maggior parte dei casi, proiettate in orizzonti temporali al 2030, 2050 e 2100.

Il programma *100 Resilient Cities* ha individuato cento città in tutto il mondo, alle quali se ne stanno progressivamente aggiungendo delle altre, e le ha connesse in rete per monitorare le evoluzioni e le conseguenze di "chronic stresses" e "acute shocks" sui territori. Per ognuna di esse vengono definiti obiettivi specifici a seconda delle criticità in atto in quel determinato territorio che ne indeboliscono il tessuto. Fanno parte del progetto anche le città italiane di Roma e Milano.

Il programma *C40*, invece, è una rete di megalopoli mondiali impegnate ad affrontare il cambiamento climatico con il fine di supportare le città nella collaborazione, nella condivisione di conoscenze e guidare azioni significative, misurabili e sostenibili contro il cambiamento climatico. *C40 Cities* ha collegato in rete 96 delle più grandi città del mondo che rappresentano oltre 700 milioni di cittadini e un quarto dell'economia globale; i sindaci delle città partner di *C40* si impegnano a raggiungere gli obiettivi più ambiziosi dell'Accordo di Parigi a livello locale (C40, 2019).

Dall'analisi di questi programmi sono emerse alcuni casi emblematici in contesto internazionale, presentati di seguito nella forma di brevi schede descrittive, che hanno il fine di delineare la dimensione strategica delle agende locali delle città interessate, in contesto internazionale, dal fenomeno *sea level rise*.

Dall'analisi del contesto nazionale, invece, sono emersi alcuni casi interessanti come quello del *Piano strategico metropolitano di Genova* (2017), *di Venezia* (2018) e *di Milano* (2019) che differiscono dalle esperienze europee in quanto non identificano strategie (articolate per orizzonti temporali) in merito alla tematica dell'innalzamento del livello del mare, ma evidenziano la necessità di adottare un approccio basato sulla conoscenza in merito agli effetti dei cambiamenti climatici sul territorio sollecitando l'aggiornamento del quadro conoscitivo dello strumento di pianificazione a livello locale.

Nello specifico nel *Piano strategico di Genova* vengono articolati sette obiettivi per perseguire uno sviluppo resiliente della città agli effetti dei cambiamenti climatici:

- adottare un approccio basato sulla conoscenza;
- considerare la complementarietà dell'adattamento rispetto alla mitigazione;
- adottare un approccio integrato nella valutazione dell'adattamento;
- integrare l'adattamento nelle politiche esistenti;
- lavorare in partnership e coinvolgere gli stakeholder e i cittadini;
- lavorare in stretto raccordo con il mondo della ricerca e dell'innovazione;
- effettuare un regolare monitoraggio e la valutazione dei pro-

gressi verso l'adattamento (Città metropolitana di Genova, 2017).

Il *Piano strategico di Venezia* (2018) affronta il tema della resilienza nell'ottica di trasformare i rischi in opportunità, declinando alcuni obiettivi generali sotto il profilo della salvaguardia e valorizzazione ambientale:

- mitigare il cambiamento climatico, dando priorità alla riqualificazione energetica degli edifici, favorendo nuove tecnologie di mobilità, aggiornando le regolamentazioni per lo sviluppo del territorio;
- adattarsi al cambiamento climatico, salvaguardando le aree naturali residuali e valorizzando la rete ecologica metropolitana;
- rigenerare l'esistente, dando prospettiva alle politiche di recupero delle aree contaminate, tra cui Porto Marghera;
- diventare flessibili e sinergici, coordinando le competenze simili ma disperse fra vari Enti e istituzioni, rivendicando il trasferimento delle funzioni dell'ex Magistrato alle Acque consone al livello metropolitano e supportando le amministrazioni locali nel controllo preventivo e successivo dell'ambiente.

Inoltre, sottolinea la necessità di promuovere una gestione coordinata del sistema di Piani che hanno origine dalla legislazione e dalla regolamentazione vigente in materia ambientale, oppure di derivazione comunitaria ma ad adesione volontaria, originati dal dibattito internazionale sullo sviluppo sostenibile e sui cambiamenti climatici: il Piano di protezione civile (di emergenza), il Quadro d'unione dei Piani comunali delle acque, il Piano metropolitano di azione per l'energia sostenibile (PAES metropolitano, dal programma Europa 2020), il Piano per la tutela e il risanamento della qualità dell'aria⁴ (Città metropolitana di Venezia, 2019).

In linea generale, il *Piano strategico metropolitano di Milano* punta sulla capacità di suscitare integrazione verticale tra differenti livelli di governo e orizzontale, promuovendo l'apporto di diversi attori sul territorio attraverso: la condivisione di un orizzonte comune e la convergenza multi-attoriale su una strategia d'azione, riconoscendo al contempo specificità e autonomia ai vari soggetti;

- la creazione di piattaforme di lavoro con gli attori metropolitani per la raccolta e la promozione di iniziative e progettualità;
- il rafforzamento del ruolo di supporto ai Comuni, alle Zone omogenee e alle forme associate di servizi comunali;
- la facilitazione nel loro concreto operare di istituzioni, autonomie funzionali, corpi intermedi, imprese e cittadini, attraverso sburocratizzazione, semplificazione e digitalizzazione.

Per quanto riguarda, invece, la strategia *Pianificazione territoriale, welfare metropolitano e rigenerazione urbana* sancisce il ruolo della Città metropolitana di coordinamento e supporto allo sviluppo di

programmi d'intervento che troveranno soluzioni nel partenariato pubblico privato e nella promozione di forme di finanza sostenibile per progetti urbani finalizzati alla riduzione del consumo di suolo e alla crescita della qualità urbana e ambientale e precisa che l'attuazione delle previsioni del Piano strategico passa attraverso il sistema delle intese per il raccordo degli strumenti di programmazione dei diversi attori sia istituzionali che non istituzionali interessati. In quest'ottica il Piano strategico va messo in relazione ai piani di competenza metropolitana, tra quali il Piano Territoriale Metropolitano e il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (Città metropolitana di Milano, 2019).

Di seguito, attraverso l'ausilio di "Schede descrittive", vengono proposti alcuni emblematici piani strategici internazionali che articolano in maniera più specifica la tematica dell'adattamento della città agli effetti dell'innalzamento del livello del mare.

⁴ inteso come azione coordinata dei Piani di azione comunali per la qualità dell'aria, a pianificazione dei servizi integrati per la gestione delle risorse idriche e per la gestione dei rifiuti urbani, oggi assegnata ad amministrazioni comunali che operano su distinti Consigli di bacino e che dovrebbero essere ricondotti ad unitarietà.

Schede dei Piani strategici internazionali

Scheda 1: Vejle (DK), un luogo piccolo, dove succedono cose grandi

Città: Vejle

Stato: Danimarca

Partenariato: 100 Resilient Cities e Vejle Kommune

Nome del piano strategico: Vejle's Resilient Strategy

Anno del Piano strategico: 2013, in costante aggiornamento

Ultimo aggiornamento: Stormflodsstrategi. Stormflodsbeskyttelse der gror med byen (Vejle Kommune, 2019).

Problematiche rilevanti della città: alluvioni frequenti, innalzamento del livello del mare

Quota altimetrica della città rispetto al livello del mare: minore o uguale a 2 metri

Breve descrizione della città:

Vejle si trova nello Jutland Centrale e per metà della sua estensione geografica è a quota due metri sul livello del mare, per l'altra metà ad un livello inferiore, conta una popolazione residente di circa 54.000 persone, e viene considerata una delle dieci aree della Danimarca più vulnerabili al rischio di allagamento causato dall'effetto combinato di alluvioni e innalzamento del livello del mare.

Breve descrizione degli obiettivi generali del piano strategico:

Il Piano è articolato in quattro strategie chiave per uno sviluppo urbano resiliente (Mariano, Marino, 2018).

- “Co-creating city”, uno slogan che rimanda alla collaborazione pubblico privato per la realizzazione di interventi strutturali, come la creazione di un centro di informazione e sperimentazione “Laboratory for climate change adaptation and flood control”, volto alla gestione del rischio di esondazione del fiordo.
- “Climate resilient city”, che fa riferimento alle ricadute dei cambiamenti climatici sulle infrastrutture della città, come ad esempio il porto, l'area costiera, le infrastrutture di comunicazione, il sistema idrico e fognario e per le quali prevede azioni mirate volte ad aumentare la resilienza di questi sistemi.
- “Socially resilient city”, che punta invece ad incrementare la coesione sociale ed economica grazie al coinvolgimento attivo della cittadinanza dalla fase decisionale a quella realizzativa, promuovendo anche la divulgazione delle strategie proposte tramite la redazione di cataloghi aggiornati al fine di promuovere Vejle come “città pilota”, modello internazionale di resilienza urbana.
- “Smart city”, che promuove l'introduzione di tecnologie digitali per la gestione dei rischi legati ai cambiamenti climatici, ma anche inerenti alla gestione quotidiana del traffico, alle modalità di parcheggio e informazioni sul clima e sul turismo (Vejle Kommune, 2013).

Identificazione delle aree a rischio inondazione:

Dopo aver definito le aree a rischio inondazione e identificato quelle non soggette al fenomeno, sono state definite ambiti prioritari di intervento per i quali è stata delineata una vision articolata in diversi orizzonti temporali: 2025, 2050, 2100 (Fig. 22). Tutte le aree identificate e schematizzate nell'immagine rappresentano una semplificazione delle previsioni IPCC e necessitano di approfondimenti puntuali, in linea con gli aggiornamenti delle stesse.

Articolazione temporale della vision (Fig. 23):

- Fase 1 | Protezione qui ed ora, breve termine fino al 2025
- Fase 2 | Protezione a medio termine, fino al 2050
- Fase 3 | Protezione a lungo termine, fino al 2100

Strategie di adattamento del territorio agli effetti del sea level rise:

- “Difendere”, con opere di ingegneria ambientale
- “Adattare”, con soluzioni *nature-based*
- “Delocalizzare”, realizzazione di quartieri resilienti (Vejle's Resilient Strategy, 2013)

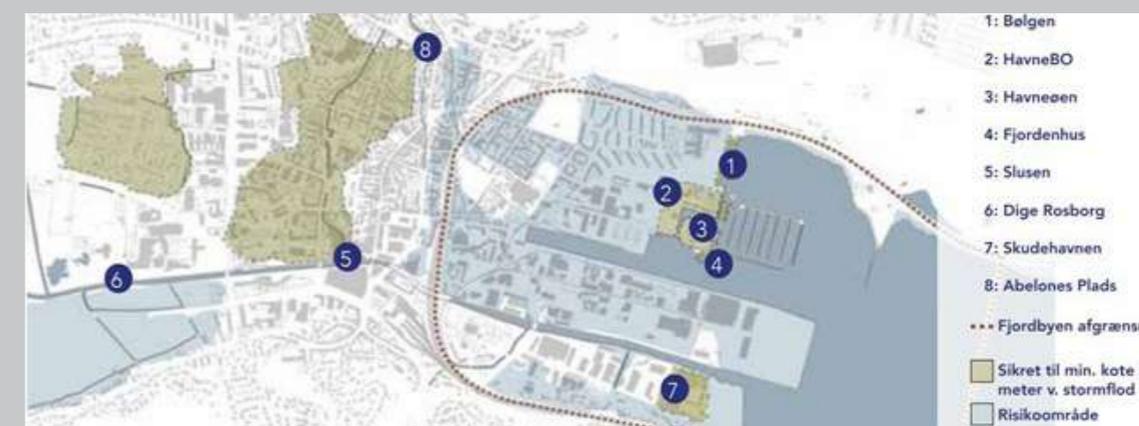


Fig. 22_Ambiti a rischio inondazione a partire dal 2030, in giallo le aree al di sopra dei 2 metri di quota. Fonte: Stormflodsstrategi. Stormflodsbeskyttelse der gror med byen (2019).



Fig. 23_Esempio di pratiche di rigenerazione urbana ecologica e resiliente in linea con le fasi temporali identificate dalle linee guida. Fonte: Stormflodsstrategi. Stormflodsbeskyttelse der gror med byen (2019).

Schede dei Piani strategici internazionali

Scheda 2: Rotterdam, una città d'acqua

Città: Rotterdam

Stato: Paesi Bassi

Partenariato: C40 cities e City of Rotterdam

Nome del piano strategico: Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy

Anno del Piano strategico: 2013

Problematiche rilevanti della città: Frequenti alluvioni, innalzamento del livello del mare

Quota altimetrica della città rispetto al livello del mare: meno di 2 metri

Breve descrizione della città:

La città di Rotterdam, come più di un terzo dei Paesi Bassi, si trova sotto il livello del mare, motivo per il quale dal 1937 prende avvio, da parte del Rijkswaterstaat (Directorate-General for Public Works and Water Management of Netherlands, l'equivalente del nostro Ministero delle Infrastrutture) l'elaborazione di un piano di difesa dei territori più densamente popolati vicino alle foci del fiume Reno, Mosa e Schelde, il cosiddetto "Delta Plan" (tema approfondito nella seconda parte, relativa alle best practices progettuali).

Breve descrizione degli obiettivi generali del piano strategico:

Fermo restando il ruolo centrale del "Delta Plan", in materia di protezione dalle inondazioni costiere, su cui poggia il Piano strategico, nel documento Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy (2013) vengono articolate quattro strategie generali per l'adattamento della città rispetto al fenomeno delle inondazioni:

- Rafforzare e aggiornare costantemente il sistema di difesa contro le inondazioni, le mareggiate e l'innalzamento del livello del mare a protezione delle aree insediate (Delta Plan);
- adattamento dello spazio urbano alle inondazioni;
- promuovere una pianificazione integrata in favore di uno sviluppo urbano resiliente;
- promuovere opportunità lavorative nel campo dell'adattamento ai cambiamenti climatici, rafforzare l'economia, migliorare la qualità della vita e tutelare la biodiversità.

Identificazione delle aree a rischio inondazione:

La strategia, sulla base delle previsioni del quinto rapporto IPCC, definisce alcuni ambiti a rischio inondazione al 2100, mettendo in evidenza le principali infrastrutture interessate da possibili inondazioni (Fig. 24), per i quali viene prospettata una vision per lo stesso orizzonte temporale. Tutte le aree identificate e schematizzate nell'immagine rappresentano una semplificazione delle previsioni IPCC e necessitano di approfondimenti puntuali, in linea con gli aggiornamenti delle stesse.

Articolazione temporale della vision: lungo termine, al 2100 (La vision dei Paesi Bassi in generale e di Rotterdam in particolare è volta soprattutto al rafforzamento e alla manutenzione delle opere costituenti il Delta Plan che, dal 1937, ha garantito protezione dalle inondazioni).

Strategie adattamento del territorio agli effetti del *sea level rise*:

Fermo restando che la strategia difensiva rispetto al fenomeno SLR, proposta dal "Delta Plan", rappresenta l'approccio prevalente, vengono articolate tre strategie per una metamorfosi resiliente degli spazi pubblici esposti al rischio:

- "spugna": piazze d'acqua, zone di infiltrazione e spazi verdi
- "protezione": dighe e protezione costiera
- "controllo" degli eventi di inondazione: vie di evacuazione, edifici resistenti all'acqua e strutture galleggianti (Rotterdam Climate initiative climate proof, 2013).



Fig. 24_Ambiti a rischio inondazione, previsione al 2100, con indicazione delle infrastrutture a rischio. Fonte: Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy (2013).

Schede dei Piani strategici internazionali

Scheda 3: New York, una città forte ed equa

Città: New York

Stato: U.S.A.

Partenariato: 100 Resilient Cities e Mayor's Office of Resiliency

Nome del piano strategico: One NYC 2050. Building a strong and fair city

Anno del Piano strategico: 2019, in costante aggiornamento

Ultimo aggiornamento: OneNYC 2020 Progress Report

Problematiche rilevanti della città: accesso alla sanità pubblica e all'istruzione, effetti dei cambiamenti climatici tra cui l'innalzamento del livello del mare.

Quota altimetrica della città rispetto al livello del mare: le aree costiere si trovano a circa 1/3 metri

Breve descrizione della città:

Secondo la ricerca ClimAID (New York State, 2020), che conferma i dati del quinto report IPCC (2013), la città di New York è una delle aree metropolitane più interessate da fenomeni di inondazione causati o aggravati dall'innalzamento del livello del mare. Come già avvenuto in occasione dell'Uragano Sandy (2014), le coste di Manhattan potrebbe tornare a subire ingenti danni con ripercussioni sull'intera città.

Breve descrizione degli obiettivi generali del piano strategico:

Il piano, che prefigura la vision dell'Amministrazione comunale al 2050 è imperniato sui seguenti otto obiettivi generali declinati in trenta iniziative specifiche. Di seguito gli obiettivi generali:

1. Una vibrante democrazia;
2. Un'economia inclusiva;
3. Quartieri vivibili;
4. Diritto alla salute;
5. Equità nell'istruzione;
6. Un clima vivibile;
7. Una mobilità efficiente;
8. Infrastrutture moderne.

Per quanto riguarda le iniziative specifiche vengono di seguito riportate i punti riferiti all'obiettivo n. 6 "un clima vivibile":

20. Fine della dipendenza dal carbonio e promozione di elettricità pulita al 100%;
21. Rafforzamento delle comunità, degli edifici, delle infrastrutture e del litorale per una maggiore resilienza agli effetti dei cambiamenti climatici;

22. Creare opportunità economiche e lavorative per tutti i newyorkesi attraverso le azioni previste per il clima e per l'adattamento del territorio agli effetti del climate change;
23. Realizzazione di una campagna informativa sulle azioni previste per sensibilizzare la popolazione ai temi inerenti al climate change.

Identificazione delle aree a rischio inondazione:

Le aree delineate sulla mappa (Fig. 25) non rappresentano i confini precisi delle inondazioni, illustrano piuttosto le aree attualmente soggette ad inondazioni che continueranno ad esserlo in futuro (2020, 2050 e 2080) e aree che non sono, e si stima non saranno, interessate da fenomeni di inondazione. Tutte le aree identificate e schematizzate nell'immagine rappresentano una semplificazione delle previsioni IPCC e necessitano di approfondimenti puntuali, in linea con gli aggiornamenti delle stesse.

Articolazione temporale della vision:

Il piano strategico One NYC 2050 delinea una vision a medio termine, ha come orizzonte temporale di riferimento il 2050.

Strategie adattamento del territorio agli effetti del sea level rise:

Nello specifico il punto 21/30 "Rafforzamento delle comunità, degli edifici, delle infrastrutture e del litorale per una maggiore resilienza agli effetti dei cambiamenti climatici" definisce alcuni lineamenti strategici specificatamente riferiti all'adattamento urbano al fenomeno dell'innalzamento del livello del mare:

- Mitigazione del rischio, che prevede la realizzazione di progetti a protezione delle zone costiere vulnerabili, localizzati in Lower Manhattan, Red Hook, Rockaways, Jamaica Bay, East Shore di Staten Island e lungo altre aree a rischio, è prevista un'azione di rafforzamento del sistema fognario per far fronte a possibili eventi alluvionali;
- Adattamento "climatesmart", che prevede la sensibilizzazione dei proprietari di case e immobili nella pianura alluvionale ai temi del climate change per incentivare opere di manutenzione ordinaria e straordinaria sui propri immobili al fine di rendere il patrimonio immobiliare resiliente a possibili eventi alluvionali (sono previsti sussidi in tal senso); promozione e supporto ad organizzazioni non profit e agenzie che forniscono assistenza ai cittadini che risiedono nelle aree a rischio; aumentare la quota di verde pubblico e infrastrutture verdi;
- Integrazione di politiche e strumenti di gestione del territorio, che prevede l'aggiornamento della strumentazione urbanistica di livello locale a supporto delle azioni di adattamento previste (One NYC2050, 2019).

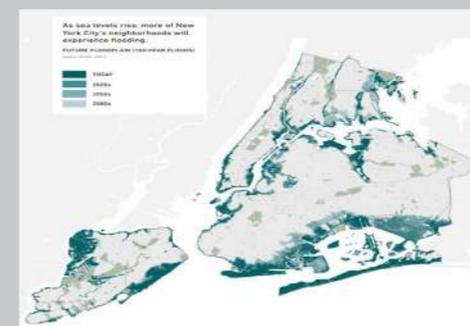


Fig. 25_Ambiti a rischio inondazione a partire da oggi fino al 2080. Fonte: One NYC 2050. Building a strong and fair city.

Analisi comparata dei Piani strategici

Con riferimento agli esempi di Pianificazione strategica in ambito nazionale precedentemente analizzati, emergono linee di indirizzo generali, rispetto al tema dell'adattamento del territorio ai cambiamenti climatici, orientate a:

- rafforzare il dialogo sia tra diversi livelli di *governance*, sia tra attori pubblici e privati;
- favorire l'integrazione dei diversi strumenti di governo del territorio nell'ottica di una pianificazione *downscaling* (Musco, Fregolent, 2014), come auspicato dal piano strategico di Venezia che sottolinea la necessità di promuovere una gestione coordinata del sistema di Piani in materia ambientale e da quello di Milano che pone l'accento sulla necessità di raccordare gli strumenti di governo di territorio che a diversi livelli trattano la materia ambientale.

Con riferimento, invece, all'analisi dei casi studio di Pianificazione strategica in ambito internazionale, brevemente descritti nelle schede precedenti, che delineano gli intenti e gli indirizzi politici delle agende locali in materia di adattamento urbano al fenomeno SLR, emerge che il fenomeno delle inondazioni interagisce con la struttura urbana in maniera differente a seconda delle caratteristiche orografiche e geomorfologiche del territorio (Abbate, Giampino, Orlando, Todaro, 2009) da un lato e di quelle dell'insediamento antropico dall'altro, rendendo necessari approcci strategici diversificati a seconda delle casistiche.

Se è vero, però, che ogni territorio necessita di un approccio *site-specific*, è anche vero che a livello strategico è stato possibile riscontrare alcune condizioni ricorrenti che permettono una sistematizzazione della casistica, ritenuta, a parere di questa tesi, fondamentale per la definizione di strategie di rigenerazione urbana in contesti interessati dall'effetto dell'innalzamento del livello del mare o considerati a rischio futuro di inondazione, tali da garantire uno sviluppo urbanistico durevole e resiliente a lungo termine.

In tutte e tre le strategie internazionali analizzate, si evidenzia, infatti, una prima similarità nella definizione di orizzonti temporali, ai quali corrispondono *vision* a breve, medio e lungo termine, anche se alcuni Piani strategici sono orientati prevalentemente su *vision* a lungo termine (Rotterdam), o a medio termine (New York).

Gli orizzonti temporali cui si fa più spesso riferimento per *vision* a medio e lungo termine sono il 2050 e il 2100, mentre fino al 2050 vengono delineate strategie e buone pratiche di breve termine.

Per quanto riguarda l'insieme delle misure individuate a supporto delle *vision* articolate per orizzonti temporali, è possibile delineare invece tre approcci prevalenti: il primo inerente alla necessità di difendere il territorio per mezzo di opere di ingegneria ambientale, il secondo relativo all'opportunità di aumentare la resilienza della struttura urbana ai fenomeni di inondazione in quelle aree per

cui non dovessero rivelarsi sufficienti opere di difesa, il terzo, in relazione alla opportunità di delocalizzare attività e insediamenti presenti nelle aree esposte ad un rischio maggiore, in altre geomorfologicamente più sicure.

Trade union tra dimensione strategica e sperimentale: LIFE VENETO ADAPT 2016

In questo contesto di riferimento è utile fare cenno ad un interessante progetto finanziato dalla Comunità Europea nel 2017, il progetto *LIFE VENETO ADAPT*⁵ (luglio 2017- marzo 2021), che si pone, di fatto, come congiunzione tra la dimensione strategica delle agende urbane e quella sperimentale in materia di aggiornamento della strumentazione urbanistica di livello locale, tema affrontato specificatamente nel paragrafo successivo.

Il progetto è animato dall'obiettivo di migliorare, a livello regionale, le capacità di rispondere ai cambiamenti climatici, in particolar modo a quelli legati al rischio idrogeologico e procede con un approccio multilivello alla pianificazione, coinvolgendo una conurbazione di circa 3,5 milioni di abitanti formata dai territori della Città metropolitana di Venezia e dei Comuni di Padova, Treviso, Vicenza, Cadoneghe, Curtarolo e Vigodarzere.

Dimensione strategica del Progetto LIFE VENETO ADAPT 2016

Padova (il Comune capofila), insieme agli altri 7 partner: Coordinamento Agende 21 Locali Italiane, Città metropolitana di Venezia, Università IUAV di Venezia, SOGESCA Srl, Comune di Treviso, Unione dei Comuni Medio Brenta, Comune di Vicenza, si è posta i seguenti «obiettivi specifici:

- Azione A1 | Sviluppare e verificare una strategia comune, insieme ad un sistema di *governance* multilivello, sia orizzontale (tra città dell'area conurbata) che verticale (tra livelli di *governance* ed attori differenti), allo scopo di aumentare la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, fornendo al tempo stesso contributi positivi per una politica sul clima a livello nazionale ed Europeo.
- Azione A2 | Costruire una base comune di conoscenze e un inventario delle vulnerabilità e rischi legati ai cambiamenti climatici, implementando la metodologia sviluppata dall'Università IUAV di Venezia.⁶
- Azione C1 | Individuare un ampio spettro di misure di adattamento in vista di una loro integrazione ai piani urbanistici esistenti, per esempio il PAES (e sua conversione in PAESC), oppure disposizioni sul consumo di suolo o piani di gestione delle acque e del verde urbano.
- Azione D1 | Istituire un sistema di monitoraggio per verificare puntualmente l'efficacia delle singole azioni.

⁵ Partners del progetto: Comune di Padova settore ambiente e territorio, Comune di Vicenza, Unione Comuni Medio Brenta, Città di Treviso, Sogesca Srl, IUAV, Planning Climate Change Lab. (Responsabile scientifico Francesco Musco), Città metropolitana di Venezia, Agende 21 locali italiane.

⁶ Nell'ambito delle attività di ricerca portate avanti all'interno del "Planning Climate Change Lab". Responsabile scientifico Prof. Francesco Musco.

- Azione C2 | Riassumere e formalizzare, anche in modo istituzionale, la metodologia in Linee Guida Regionali per l'adattamento, sulla base dei risultati ottenuti con le Azioni A2, C1 e C3.
- Azione C1 | Sviluppare e promuovere l'uso di Infrastrutture Verdi attraverso un approccio integrato basato sui servizi ecosistemici, nell'area conurbata del Veneto Centrale.
- Azione C1 | Aumentare la portata dei canali di scolo delle acque in eccesso e l'uso di aree di laminazione o raccolta polifunzionali, costruendo in questo modo una rete ecologica di aree protette.
- Azione C3 | Dimostrare la percorribilità di queste soluzioni "Hard" e "Soft" per l'adattamento, attraverso Azioni Pilota di sperimentazione in apposite aree già individuate in cinque città partner
- Promuovere e facilitare l'utilizzo della metodologia Veneto ADAPT da parte di altre città e Regioni sia in Italia che in Europa» (Veneto ADAPT, 2020).

Questa comunione di intenti rappresenta una strategia regionale per definire azioni coordinate in risposta ad alcuni fenomeni, in modo particolare il dissesto idrogeologico, e si colloca all'interno della dimensione sperimentale nel raggiungimento, a livello locale, degli obiettivi generali delineati a monte dalla strategia.

Dimensione sperimentale del Progetto LIFE VENETO ADAPT 2016

Il primo e il secondo obiettivo del progetto "Azione A1" e "Azione A2" delineano un *modus operandi* con cui approcciare lo studio della strumentazione urbanistica di livello locale che fa emergere due aspetti cruciali: il concetto di *multilevel governance* e quello di approccio *downscaling* alla pianificazione che, come si vedrà in seguito, rappresentano due capisaldi delle esperienze sperimentali in materia di aggiornamento del piano locale sui temi dell'adattamento ai fenomeni di *climate change*.

- L'Azione A1: *Sviluppare un modello di governance multilivello orizzontale e verticale*, si sostanzia nella codificazione di una metodologia⁷ in grado di comparare in maniera efficace tutti gli strumenti del territorio che interessano, nel caso specifico, il Comune di Padova, e categorizzare le eventuali azioni con valenza di adattamento del territorio in azioni di "coping" (strategia d'intervento in risposta all'emergenza, volta a gestire l'evento ed in seguito a recuperare/ricostruire lo stato precedente), "incremental" (misure di adattamento volte ad arginare il fenomeno. Solitamente rapide da realizzare, con tempi di ritorno brevi o medi) o "transformative" (interventi sistemici di trasformazione del territorio, molto più costosi nell'immediato, ma che permettono un abbattimento dei costi economici e sociali sulla lunga distanza);
- L'Azione A2: *Realizzare un inventario delle vulnerabilità e ri-*

schì legati ai cambiamenti climatici, implementa uno studio del 2016 dal titolo "Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico", analizzato nel paragrafo successivo.

⁷ A partire da quella codificata nel documento "Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico" (2016).

3.3 La dimensione sperimentale del piano locale

Appurato quindi che la scala locale è indicata, a livello internazionale, quale terreno privilegiato di indagine e sperimentazione in materia di adattamento del territorio agli effetti del *climate change* e una vota delineata, nel paragrafo precedente, la dimensione strategica delle agende locali, in contesto internazionale e nazionale, è necessario iniziare a definire i contorni dello stato dell'arte in materia di strumentazione urbanistica di livello locale, terreno privilegiato di indagine per quanto riguarda la presente tesi di dottorato.

Occorre precisare che «la necessità di occuparsi dei cambiamenti climatici dal punto di vista dell'adattamento e della mitigazione impone un considerevole salto di scala, includendo l'approccio globale richiesto dalla mitigazione per l'abbattimento delle emissioni climalteranti, ad uno strettamente urbano ed estremamente localizzato per l'adattamento» (Musco, Fregolent, 2014). Inoltre, va tenuto conto, che oggi la maggior parte dei dati forniti dalla modellistica climatica e dalla meteorologia sono indirizzati a studi che si occupano prevalentemente di misure di mitigazione; l'utilizzazione degli stessi per l'elaborazione di strategie di adattamento presuppone, pertanto, la necessità di tradurre le informazioni alla scala locale. Infatti, «the city, for all its importance, can no longer be thought of only as a physical artifact; instead, we must be aware of the dynamic relationship, both visible and invisible, that existing among the various domains of a larger terrain of urban as well as rural ecologies. Distinctions between rural and urban contingencies can lead to uncertainties and contradictions - calling for unconventional solutions. This regional, holistic approach demonstrates the multi-scalar quality of ecological urbanism» (Mostafavi, 2010).

Con riferimento alle mappe elaborate dall'ENEA rispetto alle aree italiane a rischio inondazioni da SLR infatti, è chiaro come le informazioni riportate non manifestino il diretto impatto del fenomeno sul tessuto urbano delle città coinvolte (essendo la scala di riferimento territoriale e non urbana), o quantomeno non forniscano una lettura qualitativa delle componenti urbane coinvolte dalle inondazioni previste (Fig. 26), lettura assolutamente indispensabile per poter calibrare una pianificazione per fasi temporali⁸, efficace ad uno sviluppo urbano sostenibile e resiliente come auspicato dall'*Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile* e come emerso dallo studio dei piani strategici analizzati nel paragrafo precedente.

A tale proposito, appare evidente che, nonostante i danni violenti provocati dai fenomeni climatici nell'ultimo decennio, tanto in Euro-

pa quanto in Italia, non si sia registrato un sostanziale cambiamento nell'approccio alle problematiche urbane legate al clima e allo sviluppo di nuove misure o azioni, «relegando le politiche di protezione del clima in un quadro teorico più generale, scoraggiando confronti e approcci interdisciplinari. La tendenza generale, infatti, è di interpretare i temi legati al clima in maniera mono-disciplinare e di utilizzare evidenze e informazioni da un numero limitato di discipline scientifiche. Come conseguenza, la pianificazione climatica è rimasta un dominio settoriale» (Musco, Magni, 2014). L'effetto di questo approccio, condotto sin ora, è stato quello di una sostanziale perdita del ruolo di regia complessiva delle amministrazioni locali in merito a tematiche che, di contro, richiederebbero una forte integrazione tra scala territoriale e urbana.

Obiettivo di questo paragrafo, è quello di tracciare i contorni dello stato dell'arte in materia, in modo tale da poter approfondire, in maniera mirata nella seconda parte, le metodologie e le azioni sin ora intraprese, che costituiranno le linee guida per la fase di sperimentazione proposta nella terza parte della ricerca.

Precedentemente si è fatto riferimento al progetto *LIFE VENETO ADAPT*, come esperienza che si colloca a cavallo della dimensione strategica, intesa in termini di *vision* regionale e che declina obiettivi specifici comuni alle amministrazioni locali coinvolte, e di quella sperimentale, che definisce ed implementa alcune linee guida volte a:

- comparare gli strumenti di governo del territorio con «l'obiettivo di far emergere prescrizioni e azioni con una più o meno esplicita valenza sia per l'adattamento che per la mitigazione» già poste in essere (Musco et al., 2016) e che, come accennato, cataloga in azioni di “coping”, “incremental” e “transformative”;
- elaborare mappe della vulnerabilità⁹ a determinati fenomeni climatici alla scala locale, tali da costituirsi quali aggiornamenti del quadro conoscitivo del territorio, e a partire dalle quali definire aree prioritarie d'intervento e delineare un abaco di possibili azioni progettuali.

Questi obiettivi vengono perseguiti riprendendo e sviluppando la metodologia delineata dallo IUAV, analizzata nel quarto capitolo, nell'ambito dei lavori di ricerca portati avanti nel *Planning & Climate Change LAB*,¹⁰ nel documento “*Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico*” (2016) che ha l'obiettivo di supportare le comunità locali nella formulazione di piani legati al clima come i Piani di adattamento locale (PAL).

Un altro esempio emblematico che definisce alcune linee guida per la costruzione di un piano di adattamento ai cambiamenti climatici è quello di Mantova, anche questo curato dal laboratorio *Planning & Climate Change* dello IUAV, che si inserisce all'interno dell'iniziativa

⁸ La cui opportunità emerge anche dall'analisi dei piani strategici illustrati nel paragrafo 3.2.

⁹ Vedi secondo Capitolo (§ 2.2).

¹⁰ Responsabile Scientifico: Prof. Francesco Musco. Gruppo di Ricerca: Carlo Federico dall'Omo, Vittore Negretto, Giulia Lucertini, Denis Maragno, Francesco Ruzzante.

tiva *Mantova Hub* (Comune di Mantova, 2018), un Piano strategico pluriennale finanziato dal *Programma straordinario di intervento per la riqualificazione urbana e la sicurezza delle periferie delle città metropolitane e dei comuni capoluogo di provincia* della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Per la redazione delle linee guida per il piano di adattamento climatico della città di Mantova sono stati coinvolti «non solo tutti i settori rilevanti dell'amministrazione comunale, ma anche tutti gli attori del territorio, che in un modo o nell'altro si interfacciano, costantemente o saltuariamente con questioni e temi rilevanti per l'adattamento climatico», a riprova, ancora una volta, della necessità di un approccio multilivello e *downscaling*. La metodologia proposta è articolata in cinque punti:

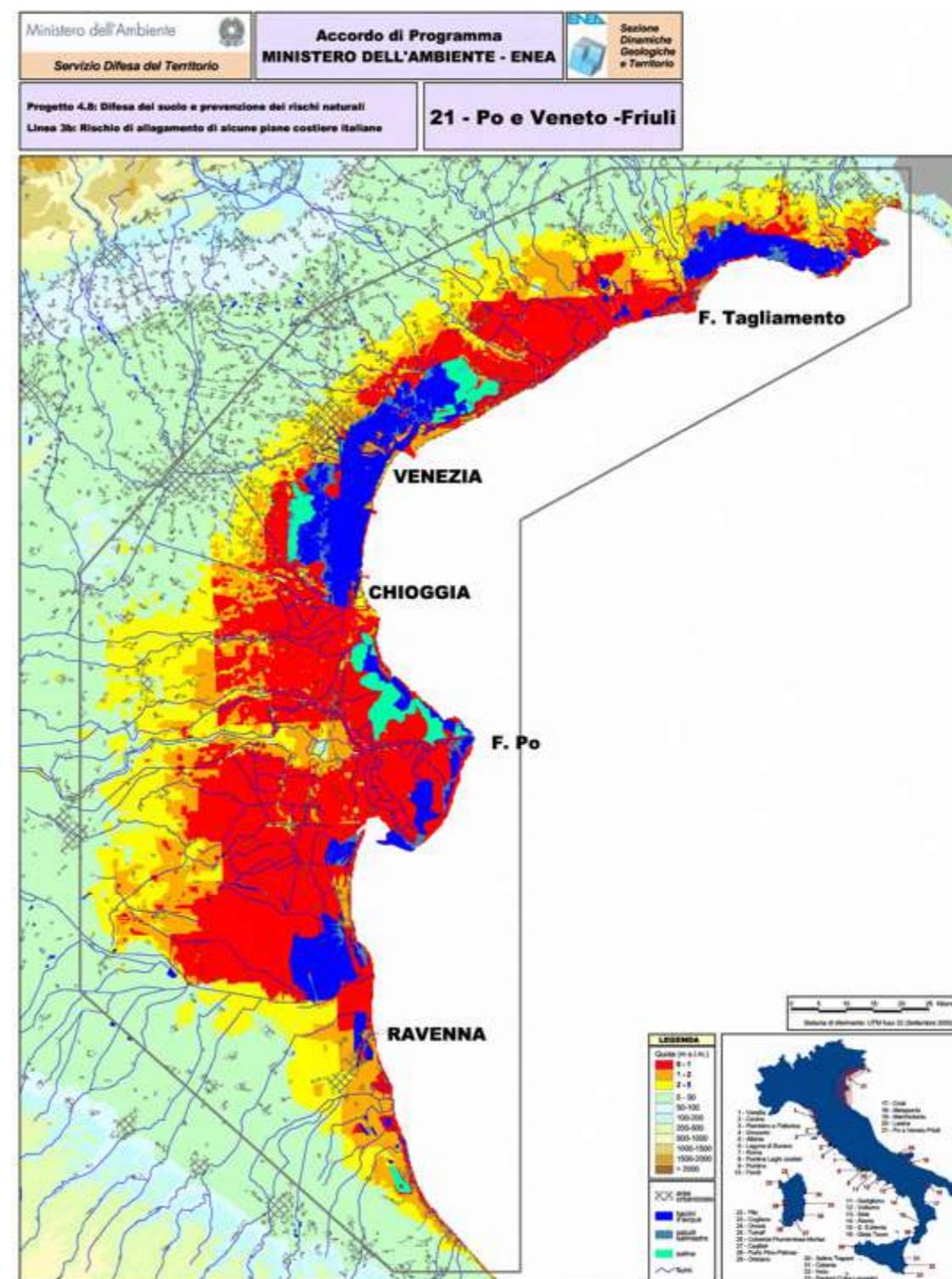
1. Analisi degli *stakeholder* e percezione del pericolo locale;
2. Analisi e mainstreaming di piani e progetti esistenti;
3. Analisi della vulnerabilità e individuazione delle aree prioritarie d'intervento;
4. Identificazione delle misure e delle strategie compensative;

Sempre nell'ambito delle misure di adattamento alla scala locale, la Città metropolitana di Milano ha creato tre applicativi per consultare ed esplorare i cataloghi riguardanti le azioni da mettere in atto per contrastare gli impatti sulle città determinati dai cambiamenti climatici. Questi applicativi sono stati realizzati nell'ambito dei lavori di tre progetti finanziati in ambito locale ed europeo ed a breve verranno unificati in un unico sportello digitale che consentirà agli utenti di trovare tutte le informazioni ed i servizi necessari per implementare azioni di contrasto ai cambiamenti climatici (Città metropolitana di Milano, 2020).

I progetti in questione sono:

- *Life Metro Adapt - Metro Adapt*: enhancing climate change adaptation strategies and measures in the Metropolitan City of Milan (LIFE17 CCA/IT/000080)
- *Verso paesaggi a prova di clima* (Fondazione Cariplo, 2018);
- *Nature 4 Cities* (Horizon 2020 Grant Agreement N°730468).

Fig. 26_Mappe del rischio SLR elaborate dall'ENEA per l'area Nord-Adriatica italiana. Fonte: ENEA – Laboratorio di Modellistica Climatica ed Impatti.



3.4 Considerazioni conclusive sullo stato dell'arte in materia di pianificazione locale in contesto nazionale

Se, da un lato, il dibattito scientifico disciplinare sta iniziando a prendere atto dell'incidenza socioeconomica delle inondazioni previste a causa del SLR, in un orizzonte temporale di cento anni, sulla fascia costiera e, contestualmente anche l'opinione pubblica sta iniziando a prendere coscienza del rischio reale ad esse connesso, dall'altro, i *policy maker* e gli strumenti di governo del territorio, in contesto nazionale, sembrano ancora poco focalizzati sulle tematiche strettamente legate all'esigenza di adattare le città ai fenomeni dei cambiamenti climatici. Lo stato attuale della discussione, infatti, è limitato alla elaborazione di piani strategici che individuano strategie e azioni di carattere programmatico, ed esistono solo alcune isolate sperimentazioni, cui si è fatto riferimento in questo capitolo, in merito all'aggiornamento del piano locale nell'ottica di un adattamento del territorio ai fenomeni connessi al *climate change*.

La legge urbanistica del 1942 (n. 1150 del 17 agosto 1942) ha istituito la formazione dei Piani Regolatori Generali (PRG), di interesse dell'intero territorio comunale, formati da elaborati indicativi, con valore programmatico, che hanno lo scopo di fornire indicazioni e spunti per la progettazione e valutazione degli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia in attuazione del PRG, descrittivi, che costituiscono il quadro conoscitivo del territorio comunale, e prescrittivi, un insieme di regole che definiscono i termini delle trasformazioni urbane.

Alla luce di quanto fin ora analizzato, e messo in luce dalle esperienze sperimentali sin ora condotte, in modo particolare dalle linee guida per la costruzione di piani di adattamento locale ai cambiamenti climatici di Padova e Mantova, emerge la necessità di agire su due fronti paralleli in materia di aggiornamento del piano locale:

- l'integrazione degli elaborati descrittivi, a implementazione del quadro conoscitivo del territorio, tramite l'elaborazione di mappe che evidenzino le aree a rischio rispetto ad un determinato effetto causato dai cambiamenti climatici;
- l'integrazione, sulla base delle nuove conoscenze, degli elaborati prescrittivi, attraverso la definizione di categorie di intervento e di un abaco di azioni locali, quale possibile recepimento anche in sede di Norme tecniche di attuazione.

La seconda parte della tesi è focalizzata ad analizzare nel dettaglio le sopracitate esperienze sperimentali in materia di innovazione del

piano locale, al fine di definire riferimenti teorico-metodologici utili per l'elaborazione di mappe del rischio a scala locale rispetto all'impatto del SLR sul territorio (presentate nella terza parte della tesi). In secondo luogo, alla luce delle strategie emerse dall'analisi dei piani strategici internazionali, verrà anche proposta una tassonomia di *best practices* riconducibili agli approcci prevalenti riscontrati, che costituirà il fondamento per ulteriori sviluppi della ricerca, relativi alla proposta di azioni auspicabili da applicare alle aree prioritarie d'intervento emerse dal raffronto delle mappe del rischio da SLR e lo strumento Urbanistico locale.

PARTE 1

Bibliografia

Bibliografia del Capitolo 1

- Aragona, S. (2013). Dalle mutanti condizioni climatiche grandi opportunità di costruzione di senso del territorio. In F. Musco & E. Zanchini (Eds.), *Le città cambiano il Clima*. Corila, Venezia.
- Böhme, G. (2010). *Atmosfere, estasi, messe in scena. L'estetica come teoria generale della percezione*. Marinotti, Milano.
- Boller, G. (2017) "Paesaggio come infrastruttura urbana per la mitigazione del rischio d'esondazione" Workshop 1, Urbanistica e/è Azione pubblica per la prevenzione dai rischi, Atti XX Conferenza Nazionale SIU. Planum Publisher, Roma.
- Campos Venuti, G. (1993). *Cinquant'anni di urbanistica in Italia*. Laterza.
- Carta, M. (2017). *The Augmented City. A paradigm shift*. List.
- Carta, M. (2018). "Il Manifesto della Città Aumentata. 10 punti per rigenerare, innovare e sviluppare le città del diverso presente" in *Artibune*. Disponibile al link: <https://www.artibune.com/progettazione/architettura/2018/12/maurizio-carta-storia-italia/attachment/maurizio-carta-il-manifesto-della-citta-aumentata-10-punti-per-rigenerare-innovare-e-sviluppare-le-citta-del-diverso-presente-2018/> Acquisito il 15.05.2020.
- Carta, M. (2019). *Futuro*. Rubbettino editore
- Cognetti, F. (2012). *Spazi del Welfare*. Quodlibet.
- Comitato per il Capitale Naturale (2018). *Secondo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia*.
- Comitato per il Capitale Naturale (2019). *Terzo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia*.
- Connor M. A., Luczak A. (2002) "Design Wetland Treatment System That Contribute to Wildlife Conservation" in *Proceedings of the Eighth International Conference on Wetland System for Water Pollution Control*.
- Crutzen, P. J. (2002) "Geology of ManKind" in *Nature*, vol. 415.
- Crutzen, P. J. (2005) *Benvenuti nell'Antropocene. L'uomo ha cambiato il clima, la Terra entra in una nuova era*. Trad. a cura di Par-

- l'angeli A. Mondadori.
- Dengade, J.A. (1957). *The triobols of megalopolis*. American Numismatic Society.
- Dorfles, G. (2003) *Artificio e natura*, Skira, Milano.
- European Commission (2013). *The EU Strategy on Adaptation to climate change*
- European Environment Agency – EEA (2016). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe*.
- European Water Movement (2019). Disponibile alla pagina: link: <http://europeanwater.org/it/notizie/notizie-locali/229-fornire-acqua-potabile-a-istanbul> Acquisito il 15.05.2020.
- Folberth G. A., Butler, T. M., Collins, W. J., Rumbold, S. T. (2015). “Megacities and climate change – A brief overview” in ELSEVIER. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.09.004>
- Gazzetta Ufficiale (2019).
- Gottmann, J. (1961). *Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States*. MIT Press.
- Guzman C. B., Nepf H., Berger A. M. (2017) *Design Guidelines for Urban Stormwater Wetlands*. LCAU Norman B. Leventhal Center for Advanced Urbanism, MIT, Cambridge.
- Indovina, F. (2015). “La nuova questione urbana: l’archipelago metropolitano” in *Archivio di studi urbani e regionali*.
- Inti, I (2019). *Pianificazione aperta. Disegnare e attivare processi di rigenerazione territoriale, in Italia*. Letteraventidue
- IPCC (2018). *Special Report on Global Warming of 1.5 °C*.
- IPCC (2013). *AR5 - Summary for Policymakers*.
- Ippolito, A.M. (2010) *L'Archinatura*, FrancoAngeli Editore, Milano.
- LEGGE 28 dicembre 2015, n. 221 “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di *green economy* e per il contenimento dell’uso eccessivo di risorse naturali”.
- LEGGE Galasso 1985.
- Maciocco, G. (2015) “Paesaggi dell’acqua come progetto del territorio sicuro” in *Urbanistica Informazioni*, 263(SI), 04 (1-2).
- Marango, D. (2019). *Ict, resilienza e pianificazione urbanistica. Per adattare le città al clima*. FrancoAngeli.
- Mariano, C., Marino, M. (2018a). “Gli effetti del climate-change come opportunità di rigenerazione ecologica dei territori costieri” in *Urbanistica Informazioni*, special issue “XI Giornata Studio INU – Interruzioni, Intersezioni, Condivisioni, Sovrapposizioni. Nuove prospettive per il future”.
- Mariano, C., Marino, M. (2018b) “Water Landscapes: from risk management to a urban regeneration strategy” in *Upland – Journal of Urban Planning, Landscape & Environmental Design, Vol 3 – Sustainability*.
- Mezzi, P., Pellizzaro, P. (2019). *La città resiliente. Strategie e azioni di resilienza urbana in Italia e nel mondo*. Altraeconomia.
- Mostafavi, M. & Doherty, G. (2010) *Ecological Urbanism*, Lars Müller Publishers, Zurich.
- Moore, J. W. (2017). *Antropocene o Capitalocene? Scenari di ecologia-*

- gia-mondo nell’era della crisi planetaria. Ombre Corte.*
- Musco, F., Zanchini, E. (2013). a cura di, *Le città cambiano il Clima*, Corila, Venezia.
- ONU – Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics (2019). *World Population Prospects*. Disponibile al link: <https://population.un.org/wpp/Download/Probabilistic/Population/> Acquisito il 14/04/2020.
- ONU – Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics (2018). *World Urbanization Prospects*. Disponibile al link: <https://population.un.org/wup/> Acquisito il 14/04/2020.
- Perini, K. (2013) *Progettare il verde in città. Una strategia per l’architettura sostenibile*, FrancoAngeli Editore, Milano.
- Ricci, L. (2017) “Governare la Città Contemporanea. Riforme e strumenti per la rigenerazione urbana”. In M. Talia (Ed.), *Un futuro affidabile per la città. Apertura al cambiamento e rischio accettabile nel governo del territorio*. Planum Publisher, Roma.
- Sassen, S. (1991). *The global city: New York, London, Tokyo*. Princeton University. Press, Princeton, NJ.
- SNAC (2015), *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*, Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare.
- Secchi, B. (2005). *La città del XXI secolo*. Laterza.
- Secchi, B. (2013). *La città dei ricchi e la città dei poveri*. Laterza.
- Secchi, B. (2015). *Il futuro si costruisce giorno per giorno. Riflessioni su spazio, società e progetto*. Donzelli.
- Podrecca, B. (2013). “Metameria, ArchiNatura, Architettura”, intervento nell’ambito della Conferenza *La dinamica della natura per abitare il pianeta*, Triennale di Milano, 27 febbraio 2013.
- Ricci, L., Iacomoni, A., Mariano, C. (2020). “Regole, strumenti, meccanismi e risorse per una politica integrata di produzione di servizi” in *Ananke* n. 90
- Ricci, M. (2020). “Adapt ability: The Leaf Plan concept” in A. Battisti, D. Santucci (a cura di), *Activating Public Space: An Approach for Climate Change Mitigation*, München: TU München.
- Ricci, M.; Carta, M.; Brenci, F.; Prato, L. (2020). “Perché ci sarà bisogno di uno sviluppo ecologico” in *IL SOLE 24 ORE*.
- Ronsivalle, D. (2019). *Luoghi, territori, paesaggi. Intelligenze collettive per la pianificazione nel Neoeocene*. FrancoAngeli.
- Stoppani, A. (1900). *Corso di Geologia*. Tip. Bernardoni Di C. Rebeschini.
- Turri, E. (2000). *La megalopoli padana*. Marsilio
- Treccani (2020). Significato di “trasformare”. Disponibile al link: <http://www.treccani.it/vocabolario/trasformare/> Acquisito il 14/04/2020.
- Treccani (2020). Significato di “azione”. Disponibile al link: <http://www.treccani.it/vocabolario/azione1/> Acquisito il 14/04/2020.
- Treccani (2020). Significato di “trasformazione”. Disponibile al

link: <http://www.treccani.it/vocabolario/trasformazione/> Acquisito il 14/04/2020.

United Nation (2015). *Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile*.

Vicino, T.J., Short, J. "Megalopolis 50 Years On: The Transformation of a City Region" in *International Journal of Urban and Regional Research*.

Bibliografia del Capitolo 2

Antonoli, F., Anzidei, M., Amorosi, A., Lo Presti, V., Mastronuzzi, G., Deiana, G., De Falco, G., Fontana, A., Fontolan, G., Lisco, S., Marsico, A., Moretti, M., Orrù, P. E., Sannino G. M., Serpelloni, E. and Vecchio, A. (2017), "Sea-level rise and potential drowning of the Italian coastal plains: Flooding risk scenarios for 2100", in *Quaternary Science Reviews*, vol. 158, pp. 29-43. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.12.021 [Accessed 10 September 2019].

Antonoli, F., Anzidei, M.K., Auriemma, R., Gaddi, D., Furlani, S., Orrù, P., Solinas, E., Gaspari, A., Karinja, S., Kovacic, V., Surace, L. (2007). "Sea level change during Holocene from Sardinia and northeastern Adriatic from archaeological and geomorphological data". *Quat. Sci. Rev.* 26, 2463e2486.

Anzidei, M., Bosman, A., Carluccio, R., Casalbore, D., D'Ajello Carracciolo, F., Esposito, A., Nicolosi, I., Pietrantonio, G., Vecchio, A., Carmisciano, C., Chiappini, M., Chiocci, F.L., Muccini, F., Sepe, V. (2016). "Flooding scenarios in coastal volcanic areas due to land subsidence and sea level rise: a case study for Lipari Island (Italy)". *Terra Nova*. <http://dx.doi.org/10.1111/ter.12246>.

Anzidei, M., Antonoli, F., Lambeck, K., Benini, A., Soussi, M. (2011). "New insights on the relative sea level change during Holocene along the coasts of Tunisia and western Libya from archaeological and geomorphological markers". *Quat. Int.* 232, 5e12.

Aucelli, P.C., Di Paola, G., Incontri, P., Rizzo, A., Vilaro, G., Benassai, G., Buonocore, B., Pappone, G. (2016). "Coastal inundation risk assessment due to subsidence and sea level rise in a Mediterranean alluvial plain (Volturno coastal plain southern Italy). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.06.017>.

Bamber, J., Aspinall, W. (2013). "An Expert Judgement Assessment of Future Sea Level Rise from the Ice Sheets" in *Nature Climate Change*. DOI: 10.1038/NCLIMATE1778.

Caserini, S. (2018). *Scenari internazionali di emissione e assorbimenti di gas serra congruenti con l'Accordo di Parigi*. ISPRA

Consiglio d'Europa (2000). *Convenzione Europea del Paesaggio*.

Fritzsche, K., et al (2014). *The Vulnerability Sourcebook Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments*. Federal Ministry for Economic Cooperation and Development.

Kopp, R.E., De Conto, R.M., Bader, D.A., Hay, C.C., Horton, R.M., Kulp, S., Oppenheimer, M., Pollard, D., Strauss, B.H. (2017). "Evolving Understanding of Antarctic Ice-Sheet Physics and Ambiguity in Probabilistic Sea-Level Projections" in *Agu Publications*. DOI: <https://doi.org/10.1002/2017EF000663>

Lambeck, K., Antonoli, F., Anzidei, M., Ferranti, L., Leoni, G., Scicchitano, G., Silenzi, S. (2011). "Sea level change along Italian coast during Holocene and a projection for the future". *Quat. Int.* 232 (1e2), 250e257. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2010.04.026>.

Magaudda, Stefano; D'Ascanio, Romina; Muccitelli, Serena; Palazzo, Anna L. 2020. "Greening" Green Infrastructure. Good Italian Practices for Enhancing Green Infrastructure through the Common Agricultural Policy" *Sustainability* 12, no. 6: 2301. <https://doi.org/10.3390/su12062301>.

Mariano, C., Marino, M. (2019). "Inondazioni costiere nel Mediterraneo. Strategie di trasformazione per città resilienti" in *Agathon*.

IPCC (2019a). *SROCC - Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*.

IPCC (2019b). *SRCLL - Special Report on Climate Change and Land*.

IPCC (2007). *AR4 - Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*.

Rahmstorf, S. (2007). "A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise" in *Science*. DOI: 10.1126/science.1135456.

Reimann, L., Vafeidis, A.T., Brown, S., Hinkel, J., Tol, R.S.J. (2018). "Mediterranean UNESCO World Heritage at risk from coastal flooding and erosion due to sea-level rise" in *Nature Communications*.

Ronchi, G. (2019). "Alluvione storica a Venezia. Il punto sui danni al patrimonio artistico" in *Artibune*. Disponibile al link: <https://www.artibune.com/professionisti-e-professionisti/politica-e-pubblica-amministrazione/2019/11/alluvione-storico-a-venezia-il-punto-sui-danni-al-patrimonio-artistico/>

Snoussi, M., Ouchani, T., Niazi, S. (2008). "Vulnerability assessment of the impact of sea-level rise and flooding on the Moroccan coast: the case of the Mediterranean eastern zone". *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 77, 206e213.

Sterr, H., Klein, R.J.T., Reese, S. (2003). "Climate Change and Coastal Zones: an Overview of the State-of-the-art on Regional and Local Vulnerability Assessment. Published" in *Climate Change and the Mediterranean: Socio-economics of impacts, vulnerability and adaptation*. Available at: <http://www.feem.it/getpage.aspx?id%4765&sez%4Publications&padre%473>

Thiéblemont, R.; Le Cozannet, G.; Toimil, A.; Meyssignac, B.; Losada, I.J. (2019) "Likely and High-End Impacts of Regional Sea Level Rise on the Shoreline Change of European Sandy Coasts Under a High Greenhouse Gas Emissions Scenario" in *Water*. doi:

<https://doi.org/10.3390/w11122607>.
UNDRR (2019). *Annual Report 2019*.

Bibliografia del Capitolo 3

A/RES/70/1 (2015). The 2030 Agenda for Sustainable Development.

Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (2003). Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

C40 (2019). *C40 Cities annual report 2019*

Città metropolitana di Genova (2017). *Genova Piano strategico metropolitano*.

Città metropolitana di Milano (2020). *Territori resilienti*. Available at: https://www.cittametropolitana.mi.it/Territori_resilienti/adattamento/index.html

Città metropolitana di Milano (2019). *Piano strategico metropolitano milanese*.

Città metropolitana di Venezia (2019). *Piano strategico metropolitano. triennio 2019-2020-2021*.

Comune di Mantova (2018). Iniziativa “Mantova Hub”. Available at: <https://www.comune.mantova.gov.it/index.php/area-documentale/file/6324-mantova-hub-verifica-progetto-esecutivo-rigenerazione-urbana-periferia-est-lotto-3-1>

Direttiva 2007/60/CE. Direttiva Alluvioni del Parlamento Europeo e del Consiglio.

Direttiva 2000/60/CE. Direttiva Acque del Parlamento Europeo e del Consiglio.

EY/100RC (2017). *Getting real about resilience*.

EUR-Lex (2018). 2017/2006(INI).

European Commission (2013a). *EU Adaptation Strategy*.

European Commission (2013b). *Climate change adaptation, coastal and marine issues*.

Fondazione Cariplo (2018). *Progetti territoriali della Città di Milano e provincia*.

<https://www.internazionale.it/notizie/2015/12/13/cosa-prevede-l-accordo-sul-clima-approvato-dalla-conferenza-dell-onu-a-parigi>

GIZC (2009). *PROTOCOLLO sulla gestione integrata delle zone costiere del Mediterraneo*. Gazzetta Ufficiale dell’Unione europea.

Horizon 2020 Grant Agreement N°730468. *Nature4cities*. Available at: <https://nbs-explorer.nature4cities-platform.eu/?hl=it>

INI (2017/2006). *Risoluzione del Parlamento europeo del 13 marzo 2018 sul ruolo delle regioni e delle città dell’UE nell’attuare l’accordo COP 21 di Parigi sui cambiamenti climatici*.

INTERNAZIONALE (2015). *La Conferenza internazionale sul clima di Parigi*. Disponibile al link: <https://www.life-metro.it/it/000080>.

LIFE VENETO ADAPT (2018). *Progetto LIFE16 VENETO ADAPT LIFE16 CCA/IT/000090. Action A.2*

Mariano, C., Marino, M. (2019). “Inondazioni costiere nel Mediterraneo. Strategie di trasformazione per città resilienti in” *Agaton*.

Mariano C., Marino M. (2018). “Gli effetti del climate-change come opportunità di rigenerazione ecologica dei territori costieri”, *URBANISTICA INFORMAZIONI, special Issue XI Giornata di studi INU Interruzioni, Intersezioni, Condivisioni, Sovrapposizioni. Nuove prospettive per il territorio*, pp. 24-27.

MATTM (2017). PNACC – *Piano Nazionale di adattamento ai Cambiamenti Climatici*.

MATTM (2015). SNAC – *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*.

MATTM (2014a). *Stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici*.

MATTM (2014b). *Analisi della normativa per l’adattamento ai cambiamenti climatici: quadro comunitario e quadro nazionale*.

MATTM (2013). *Elementi per una Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici*.

Mostafavi, M., Doherty, G. (2010). *Ecological Urbanism*. Baden: Lars Müller Publisher.

Musco, F., Maragno, D., Ruzzante, F., Negretto, V. (2019). “Climate proof planning: l’uso del remote sensing a supporto della vulnerabilità a scala locale” in *GEOmedia* n. 1.

Musco, F., dall’Omo, C.F., Negretto, V., Lucertini, G., Marango D., Ruzzante, F. (2018). *Mantova Resiliente. Verso il piano di adattamento al cambiamento climatico – Linee Guida*. Comune di Mantova.

Musco, F., Fregolent, L. (2014). “Sostenibilità nella pianificazione: nuovi strumenti e applicazioni in veneto” in Musco, F., Fregolent, L. *Pianificazione urbanistica e clima urbano. Manuale per la riduzione dei fenomeni di isola di calore urbano*. Il Poligrafo.

Musco, F., Magni, F. (2014). “Mitigazione e Adattamento: le sfide poste alla pianificazione del territorio” in Musco, F., Fregolent, L. *Pianificazione urbanistica e clima urbano. Manuale per la riduzione dei fenomeni di isola di calore urbano*. Il Poligrafo.

Musco, F., Maragno, D., Magni, F., Innocenti, A., Negretto, V. (2016). *Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del piano di adattamento al cambiamento climatico*.

New York State (2020). *ClimAID*. Available at: <https://www.nyserda.ny.gov/>

One NY2050 (2019). *New York City’s Strategic Plan*.

Parlamento Europeo (2007). Direttiva Alluvioni (Direttiva 2007/60/CE). Gazzetta Ufficiale dell’Unione europea.

Parlamento Europeo (2001). Direttiva direttiva 2001/42 / CE. Gazzetta Ufficiale dell’Unione europea.

Parlamento Europeo (2000). Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro sulle Acque – DQA). Gazzetta Ufficiale dell’Unione europea.

- Perrone, T. (2017). "La storia delle conferenze sul clima, anche note come Cop" in *Lifegate*. Disponibile al link: <https://www.lifegate.it/la-storia-delle-conferenze-sul-clima>
- Rockefeller Foundation (2020). *100 Resilient Cities*. Disponibile al link: <https://www.rockefellerfoundation.org/100-resilient-cities/>
- Rotterdam Climate initiative climate proof, (2013). *Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy*.
- TNEC & ISPRA (2018). *Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici*. MATTM Regioni.
- UNFCCC (2015). *Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici*.
- UNDRR (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*.
- Vejle Kommune (2019). *Stormflodsstrategi. Stormflodsbeskyttelse der gror med byen*.
- Vejle Kommune (2013). *Vejle's resilient Strategy*.
- Veneto ADAPT (2020). Central Veneto Cities netWorking for ADAP-Tation to Climate Change in a multi-level regional perspective. Available at: <https://www.venetoadapt.it/>

PARTE 2

Strumenti e metodi per una innovazione del Piano Urbanistico locale

CAPITOLO 4 LA DIMENSIONE SPERIMENTALE DEL PIANO LOCALE, TRA INTEGRAZIONE E INNOVAZIONE

ABSTRACT

Chapter 4 is aimed at crystallizing, from a methodological point of view, the experiences anticipated in Chapter 3, as regards the updating and innovation of urban planning tools at the local level with a view to climate-proof planning (Musco et. Al., 2019). Therefore, starting from the experiences of the European project LIFE VENTO ADAPT (2016), Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico (2016), Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018) and the Life Metro Adapt Projects (LIFE17 CCA / IT / 000080) and Progetti territoriali della Città di Milano e provincia (Fondazione Cariplo, 2018), three phases are highlighted:

- Evaluation of strategies and actions, with the explicit value of mitigation or adaptation to climate change, possibly already in place within the local instrumentation;
- Integration of the panel of descriptive documents of the cognitive framework of the local Urban Planning tool with respect to the effects on the territory of climate change;
- Innovation through the definition of priority areas of intervention and the development of site-specific intervention categories to integrate the prescriptive documents of the local Urban Planning tool.

The first phase is aimed at analyzing: firstly, the vision of the political agenda of the municipal administration, evaluating which strategies are already present in the urban plan, secondly, to compare the sectoral and urban planning tools - and their possible interactions - in order to bring out any directions and actions that could directly or indirectly affect the measures aimed at adaptation.

The second phase involves the integration of graphics based on the determined vulnerability, with respect to a predetermined phenomenon.

The third phase concerns the definition of possible site-specific adaptation actions.

ABSTRACT

Il Capitolo 4 è volto a cristallizzare, sotto il profilo dell'approccio metodologico, le esperienze anticipate nel Capitolo 3, in materia di aggiornamento e innovazione degli strumenti urbanistici di livello locale nell'ottica di una pianificazione *climate proof* (Musco et. al., 2019). A partire, quindi, dalle esperienze del progetto europeo LIFE VENTO ADAPT (2016), Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico (2016), Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018) e dei Progetti Life Metro Adapt (LIFE17 CCA/IT/000080) e Progetti territoriali della Città di Milano e provincia (Fondazione Cariplo, 2018), vengono evidenziate tre fasi, che rappresentano un importante riferimento teorico-metodologico per la definizione della metodologia applicata nella fase di sperimentazione proposta nella terza parte della ricerca:

- Valutazione di strategie ed azioni, con esplicita valenza di mitigazione o di adattamento ai cambiamenti climatici, eventualmente già in essere all'interno della strumentazione di livello locale;
- Integrazione del *panel* degli elaborati descrittivi del quadro conoscitivo dello strumento Urbanistico locale rispetto agli effetti sul territorio dei cambiamenti climatici;
- Innovazione tramite la definizione di aree prioritarie di intervento e l'elaborazione di categorie di intervento site-specific ad integrazione degli elaborati prescrittivi dello strumento Urbanistico locale.

La prima fase è volta ad analizzare: in primo luogo, la *vision* dell'agenda politica dell'amministrazione comunale, valutando quali strategie siano già presenti all'interno del piano urbanistico, in secondo luogo, a comparare gli strumenti di pianificazione settoriali e urbanistici e loro eventuali interazioni al fine di far emergere eventuali indirizzi e azioni che potrebbero incidere direttamente o indirettamente sulle misure finalizzate all'adattamento.

La seconda fase prevede l'integrazione di elaborati grafici sulla base della vulnerabilità determinata, rispetto ad un fenomeno prestabilito.

La terza fase riguarda la definizione di possibili azioni di adattamento *site-specific*.

Alla luce di quanto espresso dalla dissertazione presentata nella prima parte, questo capitolo è volto a cristallizzare, sotto il profilo dell'approccio metodologico, le esperienze citate nel terzo capitolo, in materia di aggiornamento e innovazione degli strumenti urbanistici di livello locale nell'ottica di una pianificazione *climate proof* (Musco et. al., 2019). A partire dalle esperienze del progetto europeo *LIFE VENTO ADAPT* (2016), *Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico* (2016), *Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico* (2018) e dei Progetti *Life Metro Adapt* (LIFE17 CCA/IT/000080) e *Progetti territoriali della Città di Milano e provincia* (Fondazione Cariplo, 2018), questa analisi è volta a mettere in evidenza tre fasi fondamentali che è stato possibile riscontrare, nelle esperienze descritte, attraverso un approccio induttivo.

Grazie a questa analisi sono state delineate alcune linee guida per la costruzione della metodologia applicata nella fase di sperimentazione proposta nella terza parte:

- **Valutazione** di strategie ed azioni, con esplicita valenza di mitigazione o di adattamento ai cambiamenti climatici, eventualmente già in essere all'interno della strumentazione di livello locale;
- **Integrazione** del *panel* degli elaborati descrittivi del quadro conoscitivo dello strumento Urbanistico locale rispetto agli effetti sul territorio dei cambiamenti climatici;
- **Innovazione** tramite la definizione di aree prioritarie di intervento e l'elaborazione di categorie di intervento *site-specific* ad integrazione degli elaborati prescrittivi dello strumento Urbanistico locale.

I casi studio vengono di seguito riportati nella forma di un'analisi comparata alla luce, quindi, di tre distinte fasi che compongono l'approccio metodologico:

- VALUTAZIONE
- INTEGRAZIONE
- INNOVAZIONE

Non è interesse di questa analisi scendere nel dettaglio dei risultati delle sperimentazioni, né della modalità operativa di costruzione delle mappe¹, ma piuttosto i casi studio vengono analizzati con specifico riferimento alle modalità di integrazione del quadro conoscitivo del territorio, tramite la costruzione delle mappe della vulnerabilità connesse al fenomeno climatico e alla definizione di un abaco di possibili azioni finalizzate alla risoluzione del rischio.

Inoltre, appare opportuno sottolineare che i fenomeni presi in considerazione dai casi studio riguardano principalmente gli effetti delle ondate di calore e il rischio idrogeologico; pertanto, il processo di costruzione del *geodatabase* e le operazioni di *geoprocessing* presentate nella terza parte sono state elaborate tenendo in considerazione le specifiche esigenze e condizioni al contorno.

Il fine dell'analisi comparata presentata in questo capitolo è quello di individuare dei riferimenti teorico-metodologici applicabili anche alle città soggette agli impatti del fenomeno SLR.

Bisogna specificare che il fenomeno del SLR presuppone la necessità di considerare previsioni al 2030, 2050 e 2100 sulla base degli indici RCP delineati nel quinto rapporto IPCC (2013), motivo per il quale il processo di costruzione delle mappe del rischio non potrà che differire da quelle di seguito riportate che non prendono in considerazione previsioni future ma fotografano uno stato di fatto.

¹ Come specificato nel secondo capitolo (§ 2.2) I casi studio sono volti alla definizione della vulnerabilità e non del rischio, in quanto non considerano la componente relativa all'esposizione (*exposure*), fondamentale, invece, per la sperimentazione presentata nella terza parte.

4.1 I^a fase: VALUTAZIONE

Nell'ottica dei principi più volte citati di *multilevel governance* e pianificazione *downscaling*, questa fase è volta ad analizzare: in primo luogo, la *vision* dell'agenda politica dell'amministrazione comunale, valutando quali strategie siano già presenti all'interno del piano urbanistico in relazione ad alcune tematiche tra cui, ad esempio, ondate di calore e deflusso difficoltoso delle acque (LIFE17 CCA/IT/000080); in secondo luogo, a comparare gli strumenti di pianificazione settoriali e urbanistici - e loro eventuali interazioni - al fine di far emergere eventuali indirizzi e azioni che potrebbero incidere direttamente o indirettamente sulle misure finalizzate all'adattamento.

In questo senso il progetto *LIFE VENETO ADAPT* (luglio 2017 - marzo 2021), è animato dall'obiettivo di migliorare - a livello regionale - le capacità di rispondere ai cambiamenti climatici, in particolar modo quelli connessi al rischio idrogeologico e alle ondate di calore; proprio nell'ottica di promuovere una pianificazione multilivello il progetto coinvolge una conurbazione di circa 3,5 milioni di abitanti formata dai territori della Città metropolitana di Venezia e dei comuni di Padova (Comune capofila), Treviso, Vicenza, Cadoneghe, Curtarolo e Vigodarzere.

Il progetto è stato precedentemente presentato mettendo in luce la sua condizione di *trade union* tra la dimensione strategica e quella sperimentale in merito all'approccio delle amministrazioni locali in materia di adattamento ai fenomeni di *climate change*.

Nello specifico l'*Azione A1*, relativa alla costruzione di una *governance* multilivello, si sostanzia nella codificazione di una metodologia in grado di comparare in maniera efficace tutti gli strumenti operanti sul territorio che interessano, nel caso specifico, il Comune di Padova, che viene inteso come progetto pilota.

L'obiettivo è quello di «far emergere prescrizioni e azioni con una più o meno esplicita valenza sia per l'adattamento che per la mitigazione» (op. cit.).

Nel caso di Padova, sono stati presi in considerazione i seguenti piani, sulla base dei quali è stata elaborata una matrice (Fig. 27) che mette in luce i principali obiettivi che concorrono alla *vision* delle Amministrazioni:

- PAT – *Piano di Assetto Territoriale*;
- PATI – *Piano di Assetto Territoriale Intercomunale*;
- POC – *Piano Operativo Comunale* (impatta sul clima urbano attraverso: definizione e gestione dell'uso del suolo, gestione delle trasformazioni locali, programmazione della dotazione locale dei servizi, applicazione degli standard di qualità urbana e

- ambientale, applicazione di regole quantitative, qualitative per la pianificazione attuativa);
- PI – *Piano degli Interventi* (individua e disciplina gli interventi di tutela e valorizzazione, di organizzazione e trasformazione del territorio);
- REC – *Regolamento Edilizio Comunale* (strategie di adattamento e mitigazione attuabili sugli edifici);
- PUT – *Piano Urbanistico del traffico* (costituito da un insieme coordinato di interventi per il miglioramento delle condizioni di circolazione e della sicurezza stradale in accordo con gli strumenti urbanistici vigenti e con i piani di trasporto);
- PUM – *Piano urbano mobilità* (intermodalità dei sistemi di trasporto);
- PEC – *Piano Energetico Comunale* (azione per la diminuzione della domanda energetica, incentivazione dell’efficienza energetica, promozione delle fonti rinnovabili);
- PICIL – *Piano di Illuminazione*;
- PAES/PAESC – *Piano d’Azione per l’Energia Sostenibile e il Clima* (strategie di mitigazione e adattamento);
- Pd’EC – *Piano d’Emergenza Comunale* (strategie di adattamento e risposta agli eventi estremi: cartografie ed analisi del rischio con indicazione delle aree esposte);
- *Piano delle acque*;
- PAI – *Piani di Assetto idrogeologico* (riduzione del rischio idrogeologico);
- Altri eventuali.

La metodologia utilizzata prevede che, per ogni azione individuata nei singoli piani, venga elaborata una scheda (Fig. 28) che consentirà:

- un più efficace coordinamento tra i contenuti dei singoli strumenti;
- la catalogazione dell’azione all’interno delle strategie di “coping” (strategia d’intervento in risposta all’emergenza, volta a gestire l’evento ed in seguito a recuperare/ricostruire lo stato precedente), “incremental” (misure di adattamento volte ad arginare il fenomeno solitamente rapide da realizzare, con tempi di ritorno brevi o medi) o “transformative” (interventi sistemici di trasformazione del territorio, molto più costosi nell’immediato, ma permettono un abbattimento dei costi economici e sociali sulla lunga distanza) (Fig. 29);
- la definizione della tipologia dell’intervento (fisica, organizzativa o economica) (Fig. 30), e del livello di efficacia per cui è stata pensata: tempo di ritorno tra 5 e 10 anni, 30 e 50 anni, 100 e 300 anni (Fig.31).

Questo processo logico implementa una metodologia codificata nel documento “*Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico*” (2016) declinata nei seguenti punti (Fig. 32):

1. analisi delle strategie proposte dal piano urbanistico;
2. sintesi dei progetti e delle azioni già in essere;
3. analisi delle nuove vulnerabilità;
4. proposta di nuove azioni;
5. definizione di strumenti legati alle nuove azioni;
6. monitoraggio.

I primi due punti “Analisi delle strategie proposte dal piano urbanistico” (Fig. 33) e “Sintesi dei progetti e delle azioni già in essere” (Figg. 34-35) fanno riferimento ad un approccio valutativo preliminare.

Anche nelle linee guida definite nel *Piano di Adattamento Climatico di Mantova* è possibile rileggere una fase di “valutazione” preliminare nell’articolazione del processo metodologico:

1. Analisi degli *stakeholder* e percezione del pericolo locale;
2. Analisi e mainstreaming di piani e progetti esistenti;
3. Analisi della vulnerabilità e individuazione delle aree prioritarie d’intervento;
4. Identificazione delle misure e delle strategie compensative;

I primi due punti “Analisi degli *stakeholder*” (Fig. 36) e “Analisi di piani e progetti esistenti” (Fig. 37) hanno lo scopo, infatti, di mettere in evidenza i soggetti coinvolti nelle azioni di adattamento locale e le strategie già previste, tramite un’analisi comparata, multilivello e *downscaling* dei diversi strumenti di pianificazione.

| STRUMENTI PRESENTI ALL'INTERNO DEL COMUNE DI PADOVA | | | | | |
|---|---|--------|----------------------|----------------------|--|
| Livello degli strumenti | Denominazione | Valore | Presenza | Nota | |
| Comune | PII - Piano di Assetto Territoriale | 198 | SI | Consultabile on line | |
| | PI - Piano degli Interventi | 198 | SI | Consultabile on line | |
| | POC - Piano Operativo Comunale | 198 | SI | Consultabile on line | |
| | PUT - Piano urbano del traffico | | | | |
| | REC - Regolamento edilizio comunale | 198 | SI | | |
| | REC - Piano urbano mobilità | 198 | SI | | |
| | REC - Piano Strategico Comunale | 198 | SI | Consultabile on line | |
| | REC - Piano dell'illuminazione per il Comune di Padova | 198 | SI | | |
| | REC - Piano comunale di Protezione Civile | 198 | SI | Consultabile on line | |
| | REC - Regolamento Edilizio Comunale | 198 | SI | Consultabile on line | |
| | REC - Regolamento per l'uso efficiente dell'energia e per la riduzione delle fonti energetiche rinnovabili e sostituite negli edifici | 198 | SI | Consultabile on line | |
| | REC - Regolamento per l'uso della figura pubblica, della riproduzione e degli spazi verdi | 198 | SI | Consultabile on line | |
| | REC - Piano d'azione per l'energia sostenibile (Covered by Mayor) | 198 | SI | Consultabile on line | |
| | Piano d'azione, tutela e mantenimento dell'arredo per la città di Padova | 198 | SI | Consultabile on line | |
| Piano d'azione di Padova in | 198 | SI | Consultabile on line | | |
| Piano delle acque | 198 | SI | | | |

Fig. 27_Matrice della strumentazione urbanistica del Comune di Padova. Fonte: Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico.

| 2. Una città più verde e più efficiente | | |
|---|--|---|
| Settore | Realizzazione di Aree Verdi | |
| Progetto | VI Assorbimento delle Aree verdi (2005-2009) | |
| PARTE I. Descrizione dell'intervento | | |
| Obiettivi | Assorbimento delle emissioni per effetti della piantumazione di alberi nelle aree verdi neo-realizzate | |
| Luogo | Parchi pubblici del Comune di Padova | |
| Destinatari | Cittadinanza | |
| Azioni specifiche | Realizzazione di parchi urbani tra il 2005 e il 2009. Parco dei Salici, Parco del Basso Isonzo, Parco Gozzano per un totale di 60.339 mq, pari a 60 ha | |
| Tempi | Data d'inizio lavori: 2005 | Data di fine lavori: 2009 |
| Responsabile tecnico | Comune di Padova | Settore Verde |
| Altri attori coinvolti nell'implementazione dell'intervento | Comune di Padova | Settore Ambiente - Ufficio Agenda 21 |
| Somma dei costi dell'intervento | Forum Agenda 21 | |
| PARTE II. Benefici attesi | | |
| Somma della riduzione di CO ₂ | Metodologia utilizzata per la stima delle riduzioni di CO ₂ e fonte da cui è stato estrapolato il dato | Somma del totale di CO ₂ risparmiata [ton] |
| | Numero alberi stimato/ha= 60 Numero di ha realizzate= 60 CO ₂ assorbita dall'albero medio/anno=0,720-0,035 t/CO ₂ | 126,83 ton CO ₂ |

Fig. 28_Esempio di scheda di analisi di una singola azione (PAES – Piano d’azione per l’Energia Sostenibile di Padova). Fonte: Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico.

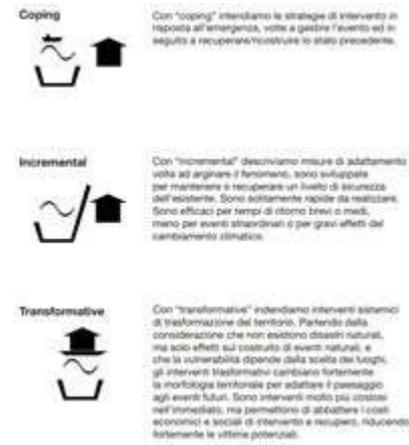


Fig. 29 Strategie di intervento: "coping", "incremental", "transformative". Fonte: LIFE VENETO ADAPT (2016).



Fig. 30 Tipologie di intervento: "fisiche", "organizzative", "economiche". Fonte: LIFE VENETO ADAPT (2016).



Fig. 31 Tempi di ritorno. Fonte: LIFE VENETO ADAPT (2016).

| livello | plane | policy area inerenti | valenza |
|-----------|---|--|---------|
| regione | PTCR - Piano territoriale Coordinamento Regionale | Il PTCR rappresenta il documento di riferimento per la tematica dei cambiamenti climatici, strategie di adattamento e di mitigazione. | 100 |
| | PCA - Piano energetico regionale | Il PER rappresenta il documento di riferimento per la tematica dell'energia. Strategie di mitigazione. Fonti rinnovabili, efficienza energetica, risparmio energetico. | 100 |
| | Piano per l'habitat strategico | Il PH è l'aggregato di documenti settoriali di riferimento, finalizzati a definire strategie di mitigazione e adattamento, analizzando il rischio, la vulnerabilità ed il pericolo del territorio e progettando misure di risposta. | 100 |
| | PRIV - Piano Regionale Trasporti Veneto | Il PRIV è il documento settoriale di riferimento per i trasporti. Strategie di mitigazione. Infrastrutture di mobilità sostenibile, infrastrutture di mobilità non motorizzate. | 100 |
| | MLA - Piano d'area | Strumento di specificazione del Piano territoriale Regionale di Coordinamento per ambiti determinati, che consente di "individuare le giuste soluzioni per tutti quei contesti territoriali che richiedono specifici, articolati e multidisciplinari approcci alla pianificazione". | 100 |
| | PA - Piano di tutela delle acque | Individua gli strumenti per la protezione e la conservazione della risorsa idrica, come strategie di riduzione del rischio e prevenzione di conseguenze alle mitigazione degli effetti della inondazione e della siccità. | 100 |
| provincia | PTCV - Piano territoriale Coordinamento Provinciale | Il PTCV rappresenta il documento di riferimento per lo sviluppo territoriale provinciale. Strategie di mitigazione: salvaguardia, protezione e promozione dello sviluppo e uso del suolo; strategie di adattamento: definizione di nuove modalità di sviluppo territoriale e urbano. | 100 |
| | Piano provinciale di emergenza | Strategie di adattamento: valutazione e analisi di tutti gli scenari ipotizzabili del territorio basati sui rischi potenziali e stabilimento del territorio provinciale in ottica territoriale omogenea. Risposta ad eventi, gestione situazioni di emergenza, soccorso. | 100 |
| | Piano di fatto del trasporto pubblico locale | Il settore nel complesso sistema di pianificazione e programmazione del trasporto pubblico locale previsto dalla normativa regionale. Dal punto di vista della mitigazione, tale piano mira a creare una rete di trasporto che privilegi le integrazioni tra le varie modalità favorendo quelle a minore impatto sotto il profilo ambientale, disaccoppiare e migliorare l'accessibilità alle aree urbane, anche attraverso forme di integrazione tra servizi urbani ed extraurbani. | 100 |

Fig. 34 Elenco degli strumenti di pianificazione a livello regionale e provinciale in Veneto. Fonte: Seap Alps (Musco F, Magni F, Verones S, Maragno D, Dalla Fontana M. 2015).

| livello | plane | policy area inerenti | valenza |
|---------|---|--|----------------|
| comune | PAE - Piano di Assetto Territoriale | Pianificazione territoriale a scala comunale di livello strategico. Inquadra nel clima urbano attraverso: - definizione a gestione uso del suolo; - gestione trasformazioni locali; - programmazione di gestione locale servizi; - applicazione standard qualità urbana e ambientale; - applicazione regole quantitative/qualitative pianificatorie attuative. | 100 |
| | PI - Piano degli interventi | Individua e sviluppa gli interventi di tutela e valorizzazione, di organizzazione e di trasformazione del territorio. | 100 |
| | PUR - Piano urbanistico comunale | È costituito da un insieme ordinato di interventi per il sviluppo e miglioramento delle condizioni di insediamento e della sicurezza abitativa, la riduzione degli inquinamenti ambientali ed atmosferici e il risparmio energetico, in accordo con gli strumenti urbanistici vigenti e con i piani di trasporto. | 100 (30-40000) |
| | PGR - Piano di Governo del territorio comunale | Il PGR è il documento di riferimento per la gestione del territorio comunale. Strategie di mitigazione e adattamento, analizzando il rischio, la vulnerabilità ed il pericolo del territorio e progettando misure di risposta. | 100 |
| | PRIV - Piano Regionale Trasporti Veneto | Il PRIV è il documento settoriale di riferimento per i trasporti. Strategie di mitigazione. Infrastrutture di mobilità sostenibile, infrastrutture di mobilità non motorizzate. | 100 |
| | MLA - Piano d'area | Strumento di specificazione del Piano territoriale Regionale di Coordinamento per ambiti determinati, che consente di "individuare le giuste soluzioni per tutti quei contesti territoriali che richiedono specifici, articolati e multidisciplinari approcci alla pianificazione". | 100 |
| | PA - Piano di tutela delle acque | Individua gli strumenti per la protezione e la conservazione della risorsa idrica, come strategie di riduzione del rischio e prevenzione di conseguenze alle mitigazione degli effetti della inondazione e della siccità. | 100 |
| | PTCV - Piano territoriale Coordinamento Provinciale | Il PTCV rappresenta il documento di riferimento per lo sviluppo territoriale provinciale. Strategie di mitigazione: salvaguardia, protezione e promozione dello sviluppo e uso del suolo; strategie di adattamento: definizione di nuove modalità di sviluppo territoriale e urbano. | 100 |
| | Piano provinciale di emergenza | Strategie di adattamento: valutazione e analisi di tutti gli scenari ipotizzabili del territorio basati sui rischi potenziali e stabilimento del territorio provinciale in ottica territoriale omogenea. Risposta ad eventi, gestione situazioni di emergenza, soccorso. | 100 |
| | Piano di fatto del trasporto pubblico locale | Il settore nel complesso sistema di pianificazione e programmazione del trasporto pubblico locale previsto dalla normativa regionale. Dal punto di vista della mitigazione, tale piano mira a creare una rete di trasporto che privilegi le integrazioni tra le varie modalità favorendo quelle a minore impatto sotto il profilo ambientale, disaccoppiare e migliorare l'accessibilità alle aree urbane, anche attraverso forme di integrazione tra servizi urbani ed extraurbani. | 100 |

Fig. 35 Elenco degli strumenti di pianificazione a livello comunale in Veneto. Fonte: Seap Alps (Musco F, Magni F, Verones S, Maragno D, Dalla Fontana M. 2015).

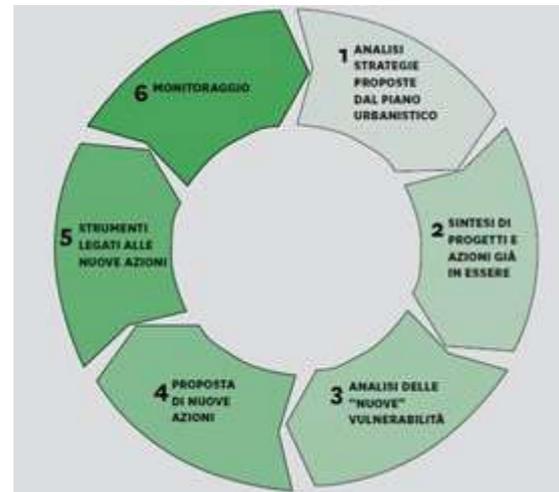


Fig. 32 Metodologia sviluppata dal Planning Climate Change Lab dell'IUAV (2016). Fonte: Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico (2016).



Fig. 33 Organigramma risorse/funzioni di una pubblica amministrazione per il supporto ai processi di pianificazione climatica e non. Fonte: Seap Alps (Musco F, Magni F, Verones S, Maragno D, Dalla Fontana M. 2015).

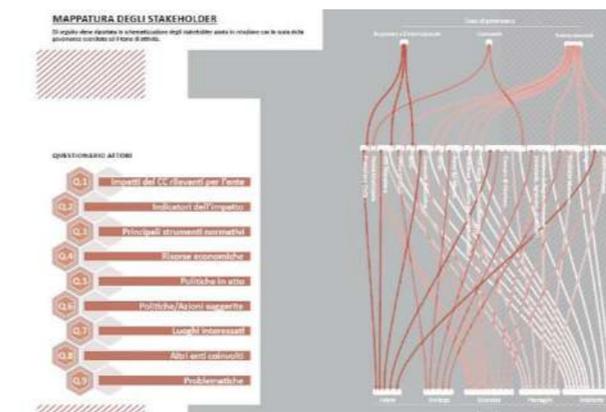


Fig. 36 Mappatura degli stakeholder. Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).

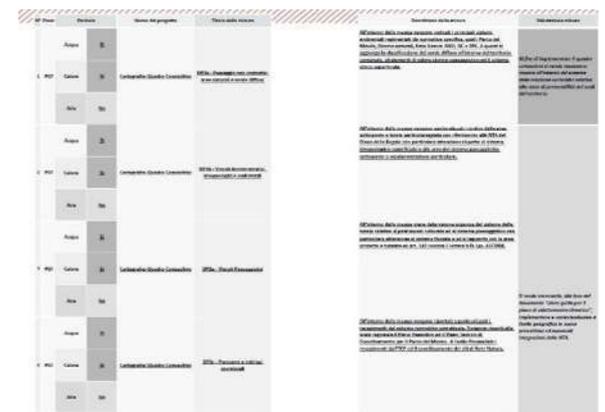


Fig. 37 Analisi di piani e progetti esistenti. Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).

4.2 II^a fase: INTEGRAZIONE

Una volta espletata la fase di valutazione - avendo quindi un quadro chiaro delle strategie messe in campo rispetto alle manifestazioni dei fenomeni presi in considerazione - è possibile procedere ad una fase proattiva.

Il lavoro di valutazione di vulnerabilità eseguito per i territori pilota dell'area veneta nell'ambito del progetto *LIFE VENETO ADAPT*, pur non determinando il rischio (come più volte evidenziato), quindi non considerando l'esposizione (*exposure*), valuta la vulnerabilità dei territori seguendo l'ultimo approccio IPCC del 2013 (*LIFE VENETO ADAPT*, 2018).

In tal senso, nell'*Azione A2: Costruire una base comune di conoscenze e un inventario delle vulnerabilità e rischi legati ai cambiamenti climatici*, la metodologia utilizzata per ottenere le mappe di vulnerabilità al fenomeno delle ondate di calore per la città di Padova è basata sulla costruzione preliminare di un atlante delle superfici permeabili e non permeabili in ambito urbano (Fig. 38-44), concentrandosi in special modo sulla classificazione del verde urbano. Questa analisi - altamente specifica e derivante dalle nuove strumentazioni geo-spaziali - ha permesso di creare nuovi livelli informativi mediante l'individuazione e la mappatura dei diversi elementi urbani caratterizzati in:

- Verde a terra;
- Alberi;
- Edifici;
- Superficie impermeabile;

La necessità della definizione di un atlante delle superfici deriva da numerosi studi nazionali e internazionali che hanno dimostrato la stretta sinergia tra verde e ambiente urbano individuando i vari ruoli che le aree verdi assumono specialmente in contesti urbanizzati, oltre a quello estetico-culturale, ricreativo, ecologico-ambientale ed economico. Analizzare la presenza o meno del verde in città è uno degli indicatori quantitativi di resilienza di un tessuto urbano alle problematiche inerenti al cambiamento climatico come ondate di calore e eventi meteorici estremi.

Dopo aver ottenuto l'Atlante del Verde urbano è stato calcolato il *LST (Land Surface Temperature)* al fine di individuare le aree più calde e vulnerabili alle isole di calore estive utilizzando immagini satellitari Landsat8 (Figg. 45-48).

Tramite questa mappatura sono stati individuati nel territorio comunale gli edifici maggiormente soggetti ad accumulare calore che potenzialmente possono generare fenomeni di riscaldamento locali; inoltre, da quest'analisi, che mette in luce il grado di esposizione

alle radiazioni solari e la densità degli edifici, è possibile identificare su quali falde dei tetti è possibile installare pannelli fotovoltaici.

I materiali di base utilizzati per lo studio delle vulnerabilità e la creazione degli indicatori sono: le immagini aeree (ortorettificate) digitali ad alta risoluzione (20 cm/px) del volo Agea (Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura) del 2015; la "nuvola di punti" del volo Lidar (Laser Imaging Detection and Ranging) della Regione Veneto del 2013 di cui si è utilizzato il DSM (Digital Surface Modeling) con risoluzione a terra di 0.5 m/px; le immagini satellitari ottenute dal Satellite Landsat 8 (Banda 10 TIRS) con risoluzione a terra di 30 m/px; l'ultimo censimento ISTAT del 2011 da cui sono stati selezionati alcuni dati relativi alla "popolazione vulnerabile"; la Carta dell'Uso del Suolo della Regione Veneto aggiornata al 2012; il reticolo idrografico e i volumi degli edifici ottenuti dal Database Topografico della Regione Veneto.

Di seguito, a titolo esplicativo vengono proposte delle immagini che sintetizzano le fasi di costruzione dell'atlante delle superfici e la definizione del grado di esposizione delle falde dei tetti alle radiazioni solari.

Creazione dell'atlante delle superfici. LIFE VENETO ADAPT



Fig. 38_Carta dell'Indice SAVI. Fonte: Veneto Adapt ACTION A.2: State of the art assessment.

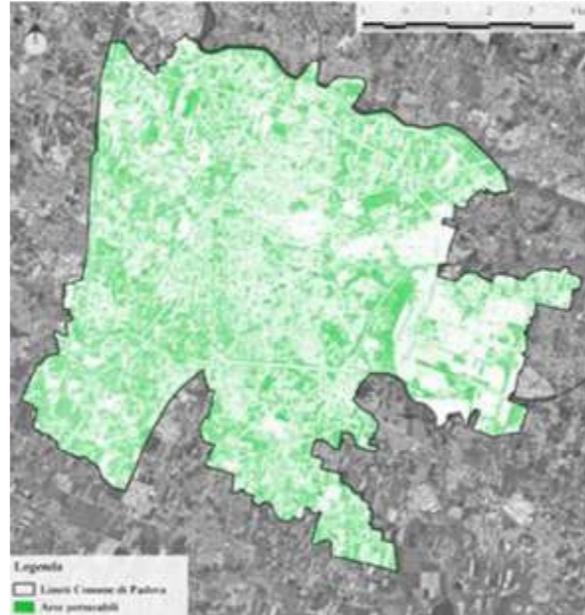


Fig. 39_Carta delle superfici permeabili individuate tramite SAVI. Fonte: Veneto Adapt ACTION A.2: State of the art assessment.



Fig. 40_Estratto della Carta della permeabilità in ambito urbano. Fonte: Veneto Adapt ACTION A.2: State of the art assessment.



Fig. 41_Estratto del DSM normalizzato e riclassificato. Fonte: Veneto Adapt ACTION A.2: State of the art assessment.

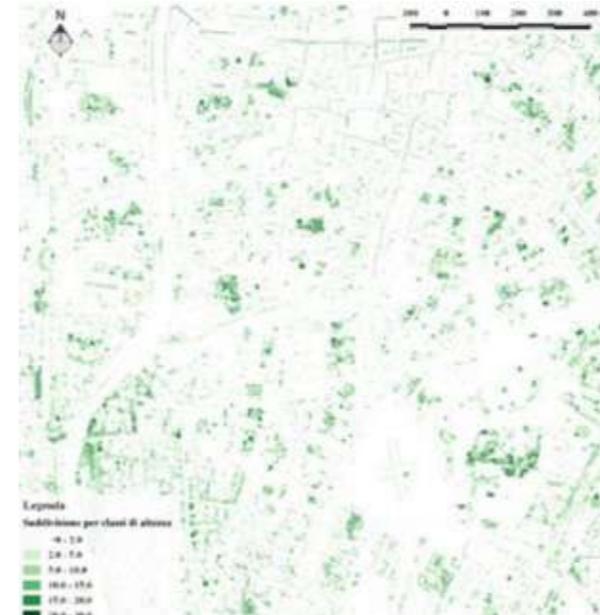


Fig. 42_Estratto dell'Atlante del Verde di Padova. Fonte: Veneto Adapt ACTION A.2: State of the art assessment.



Fig. 43_Estratto dell'Atlante del Verde di Padova: verde alto e verde basso. Fonte: Veneto Adapt ACTION A.2: State of the art assessment.



Fig. 44_Validazione delle superfici e degli elementi del verde urbano. Fonte: Veneto Adapt ACTION A.2: State of the art assessment.

Calcolo del Land Surface Temperature. LIFE VENETO ADAPT

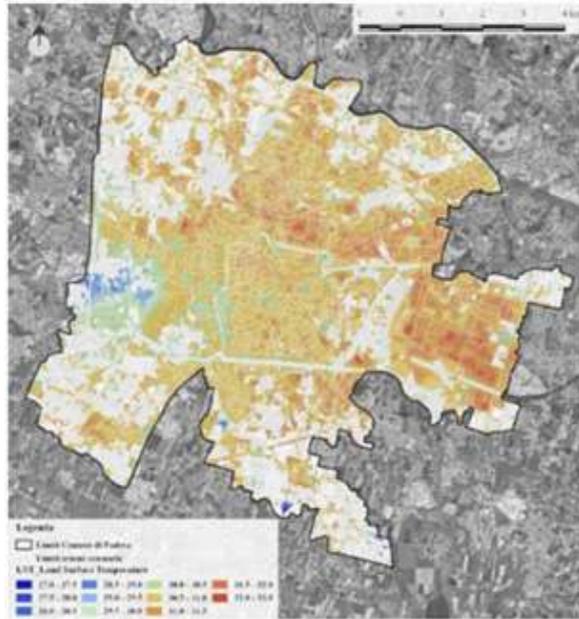


Fig. 45_Carta della LST_Land Surface Temperature espressa in gradi Celsius. Fonte: Veneto Adapt ACTION A.2: State of the art assessment.



Fig. 46_Estratto della Carta dello SVF_Sky View Factor. Fonte: Veneto Adapt ACTION A.2: State of the art assessment.



Fig. 47_Estratto della Carta dell'Irraggiamento dei Tetti. Fonte: Veneto Adapt ACTION A.2: State of the art assessment.

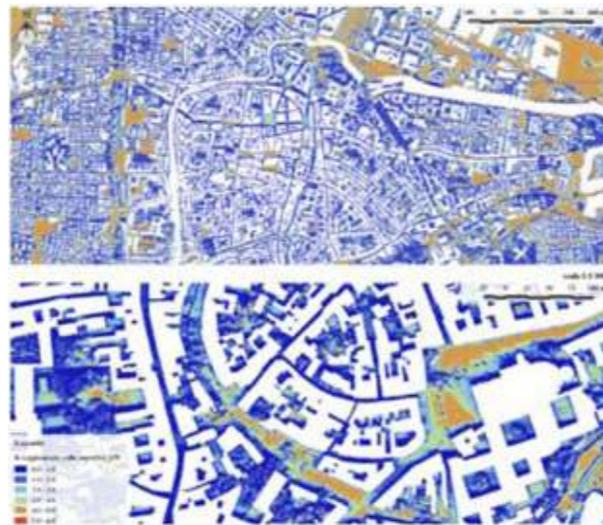


Fig. 48_Estratto della Carta dello SVF_Sky View Factor. Fonte: Veneto Adapt ACTION A.2: State of the art assessment.

Il progetto *LIFE VENETO ADAPT*, come detto, implementa la metodologia codificata nel 2016 per l'elaborazione del documento *Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico*. Di seguito si riporta la metodologia volta alla definizione della vulnerabilità urbana in relazione al fenomeno di deflusso difficoltoso delle acque.

È stato verificato che sul territorio comunale sono presenti infrastrutture come la tangenziale o la ferrovia che costituiscono delle barriere continue che impediscono il deflusso delle acque a valle, a causa di questo fenomeno le acque ristagnano e possono provocare allagamenti nelle zone circostanti.

Per prima cosa è stata fatta un'analisi volta a definire alcune aree sensibili (Fig. 49):

- (*Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico*, 2016).

In secondo luogo, è stato scelto un transetto pilota sul quale sono state effettuate le analisi volte a determinare l'impermeabilità del suolo e l'irraggiamento dei tetti sempre tramite l'utilizzo di tecniche di *remote sensing* e *geoprocessing* (Figg. 50-51).

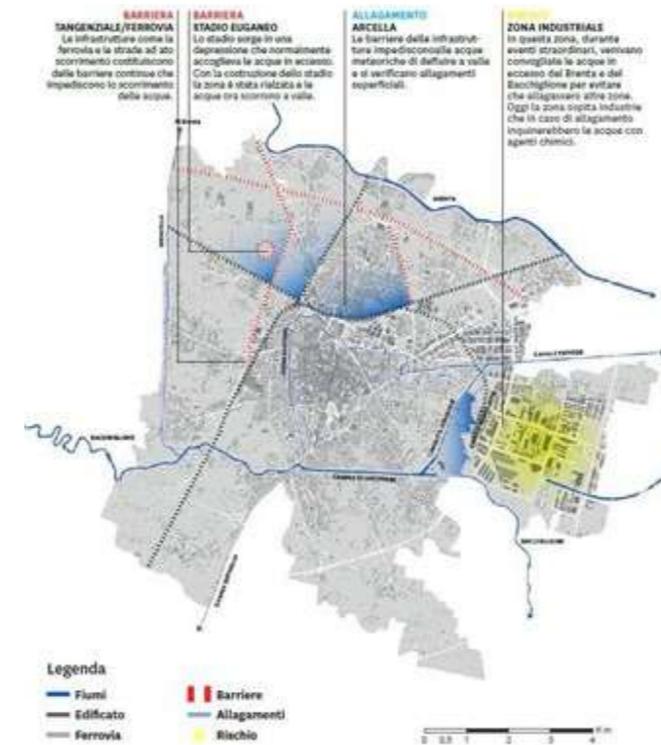


Fig. 49_Localizzazione di alcune aree sensibili del comune di Padova. Fonte: Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico (2016).

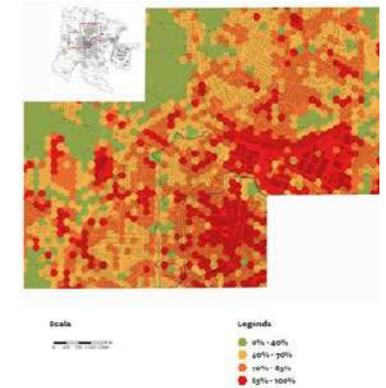


Fig. 50_Rappresentazione grafica della percentuale di impermeabilità del suolo. Fonte: Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico (2016).

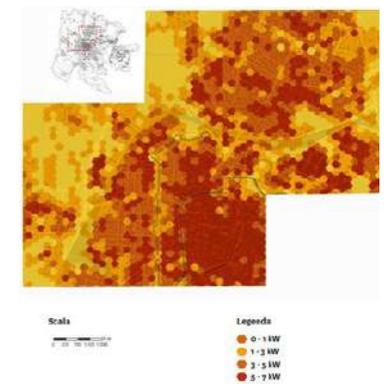


Fig. 51_Rappresentazione grafica della densità di irraggiamento sui tetti. Fonte: Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico (2016).

Per quanto riguarda *Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico* (2018) è stata utilizzata una metodologia analoga per determinare la vulnerabilità rispetto al fenomeno delle piogge meteoriche intense e all'impatto delle ondate di calore.

Anche in questo caso è stato creato un atlante delle superfici tramite la definizione di:

- superficie con vegetazione (comprendente verde a terra e alberature);
- edifici;
- superficie impermeabile (ghiaia, coppi rossi, cemento, asfalto);
- temperatura superfici;
- kWh tetti;
- kWh superfici a terra;
- Sky View Factor.

Individuati i livelli informativi necessari alla valutazione della vulnerabilità rispetto all'impatto delle ondate di calore e completato il loro processo di produzione, sono state inserite tutte le informazioni utili all'interno di un nuovo *geodatabase*, appositamente creato. Utilizzando il database dell'ISTAT si sono determinate ulteriori valutazioni, concernenti una valutazione della vulnerabilità "sociale".

Gli indicatori creati a riguardo sono:

- popolazione totale;
- popolazione sensibile giovane (<10 anni);
- popolazione sensibile anziana (>65 anni).

Il *geodatabase* ottenuto si presenta come unica entità (Figg. 52-63).

I materiali di base utilizzati per lo studio delle vulnerabilità e la creazione degli indicatori sono: le immagini aeree (ortorettificate) digitali ad alta risoluzione (20 cm/px) del volo di AeroDron del 2016; il DSM (*Digital Surface Modeling*) con risoluzione a terra di 0.2 m/px; le immagini satellitari ottenute dal Satellite Landsat 8 (Bande 10 - 11 TIRS) con risoluzione a terra di 30 m/px; l'ultimo censimento ISTAT del 2011 di cui sono stati selezionati alcuni dati relativi alla "popolazione vulnerabile"; la Carta dell'Uso del Suolo della Regione Lombardia aggiornata al 2015; il reticolo idrografico ed i volumi degli edifici ottenuto dal Database Topografico della Regione Lombardia (Musco et al., 2018).

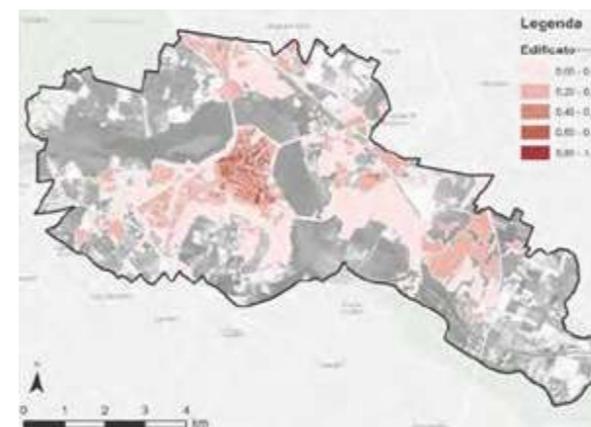


Fig. 52_Mappa della concentrazione dell'edificato. I valori sono normalizzati e assumono un valore che va da 0 a 1. Fonte: *Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico* (2018).

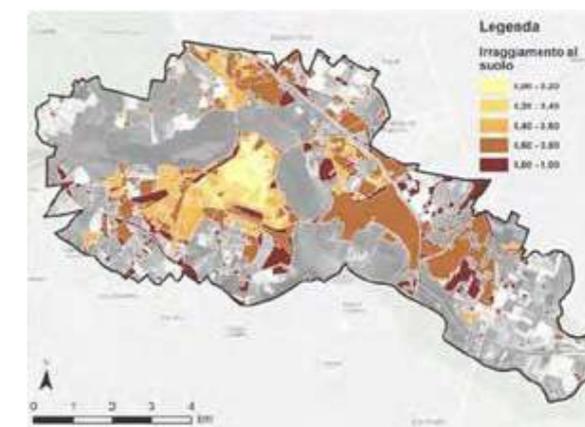


Fig. 53_Mappa della media dell'irraggiamento al suolo in Kwh. I valori normalizzati assumono un valore da 0 a 1. Fonte: *Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico* (2018).

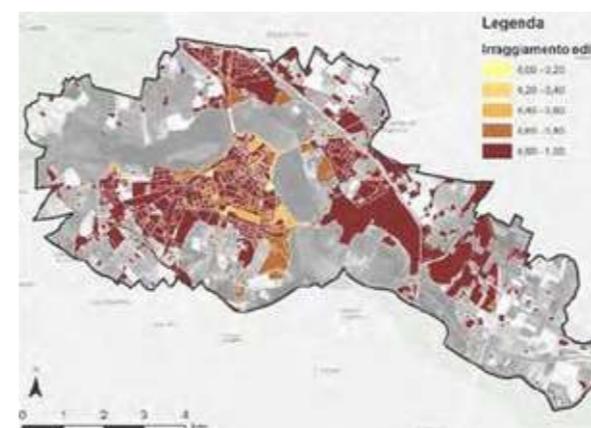


Fig. 54_Mappa della media dell'irraggiamento per le superfici dei tetti in Kwh. valori normalizzati assumono un valore da 0 a 1. Fonte: *Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico* (2018).

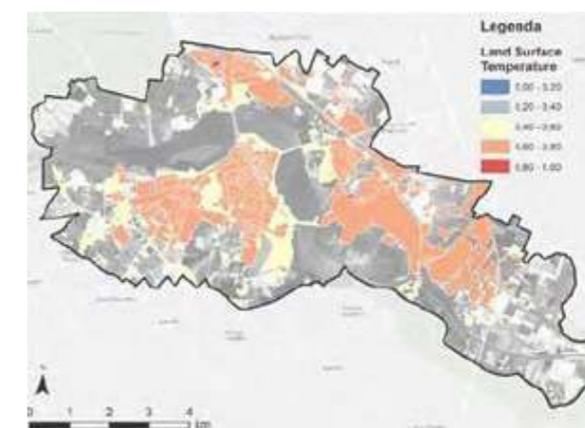


Fig. 55_Mappa della media della temperatura delle superfici, calcolati in gradi centigradi. I valori normalizzati assumono un valore da 0 a 1. Fonte: *Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico* (2018).

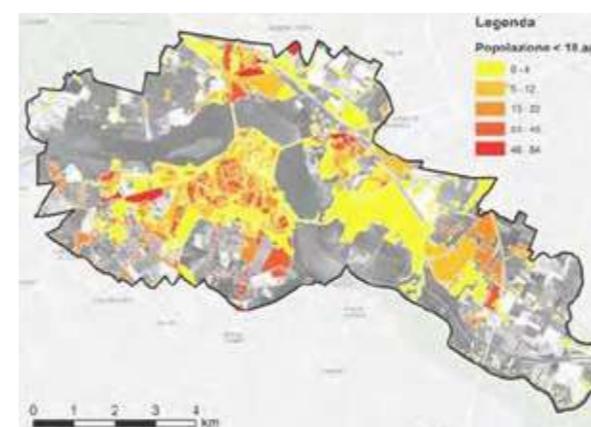


Fig. 56_Mappa della concentrazione della popolazione sensibile inferiore ai 10 anni. Fonte: *Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico* (2018).

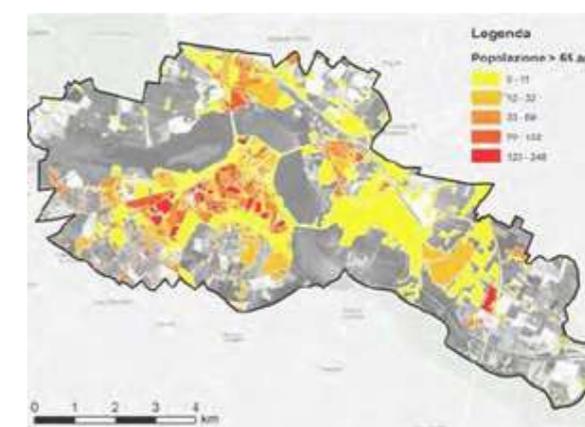


Fig. 57_Mappa della concentrazione della popolazione sensibile superiore ai 65 anni. Fonte: *Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico* (2018).

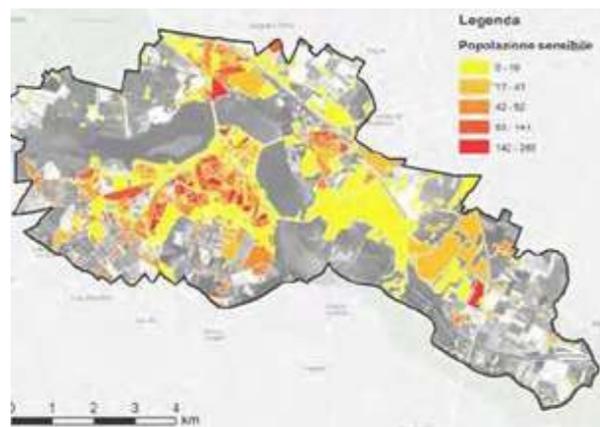


Fig. 58_Mappa della concentrazione della popolazione sensibile totale (inferiore ai 10 anni e maggiore ai 65). Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).

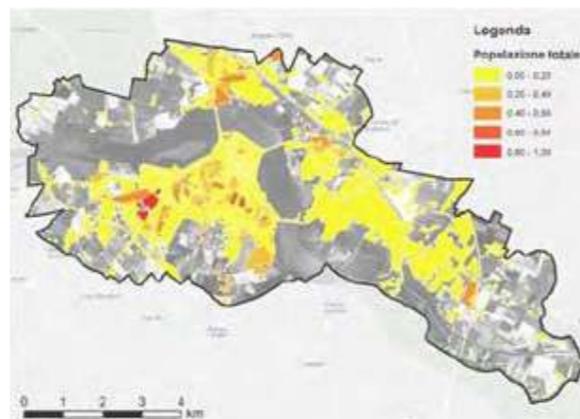


Fig. 59_Mappa della concentrazione della popolazione totale. I dati normalizzati assumo un valore da 0 a 1. Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).

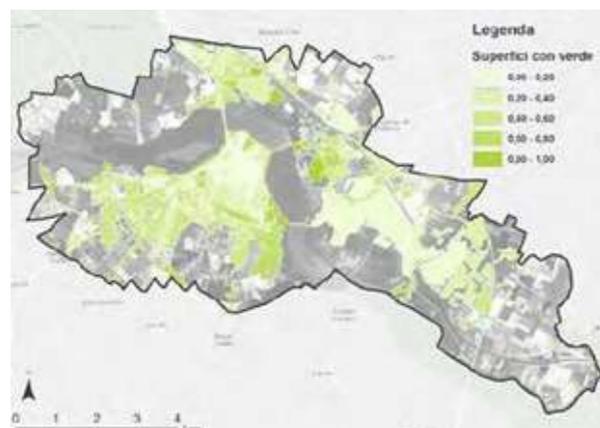


Fig. 60_Mappa della concentrazione della vegetazione per ogni censo. I dati normalizzati assumo un valore da 0 a 1. Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).

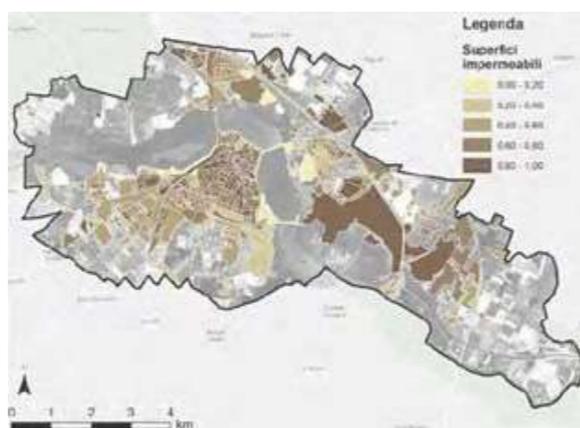


Fig. 61_Mappa della concentrazione di superfici impermeabili. I dati normalizzati assumo un valore da 0 a 1. Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).

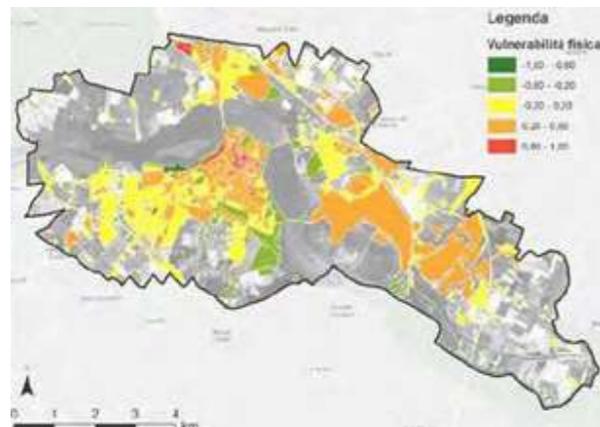


Fig. 62_Mappa della vulnerabilità fisica. Il valore è dato dalla somma di tutto gli indicatori morfologici, esclusi quindi quelli relativi alla popolazione. Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).

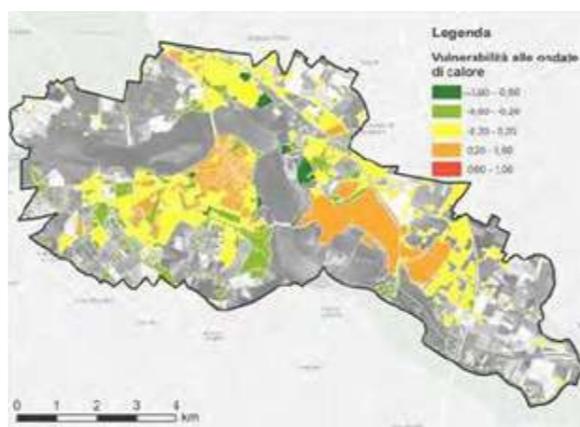


Fig. 63_Mappa della vulnerabilità complessiva. Il valore è dato dalla somma di tutto gli indicatori morfologici, compresi quindi quelli relativi alla popolazione. Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).

4.3 III^a fase: INNOVAZIONE

La terza fase del processo metodologico analizzato nei casi studio riguarda la definizione di possibili azioni di adattamento *site-specific*. A tal fine, nel documento *Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico*, il transetto pilota sul quale è stata effettuata l'analisi della vulnerabilità è stato categorizzato per tessuti omogenei (Fig. 64):

- tessuto periurbano;
- tessuto residenziale;
- tessuto storico;
- tessuto industriale.

Per ognuno di questi tessuti vengono messe in luce le criticità emerse dalle mappe di vulnerabilità sulla base delle quali viene elaborata una matrice che mette in relazione obiettivi e azioni.

Nelle immagini 65 e 66 si vede il procedimento applicato al tessuto residenziale.

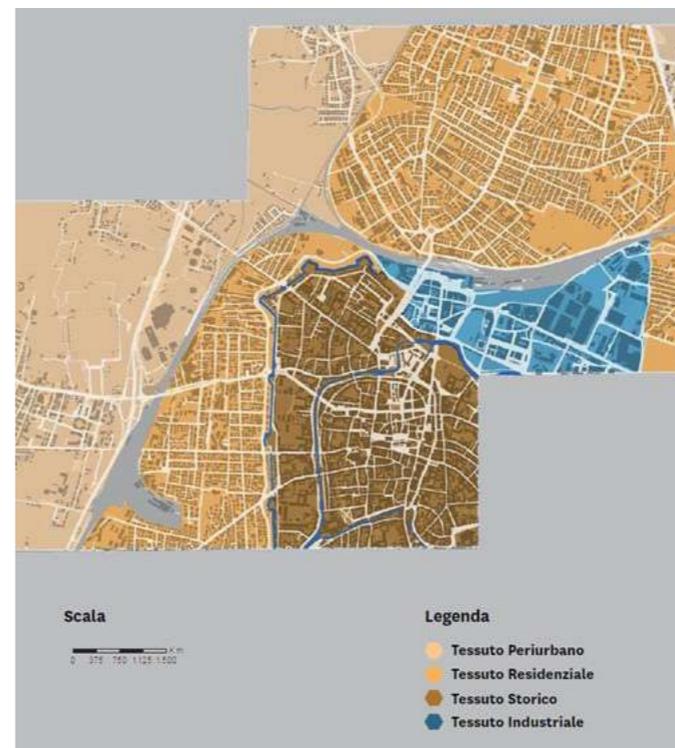


Fig. 64_Categorizzazione dei tessuti omogenei per il transetto Pilota della città di Padova. Fonte: Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico (2016).

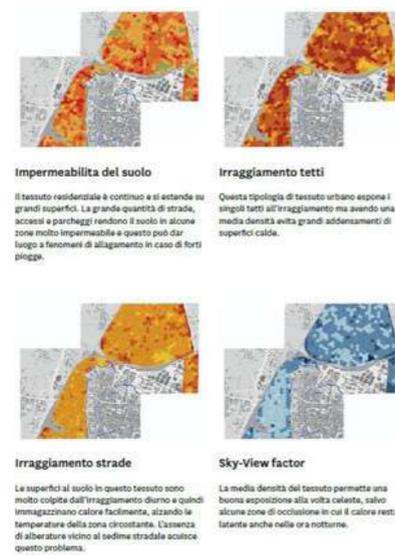


Fig. 65_Criticità emerse dalle mappe di vulnerabilità per il tessuto residenziale. Fonte: Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico (2016).

| SURRISCALDAMENTO URBANO | | |
|-------------------------------|--|---|
| GOAL | TARGET | AZIONI |
| AUMENTO VENTILAZIONE NATURALE | CREARE CORRIDOI VERDI | |
| | PRESERVARE LE ZONE VERDI ESISTENTI | |
| RIDURRE IL CALORE LATENTE | CREARE ZONE UMIDE | |
| | PROTEZIONE RADIAZIONE INCIASSATA | <ul style="list-style-type: none"> Analizzare la collocazione ideale con abitudini verdi (per verdeggianti, associazioni arboree, etc) COSE REALIZZATE - "testimonie del territorio urbano" (alberature e verde esistente) già utilizzate in strada e sottopassaggi con materiali "freddi" (cui con alcune abitudini) COSE DA FARE - Sostituzione dei tradizionali tetti e tegole e pareti rivestiti di materiali non riflettenti (tetti bianchi, etc) |
| RIDURRE IL CONSUMO ENERGETICO | PROTEZIONE DEL CALORE IMMAGAZINATO DALLE SUPERFICI ESPOSTE | <ul style="list-style-type: none"> Sostituire le pavimentazioni destinate a parcheggio con aumento di superficie verde Creare del colore nelle pareti verticali con colori freddi Sostituzione di tetti piani tradizionali con tetti verdi |
| | OMINAZIONE DELLE SUPERFICI ESPOSTE | <ul style="list-style-type: none"> Creazione di superfici riflettenti (pavimenti, pareti) con superfici arborali (cannie vegetate) |
| | RIDUZIONE DEL FLUSSO ANTROPICO | <ul style="list-style-type: none"> Rivedere e anzitutto le azioni previste dal Piano d'Azione per l'energia sostenibile |

Fig. 66_Obiettivi e azioni rispetto alla criticità, emersa dalle mappe di vulnerabilità al fenomeno di surriscaldamento urbano. Fonte: Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico (2016).

In maniera analoga, anche l'esperienza di Mantova delinea un abaco ragionato di azioni che applica, in un secondo momento, ad alcune aree target (Fig. 67).

Nelle immagini (Figg. 68-69-70-71-72-73-74) si vede il procedimento applicato all'area target di Boma e nell'immagine 75 si vede la definizione dell'abaco di azioni applicato all'area.

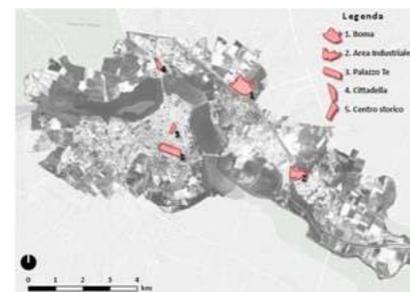


Fig. 67_Definizione di aree target. Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).

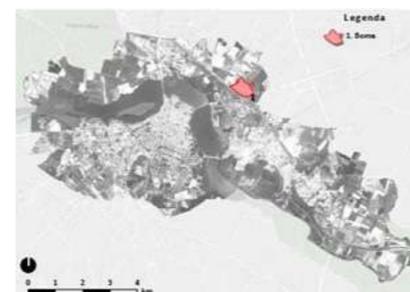


Fig. 68_Area target Boma. Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).



Fig. 69_Popolazione sensibile nell'area target "Boma". Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).



Fig. 70_Vulnerabilità fisica nell'area target "Boma". Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).



Fig. 71_Vulnerabilità alle ondate di calore nell'area target "Boma". Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).



Fig. 72_Vulnerabilità Run-off 20 mm nell'area target "Boma". Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).



Fig. 73_Vulnerabilità Run-off 60 mm nell'area target "Boma". Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).



Fig. 74_Vulnerabilità Run-off 110 mm nell'area target "Boma". Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).



BOMA
ELENCO AZIONI

| | |
|--|--|
|  <p>SPONDE DEI CORSI D'ACQUA Azioni di recupero e ripristino della vegetazione ripariale ove possibili. AZIONE B5</p> |  <p>PROGETTI DIMOSTRATIVI Dimostrazione di azioni e comportamenti innovativi con il fine di divulgare, stimolare e sviluppare iniziative più ampie. AZIONE C6</p> |
|  <p>AIUOLE BORDO STRADA Aiuole vegetate, con appesita stratigrafica, per filtrare ed assorbire l'acqua proveniente dai sedimi stradali. AZIONE B4</p> |  <p>CORSI D'ACQUA Punto di monitoraggio della qualità delle acque. AZIONE D4</p> |
|  <p>PARCHEGGI DI AMPIE DIMENSIONI Sostituisce le pavimentazioni dei parcheggi con pavimentazioni permeabili, ove non prevista la carrabilità pesante, o cool con vernici ad alto albedo. AZIONE B6 o C5</p> |  <p>EDIFICI INDUSTRIALI Azione rivolta alla riduzione di accumulo di calore sui tetti, rendendoli verdi dove strutturalmente possibile oppure cool con vernici ad alto albedo. AZIONE B1 + C3 o C4</p> |
|  <p>PARCHEGGI Introdurre vegetazione che possa ombreggiare le superfici dei parcheggi e contribuire alla gestione delle acque. AZIONE C6</p> |  <p>Riduzioni dei livelli di ozono Misure di monitoraggio e volontarie volte alla riduzione dei giorni con superamento dei livelli massimi di ozono. AZIONE D7</p> |

Fig. 75_Abaco ragionato di azioni applicato all'area target "Boma". Fonte: Mantova Resiliente. Verso il Piano di Adattamento Climatico (2018).

Dalle esperienze di Padova e Mantova emerge come le azioni *site-specific* di adattamento proposte derivino direttamente dalle analisi delle vulnerabilità emerse dalle mappe elaborate nella fase di integrazione del quadro conoscitivo del territorio. L'elaborazione di un abaco di azioni progettuali in risposta alla necessità di adattamento agli effetti del *climate change* in contesto urbano emerge anche dalle esperienze dei progetti *Verso paesaggi a prova di clima* (Fondazione Cariplo, 2018) e *Life Metro Adapt*

(LIFE17 CCA/IT/000080) nell'ambito dell'iniziativa "Territori resilienti" della Città metropolitana di Milano (Città metropolitana di Milano, 2020).

Le azioni sono volte alla riduzione degli impatti delle ondate di calore e al deflusso difficoltoso delle acque e costituiscono un riferimento di buone pratiche non riferito ad aree specifiche, ma da valutare in base alle esigenze.

Metro Adapt (LIFE17 CCA/IT/000080)

Il progetto sistematizza alcune delle più importanti soluzioni naturalistiche (NBS) esistenti da applicare nelle città per contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici, in particolare rispetto a:

- gestione delle acque (a titolo esemplificativo nell'immagine 76 viene mostrata una delle soluzioni costitutive dell'abaco riferite alla gestione delle acque);
- verde tecnico in ambiente costruito;
- verde urbano a suolo.

Verso paesaggi a prova di clima (Fondazione Cariplo, 2018)

Il progetto definisce dieci misure relative alle **azioni di adattamento** e cinquantotto sub-azioni ad esse collegate.

- Azione 1: Tetti verdi;
- Azione 2: Forestazione delle aree urbane (a titolo esemplificativo viene mostrato, nell'immagine 77 l'abaco delle sub-azioni specifiche, riferite all'azione 2);
- Azione 3;
- Azione 4: Raccolta delle acque meteoriche negli edifici;
- Azione 5: Pavimentazione permeabile;
- Azione 6: Superfici fredde (*cool roofs and cool pavements*);
- Azione 7: Rapidi sistemi di allarme;
- Azione 8: Urban shading;
- Azione 9: Fontane per il microclima;
- Azione 10: Pareti verdi.



CANALI VEGETATI **SISTEMI A CURA**

DEFINIZIONE
I canali vegetati sono progettati per gestire una quantità di deflusso da una vasta area impermeabile, come un parcheggio o una strada, assorbendo, immagazzinando e immagazzinando il deflusso delle acque superficiali, oltre a ridurre inquinanti e sedimenti quando l'acqua scorre attraverso la vegetazione e lo strato di suolo. La scelta della vegetazione per i canali vegetati è sensibile ma la prima selezione viene fatta in base al clima. Un loro buona applicazione rappresenta un contributo significativo alla gestione e al controllo delle acque meteoriche.

| SCALA DI APPLICAZIONE | edilizia | quartiere | urbano | est-urbano |
|-----------------------|--------------------------------------|--|----------------------------------|------------|
| SPORI | riduzione del rischio di inondazione | riduzione del rischio di isole di calore | rigenerazione degli spazi urbani | |

BENEFICI AMBIENTALI

| | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|--|
| riduzione delle acque meteoriche | assorbimento delle acque meteoriche | riduzione del rischio di isole di calore |
| filtrazione delle acque meteoriche | filtrazione delle acque meteoriche | filtrazione delle acque meteoriche |

BENEFICI SOCIO-ECONOMICI

| | |
|--------------------|-----------------------|
| salute e benessere | raffreddamento urbano |
|--------------------|-----------------------|

DESCRIZIONE
I canali vegetati possono essere realizzati a scivoli e su pavimenti come fossati lineari aperti, poco profondi, dalla forma trapezoidale o parabolica. La sponda superiore è vegetata con piante resistenti alle alluvioni e alle erosioni. All'interno gli canali vegetati il deflusso di acqua viene attenuato, rallentato, scorre in una velocità più bassa e controllata, filtrando principalmente da mezzo filtrante e rimozione degli inquinanti mediante la captazione del flusso di acqua piovana.

Fig. 76_Soluzione NBS per la gestione delle acque. Fonte: Metro Adapt (LIFE17 CCA/IT/00).

Misure

1. **Piantumazione in parcheggi**
La piantumazione di alberi nei parcheggi ha molteplici scopi: migliorare la qualità estetica di aree di bassa qualità, abbassare i livelli di calore delle isole di calore, ridurre l'inquinamento atmosferico, migliorare il comfort degli automobilisti presenti (i quali subiscono meno il surriscaldamento interno).
2. **Viali alberati**
I viali alberati proteggono dal sole il marciapiede, diminuiscono la temperatura superficiale, ma anche proteggono la qualità e dunque i costi di manutenzione.
3. **Forestazione in aree urbane**
La presenza in aree urbane di aree forestate di media grandezza, garantisce una mitigazione del microclima, un abbassamento dell'impatto delle emissioni climatiche, una riduzione del consumo energetico e una maggiore ritenzione idrica, benefici alla qualità della vita.
4. **Interventi di riqualificazione colverde**
All'interno di interventi di riqualificazione di centri urbani è possibile inserire elementi di verde che hanno basse, ma comunque leonitiche capacità di mitigare gli effetti del riscaldamento globale, ma comunque capaci anche di assorbire moderate quantità di polveri sottili, capacità di ombreggiamento, aumentare la qualità urbana.
5. **Boschi di pianura**
Ampie aree boschive, particolarmente in aree peri-urbane, sono di vitale importanza per la difesa e la promozione della biodiversità, per la mitigazione di ondate di calore, per avere luoghi naturali di pregio e sostenere stati di condizioni climatiche vitali per progetti di educazione ambientale.
6. **Verde a mitigazione di spere**
Nei casi in cui la fascia di verde sia consistente, questa può svolgere funzioni di barriera naturale al rumore di opere viarie importanti, schermatura visiva, trattamento di polveri sottili e inquinanti.

Fig. 77_Abaco delle sub-azioni specifiche riferite all'azione 2. Fonte: Progetti territoriali della Città di Milano e provincia (Fondazione Cariplo, 2018).

4.4 Il valore strategico della conoscenza

Le questioni urbane legate ai cambiamenti climatici stanno occupando un ruolo sempre più centrale nelle agende politiche locali. Secondo le previsioni IPCC (IPCC, 2013) l'intensificarsi di eventi estremi a distanza sempre più ravvicinata da una manifestazione e l'altra, rappresenterà un rischio per le città che causerà, alla scala locale danni alle componenti sociali economiche e fisiche. È chiaro, come tale assunto determini la necessità, da parte degli organi preposti al governo del territorio di operare una definizione spaziale delle vulnerabilità che induca la pianificazione urbanistica all'elaborazione di strategie resilienti ai fenomeni connessi al *climate change*.

Come emerso nelle esperienze analizzate nel presente capitolo, è necessario, dunque, ampliare il quadro delle tecniche che, da sempre, supportano l'azione pianificatoria nella costruzione dei quadri conoscitivi del territorio, facendo ricorso alle tecniche innovative del *remote sensing* e ai Sistemi informativi geografici (GIS).

Nella pratica, il *Remote Sensing* «consente di estrarre informazioni qualitative e quantitative sull'ambiente mediante la registrazione della radiazione elettromagnetica emessa, riflessa o trasmessa dalla superficie dell'oggetto monitorato» (TerreLogiche, 2020), mentre i sistemi Informativi Geografici (GIS, Geographic Information System), sono una combinazione di *hardware*, *software*, risorse umane e procedure che ha lo scopo di acquisire, gestire e analizzare dati spazialmente referenziati² (Goodchild, Dodson, Kemp, 1992)

I *software* GIS sono basati su due concetti fondamentali:

- La possibilità di utilizzare e interrogare un'oggetto (o entità), ovvero un qualsiasi elemento reale o fenomeno presente sulla superficie terrestre (un albero, una formazione geologica, un pozzo, una strada, un edificio, ecc...);
- La georeferenziazione, ovvero il processo attraverso il quale ad ogni oggetto vengono attribuite coordinate spaziali reali secondo determinati sistemi di riferimento e proiezione (es. Gauss-Boaga Roma 40, UTM ED50, ecc.).

Per ogni entità rappresentata vengono associati due tipi di informazione:

- La geometria che riproduce la forma degli oggetti e viene ricondotta a tre elementi di base: punto, linea e poligono;
- Il *database* ovvero gli attributi: dati descrittivi dei singoli oggetti (ad esempio altezza di un edificio, anno di costruzione e colore di facciata).

Le tecniche e gli strumenti sovraesposti hanno aperto un nuovo scenario in termini di adattamento delle città agli impatti del cambiamento climatico sul territorio, motivo per il quale emergere la necessità di consolidare il dialogo transdisciplinare.

Per completezza di informazioni sullo stato dell'arte rispetto all'utilizzo della tecnica del *remote sensing* e dei Sistemi informativi Geografici per l'adattamento delle città ai fenomeni di *climate change*, è interessante analizzare il progetto *LIFE UrbanProof. Climate Proofing Urban Municipalities* co-finanziato dal programma LIFE per l'ambiente e azione per il clima (2014-2020); i *partners* del progetto sono: National Technical University Of Athens, National Observatory of Athens, Università IUAV di Venezia, Municipalità di Reggio Emilia, Municipalità di Strovolos, Municipalità di Lakatamia, Municipalità di Peristeri.

L'intento è quello di aumentare la resilienza dei comuni ai cambiamenti climatici dotandoli di uno strumento conoscitivo in grado di sostenere le amministrazioni nella pianificazione dell'adattamento ai cambiamenti climatici, che analizzi l'impatto di inondazioni, ondate di calore, incendi periurbani, domanda di elettricità per il raffreddamento, disponibilità idrica e siccità ed eccesso di ozono.

Il progetto si sostanzia nella realizzazione del *toolkit URBANPROOF*, uno strumento di consultazione cartografica digitale che può essere utilizzato per la realizzazione di una valutazione di impatto e di adattamento per ogni comune urbano in Italia, Grecia e a Cipro. I dati a risoluzione più alta sono disponibili per i comuni di Reggio Emilia (Italia), Peristeri (Grecia) e Strovolos e Lakatamia (Cipro), *partners* di progetto. Il *toolkit* è composto da cinque fasi interdipendenti che complessivamente vanno a coprire l'intero processo di pianificazione dell'adattamento (Fig. 78):

- Fase 1: informazioni sul cambiamento climatico
L'applicativo consente di esplorare attraverso grafici interattivi le informazioni sulle proiezioni climatiche basate sui livelli di concentrazione dei gas serra di due scenari di emissione (RCP 4.5, RCP 8.5). Questa funzione è disponibile per i comuni partner del progetto (Lakatamia e Strovolos – Cipro, Peristeri – Grecia, Reggio Emilia – Italia);
- Fase 2: Valutazione dell'impatto
È possibile esplorare gli impatti dei cambiamenti climatici sull'ambiente urbano e ottenere informazioni sui singoli parametri (fisici, strutturali e socio-economici) che contribuiscono alla creazione di questi impatti. Le informazioni base sono disponibili per tutti i comuni urbani di Cipro, Grecia e dell'Italia, mentre per le municipalità partner del progetto sono fornite informazioni a risoluzione più elevata;
- Fase 3: esplorazione e valutazione delle opzioni di adattamento
Consente di esplorare le misure di adattamento disponibili e i loro punteggi di valutazione rispetto a una serie di criteri oppu-

² I dati ottenuti tramite tecniche di telerilevamento, per poter essere utilizzati a fini pianificatori, devono necessariamente essere georeferenziati nello spazio.

- re di fornire la propria valutazione delle misure di adattamento;
- Fase 4: Costruzione della strategia di adattamento
Nella quale vengono assegnate le misure prioritarie di adattamento in base al punteggio ottenuto nella fase 3. Le misure che hanno ottenuto il punteggio più alto possono essere incluse nelle strategie di adattamento locali dei comuni;
- Fase 5: monitoraggio e revisione
Valuta l'effetto dell'attuazione di misure di adattamento per aumentare la resilienza di un comune agli impatti esaminati. Disponibile per tutti i comuni di Italia, Grecia e Cipro (LIFE Urban Proof toolkit, 2018).

La sperimentazione del gruppo di ricerca *IUAV – Planning Climate Change* in tal senso riguarda l'analisi dei fenomeni di allagamento (*run-off* urbano) e di isola di calore (UHI) su tre ambiti territoriali diversi: Reggio Emilia (Emilia Romagna, Italia), Lakatamia e Strovilos (Nicosia, Cipro) e Peristeri (Atene, Grecia).

Dallo studio emerge, ancora una volta, come il rapporto tra elementi vegetali ed elementi antropici costituisca una variabile fondamentale per definire le aree meno resilienti agli impatti sopra citati, motivo per il quale l'obiettivo del lavoro è stato quello di realizzare un atlante sintetico delle superfici.

L'approccio, dunque, si basa sull'identificazione e quantificazione degli elementi vegetali in ambito urbano sia nelle superfici pubbliche che private. Il primo passo è stato quello di creare un *geodatabase* contenente le seguenti informazioni: edificato, infrastrutture stradali, idrografia.

Al fine di localizzare gli elementi vegetali, invece, sono state utilizzate immagini satellitari di rilievi aerofotogrammetrici condotti con mezzo aereo e UAV/SAPR, successivamente processati da Sistemi Informativi Geografici, utilizzando la tecnologia *Multiresolution segmentation* (MS). Una volta identificate le aree verdi, a queste sono state sommate le aree attrezzate e quelle agricole- dalla carta dell'uso del suolo - mentre, dalle superfici non verdi sono state sottratte le stesse informazioni, le aree edificate e attraversate da strade e le aree costituite da elementi idrografici (Musco et al., 2019).

Al fine di acquisire le conoscenze necessarie in materia, fondamentali allo sviluppo di una metodologia per la produzione delle mappe del rischio al fenomeno *sea level rise*, secondo i principi sin ora esposti, è stato frequentato il corso di formazione, della società *TerreLogiche*,³ "GIS Open Source: introduzione ai GIS e apprendimento software Open Source QGIG" (5-6-7 febbraio 2020) presso l'Istituto Spellucci di Roma.

³ SRL che fornisce servizi e soluzioni per Pubbliche Amministrazioni, Enti di ricerca e studiosi, nell'ambito del monitoraggio ambientale, dell'informatica geografica, e della formazione.



Fig. 78_Schematizzazione delle cinque fasi del toolkit. Fonte: LIFE Urban Proof toolkit.

CAPITOLO 5

MACRO-STRATEGIE E AZIONI PROGETTUALI

ABSTRACT

In line with the analysis and operational needs of the Sketching phase (see introduction, § Struttura della tesi), Chapter 5 firstly proposes the conceptualization of three macro-strategies of urban resilience, secondly, present an abacus of project actions referring to each of them (presented in the appendix in this chapter) which is a reference for the definition of site-specific actions to be applied to the priority areas of intervention identified after the risk maps, such that they can also be incorporated into the Technical Implementation Standards (as future research developments).

The three conceptualized macro-strategies have been called:

- *Defense: the engineering-environmental approach*
- *Adaptation: the integrated ecological approach*
- *Relocation: migrants from the climate crisis*

For the first macro-strategy, the following projects are proposed and analyzed: *Delta Plan of the Netherlands*, *Delta Plan of Bangladesh*, *The International Network for Storm Surge Barrier*, *M.O.S.E. - Electromechanical Experimental Model (IT)*, and the *Thames Barrier of London*.

For the second macro-strategy, the following projects funded by the *Rebuilt by Design* competition (an initiative born following the 2012 Hurricane Sandy, which devastated the coastal areas of New York and New Jersey) are proposed and analyzed: *The Big U* (Big Architects), *Hunts Point Lifelines* (ennDesign / OLIN with HR&A Advisors), *Hudson River* (OMA with Royal HaskoningDHV), *New Meadowlands* (MIT CAU + ZUS + URBANISTEN with Deltares), *Resilient Bridgeport* (integral WB with Yale ARCADIS), *Living Breakwaters* (CAPE / LANDSCAPE ARCHITECTURE with Parsons Brinckerhoff), *Tottenville Shoreline Protection Project* (NY Rising Community Reconstruction), *Living with the Bay* (Interboro / Apex / Bosch Slabbers / Deltares / H + N + S / Palmbout / IMG Rebel).

For the third macro-strategy, the most experimental, some innovative theories are presented and the *Oceanix City* project (BIG Architects) is analyzed.

ABSTRACT

In linea con le esigenze di analisi e operatività proprie della fase di *Sketching* (vedi premessa, § Struttura della tesi), nel Capitolo 5 viene proposta in primo luogo la concettualizzazione di tre macro-strategie di resilienza urbana, in secondo luogo, presentato, in appendice a questo capitolo, un abaco di azioni progettuali riferito ad ognuna di esse che si pone, nell'ottica di sviluppi futuri della ricerca, quale riferimento per la definizione di azioni *site specific* da applicare alle aree prioritarie di intervento identificate a valle dell'elaborazione delle mappe del rischio, tali da poter essere recepite anche all'interno delle Norme Tecniche di Attuazione.

Le tre macro-strategie concettualizzate sono state denominate:

- *Difesa: l'approccio ingegneristico-ambientale*
- *Adattamento: l'approccio ecologico integrato*
- *Ricollocazione: i migranti della crisi climatica*

Per la prima macro-strategia vengono proposti e analizzati i progetti: *Delta Plan* dei Paesi Bassi, il *Piano Delta* del Bangladesh, *The International Network for Storm Surge Barrier*, il *M.O.S.E. - Modulo Sperimentale Elettromeccanico (IT)* e la *Thames Barrier* di Londra.

Per la seconda macro-strategia vengono proposti e analizzati i progetti finanziati dal concorso di progettazione *Rebuilt by Design*, iniziativa nata a seguito dell'Uragano Sandy del 2012, che ha devastato le zone costiere di New York e del New Jersey: *The Big U* (Big Architects), *Hunts Point Lifelines* (ennDesign/OLIN con HR&A Advisors), *Hudson River* (OMA con Royal HaskoningDHV), *New Meadowlands* (MIT CAU + ZUS + URBANISTEN con Deltares), *Resilient Bridgeport* (WB in-tegrale con Yale ARCADIS), *Living Breakwaters* (CAPE/LANDSCAPE ARCHITECTURE with Parsons Brinckerhoff), *Tottenville Shoreline Protection Project* (NY Rising Community Reconstruction), *Living with the Bay* (Interboro / Apex / Bosch Slabbers / Deltares / H+N+S / Palmbout / IMG Rebel).

Per la terza macro-strategia, la più sperimentale, vengono presentate alcune teorie innovative e analizzato il progetto *Oceanix City* (BIG Architects).

Alla luce delle tre fasi identificate nelle esperienze sperimentali di aggiornamento del piano locale (Valutazione, integrazione, innovazione), e dell'approccio strategico delle agende locali, in questo capitolo, in linea con le esigenze di analisi e operatività proprie della fase di *Sketching* (vedi premessa, § Struttura della tesi), viene proposta in primo luogo la concettualizzazione di tre macro-strategie di resilienza urbana, in secondo luogo, viene presentato in appendice a questo capitolo un abaco di azioni progettuali riferito ad ognuna di esse che si pone, nell'ottica di sviluppi futuri della ricerca, quale riferimento per la definizione di azioni *site specific* da applicare alle aree prioritarie di intervento identificate a valle dell'elaborazione delle mappe del rischio, tali da poter essere recepite anche all'interno delle Norme Tecniche di Attuazione.

Il processo è articolato, quindi, in due fasi contestuali:

- definizione dei tre approcci prevalenti emersi (con approccio induttivo) dall'analisi comparata dei piani strategici internazionali, inerenti alla necessità di difendere il territorio per mezzo di opere di ingegneria ambientale, aumentare la resilienza della struttura urbana ai fenomeni di inondazione, delocalizzare attività e insediamenti presenti nelle aree esposte ad un rischio maggiore, in altre geomorfologicamente più sicure;
- selezione e categorizzazione di *best-practices* progettuali e sintesi degli interventi in un abaco di azioni (ognuno riferito alla macro-strategia di riferimento).

Giova sottolineare che la definizione di un abaco di azioni progettuali rappresenta un'azione intrapresa sia dalle esperienze sperimentali di Padova, Mantova e Milano, sia, sul piano strategico, proposta all'interno della strategia *Vejle Resilient* (2019), che sintetizza, in un abaco di *best-practices* categorizzate nei tre orizzonti temporali in cui è articolata la *vision* (Protezione qui ed ora, al 2025; Protezione a medio termine, al 2050, Protezione a lungo termine, al 2100), a testimonianza che il ricorso a questa tecnica assume una rilevanza sempre maggiore in materia di *climate-proof planning*.

Sulla base di quanto emerso dalle esperienze dei piani strategici in-

ternazionali le tre macro-strategie concettualizzate sono state denominate:

- Difesa: l'approccio ingegneristico-ambientale
- Adattamento: l'approccio ecologico integrato
- Ricollocazione: i migranti della crisi climatica

5.1 Difesa: l'approccio ingegneristico ambientale

La “*Watersnoodramp*”¹ - ovvero l'imponente inondazione che colpì le coste olandesi, belghe, inglesi e scozzesi del mare del Nord il 1° febbraio 1953 - rappresenta il punto di partenza storico da cui partire in materia di difesa del territorio; si tratta di una “chiave di volta” rispetto alla quale prende avvio il dibattito internazionale rispetto alla necessità di mettere in sicurezza le aree costiere minacciate dall'avanzata del mare, intesa sia come fenomeno accidentale e sporadico, sia come costante e progressivo (Colker, 2019).

L'evento che si verificò ai principi del 1953 è da molti considerato il peggior disastro ambientale del XX secolo, provocando la morte di 1836 persone, di decine di migliaia di animali e l'allagamento di oltre 150.000 ettari di territorio (Verklaard, 2014).

È importante ricordare, a tale proposito, che più di un terzo dei Paesi Bassi, si trova sotto il livello del mare, motivo per il quale prima di quella data era già in atto, dal 1937, da parte del *Rijkswaterstaat* (*Directorate-General for Public Works and Water Management of Netherlands*)² l'elaborazione di un piano di difesa dei territori più densamente popolati vicino alle foci del fiume Reno, Mosa e Schelde. Inizialmente furono chiuse tutte le foci dei fiumi: la Schelde occidentale, la Schelda orientale, l'Haringvliet e il Brouwershavense Gat e questo intervento fu denominato: “Deltaplan”. Nel 1950 furono chiuse le prime foci dei fiumi Brieles 'Gat e Botlek, in questo modo la Brielse Maas divenne un bacino d'acqua dolce stretto e lungo, che non rese solamente la zona più sicura, ma garantì anche un approvvigionamento di acqua dolce. Il piano del *Rijkswaterstaat* era quello di costruire le restanti dighe nei decenni successivi, ma l'avvento della “*Watersnoodramp*” ha impedito che ciò accadesse.

Questo episodio scatenò un acceso dibattito che portò, dopo l'alluvione, all'istituzione di un'apposita “Commissione Delta”, un organo deputato a garantire il completamento dell'opera, capace di coniugare le istanze relative alla sicurezza e quelle economiche legate all'importanza dei porti di Rotterdam e Anversa (Fig. 79), garantendo, dunque, la navigabilità di Nieuwe Waterweg e della Schelde occidentale.

Gli obiettivi erano essenzialmente due: drenare e proteggere le aree che si allagavano regolarmente durante i livelli elevati di acqua; proteggere la terra ferma dall'intrusione di salinità.

Per permettere questo e realizzare dighe in corrispondenza della foce dei fiumi fu necessario realizzare dighe ausiliarie nello

¹ È il nome olandese riferito all'inondazione del 1953, letteralmente “grande alluvione”.

² Il corrispettivo italiano del Ministero delle Infrastrutture.

Zandkreek (Key plan: 1), nel Grevelingen (Key plan: 2) e nel Volkerak (Key plan: 3), denominate “dighe a compartimenti”, poiché avrebbero diviso la grande massa d’acqua in più sezioni. Nel 1959 fu approvata la Legge Delta, al fine di organizzare la costruzione delle dighe e prese avvio oltre, che la costruzione dei “Delta Works”, il dibattito internazionale sulle opere ingegneristico-ambientali in difesa dei territori costieri minacciati dal mare (Deltawerken, 2020). La scala sovracomunale dell’opera «esprime, in generale, l’esigenza di una programmazione unitaria di alcune scelte relative alla organizzazione di un territorio più vasto del comune centrale e decisive per un più efficiente funzionamento dell’area» (Mariano., Valorani, 2018).



Fig. 79_Key plan generale delle opere del Delta Plan olandese rielaborato da Marsia Marino.

Questa breve digressione, è fondamentale ad inquadrare la tematica relativa alla prima delle tre macro-strategie concettualizzate a valle dell’analisi della strategia di Vejle, ovvero quella della difesa, perché il fenomeno della “Watersnoodramp” e la conseguente nascita del progetto “Delta Works” ne costituisce, come detto in precedenza, l’evento generatore, a seguito del quale inizia a prendere forma il dibattito internazionale relativo alla difesa delle aree costiere dai fenomeni di inondazione, che vede i Paesi Bassi pionieri della ormai globale lotta contro gli effetti legati al SLR. Inoltre l’opera è in fase di costante aggiornamento, nel 2014 è sta-

to approvato dal governo il programma *Delta Works of the Future* (Delta Programme Commissioner, 2020), un programma nazionale attuato dal governo, dalle province, dai comuni e dai consigli idrici, con input forniti dalla comunità imprenditoriale, dai singoli residenti, e dalle ONG. Nel novembre 2009 il Consiglio dei ministri ha nominato il primo commissario del Programma Delta, Wim Kuijken, con il compito di redigere un programma Delta annuale e di assicurarsi che i progressi vengano realizzati. Questa figura funge da coordinatore tra tutti i soggetti pubblici (il governo, le province, i consigli idrici e le autorità locali) e privati coinvolti, coinvolge le ONG, gli istituti di conoscenza e la comunità imprenditoriale nel programma e monitora la coesione tra le varie parti componenti del Programma Delta; garantisce, inoltre, modalità e tempistiche dello stato di avanzamento dei lavori per le opere di manutenzione e adattamento al fine che il Paese rimanga protetto dalle acque alte a lungo termine, e che vi sia una fornitura sufficiente di acqua dolce durante i periodi di siccità.

Su proposta del Ministro delle Infrastrutture e dell’Ambiente, Wim Kuijken è stato rinominato per un altro mandato come Commissario del Programma Delta, per essere poi sostituito nel 2019 da Peter Glas, secondo Commissario (ibidem).

Un altro elemento interessante del Delta Plan olandese, che apre a possibilità alternative di sviluppo urbano è rappresentato dal fatto che le barriere si stiano sempre più caratterizzando come mete di un turismo di nicchia, contribuendo al fenomeno del cosiddetto “ecoturismo” (Konaxis, 2018).

Nell’abaco, in appendice a questo capitolo, nella sezione: *Difesa: l’approccio ingegneristico ambientale*, vengono brevemente illustrate le opere più iconiche realizzate all’interno del programma “Delta Plan” Olandese, che rappresentano il punto di riferimento per tutte le opere di difesa successive.³

³ Si precisa che non è interesse di questa tesi entrare nel merito degli aspetti strettamente legati all’ingegneria delle opere, quanto più fornire una panoramica di possibili interventi sul territorio che si costituisca quale punto di riferimento per la proposta di azioni progettuali da applicare alla sperimentazione presentata nella terza parte della ricerca.

Il Piano Delta del Bangladesh. Sinergia sovranazionale sulla base della condivisione delle esperienze

Anche il Bangladesh, a causa della sua conformazione deltizia (Fig. 80), è stato classificato come il Paese più vulnerabile del mondo in termini di rischi derivanti da pericoli naturali come inondazioni legate al SLR (Figg. 81-82), all'erosione costiera. Caratteristiche che pongono questioni legate non solo alla difesa del territorio ma anche alla sicurezza alimentare e all'approvvigionamento di acqua dolce, e che hanno indotto il governo a richiedere l'assistenza tecnica del governo dei Paesi Bassi per aiutare la nazione a sviluppare una *vision* al 2100, sulla base dell'esperienza olandese del "Delta Plan" appena illustrato. Sul parallelismo, sicuramente esistente, tra i due "Piani Delta", va tenuto conto che quello olandese prende avvio in un contesto storico culturale in cui la sensibilità legata ai temi della resilienza urbana era sicuramente diversa rispetto a quella attuale e che le tematiche inerenti al *climate change* erano certamente meno pressanti rispetto ad oggi (Zevenbergen et al., 2018). Come si vedrà nel *Delta Plan* del Bangladesh, infatti, per l'elaborazione del quale i Paesi Bassi giocano un ruolo fondamentale, la tematica relativa alla necessità di un'integrazione della strategia di "difesa" con le altre di "adattamento" e "ricollocazione" emerge in maniera preponderante e viene richiamata più volte la necessità di favorire un approccio resiliente, proteggendo ove necessario e intervenendo con un approccio più *soft* ove possibile.

Il crescente rischio dell'innalzamento del livello del mare, inoltre, interessa una considerevole area della fascia costiera che potrebbe causare milioni di migranti della crisi climatica, a causa dei problemi causati all'agricoltura e all'approvvigionamento di acqua dolce. Oltre a questo, si aggiunge la crescente urbanizzazione con il conseguente consumo di suolo, la carenza di infrastrutture e le difficoltà di approvvigionamento energetico.

È chiaro come sfide tanto ampie ed interconnesse necessitino una buona pianificazione e strategie di medio e lungo periodo, motivo per cui è stato previsto un piano di prospettiva decennale (2010-2020) (Government of the People's Republic of Bangladesh, Bangladesh Planning Commission, General Economics Division, 2017) e un piano a lungo termine del Delta del Bangladesh al 2100 (ibidem).

Il BDP 2100 cerca di integrare le prospettive a breve e medio termine per raggiungere il risultato di un reddito medio pro-capite (UMIC) e un abbattimento significativo della povertà. È chiaro come propositi così ambiziosi si intreccino con l'ineludibile esigenza di fronteggiare le emergenze legate agli effetti dei cambiamenti climatici.

Il Piano Delta del Bangladesh si basa sugli studi FAP⁴ (FAP, 2018), sui quali poggiano, tra l'altro, la strategia di gestione delle acque e delle inondazioni del Bangladesh (1995), il *National Water Policy* (1999) e il *National Water Management Plan* (2004). La *National*

Water Policy fornisce una base utile per il *Delta Framework*, in quanto delinea un approccio integrato alla gestione sostenibile delle risorse idriche, all'interno del quale sono coinvolti 13 ministeri e più di 30 agenzie, rappresenta a tutti gli effetti un piano manageriale.

Tra l'altro il Bangladesh è firmatario dell'accordo sul clima di Parigi, con il quale si è impegnato a combattere i cambiamenti climatici riaffermando la disponibilità del governo a continuare a lavorare con sforzo sempre crescente a sostegno dell'attuazione globale dell'accordo di Parigi.

A causa delle grandi incertezze relative ai cambiamenti climatici e di sviluppo socioeconomico, la discussione sulla necessità di elaborare strategie adattative è tema attuale per diversi delta del mondo. Imparando da queste esperienze internazionali, il BDP 2100 è stato sviluppato in un'ottica a lungo termine, con un'attenzione particolare alle azioni di breve termine, definite "a prova di errore" e "senza rimpianti".

È utile sottolineare come l'aspetto più significativo del paesaggio del Bangladesh sia costituito dai suoi fiumi, che hanno plasmato non solo la morfologia del territorio ma anche lo stile di vita degli abitanti. Il Gange è il fulcro del sistema deltizio della regione del Bengala e il suo vasto delta si estende per circa 60.000 km².

Ai fini della pianificazione delle risorse idriche, il Bangladesh è stato diviso in 8 regioni idrologiche: il nord-ovest (NW), il nord-est (NE), il centro-nord (NC), Sud-est (SE), centro-sud (SC), sud-ovest (SO), Eastern Hills (EH) e i principali fiumi ed estuari (RE).

A partire da queste 8 zone idrologiche, il BDP 2100 individua dei raggruppamenti detti "hotspot" che identificano distretti sottoposti a rischi di simile natura, aree prototipiche in cui convergono le stesse caratteristiche e vulnerabilità ai cambiamenti climatici (come l'innalzamento del livello del mare, erosione fluviale, intensità delle alluvioni, carenza idrica).

Uno degli effetti più impattanti sul territorio e problema principale dell'area del Delta è sicuramente rappresentato dal SLR con la conseguente intrusione di salinità che si converte in rischi di approvvigionamento di acqua dolce per le comunità dell'area.

Già il quinto rapporto IPCC (2013) prevedeva il SLR tra 0,2 e 1 m entro il 2100 per il Golfo del Bengala, per scenari con emissioni (indici RCP), da basse a elevate (Haque, Kay, Nicholls, 2018).



Fig. 80_Un'immagine satellitare del Delta del Gange. Fonte: Nautica report.

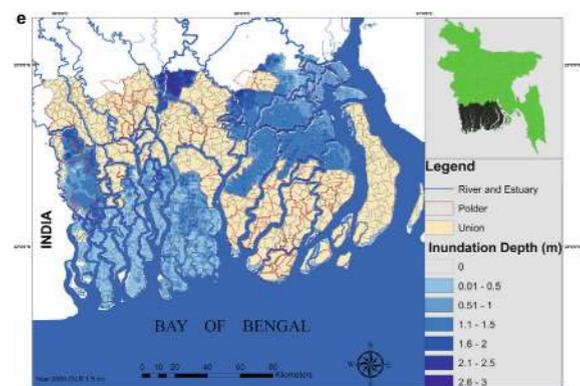


Fig. 81_Scenario di inondazione al 2088 per un innalzamento del livello del mare previsto di 1, 5m. Fonte: BDP 2100.



Fig. 82_Dhaka, Bangladesh durante un fenomeno alluvionale. Fonte: National Geographic.

Per queste ragioni, gli obiettivi generali del BDP 2100 sono:

1. garantire la sicurezza da inondazioni e catastrofi legate ai cambiamenti climatici;
2. garantire l'approvvigionamento idrico per le comunità locali;
3. garantire sistemi fluviali ed estuari sostenibili e integrati;
4. preservare le zone umide e gli ecosistemi;
5. aggiornare le istituzioni al fine di garantire un efficace gestione dell'approvvigionamento idrico per i singoli paesi;
6. ottimizzare le risorse idriche e terrestri.

Nello specifico il primo obiettivo, specificatamente riferito al fenomeno SLR si sofferma sulla gestione dei rischi di alluvioni nella stagione delle piogge e altre catastrofi correlate agli effetti dei cambiamenti climatici nella regione del Delta, compresa la zona costiera, le aree urbane e rurali, a medio e lungo termine.

Per realizzare la *vision* e raggiungere gli obiettivi, sono necessari due livelli di pianificazione: nazionale e regionale; pertanto sono state sviluppate una strategia generale di livello nazionale, relativa alla gestione del rischio legato alle inondazioni e all'approvvigionamento di acqua dolce, ed una di livello regionale che coinvolge le aree identificate come "hotspot" (Fig. 83), che andrà ad incidere in maniera più puntuale, specifica e differenziale su sistemi fluviali, zona costiera, aree urbane, zone soggette a siccità.

Queste due strategie costituiscono delle linee guida per l'attuazione dei progetti anche a breve termine, che avranno l'obbligo di rispettare la *vision* della strategia di riferimento, in modo tale da garantire il raggiungimento degli obiettivi generali del Delta Plan e quindi uno sviluppo sostenibile e a lungo termine del Bangladesh.

Queste due strategie di fatto costituiscono un'unica strategia integrata del BDP 2100, differenziata per le regioni "hotspot" del Bangladesh, orientata alla risoluzione tanto di questioni imminenti, quanto di previsioni future.

Questa strategia è sintetizzata in una serie di mappe, che coprono rispettivamente:

1. Il punto di partenza con indicazione dei progetti che andranno a coprire il breve termine;
2. La strategia a breve termine, al 2030;
3. La strategia a lungo termine, al 2100.

In linea generale il piano prevede un giusto bilanciamento tra interventi cosiddetti "resilienti" ove possibile, di difesa ove strettamente necessario.

Inerente alla macro-strategia di "difesa", sono stati ipotizzati dei progetti definiti "iconici" con *vision* al 2100, che non tengono conto della reale fattibilità realizzativa sia dal punto di vista politico che finanziario, per permettere di vagliare e sviluppare idee originali e stimolanti senza che queste vengano limitate dalle conoscenze odierne e dai vincoli economici o istituzionali del Bangladesh.

- **Progetto "National Inland Islands" (Jamuna Pearls):** sviluppo di aree separate a prova di inondazione, ovvero una serie di

- anelli di dighe per proteggere i villaggi e le relative strutture e industrie. Il progetto prospetta una trasformazione della zona di Jamuna in un luogo ottimale per vivere e nel quale investire. Inoltre, il progetto prevede anche il ripristino e la creazione di zone umide su larga scala;
- **Completa stabilizzazione del fiume Jamuna con due canali**, uno per il trasporto per vie navigabili e uno per mantenere valori ecologici, combinati con la bonifica su larga scala e con argini continui lungo entrambe le sponde del fiume;
 - **Progetto nazionale di conservazione e diversione del flusso di acqua dolce**, che prevede la costruzione di una diga sul Gange e la rivitalizzazione dei fiumi sconnessi, in primo luogo il Vecchio Brahmaputra e il Meghna superiore;
 - **Costruzione di una rete nazionale di infrastrutture anti-innalzamento** costituita da ponti lunghi e strade su dighe dotate di canali sotterranei;
 - **Bonifica di una vasta area libera dalle inondazioni** chiamata "New Dhaka" dal fiume Padma;
 - **Realizzazione di spazi aperti pubblici adatti allo stoccaggio temporaneo dell'acqua.**

Questo inquadramento generale della strategia "Delta Plan" per il Bangladesh, è anche funzionale, in questa sede, a rimarcare il ruolo dei Paesi Bassi, assoluti protagonisti di tutto l'iter redazionale della strategia, come leader mondiale nella lotta alla difesa e all'adattamento delle aree costiere ai fenomeni di inondazioni causati dal SLR.

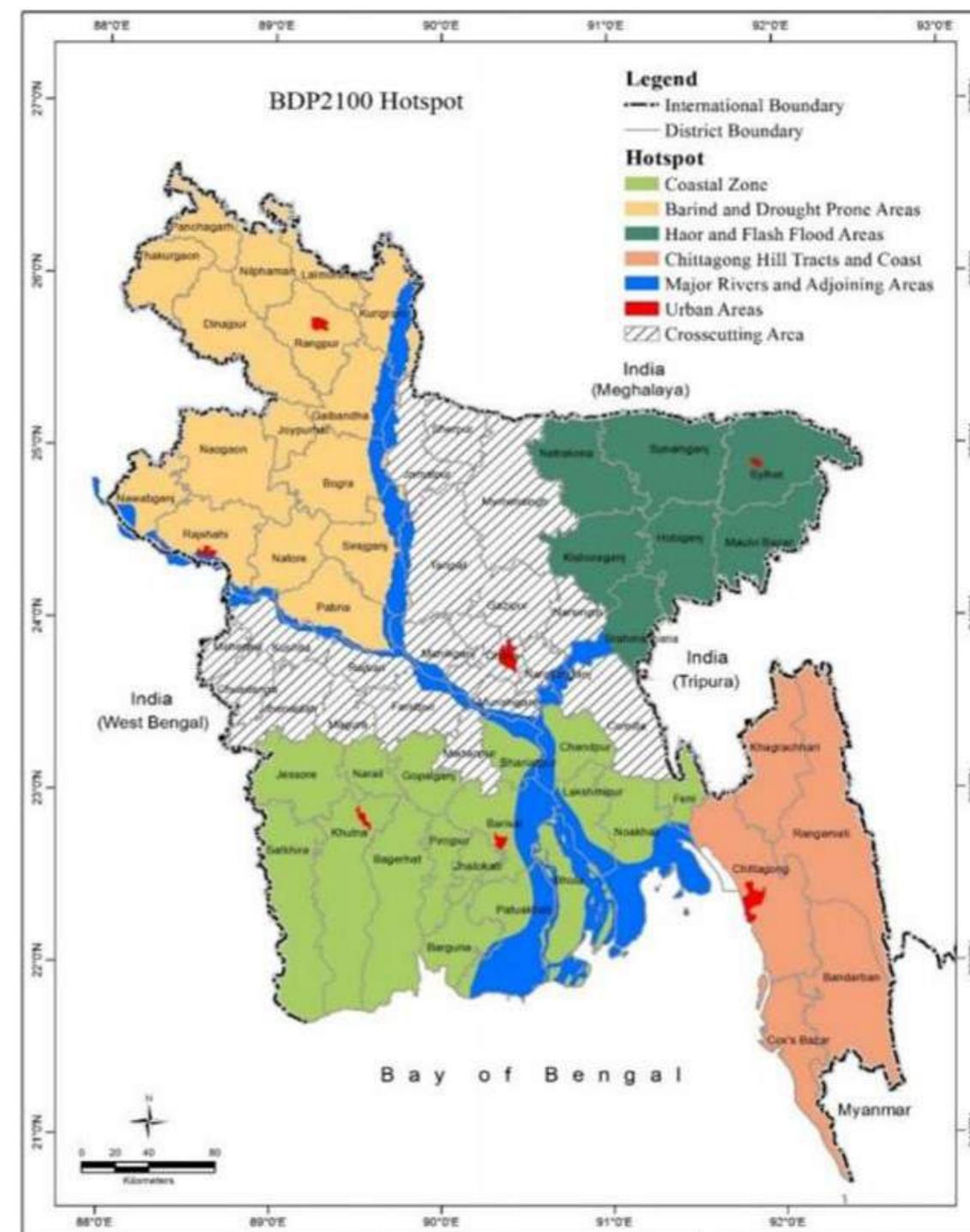


Fig. 83_Identificazione degli Hotspot. Fonte: BDP 2100.

The International Network for Storm Surge Barrier

Ad avvalorare maggiormente la posizione centrale dei Paesi Bassi in materia di difesa, appare utile segnalare come insieme ad Inghilterra, Russia e Italia abbia dato vita, nel 2005 ad una rete internazionale di paesi interessati alla gestione del fenomeno legato alle inondazioni costiere: la I – STORM (*International Network for Storm Surge Barrier*), al fine di condividere esperienze ed informazioni riguardo alle barriere anti-tempesta (I-STORM, 2020).

Parallelamente a quella internazionale, una rete nazionale olandese funziona da generatore di domande per la rete internazionale.

Gli obiettivi generali della rete internazionale sono essenzialmente tre:

1. Condividere le conoscenze tra le diverse organizzazioni sulla gestione funzionale e operativa;
2. Archiviare e disseminare le conoscenze ed in questo il *Rijkswaterstaat*, riveste un ruolo fondamentale;
3. Promuovere la difesa congiunta della gestione delle alluvioni.

In concreto fanno parte della rete internazionale *Environment Agency* (England), *Rijkswaterstaat* (The Netherlands), *Consorzio Venezia Nuova* (Italia) e *US Army Corps of Engineers* (USA) con l'obiettivo di condividere conoscenza e supportarsi nelle azioni pratiche e politiche alla luce del fatto che una tematica di tale complessità investe numerosi settori della sfera pubblica, e infatti le tematiche in evidenza, vanno dalle questioni legate all'innalzamento del livello del mare e cambiamenti climatici, all'uso di barriere per garantire e ove possibile migliorare la situazione ecologica, al rischio di inondazioni dei centri urbani per concludere con gli aspetti giuridici legati alle differenti questioni.

Infatti, proprio perché l'esperienza costruttiva delle barriere è ancora scarsa richiede tutta la collaborazione specialistica possibile e la cooperazione di quanti hanno avuto esperienze sul campo. Inoltre, va considerato che le sfide vanno tutt'altro che attenuandosi se consideriamo, appunto, gli effetti del cambiamento climatico e dell'innalzamento del livello del mare come fenomeni in costante evoluzione (ibidem).

Attualmente le barriere che fanno parte della rete sono:

- St. Petersburg Floodprotection Barrier (dettaglio del progetto presentato nell'abaco in appendice a questo capitolo), in corso di realizzazione (11 dighe e 6 chiuse);
- Barriera del M.O.S.E di Venezia, in fase di realizzazione (Paratie mobili);
- Thames Barrier (dettaglio del progetto presentato nell'abaco in appendice a questo capitolo) di Londra (10 porte mobili separate);
- Maeslant barrier, Paesi bassi (cancelli semicircolari cavi fissati, per mezzo di braccia d'acciaio, a un punto cardine su entrambe le sponde);

- Oosterschelde, Paesi Bassi (la più imponente struttura anti-tempesta nei Paesi Bassi);
- Stormvloedkering Ramspol (dettaglio del progetto presentato nell'abaco in appendice a questo capitolo), Paesi Bassi (meccanismo di protezione gonfiabile);
- The Hollandse IJssel storm barrier, Paesi Bassi (*floodgate mobile*);
- Hartel barrier, Paesi Bassi (cancelli di sollevamento verticali sospesi tra le torri della struttura).
- Haringvliet barrier, Paesi Bassi (chiuse) (ibidem).

Per quanto riguarda le barriere sopra elencate l'obiettivo principale di Paesi Bassi ed Inghilterra, che hanno già realizzato le opere, che sono attualmente attive, è la gestione e la manutenzione delle stesse e il reperimento di risorse economiche necessarie al loro mantenimento. Discorso diverso invece per Russia e Italia che, essendo ancora impegnate nella fase di realizzazione con la conseguente necessità di accogliere ancora molte istanze politiche che potrebbero influire sulla progettazione, sono più orientate ad una concertazione su tematiche preliminari di fattibilità realizzativa.

L'auspicio della rete è quello che da un lato l'esperienza inglese e olandese possa essere utile per i russi e per gli italiani, dall'altra che tecniche innovative di oggi, applicate nelle barriere di nuova generazione, potrebbero essere di interesse per le barriere olandesi e inglesi.

Nell'abaco, in appendice a questo capitolo, nella sezione: *Difesa: l'approccio ingegneristico ambientale*, vengono brevemente illustrate le opere più iconiche che fanno parte della *International Network for Storm Surge Barrier*.⁵

⁵ Si precisa che non è interesse di questa tesi entrare nel merito degli aspetti strettamente legati all'ingegneria delle opere, quanto più fornire una panoramica di possibili interventi sul territorio che si costituisca quale punto di riferimento per la proposta di azioni progettuali da applicare alla sperimentazione presentata nella terza parte della ricerca.

L'esperienza italiana: il M.O.S.E.: MODulo Sperimentale Elettromeccanico

Il M.O.S.E, consiste nella realizzazione di schiere di paratie mobili a scomparsa poste alle cosiddette bocche di porto (i varchi che collegano la laguna con il mare aperto attraverso i quali si attua il flusso e riflusso della marea).

L'opera è composta di tre barriere (Fig. 84):

- **Bocca di Malamocco** (dettaglio del progetto presentato nell'abaco in appendice a questo capitolo), la più profonda, si trova al centro della laguna; da qui transitano le navi dirette al porto industriale-commerciale a Marghera. Il traffico navale è garantito da una conca di navigazione anche quando le paratoie saranno in esercizio. La barriera è costituita da 19 paratoie;
- **Bocca di Lido** (dettaglio del progetto presentato nell'abaco in appendice a questo capitolo), prevede l'installazione di due barriere di paratoie, una nel canale nord di Treporti, (21 paratoie), e una nel canale sud di San Nicolò (20 paratoie). Le due barriere sono collegate tra loro da un'isola artificiale dove sono situati gli impianti di movimentazione del sistema;
- **Bocca di Chioggia** (dettaglio del progetto presentato nell'abaco in appendice a questo capitolo), situata a sud della laguna di Venezia. Il passaggio di pescherecci e barche da diporto molto intenso ha indotto alla decisione di realizzare un porto rifugio con doppia conca di navigazione, in modo da garantire l'entrata e l'uscita dei natanti anche durante la chiusura della barriera. Per questa barriera, anche chiamata "Baby MOSE" sono previste 18 paratoie (MoseVenezia, 2020).



Fig. 84_Le tre bocche di Porto del progetto M.O.S.E. Fonte: MoseVenezia.

Lo scopo del progetto è quello di proteggere il tessuto urbano lagunare dal fenomeno dell'acqua alta, diventato sempre più frequente a causa dell'effetto combinato di subsidenza (abbassamento del livello del suolo) e eustatismo (innalzamento del livello del mare), dovuti a fenomeni naturali e antropici e dagli eventi estremi. Il M.O.S.E è stato progettato per proteggere da maree fino a tre metri, e si spera possa essere in grado di assicurare la protezione della laguna anche se si dovesse verificare una crescita del mare fino a 60 cm (le recenti stime dell'IPCC prevedono un innalzamento del mare nei prossimi cento anni compreso tra 18 e 59 cm). Occorre precisare che questo imponente progetto non è un'opera isolata, ma rientra nel Piano Generale di Interventi per la salvaguardia di Venezia e della laguna⁶, nel quadro della Legge Speciale per Venezia⁷ definita a seguito dell'alluvione del 4 novembre 1966 (ibidem). A testimonianza della sempre maggiore sensibilità ai temi dell'impatto ambientale e dell'integrazione delle opere all'interno del contesto urbano il Magistrato alle Acque di Venezia, su prescrizione del Ministero dei Beni Culturali ed Ambientali espressa in Commissione di Salvaguardia, ha incaricato l'Istituto Universitario di Architettura di Venezia di eseguire il progetto preliminare dell'inserimento delle opere di difesa dalle acque alte nel paesaggio dei litorali veneziani. «È stata elaborata, per ciascuna bocca, una proposta d'intervento le cui linee guida si possono riassumere nella necessità di mantenere immutati il carattere e la percezione dei luoghi; nella valorizzazione della complessità ambientale, paesaggistica e storica del litorale; nel miglioramento della loro percorribilità e funzionalità» (ibidem). Il dibattito scientifico rispetto alla realizzazione del M.O.S.E. è tutt'altro che spento e le principali argomentazioni risiedono nel fatto che le previsioni sull'innalzamento del livello del mare adottate per la progettazione dell'opera siano, ad oggi, sottostimate e che non sia stata prevista, in sede di progetto, la possibilità di adattare l'opera con il mutare delle esigenze. «It seems that the MOSE project is not compatible with the projected climate change for the next 100 years. This is clearly due to the fact that the system of mobile barriers has been planned before the first estimations of near-future greenhouse warming and global sea-level rise. The possibility to adapt the project to the new forecast of global sea-level rise has not yet been taken into account» (Pirazzoli, Umgiesser, 2013). Un'altra delle critiche opposte all'opera è rispetto all'opportunità di realizzare delle paratie sottomarine, ipotesi da sempre esclusa nei Paesi Bassi, per i costi troppo elevati necessari alla manutenzione. Inoltre, lo studio "The impact of operating the mobile barriers in Venice (MOSE) under climate change" (Umgiesser, 2020) tramite simulazioni della variazione del SLR fino a 200 cm dimostra come per innalzamenti del livello del mare di 50 cm le barriere dovranno essere chiuse mediamente una volta al giorno, mentre, con un SR di 75 cm la laguna dovrà essere quasi sempre chiusa. Questo studio pone l'attenzione sul fatto che chiusure parziali si sono rivelate inefficaci

⁶ Approfondimenti al link: <https://www.mosevenezia.eu/piano-generale-interventi/>.

⁷ La Legislazione Speciale per Venezia è costituita dalla legge n. 171/73, che dichiara la salvaguardia di Venezia e della sua laguna problema di preminente interesse nazionale, a cui seguono la legge n. 798/84 e la n. 139/92: un sistema normativo che definisce gli obiettivi generali degli interventi, le procedure più opportune per realizzarli e le competenze dei diversi soggetti attuatori.

per la difesa dalle inondazioni della città e che solo una chiusura completa garantirà una sensibile riduzione del livello dell'acqua in laguna, facendo, in questo modo, crollare le motivazioni sulla scelta delle paratie sottomarine per questioni legate all'impatto ambientale dell'opera. Tuttavia, occorre evidenziare che il 3 ottobre 2020 è stata la prima occasione in cui le paratie sono entrate in funzione (non considerando i diversi test di sollevamento). La città di Venezia è rimasta "asciutta" e Piazza San Marco è stata protetta dall'intrusione marina. Ad oggi si discute in merito alla tempistica di sollevamento delle paratie, un'ora e diciassette minuti per stabilizzarsi nella posizione definitiva, un tempo dichiarato da alcuni decisamente troppo lungo, che riapre il dibattito circa la poca convenienza di paratie sottomarine.

Nell'abaco, in appendice a questo capitolo, nella sezione: *Difesa: l'approccio ingegneristico ambientale*, vengono brevemente illustrate le opere che fanno parte della *M.O.S.E.*⁸

La Thames Barrier di Londra, un'occasione di rigenerazione urbana

Analizzando la questione dal punto di vista dello sviluppo urbanistico delle aree interessate dalla realizzazione di queste imponenti opere di difesa, è interessante notare come le stesse possano rappresentare un'importante occasione di rigenerazione urbana. Il caso del Thames Barrier di Londra, infatti, è esemplare in tal senso. Nelle immediate vicinanze della barriera anti-tempesta, nel quartiere londinese di Newham, sorgeva un impianto petrolchimico successivamente dismesso che ha dato luogo, negli anni a venire, ad un'area abbandonata il cui suolo contaminato necessitava di una bonifica, per la quale è stato indetto un concorso di progettazione, nel 1995, vinto dal paesaggista Allain Provost (Groupe Signes) di Parigi e dagli architetti Patel Taylor di Londra (LondonGov., 2020). Il risultato è un parco postmoderno a testimonianza della tradizione portuale del sito, dove le opere di difesa, progettate dall'architetto Roger Walters e realizzate tra il 1974 e il 1984, diventano assolute protagoniste del paesaggio (dettaglio del progetto presentato nell'abaco in appendice a questo capitolo), a testimonianza della possibilità di attribuire alle stesse una resinificazione sulla loro valenza estetica.

⁸ Si precisa che non è interesse di questa tesi entrare nel merito degli aspetti strettamente legati all'ingegneria delle opere, quanto più fornire una panoramica di possibili interventi sul territorio che si costituisca quale punto di riferimento per la proposta di azioni progettuali da applicare alla sperimentazione presentata nella terza parte della ricerca.

5.2 Adattamento: l'approccio ecologico integrato

Le azioni e le strategie di adattamento rappresentano un approccio complementare alla mitigazione che implica la capacità della popolazione di continuare a vivere il proprio habitat apportando adeguamenti atti a ridurre al minimo l'impatto delle inondazioni e che prevedono pratiche di rigenerazione urbana dei territori compromessi (Boateng, 2008) in grado di perpetrare lo sviluppo urbano in un'ottica di sostenibilità e resilienza (Salata, Giaino, 2016).

Come ampiamente espresso sin ora, il cambiamento climatico amplifica la vulnerabilità dei sistemi insediativi esponendo la popolazione a rischi crescenti, pertanto l'adattamento delle città a tali cambiamenti è da assumere quale pratica prioritaria.

Dal 2009, IUCN⁹ ha promosso il ricorso all'approccio EbA (*Ecosystem Based Approach*) in materia di adattamento urbano ai cambiamenti climatici che consiste nell'adottare soluzioni *nature based* per fronteggiare gli impatti dei cambiamenti climatici sulle persone e sul loro habitat.

L'approccio EbA consiste nel ricorso alla biodiversità e ai servizi ecosistemici come parte di una strategia di adattamento globale (IUCN, 2020) e «integra la conoscenza scientifica delle relazioni ecologiche nell'ambito di un complesso quadro di aspetti sociali e politici e di valori, verso l'obiettivo generale della protezione dell'integrità degli ecosistemi in una prospettiva di lungo termine» (Grumbine, 1994). Nella sostanza l'EbA si concentra sui benefici che gli esseri umani traggono dalla biodiversità e dai servizi ecosistemici e su come questi benefici possano essere utilizzati per far fronte ai cambiamenti climatici. Di conseguenza, l'EbA è un concetto incentrato sulle persone, ma che riconosce che la resilienza umana dipende in modo critico dall'integrità degli ecosistemi (Scavone, 2014). Tuttavia, la salute dell'ecosistema da sola non garantisce la resilienza umana, quindi l'EbA è implementato al meglio come elemento integrato di una più ampia strategia di adattamento. Gli approcci includono, ad esempio, il ripristino degli habitat costieri, l'agroforestazione, la gestione integrata delle risorse idriche, la diversificazione dei mezzi di sussistenza e gli interventi di gestione forestale sostenibile che utilizzano la natura per ridurre la vulnerabilità ai cambiamenti climatici (CBD, 1992; Magaùda, D'Ascanio, Muccitelli, Palazzo, 2020). Un ulteriore passo in avanti rispetto al concetto di EbA è quello di Eco-DRR "*Ecosystem-based Disaster Risk Reduction*" che si concentra sulla minimizzazione degli impatti di eventi calamitosi, migliorando la capacità delle persone di gestire al meglio le situazioni critiche

⁹ Unione di organizzazioni governative e società civile composta da oltre 1400 organizzazioni e 17.000 esperti.

(tsunami, inondazioni, terremoti, cicloni). A differenza dell'EbA, l'E-co-DRR affronta anche eventi rischiosi che non sono strettamente collegati al cambiamento climatico o alla sua variabilità.

La Commissione Europea definisce le infrastrutture verdi GI (Green Infrastructure) come: «una rete di aree naturali e seminaturali pianificata a livello strategico con altri elementi ambientali, progettata e gestita in maniera da fornire un ampio spettro di servizi ecosistemici. Ne fanno parte gli spazi verdi (o blu, nel caso degli ecosistemi acquatici) e altri elementi fisici in aree sulla terraferma (incluse le aree costiere) e marine. Sulla terraferma, le infrastrutture verdi sono presenti in contesto rurale e urbano» (COM, 2013).

È interesse di questo approfondimento comprendere in che modo alcune città costiere stiano mettendo in atto pratiche di rigenerazione ecologica per adattare gli insediamenti urbani al fenomeno SLR e, conseguentemente, isolare alcune azioni progettuali che si configurano come *best-practices* di adattamento.

A tale proposito è stato deciso di fare riferimento, all'evento che rappresenta uno spartiacque in materia di pratiche di rigenerazione urbana basata sui principi sopradescritti.

Come è noto, nel 2012, l'uragano Sandy ha devastato le zone costiere di New York e del New Jersey e questo ha aperto un acceso dibattito, nazionale ed internazionale sulle misure da mettere in campo a livello politico e disciplinare, per mettere in sicurezza le aree colpite e ripristinare la loro funzione di città pubblica facendo emergere la necessità di andare oltre la protezione dalle inondazioni a breve o lungo termine e considerare anche gli effetti a lungo termine sulla comunità, il suo ambiente, l'economia e il rapporto, più volte richiamato all'interno della tesi, tra mondo naturale e antropico (Al, 2018). L'Uragano Sandy, di fatto, ha posto gli Stati Uniti quali pionieri nelle pratiche di rigenerazione urbana orientata ai principi EbA.

A tale proposito, l'iniziativa "Rebuilt by Design", nata come un concorso di progettazione, è diventata un modello a supporto dei governi per realizzare processi collaborativi basati sulla ricerca che preparino le comunità e le regioni per le sfide future. Di seguito vengono presentati i progetti vincitori di questa iniziativa che propongono soluzioni di adattamento urbano tramite l'utilizzo di pratiche di rigenerazione urbana ecologica dai quali sarà possibile isolare alcune azioni di adattamento particolarmente rilevanti ai fini della tesi. Quelli riportati di seguito, nella forma di schede sintetiche, rappresentano i progetti finanziati dal concorso di progettazione (Fig. 85) e che interessano gli stati federati di New York, New Jersey e del Connecticut. Inoltre, nell'ottica di promuovere un approccio *multilevel* alla pianificazione e gestione delle aree interessate dal fenomeno, quello presentato rappresenta un interessantissimo tentativo di unificare le azioni strategiche in un'ottica sovracomunale (Fig. 86) e costituisce uno dei rari, se non l'unico concorso di progettazione che ha finanziato sette ambiziosi progetti sul tema *sea level rise*, animati da una *vision* comune.

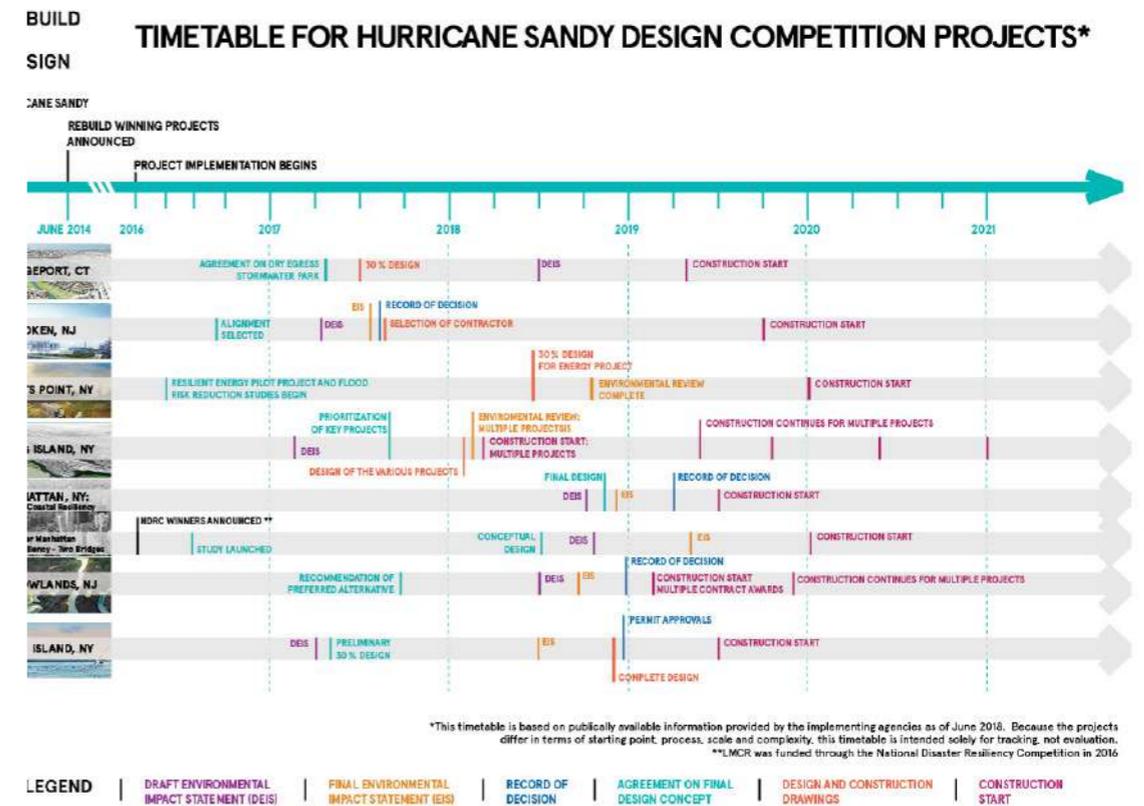


Fig. 85_Cronoprogramma dei progetti finanziati dal Concorso "Rebuilt by Design". Fonte: Rebuilt by design.



Fig. 86_Stati Federati interessati dal concorso "Rebuilt by Design". Fonte: Google Maps.

The Big U. Un ponte tra il mare e la terraferma

Progettisti: BIG (Bjarke Ingels Group) con One Architecture, Starr Whitehouse, James Lima Planning + Development, Green Shield Ecology, AEA Consulting, Level Agency for Infrastructure, ARCADIS, Buro Happold

Localizzazione: Lower East Side, NYC

Finanziamento: 511 milioni di dollari

Gestito da: The City of New York.

A seguito dell'Uragano Sandy, la città di New York ha registrato un danno economico di circa 19 miliardi di dollari che ha portato, nel 2013, l'amministrazione pubblica ad indire il concorso "Rebuilt by Design" per rendere la città di New York resiliente agli effetti del SLR. Il progetto "The Big U" dello studio danese BIG - Bjarke Ingels Group, insieme agli olandesi One Architecture, vince la competizione immaginando un filtro tra la città e l'acqua, in grado di porsi come protezione e non come limite, un "ponte" tra l'elemento naturale e il prodotto antropico (Mariano, Marino, 2018), un progetto urbano, in fase di esecuzione, che nasce dall'esigenza di una trasformazione ecologica dell'area, attraverso la rigenerazione di tutta la costa sud di Manhattan (Figg. 87-88). Il progetto ha l'ambizione di "proteggere" 10 miglia continue di costa coincidenti con un'area urbana densamente edificata e vulnerabile, che va dalla 23° East fino a Montgomery Street, dal Ponte di Brooklyn fino a The Battery sul West Side. L'approccio del team di progettisti è esplicitato da due concetti: infrastrutture sociali e sostenibilità "edonistica" (Bianchini, 2016). The Big U, infatti, protegge non solo la città contro le inondazioni, ma arricchisce le aree interessate dal punto di vista sociale e ambientale performando spazi pubblici a prova di clima e a misura d'uomo.

L'infrastruttura di difesa, infatti, differisce da quelle presentate nell'abaco "Difesa: l'approccio ingegneristico ambientale" per la sua capacità di integrarsi perfettamente nel disegno urbano. Alle fasi metaprogettuali hanno preso parte attiva le associazioni locali, la municipalità, le autorità statali e federali e la comunità tramite l'organizzazione di workshop che hanno avuto l'obiettivo di sollecitare l'interesse e la partecipazione della popolazione.

Il masterplan si sostanzia in un waterfront suddiviso in tre aree, contigue ma separate. Ogni compartimento svolge una primaria funzione di barriera anti-tempesta e funziona coordinandosi con gli altri due o anche separatamente. Ogni comparto prevede la realizzazione di uno spazio verde "di sicurezza" che si pone come filtro attrezzato con servizi pubblici di livello locale.

Il primo compartimento (Figg. 89-90-91) comprende la porzione di Manhattan sull'East River, fra 23° East e Montgomery Street. Questa zona, la più colpita dal disastro del 2012, è stata scelta, in accordo con le autorità, come prima area d'intervento su cui concentrare le

risorse economiche a disposizione. L'area libera verde sarà utilizzata come area di sicurezza inondabile in caso di alluvione in grado di proteggere l'ampia area residenziale adiacente. L'East River Park sarà collegato all'area urbanizzata con percorsi pedonali sopraelevati ma accessibili per i disabili. Un sistema continuo di barriere mobili proteggerà tutto il compartimento. Il progetto, in quest'area, prevede la realizzazione di padiglioni ad uso commerciale e spazi ricreativi a supporto dell'area verde. Il parco sarà caratterizzato da un profilo altimetrico in grado di garantire una quota sicura, non superabile dall'acqua, e un punto di vista panoramico. Anche le essenze arboree sono state studiate in base alla loro capacità di adattarsi all'ambiente marino.

Il secondo comparto, nella porzione di Manhattan da Montgomery Street al ponte di Brooklyn, è caratterizzato da una larghezza ridotta che, quindi, non permette la realizzazione di barriere atte a proteggere completamente l'area da una futura inondazione, per questa parte infatti è stata studiata una soluzione mista: paratie di altezze ridotte e sistema di rilevamento periodico denominato "wet-feet strategy" in grado di allertare tempestivamente la popolazione in caso di emergenza. Le paratie sono state posizionate in maniera strategica a protezione degli edifici pubblici presenti. Il programma è stato studiato in modo da salvaguardare maggiormente gli edifici pubblici.

Il comparto numero tre comprende la porzione dal Brooklyn Bridge Park fino a The Battery, ovvero la zona a prevalente vocazione turistica motivo per il quale il progetto prevede il potenziamento di infrastrutture legate alla ricezione e ospiterà spazi attrattivi che, opportunamente collocati, permetteranno sia di proteggere la città dalle inondazioni grazie alla loro funzione di filtro, sia di accogliere i visitatori. In questo comparto troverà posto un grande servizio di livello locale, al posto dell'attuale sede della guardia costiera, ovvero un museo marittimo (Fig. 92) con scopo didattico e informativo sui cambiamenti climatici e i loro impatti sulle città (Formenti, E. 2014).

Oltre a "The Big U", lo stato federato di New York sta lavorando per proteggere i suoi 520 miglia di costa, attraverso un approccio a più livelli, concentrandosi prima sulle aree più vulnerabili (alcuni dei progetti in atto vengono analizzati di seguito). Fa parte della strategia urbana la produzione di un codice edilizio aggiornato che tenga conto delle zone a rischio inondazione oltre che a prevedere una riorganizzazione insediativa che limiti la densità abitativa nelle aree più a rischio introducendo i "distretti costieri speciali a rischio" (BIG Architects, 2013).¹⁰

¹⁰ Per approfondimenti vedere la strategia di Resilienza urbana di New York City "Climate Resiliency Design Guidelines - Version 3.0" (Mayor's Office of Recovery and Resiliency, 2019).



Fig. 87_Area d'intervento del progetto "The Big U". Immagine gentilmente concessa da BIG - Bjarke Ingels Group.



Fig. 88_Rappresentazione grafica del progetto "The Big U". Immagine gentilmente concessa da BIG - Bjarke Ingels Group.



Fig. 89_Rappresentazione grafica del progetto "The Big U". Immagine gentilmente concessa da BIG - Bjarke Ingels Group.



Fig. 90_Rappresentazione grafica del progetto "The Big U". Immagine gentilmente concessa da BIG - Bjarke Ingels Group.



Fig. 91_Rappresentazione grafica del progetto. Il paesaggio che cambia durante un'alluvione. "The Big U". Immagine gentilmente concessa da BIG - Bjarke Ingels Group.



Fig. 92_Rappresentazione grafica del progetto "The Big U". Immagine gentilmente concessa da BIG - Bjarke Ingels Group.

Hunts Point Lifelines: "L'ancora di salvezza del Bronx"

Progettisti: PennDesign/OLIN con HR&A Advisors, eDesign Dynamics, Level Infrastructure, Barretto Bay Strategies, McLaren Engineering Group, Philip Habib & Associates, Buro Happold

Localizzazione: Hunts Point, Bronx, NYC

Finanziamento: 20 milioni di dollari da parte del governo federale, più ulteriori 25 milioni di dollari da parte della città di New York

Gestito da: NYC Mayor's Office of Recovery and Resiliency, New York City Economic Development Corporation

L'area di Hunts Point è un miglio quadrato nel South Bronx a New York City e con i suoi mercati, funge da *hub* di l'approvvigionamento alimentare per 22 milioni di persone negli Stati Uniti nord-orientali. La sua economia annuale si aggira intorno ai 5 miliardi di dollari e l'indotto offre oltre 20.000 posti di lavoro nella regione. Queste caratteristiche, associate al fatto che direttamente adiacente alla zona industriale sorge una densa area residenziale, la rende estremamente vulnerabile, dal punto di vista socioeconomico al fenomeno SLR. Infatti, pur non essendo stata interessata dall'Uragano Sandy quanto le coste di Manhattan le infrastrutture atte alla produzione alimentare si trovano nelle aree a possibile rischio di inondazione di qui al 2100.

Il progetto è un esempio di rigenerazione urbana ecologica che propone soluzioni scalabili in grado di essere riproposte in altri contesti. Il processo di realizzazione dell'idea progettuale si basa su un profondo coinvolgimento della comunità che infatti sostiene e supporta la realizzazione degli interventi.

Il gruppo di progettazione¹¹ della proposta finanziata ha strutturato il concept di progetto in quattro *Lifeline* "ancore di salvataggio", *layer* sulla base dei quali si struttura l'intervento (Fig. 93); il risultato è un'infrastruttura paesaggistica protettiva e resiliente (OLIN STUDIO, 2020).

Lifeline 1:

L'obiettivo centrale è quello di garantire un sistema di protezione dalle inondazioni e un piano energetico che garantisca alla regione la sua vocazione produttiva. Il design scelto per le opere di difesa è completamente integrato nella rigenerazione urbana del lungomare meridionale *Bronx Greenway*, che prevede l'utilizzo di nuove tecnologie per la realizzazione di un modello ecologico di sviluppo urbano;

Lifeline 2:

Altro goal importante del progetto è quello di generare investimenti nel settore pubblico e privato e posti di lavoro connessi alla tematica dell'adattamento dell'area al fenomeno SLR (Fig. 94);

Lifeline 3

Il progetto mira ad un ammodernamento delle infrastrutture viarie prediligendo sistemi di trasporto *green* in modo da affiancare alla

¹¹ L'intero gruppo di progettazione è composto da: PennDesign / OLIN con HR&A Advisors, eDesign Dynamics, Level Infrastructure, Barretto Bay Strategies, McLaren Engineering Group, Philip Habib & Associates, Buro Happold.

strategia di adattamento anche quella di mitigazione per una riduzione delle emissioni connesse all'attività produttiva (Fig. 95);

Lifeline 4:

Un altro ambizioso obiettivo è quello di realizzare una "autostrada marina" (Figg. 96-97) in modo da garantire l'efficienza dei trasporti correlati alle attività produttive anche in caso di temporaneo o permanente non funzionamento delle infrastrutture viarie (Penn-Design & OLIN, 2014);

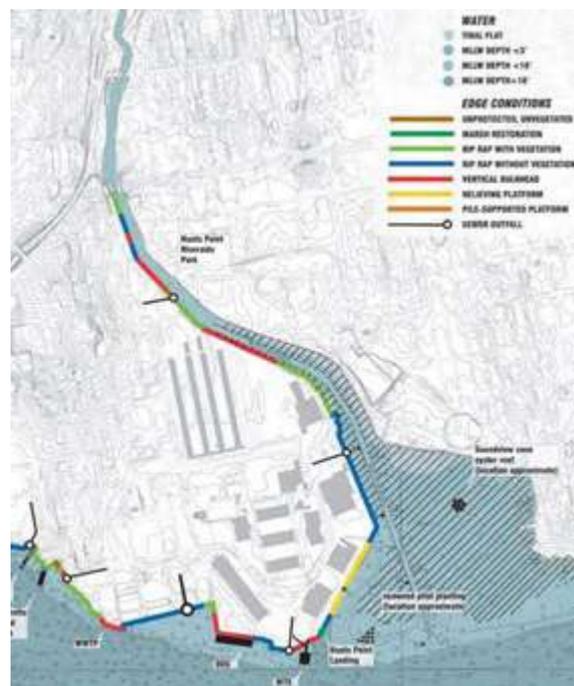


Fig. 93_Schematizzazione degli interventi del waterfront. Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 94_Graficizzazione di un'area del progetto. Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 95_Graficizzazione di un'area del progetto. Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 96_Graficizzazione dell'autostrada marina. Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 97_Graficizzazione dell'autostrada marina. Fonte: Rebuild by Design.

Hudson River: un approccio multiforme

Progettisti: OMA con Royal HaskoningDHV; Balmori Associates; e consulenti HR&A

Localizzazione: Hoboken, Weehawken, Jersey City, NJ

Finanziamento: 230 milioni di dollari per la strategia di difesa, il resto del progetto è in attesa di finanziamento.

Gestito da: State of New Jersey, Department of Community Affairs; to be administered by the Department of Environmental Protection

Hoboken è la quarta degli Stati Uniti per densità abitativa, prima città industriale e manifatturiera ora città dormitorio del distretto degli affari di New York City. Per la sua collocazione geografica l'area è fortemente soggetta a inondazioni improvvise e mareggiate, l'uragano Sandy, infatti ha inondato gran parte della città.

Il progetto proposto adotta un approccio multiforme (Fig. 98) teso ad arginare e gestire le inondazioni causate sia da grandi mareggiate che da forti piogge. Il progetto interessa tutta la città di Hoboken e si estenderà da Weehawken e Jersey City interessando il fiume Hudson a est, Baldwin Avenue (a Weehawken) a nord; le Palizzate a ovest; e la 18th Street, Washington Boulevard e la 14th Street (Jersey City) a sud. (Rebuild by design, 2020). L'intenzione è quella di connettere il progetto con alcune iniziative esistenti e attualmente in fase realizzativa: *Hoboken Green Infrastructure Strategic Plan*¹² e *Long Slip Fill and Rail Enhancement*¹³

La strategia di resilienza urbana resilienza è costituita da quattro componenti integrate (OMA, 2014):

1. **Resist** (Proteggere): una combinazione di infrastrutture rigide (paratie, pareti alluvionali e dighe) e infrastrutture morbide (come argini naturali o *buffer zone* naturali) che fungono da barriere lungo la costa durante le maree eccezionali o i fenomeni di tempesta (Fig. 99);
2. **Delay** (Rallentare): linee guida e infrastrutture verdi urbane per rallentare il deflusso delle acque piovane (Fig. 100);
3. **Store** (Riciclare): potenziamento delle infrastrutture grigie e verdi per la raccolta e riciclo dell'acqua piovana come bacini di bioritenzione, alture e tetti verdi (Fig. 101);
4. **Discharge** (Smaltire): potenziamento dei sistemi di gestione delle acque piovane e fognari di Hoboken (Fig. 102).

L'iter di progettazione e di realizzazione sono stati caratterizzati da un ampio processo partecipativo anche con la popolazione tramite l'organizzazione di *workshop* e assemblee pubbliche.

La strategia di difesa "*Resist*" è quella attualmente in via di realizzazione e per la quale sono stati stanziati i 230 milioni di dollari. Le altre strategie rappresentano un iter successivo di realizzazione per il quale si stanno cercando finanziamenti.

La realizzazione degli interventi della strategia "*resist*" viene temporizzata in tre fasi.

¹² Un Piano strategico per le infrastrutture verdi presentato dall'amministrazione della città di Hoboken nell'ottobre 2013 per creare un *framework* di riferimento per gli investimenti in materia di infrastrutture verdi di livello urbano per la gestione delle acque piovane, la protezione dalle inondazioni e per preparare la città agli effetti dei cambiamenti climatici.

¹³ Un progetto per difendere la linea ferroviaria dalle inondazioni. Durante l'Uragano Sandy, infatti, il terminal di Hoboken e dell'adiacente Hoboken Yard, sulla Long Slip, sono stati duramente colpiti, motivo per il quale Federal Transit Administration (FTA) ha deciso di finanziare le opere a difesa del tratto ferroviario.

La prima, da attuare in 5 anni, prevede: la definizione di una strategia unitaria, coerente e dettagliata, studi e analisi sul rischio alluvione, identificazione dei finanziamenti, definizione di linee guida per la gestione dell'acqua piovana, zonizzazione di aree urbane a rischio inondazione e sviluppo di progetti pilota di infrastrutture verdi per aumentare la resilienza a breve termine.

La seconda fase prevede la realizzazione delle opere di difesa entro vent'anni e la terza, entro cinquanta mette in contro una revisione ed una implementazione delle opere (DEP, 2020).

New Meadowlands: protezione, connessione e crescita

Progettisti: MIT CAU + ZUS + URBANISTEN con Deltares; 75B e Volker Infra Design

Localizzazione: The Meadowlands: Little Ferry, Teterboro, Moonachie, South Hackensack, Carlstadt, NJ

Finanziamento: 150 milioni di dollari.

Gestito da: State of New Jersey, Department of Community Affairs; to be administered by the Department of Environmental Protection

L'area di Meadowlands è una pianura lagunare soggetta a inondazioni situata sul fiume Hudson e caratterizzata da un imponente sistema infrastrutturale che conta due aeroporti e numerosi scali ferroviari, che offrono lavoro a 150.000 persone (Fig. 103).

La sfida alla resilienza in quest'area deve far fronte agli effetti combinati di inondazioni, isole di calore, inquinamento, vulnerabilità sociale e ed economica.

Anche in quest'area l'Uragano Sandy ha avuto effetti devastanti interessando aree produttive, infrastrutture e fabbricati ad uso residenziale, inoltre il sistema fognario esistente non è in grado di gestire il deflusso dell'acqua piovana motivo per il quale l'area si allaga regolarmente durante i forti temporali.

La proposta New Meadowlands strutturata in tre macro-strategie volte alla riduzione del rischio di alluvione: *Protect*, *Connect* e *Grow* (Fig. 104).

Protect: il progetto "Meadowpark" trasformerà Meadowlands in un parco pubblico regionale resiliente alle inondazioni implementando il progetto di bonifica già realizzato.

Connect: il progetto "Meadowband" si concentra sulla mobilità immaginando nuove piste ciclabili che si collegherebbero a New York City e un sistema di transito rapido degli autobus che collegherebbe le 14 comunità presenti nell'area tra loro e alla linea ferroviaria regionale.

Grow: il progetto "Grow" propone lo sviluppo di nuove abitazioni ad uso misto e la creazione di spazi pubblici e zone ricreative.

La proposta di New Meadowlands si concentra sulla riduzione del rischio di alluvione nella contea di Bergen nelle città di Little Ferry e Moonachie, che ha subito i maggiori danni durante Sandy, ma comprende un totale di cinque comuni.

In effetti la proposta è una strategia sistemica, nella quale il sistema paesaggistico ambientale (nella strategia "protect"), quello dei servizi e delle infrastrutture (nella strategia "Connect") e quello insediativo morfologico (nella strategia "Grow") danno vita ad un progetto urbano resiliente ed integrato.

Lo Stato del New Jersey sta valutando la fattibilità di diverse opzioni progettuali per le tre strategie, tra cui sistemi di banchine che potrebbero assicurare le infrastrutture viarie, diverse tipologie di attività ricreative del parco resiliente e infrastrutture di trasporto

PROPOSAL

A COMPREHENSIVE WATER STRATEGY THAT CONSISTS OF 4 MAJOR COMPONENTS

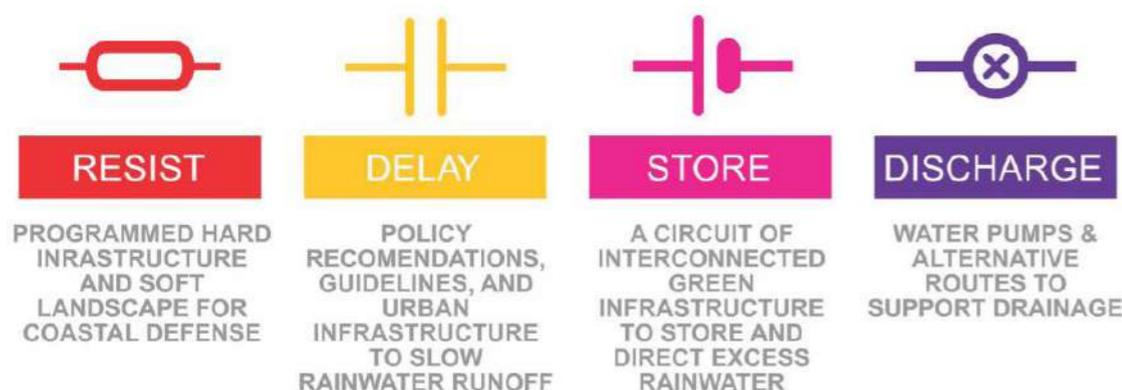


Fig. 98_Design process. Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 99_Strategia "Resist". Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 100_Strategia "Delay". Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 101_Strategia "Store". Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 102_Strategia "Discharge". Fonte: Rebuild by Design.

alternativo, al fine di ridurre l'impatto delle esondazioni del fiume Hackensack e proteggere l'area dalle inondazioni nelle zone occidentali e meridionali. Anche in questo caso è in atto intenso processo di coinvolgimento della comunità che consentirà allo Stato di lavorare in stretto contatto con la popolazione colpita.

Il *Meadowpark* (Figg. 105-106) è immaginato come una grande riserva naturale accessibile al pubblico in grado di proteggere dalle inondazioni, ma allo stesso tempo di rispettare il microclima umido della zona in favore di un approccio ecologico e *site specific*. Infatti, la proposta è quella di un complesso sistema di argini e paludi che saranno in grado di alleggerire il carico sulle fognature esistenti.

Il *Meadowband* definisce il confine del *Meadowpark*, offrendo protezione dalle inondazioni, collegamenti tra città e zone umide e opportunità di sviluppo urbano. Questa strategia è composta da diverse tipologie di mobilità: su gomma (privata e pubblica) e green, affiancate dalla creazione di spazi pubblici che coniugano la necessità di sviluppo urbano e approccio ecologico. La scala di questo intervento va dal locale al regionale.

Meadowpark e *Meadowband* sono da intendere come *buffer zone* a protezione delle aree di insediamento esistenti.

Nel più ampio quadro della proposta progettuale *New Meadowlands* (Fig. 97), sono state identificate le tre aree pilota che ospiteranno i primi progetti: per il versante settentrionale le sezioni di Little Ferry, Moonachie, Carlstadt, Teterboro e South Hackensack; per quello orientale Secaucus e una parte di Jersey City; per quello meridionale South Kearny e il lungomare occidentale di Jersey City (MIT CAU, ZUS, URBANISTEN, Deltares, Volker Infradesign, 75B, 2014).



Fig. 103_Un'immagine dell'area di progetto. Fonte: Rebuild by Design.

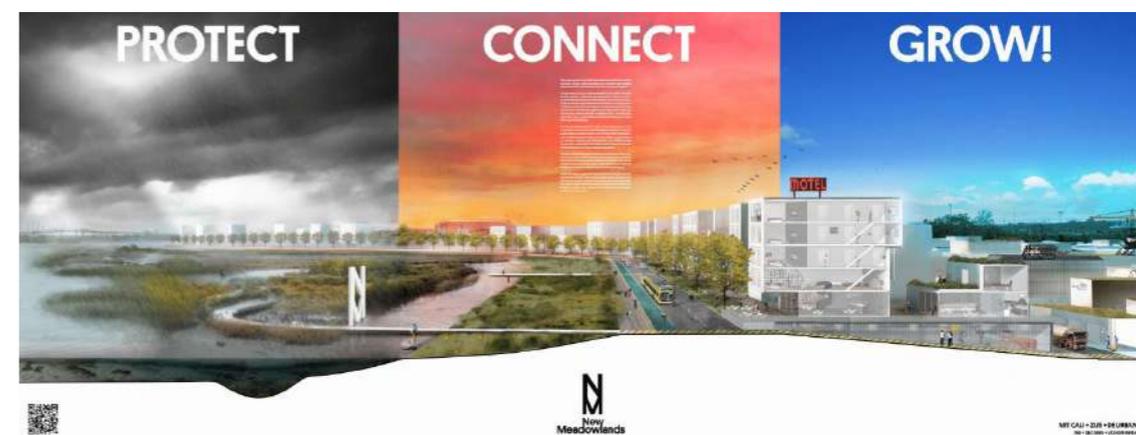


Fig. 104_Concept di progetto. Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 105_Meadowpark. Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 106_Meadowpark. Fonte: Rebuild by Design.

Resilient Bridgeport: claim the edge, connect the center

Progettisti: WB integrale con Yale ARCADIS; con Waggonner e Ball Architects, Unabridged Architecture, BumpZoid, Dorgan Architecture & Planning, Mississippi State University Gulf Coast Community Design Studio

Localizzazione: Bridgeport, Connecticut

Finanziamento: 10 milioni di dollari.

Gestito da: State of Connecticut, Department of Housing

La città di Bridgeport è la città più densamente popolata e multietnica del Connecticut situato sulla costa del Long Island Sound ed è una delle aree degli Stati Uniti più vulnerabile all'innalzamento del livello del mare. Entro il 2100, infatti, si prevede un allagamento di oltre la metà dell'area urbanizzata e a causa di ciò le infrastrutture per la mobilità, inclusa la ferrovia regionale da Boston a New York City e la trafficata autostrada interstatale, potrebbero subire interruzioni croniche.

Resilient Bridgeport propone un approccio globale alla protezione contro i cambiamenti climatici, le mareggiate e le alluvioni, che, in linea con l'approccio ecologico alla rigenerazione urbana punta a ad un ripristino ambientale e ad uno sviluppo urbano e socioeconomico sostenibile e duraturo (Fig. 107).

Il progetto pilota di questo piano si concentra sul quartiere di South End, una penisola fortemente esposta all'innalzamento del livello del mare e alle mareggiate tramite la realizzazione di una banchina sul lungomare nello storico Seaside Park e frangiflutti al largo.

La proposta comprende anche la realizzazione di un'area di servizi di livello locale ed urbano: il *South End Resilience Education and Community Center* dove sarà presente anche un rifugio di emergenza per un massimo di 1.500 persone per eventuali sfollamenti.

Quella presentata è una strategia integrata per quattro aree di investimento: Black Rock Harbor, South End, Downtown Bridgeport e Lower Pequonnock Watershed e si compone di interventi a breve termine, immediatamente realizzabili e a lungo termine, che richiedono studi di fattibilità ulteriori.

Nell'area di Olmstead's Seaside Park (South End) e di Black Rock Harbor sono previste opere di difesa e banchine per proteggere gli edifici storici, l'Università di Bridge e l'Eco-Industrial Park. Nell'area di Pequonnock è invece previsto un parco acquatico.

Anche questa strategia, come quelle precedenti integra opere di difesa ad interventi più soft, come la realizzazione di parchi urbani con doppia funzione: ricreativa e *buffer zone*. Uno degli interventi maggiormente degni di nota è la progettazione della prima barriera anti-tempesta percorribile degli Stati Uniti, che non solo protegga le aree urbanizzate dall'intrusione dell'acqua, ma che offra un collegamento carrabile (WB unabridged w/ Yale ARCADIS, 2014).



Fig. 107_Un piano che integra obiettivi ambientali ed economici. Fonte: Rebuild by Design.

Living Breakwaters

Progettisti: SCAPE/LANDSCAPE ARCHITECTURE with Parsons Brinckerhoff, Dr. Philip Orton / Stevens Institute of Technology, Ocean & Coastal Consultants, SeArc Ecological Consulting, LOT-EK, MTWTF, the Harbor School and Paul Greenberg

Localizzazione: Tottenville, Staten Island, NYC

Finanziamento: 60 milioni di dollari.

Gestito da: New York State Governor's Office of Storm Recovery

La costa meridionale di Staten Island è un'area estremamente vulnerabile al fenomeno del SLR e all'erosione costiera. In particolare, la sponda meridionale a Tottenville è stata una delle aree più duramente colpite durante l'uragano Sandy e le previsioni sull'innalzamento del livello del mare lasciano intendere che il processo di erosione continuerà in futuro. *Living Breakwaters* è stato concepito per aumentare la resilienza fisica, sociale ed ecologica. La proposta è quella di una "collana" di frangiflutti in mare aperto (Fig. 108) che ridurrà il rischio inondazione sulla costa, ma che sarà in grado di rispettare l'ecosistema marino, stimolandone lo sviluppo. Infatti, la zona è famosa per l'allevamento di ostriche, storicamente molto presenti nell'area marina.

Le barriere naturali di ostriche hanno sempre protetto l'area operando da frangiflutti naturali, ma a seguito dello sfruttamento intensivo da parte dell'uomo questa infrastruttura naturale è crollata e il progetto *Living Breakwaters* (frangiflutti viventi) è teso proprio ripristinare l'ecosistema minacciato dall'azione dell'uomo, facendo leva sulla capacità di questo sistema naturale di arginare l'avanzata dell'acqua (Fig. 109).

È prevista anche la realizzazione di un *Water Hub* a terra che prevederà la possibilità di effettuare visite guidate in mare, e attività ludico/ricreative legate all'apprendimento del fenomeno SLR e i rischi ad esso connessi, ma anche sulla capacità dell'ecosistema di autotutelarsi.

Il progetto *Living Breakwaters* si inserisce in altre iniziative progettuali atte a migliorare la resilienza dell'area, come ad esempio il *New York Rising Community Reconstruction Tottenville Dune and Coastal Dune Plantings project*, cui si farà cenno di seguito.

Il progetto *Living Breakwaters* si impernia su un triplice obiettivo:

- Riduzione del rischio: contrastare l'erosione del litorale in un'ottica a medio/lungo termine;
- Miglioramento ecologico: Proteggere ed incrementare la biodiversità degli habitat acquatici, ripristinando le barriere naturali di ostriche;
- Resilienza sociale: Educare la comunità attorno al concetto di resilienza costiera e di gestione dell'ecosistema promuovendo attività ricreative, educative, di ricerca e amministrative sul lungomare.

Nella sostanza, si tratta di un progetto di infrastrutture blu e verdi nelle acque di Raritan Bay (Lower New York Harbour) lungo il litorale di Tottenville e Conference House Park, che va da Wards Point a sud-ovest a Butler Manor Woods a nord-est composto da:

- Frangiflutti viventi: quasi 1 Km di "frangiflutti viventi" in prossimità della riva, pensati non solo per ridurre il rischio, ma anche per riattivare un ecosistema compromesso dall'azione umana.
- Rigenerazione della costa: ripascimento degli arenili
- Restauro attivo delle ostriche dal progetto Billion Oyster: i frangiflutti sono detti "viventi" perché su di essi verranno istallate coltivazioni di ostriche.
- Un *Water Hub*: realizzazione di una struttura galleggiante per ospitare attività educative, di monitoraggio e di amministrazione, nonché punto di partenza per escursioni didattiche presso i frangiflutti.
- Programmazione: attività di istruzione, amministrazione e formazione del personale rispetto alle tematiche di progetto.

Il progetto ha lo scopo di ridurre il rischio costiero, ripristinare e migliorare gli habitat naturali degli ecosistemi locali e migliorare l'accesso al lungomare coinvolgendo i residenti attraverso programmi e progetti educativi sul tema della resilienza costiera ed ecologica. Come accennato il progetto si inserisce in un quadro di programmazione più ampio infatti rispetta le iniziative di protezione costiera di New York City e gli studi di pianificazione per l'area di Tottenville. Dal punto di vista del design i frangiflutti sono divisi in nove segmenti al largo della punta sud-occidentale di Staten Island. Realizzati con una combinazione di pietra dura e cemento ecologico. Il sistema, completato all'inizio del 2019, è stato progettato per ridurre l'erosione costiera e ridurre il rischio di tempesta costiera attraverso l'attenuazione delle onde. Il design e la scelta dei materiali favoriscono la formazione di "nicchie ecologiche" che creano un ambiente favorevole alla riproduzione dell'ostrica orientale (*Crassostrea virginica*).

Oltre al finanziamento stanziato dal Concorso "Rebuilt by Design", il progetto ha ottenuto ulteriori 60 milioni di dollari da parte del Disaster Recovery (CDBG-DR) e 14 milioni di dollari dallo Stato di New York (SCAPE / LANDSCAPE ARCHITECTURE PLLC, 2014).

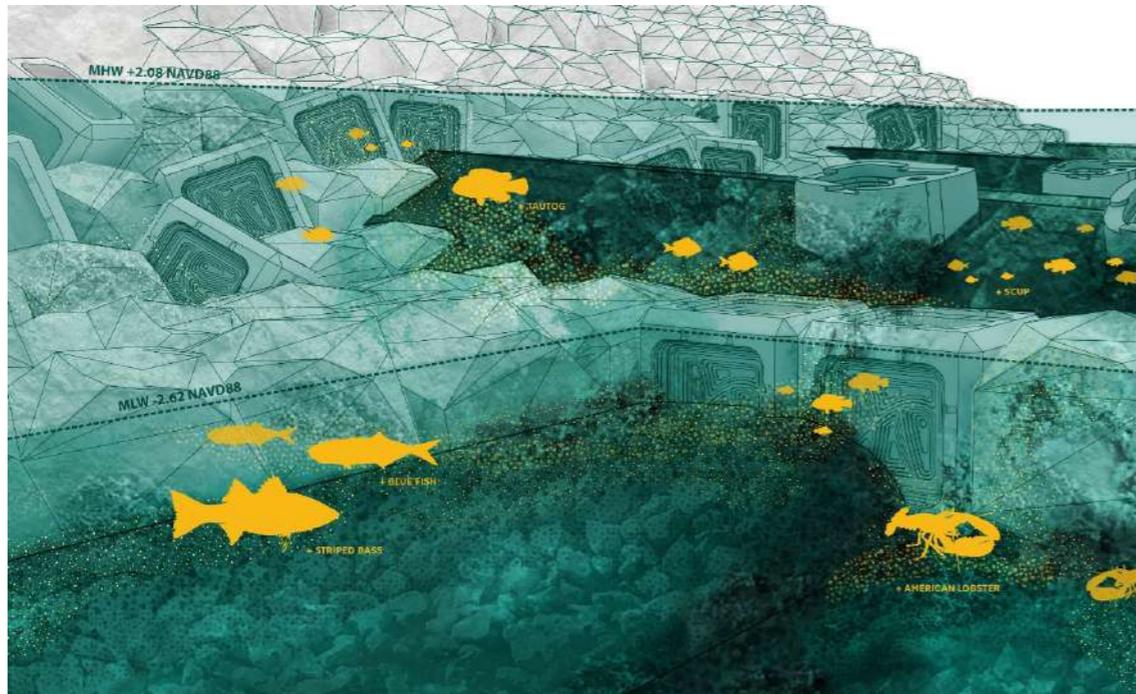


Fig. 108_Frangiflutti viventi. Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 109_Frangiflutti viventi. Fonte: Rebuild by Design.

Tottenville Shoreline Protection Project

Il Tottenville Shoreline Protection Project (TSPP) è stato sviluppato all'interno del programma *NY Rising Community Reconstruction* (NYRCR) a Staten Island. Il TSPP include una serie di misure di riduzione del rischio da SLR nella costa prospiciente i frangiflutti viventi di *Living Breakwaters* che dovrebbero essere completate entro la fine del 2020. Nell'immagini di seguito (Fig. 110) viene riportata l'idea progettuale del waterfront che comprende la realizzazione di una banchina e un sistema ibrido di dune naturali e artificiali a protezione dell'area urbanizzata, senza penalizzare l'accessibilità alla spiaggia. È stata inoltre prevista la piantumazione di essenze autoctone (GOSR, 2020).



Fig. 110_Masterplan. Fonte: Rebuild by Design.

Living with the Bay: un approccio “bufferizzato”

Progettisti: Interboro / Apex / Bosch Slabbers / Deltares / H+N+S / Palmbout / IMG Rebel con Center for Urban Pedagogy, David Rusk, NJIT Infrastructure Planning Program, Project Projects, RFA Investments, TU Delft

Localizzazione: Nassau County, Long Island, NY

Finanziamento: 125 milioni di dollari.

Gestito da: New York State Governor’s Office of Storm Recovery

Dopo la Seconda guerra mondiale, la vicinanza della contea di Nassau a New York City la resero il luogo ideale per le case unifamiliari suburbane. Il suo intenso sviluppo urbano, da allora, ha generato problematiche relative soprattutto al deflusso dell’acqua piovana, inoltre l’area è pericolosamente esposta al rischio inondazione causato dal fenomeno SLR. Non a caso l’Uragano Sandy, in questa zona, ha avuto effetti devastanti e il bilancio conta 14 morti e migliaia di abitazioni danneggiate o distrutte.

La proposta *Living with the Bay* (LWTB) prevede un approccio basato sugli ecosistemi per proteggere in maniera naturale l’area urbanizzata dalle mareggiate.

L’intervento mira ad aumentare la resilienza delle comunità lungo il fiume Mill e intorno alle baie della South Shore. Gli obiettivi principali del Progetto LWTB: difesa dalle inondazioni, restauro ecologico, accesso e qualità urbana, resilienza sociale.

Il progetto si sostanzia in una serie di interventi:

- Adeguamento dell’*Hempstead Lake State Park*;
- rigenerazione dell’area di *Smith Pond*;
- protezione del sito d’impianto della *East Rockaway High School Hardening*;
- progettazione dell’*East and West Boulevard*;
- adeguamento di *Lister Park*;
- creazione della *Mill River Greenway*.

L’adeguamento dell’*Hempstead Lake State Park* consiste nell’implementazione del sistema di gestione delle acque piovane tramite alcuni interventi principali:

- Riparazione e sostituzione di dighe, ripristino di portali e installazione di ponti;
- installazione di galleggianti e sistemi per il controllo dei sedimenti all’interno degli stagni dell’area settentrionale;
- istituzione di un centro di educazione ambientale e resilienza.

Per quanto riguarda la rigenerazione dell’area di *Smith Pond* situata nel Rockville Center il progetto consiste nel promuovere uno sviluppo ricreativo per l’area migliorando la qualità dell’acqua e ripristinando il sistema ecologico proteggendo le specie acquatiche native e migliorando la capacità idraulica dello stagno (Fig. 111). Le azioni progettuali includono la rimozione di specie invasive e la sostituzione con piante autoctone sulle rive dello stagno, il miglioramento dei

percorsi e il collegamento alla *Mill River Greenway*.

Tra i vari interventi, è prevista l’installazione di una paratia di difesa nei pressi del campo di calcio della scuola superiore *East Rockaway* per attenuare il fenomeno di erosione proteggere l’area dalle mareggiate, installando anche sistemi di drenaggio nelle aree di parcheggio per una migliore gestione delle acque piovane.

Il progetto *East and West Boulevard*, situato a *Bay Park*, è finalizzato a mitigare gli effetti delle inondazioni di marea durante gli eventi di tempesta, impedendo all’acqua delle mareggiate di andare ad aggravare il sistema fognario esistente creando un sistema alternativo di deflusso. I *boulevard* saranno, inoltre, caratterizzati da una pavimentazione porosa in grado di assorbire l’acqua piovana.

Il progetto di adeguamento di *Lister Park Project*, come quello dell’*Hempstead Lake State Park*, prevede anch’esso il miglioramento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche e l’installazione di bacini di bioritenzione (Interboro et al., 2014).

Infine, il progetto il progetto *Mill River Greenway* mira a collegare le comunità che sorgono lungo il fiume Mill a partire dalla *Hempstead High School* a nord fino a *Bay Park*. La *Greenway* prevede l’installazione di segnaletica educativa, panchine, illuminazione e *rain garden* (Fig. 112).



Fig. 111_Area di State Ponds. Fonte: Rebuild by Design.



Fig. 112_Rain garden lungo Mill River Greenway. Fonte: Rebuild by Design.

Analisi comparata dei progetti

Dall'analisi dei progetti proposti emerge chiaramente come gli Stati Uniti, a partire dall'Uragano Sandy abbiano sviluppato una sensibilità molto forte per i temi connessi all'adattamento delle città costiere agli effetti dei cambiamenti climatici, adottando un approccio "ecologico integrato" ovvero che coniuga la difesa del territorio con opere di ingegneria ambientale con interventi basati sugli ecosistemi. Il concorso "Rebuild by Design" rappresenta il primo concorso di progettazione sul tema *sea level rise* la cui area di interesse è sovracomunale, stimolando, di fatto, il dibattito rispetto alla scala di questo tipo di progetti urbani. Una scala certamente urbanistica, che contempla interventi puntuali mirati, soluzioni architettoniche e/o ingegneristiche le cui ricadute hanno effetti alla scala territoriale, direttamente e/o indirettamente.

È interessante, a questo punto, comparare i sette progetti vincitori del concorso per far emergere gli elementi caratterizzanti, da assumere quali buone pratiche.

Si evidenzia che i progetti *The Big U*, *Hunts Point Lifeline* e *Bridgeport* hanno un approccio che si potrebbe definire "sistemico".

Interesse primario del progetto di Manhattan è quello di riappropriarsi di una parte di città pubblica distrutta dall'Uragano, gli interventi, infatti, sono strettamente legati ad incrementare la resilienza urbana grazie alla progettazione di grandi aree di verde pubblico e servizi di livello urbano e locale a beneficio della popolazione. Focus del progetto *Hunts Point Lifeline* è invece la resilienza economica, legata alla vocazione produttiva dell'area, che pur non avendo subito ingenti danni a seguito dell'alluvione, vuole preparare la città alle sfide future legate al SLR. Il cuore del progetto è infatti il sistema viario e delle comunicazioni, a tutela delle attività di *export*. La creazione dell'autostrada marina rappresenta un elemento di innovazione e una buona pratica replicabile in contesti con le medesime caratteristiche al contorno.

Hudson River e *New Meadowlands* individuano invece delle macro-strategie di intervento.

Il primo progetto individua 4 macro-strategie (*Resist*, *Delay*, *Store*, *Discharge*) di cui solamente una attualmente in fase realizzativa (*Resist*) per la quale è prevista una temporizzazione degli interventi: tra cinque, venti e cinquant'anni. Il secondo invece associa l'approccio sistemico alle macro-strategie individuate: *Protect*, *Connect* e *Grow*.

La strategia *Protect* viene messa in relazione al sistema ambientale con la realizzazione di "Meadowpark" che trasformerà *Meadowlands* in un parco pubblico regionale resiliente alle inondazioni, *Connect* si riferisce al sistema della mobilità, infatti il progetto "Meadowband" prevede la realizzazione di nuove piste ciclabili che connetterebbero l'area a New York City e un sistema di transito pub-

blico rapido; la strategia *Grow* agisce invece sul sistema insediativo morfologico, con la realizzazione di nuove abitazioni ad uso misto e la creazione di spazi pubblici e zone ricreative.

Infine, *Living Breakwaters* e *Living with the Bay* fanno ricorso ad un approccio ecosistemico, in linea con i principi EbA che mira al ripristino degli habitat costieri compromessi dall'azione dell'Uragano.

Il primo immagina dei frangiflutti viventi a protezione della costa dai fenomeni di inondazione con il duplice scopo di riattivare un ecosistema compromesso, negli anni, dall'azione umana; il secondo punta su un approccio *ecosystem-based* per proteggere in maniera naturale l'area urbanizzata dalle mareggiate, che mira ad aumentare la resilienza delle comunità lungo il fiume Mill e intorno alle baie della South Shore tramite la sostituzione di alcune essenze arboree con altre autoctone con capacità idrauliche, realizzazione di dighe per deviare i flussi e *rain garden*.

Nell'abaco, in appendice a questo capitolo, nella sezione: *Adattamento: l'approccio ecologico integrato*, vengono brevemente illustrati alcuni interventi rilevanti, isolati dai casi studio presentati nel presente paragrafo.

5.3 Ricollocazione: i migranti della crisi climatica

La terza ed ultima macro-strategia concettualizzata è quella denominata “Ricollocazione: i migranti della crisi climatica” che fa riferimento a quanto accennato precedentemente rispetto al duplice impatto, diretto e indiretto del SLR sulle città. Il primo presuppone la necessità di ripensare lo sviluppo urbanistico delle fasce costiere insediate alla luce di una loro rigenerazione ecologica (tema approfondito nell’inserito relativo alla strategia “approccio ecologico integrato”), mentre il secondo, strettamente connesso alle tematiche migratorie, pone l’esigenza di nuovi modelli urbani flessibili in grado di rispondere all’aggravio di utenza sui servizi esistenti garantendone l’accesso alla popolazione (Bukvic, 2015; Bates, 2002; Mele et al., 2016; Davenport et. al, 2016; Marino, 2012).

In occasione del viaggio studio presso l’MIT – *Massachusetts Institute of Technology* (Boston)¹⁴ organizzato dal Dipartimento PDTA nell’ambito delle attività del XXXIII ciclo del Dottorato in Pianificazione, Design e Tecnologia dell’Architettura, l’autrice della presente ricerca ha intervistato (il 26 settembre 2018) il Prof. Brent D. Ryan¹⁵ in merito alla concettualizzazione delle tre macro-strategie sopraesposte, con specifico riferimento a quella di “Ricollocazione” sulla base dello studio “*Rising tides: relocation and sea level rise in metropolitan Boston*” (Brent et al., 2015) che indaga sulle implicazioni dello spostamento della popolazione a lungo termine a causa dall’innalzamento del livello del mare da un punto di vista politico e urbanistico per la città di Boston.

La ricerca delinea alcuni potenziali scenari per lo spostamento a lungo termine della popolazione colpita, concettualizzando procedure strategiche che potrebbero essere adottate come parte di una strategia di ricollocazione regionale per i “migranti della crisi climatica”.

Durante l’intervista il Prof. Brent ribadisce quanto sostenuto nello studio sopracitato, ovvero che gran parte della letteratura esistente sia concentrata quasi esclusivamente su strategie di adattamento e difesa rispetto al fenomeno e che esistano meno studi concernenti le implicazioni dello spostamento della popolazione a lungo termine e/o le necessarie implicazioni politiche e urbanistiche che questo aspetto comporterà nel prossimo futuro (Adams, 2015; Fullilove et al., 2011; Simms, 2008; Hall, 2014; Scott, 1969; Sastry et al., 2014; Hori et al., 2010; Fussell et al., 2010). Inoltre, spiega come strategie di difesa e adattamento siano da prendere in considerazione in contesti fortemente urbanizzati, nei quali l’investimento apporti un

effettivo beneficio rispetto alla sopravvivenza dell’area (ad esempio il caso dell’area di Manhattan o della città di Venezia). Brent sostiene che per molte aree urbane interventi di ricollocazione siano da preferire a quelli di adattamento e difesa in virtù della loro durabilità, pertanto delinea tre scenari come modello replicabile per la ricollocazione della popolazione, sintetizzati di seguito.

In-town Relocation

Strategia che fa riferimento al trasferimento degli sfollati all’interno della stessa città prediligendo l’utilizzo di aree libere come siti di impianto, collocate in aree non esposte a rischio inondazione. Questa soluzione appare la più vantaggiosa da un punto di vista politico in quanto l’operazione potrà essere coordinata dalla giurisdizione locale utilizzando o integrando gli strumenti urbanistici vigenti.

Adjacent Town Relocation

Politicamente più complicata nella sua attuazione, rappresenta una strategia necessaria nei casi in cui tutta, o la maggior parte, di una comunità ricadesse in aree esposte alle inondazioni. Dal punto di vista politico, inoltre, questa strategia richiederebbe una forte coordinazione degli enti statali e regionali nell’ottica di un governo del territorio multilivello.

New Town Relocation

Questa è considerata la più estrema delle tre strategie e consiste nella creazione di centri urbani satellite in grado di riorientare l’economia regionale in risposta all’innalzamento del livello del mare. In questo caso, per quanto riguarda gli Stati Uniti, la giurisdizione sarebbe quella degli Stati Federali (Brent et al., 2015).

¹⁴ 24-28 settembre 2018, responsabile scientifico Prof. Lorenzo Imbesi.

¹⁵ Head of the City Design and Development Group e Professore associato di Urban Design and Public Policy presso il Dipartimento di Urban Studies and Planning, MIT - Massachusetts Institute of Technology, Boston.

Città galleggianti, una nuova sfida urbana. Nasce *Oceanix City*

Sul tema è opportuno sottolineare che il 3 aprile 2019 a New York, presso la sede delle Nazioni Unite, nell'ambito del progetto di *UN-Habitat*, è stata convocata una tavola rotonda di architetti, designer, accademici e imprenditori per discutere di come le città galleggianti potrebbero rappresentare una soluzione praticabile alle sfide urbane poste dai cambiamenti climatici e più in generale a quelle determinate dal fenomeno SLR sulle città costiere.

La società "Oceanix" insieme al Centro per l'ingegneria oceanica del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e l'*Explorers Club* con sede negli Stati Uniti hanno illustrato la loro proposta per quelle che si prefigurano come "le città del prossimo futuro", città satelliti galleggianti, che sarà possibile ancorare lungo le coste delle città costiere soggette ad inondazioni. L'idea è dello studio danese BIG Architects. L'architetto Bjarke Ingels, durante l'incontro, ha spiegato come il progetto si configura come un vero e proprio *hub* sperimentale, infatti, *Oceanix City*, oltre ad essere pensata per ospitare fino a 10.000 persone, e garantire difesa dal fenomeno dell'innalzamento del livello del mare, ha, tra i suoi obiettivi più ambiziosi, quello di immaginare una città fondata sui 17 obiettivi dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, un sistema a "ciclo chiuso", che sia in grado di porsi quale modello per le città di tutto il mondo, anche sulla terra ferma.

Un prototipo del progetto è attualmente in fase di realizzazione per la costa sud di Manhattan.

Il progetto originario, presentato in occasione della tavola rotonda dallo studio BIG Architects, ha un'estensione di 75 ettari. *Oceanix City* è una città progettata per crescere, trasformarsi e adattarsi nel tempo al mutare delle esigenze, evolvendosi da quartiere, a villaggio, a città, con la possibilità di essere anche ridimensionata nel futuro, laddove le esigenze lo richiedessero (Fig. 113)

I quartieri sono moduli di 2 ettari ciascuno, caratterizzati da *mixité* funzionale, all'interno dei quali è previsto l'insediamento di 300 abitanti. Tutti gli edifici previsti hanno un'altezza massima di sette piani per una questione di baricentro (Fig. 114). Ognuno di questi si apre a ventaglio per auto-ombreggiare gli spazi interni e gli spazi pubblici, garantendo comfort e costi di raffrescamento inferiori, massimizzando anche l'area del tetto per l'installazione di pannelli solari. Gli orti urbani sono il cuore di ogni piattaforma (Fig.115), consentendo ai residenti condividere un modello di autoproduzione alimentare. I quartieri sono raggruppati a moduli di sei, intorno ad un porto centrale protetto, i villaggi più grandi di 12 ettari possono ospitare fino a 1.650 residenti (Fig. 116).

Tutte le comunità, indipendentemente dalle dimensioni, daranno la priorità ai materiali di provenienza locale per la costruzione di edifici.

Questo modello urbano è pensato per essere prefabbricato a terra e rimorchiato al sito di destinazione finale (Fig. 117), riducendo i costi di costruzione, aspetto che, insieme al basso costo di locazione dello spazio sull'oceano, dà vita a soluzioni abitative accessibili grazie ai prezzi contenuti degli alloggi (Fig. 118) (Oceanix, 2019).

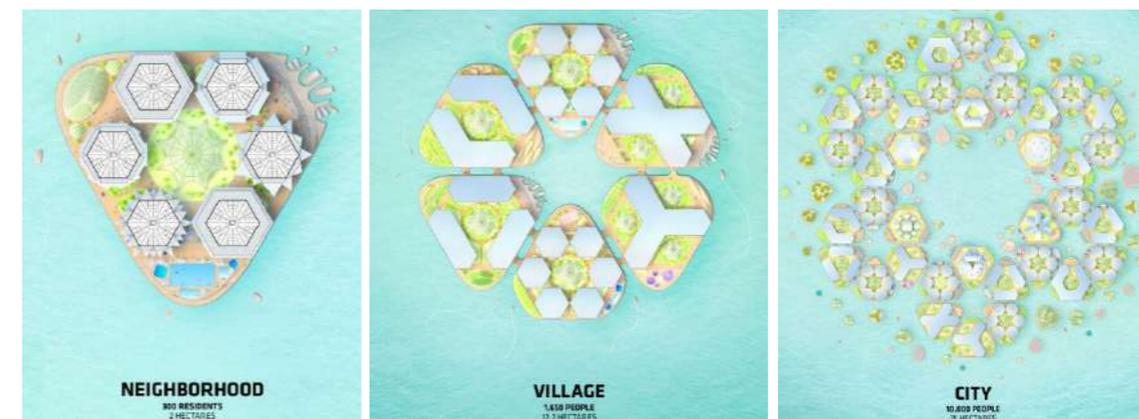


Fig. 113_Moduli per quartiere, villaggio, città. Fonte: BIG Architects.



Fig. 114_Altezza massima degli edifici: 7 piani. Fonte: BIG Architects. Fig. 115_Gli orti urbani sono il cuore di ogni quartiere. Fonte: BIG Architects. Fig. 116_Planivolumetrico del prototipo presentato in occasione della tavola rotonda di UN-Habitat. Fonte: BIG Architects.



Fig. 117_Oceanix è pensata per essere ancorata lungo le coste delle città a rischio inondazione e prevede la possibilità di essere spostata se le condizioni dovessero verificarsi avverse. Fonte: BIG Architects.



Fig. 118_Viste del progetto Fonte: BIG Architects.

PARTE 2

Bibliografia

Bibliografia Capitolo 4

- Carta, M. (2011). "Per una wikipedia urbana: sfide del progetto urbanistico" in *Rivista internazionale di cultura urbanistica*. Vol 07 – *I linguaggi delle città. Le città si raccontano*. Edizioni scientifiche Italiane.
- ESA (2020) *Radar ad apertura sintetica (SAR)*. Disponibile al link: https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Global_IT/SEMLT0G64RH_0.html
- European Commission (2019). *Urban Agenda for the EU*
- Geoportale Nazionale (2020). *Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A) PROGETTO PIANO STRAORDINARIO DI TELERILEVAMENTO Verifica e monitoraggio delle aree ad elevato rischio idrogeologico*. Disponibile al link: <http://www.pcn.minambiente.it/mattm/progetto-piano-straordinario-di-telerilevamento/>
- Goodchild, M.F., Dodson, R.F., Kemp, K.K. (1992). "Teaching GIS in Geography" in *The Professional Geographer*, 44:2,181 — 191. DOI: 10.1111/j.0033-0124.1992.00181.
- LIFE Urban Proof toolkit (2018). *LIFE UrbanProof. Climate Proofing Urban Municipalities*
- MATTM (2009). *Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A)*.
- Mostafavi, M., Doherty, G. (2010). *Ecological Urbanism*. Baden: Lars Müller Publisher.
- Musco, F., Maragno, D., Negretto, V., Ruzzante, F. (2019). "Climate Proof Planning – L'uso del remote sensing a supporto della vulnerabilità a scala urbana" in *GEOmedia* n. 1.
- Musco, F., Maragno, D., Magni, F., Innocenti, A., Negretto, V. (2016). *Padova Resiliente. Linee guida per la costruzione del piano di adattamento al cambiamento climatico*.
- Musco, F., Fregolent, L. (2014). "Sostenibilità nella pianificazione: nuovi strumenti e applicazioni in veneto" in Musco, F., Fregolent, L. *Pianificazione urbanistica e clima urbano. Manuale per*

- la riduzione dei fenomeni di isola di calore urbano. Il Poligrafo.
- Musco, F., Magni, F. (2014). "Mitigazione e Adattamento: le sfide poste alla pianificazione del territorio" in Musco, F., Fregolent, L. *Pianificazione urbanistica e clima urbano. Manuale per la riduzione dei fenomeni di isola di calore urbano*. Il Poligrafo.
- USGS (2020). *Mapping, Remote Sensing, and Geospatial Data*. Disponibile al link: https://www.usgs.gov/faqs/what-remote-sensing-and-what-it-used?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products
- Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia (2020). *Piani e Azioni*. Disponibile al link: <https://www.pattodeisindaci.eu/piani-e-azioni/piani-d-azione.html>
- Regione Emilia-Romagna (2020). *Il Rilievo LIDAR*. Disponibile al link: <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/il-rilievo-lidar>
- Secchi, B. (2019). *Prima lezione di urbanistica*. Laterza.
- TerreLogiche (2020). *Il Telerilevamento*. Disponibile al link: <https://www.terrelogiche.com/formazione-terrelogiche/scopri-i-corsi/telerilevamento.html>
- Wittfogel KA (1957). *Oriental despotism: a comparative study of total power*. Yale University Press, New Haven
- Veneto ADAPT (2020). *Central Veneto Cities netWorking for ADAPTation to Climate Change in a multi-level regional perspective*. Disponibile al link: <https://www.venetoadapt.it/>

Bibliografia Capitolo 5

- Abbate, A., Giampino, A., Orlando, M., Todaro, V. (2009). *Territori costieri*, FrancoAngeli, Milano.
- Larkham, A., Larkham, D., Larkham, P. (2015) "Walking with the ghosts of the past: Unearthing the value of residents' urban nostalgias." in *Urban Studies*.
- Al, S. (2018). *Adapting Cities to Sea Level Rise: Green and Grey Strategies*. Island press
- Bates, D.C. (2002). "Environmental refugees? Classifying human migrations caused by environmental change" in *Population and environment*
- Bianchini, R. (2016). NYC | "Il progetto Big U è uno dei vincitori di Rebuild by Design" in *Inexhibit*. Disponibile al link: <https://www.inexhibit.com/it/case-studies/new-york-progetto-big-u-bjarke-ingels-vincitori-rebuild-by-design/#:~:text=L'approccio%20del%20team%20di,e%20ambientale%20creando%20spazi%20pubblici.>
- BIG Architects (2013). *The Big "U". Rebuilt by Design. Promoting Resilience Post-Sandy Through Innovative Planning Design & Programming*. Rebuilt by Design.
- BIG Architects (2020). *Oceanix City*. Disponibile al link: <https://big.>

- dk/#projects-sfc
- Bijlsma, L., C.N. Ehler, R.J.T. Klein, S.M. Kulshrestha, R.F. McLean, N. Mimura, R.J. Nicholls, L.A. Nurse, H. Pérez Nieto, E.Z. Stakhiv, R.K. Turner, and R.A. Warrick, (1996). *Coastal Zones and Small Islands*. In: *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Watson, R.T., M.C. Zinyowera, and R.H. Moss (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 289-324.
- Bird, E. (2000) *Coastal Geomorphology: An introduction*. Chichester, John Wiley & Sons
- Boateng, I. (2008). "Integrating Sea-Level Rise Adaptation into Planning Policies in the Coastal Zone" in *Integrating Generations FIG Working Week 2008 Stockholm, Sweden 14-19 June 2008*.
- Brent D., R., Zegras, P.C., Vega-Barachowitz, D., Perkins-High, L., Rocco, V., Han, Y., Li, M. (2015). "Rising tides: relocation and Sea Level Rise in metropolitan Boston" in *LCAU. MIT – Massachusetts Institute of Technology*.
- Bukvic, A. (2015). "Identifying gaps and inconsistencies in the use of relocation rhetoric: a prerequisite for sound relocation policy and planning." in *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*.
- CBD (1992). *Convenzione sulla Diversità Biologica*. Conferenza degli Stati Parte
- Colker, R. (2019). *Optimizing Community Infrastructure*. Elsevier
- ClimateChange Adaptation (2018). *The City of Vejle protects against climate change and establishes a new urban space*. Disponibile al link: <https://en.klimatilpasning.dk/cases/items/the-city-of-vejle-protects-against-climate-change-and-establishes-a-new-urban-space-1/>
- C40 (2019). *C40 Cities annual report 2019*
- COM (2013). *COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI Infrastruttura verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa*. Commissione Europea.
- Deltawerken (2020). *De Deltawerken*. Disponibile al link: <http://www.deltawerken.com/Deltawerken/16.html>
- Delta Programme Commissioner (2020). *What does the Delta Programme entail?* Disponibile al link: <https://english.deltacommissaris.nl/delta-programme/question-and-answer/what-does-the-delta-programme-entail>
- Davenport, C., Campbell, R. (2016). "Resettling the First American 'Climate Refugees'" in *The New York Times*. May 3, 2016.
- DEP – Department of Environmental Protection (2020). *Rebuild by Design – Hudson River*. State of New Jersey. Disponibile al link:

- <https://www.nj.gov/dep/floodresilience/rbd-hudsonriver.htm>
- EY/100RC (2017). *Getting real about resilience*.
- FAP (2018). *Floodplain Action Plan*
- Formenti, E. (2014). "BIG U - REBUILD BY DESIGN, LOWER MANHATTAN" in *Arketipo* 85.
- Fullilove, Mindy, T., Rodrick, W. (2011). "Serial forced displacement in American cities, 1916–2010" in *Journal of Urban health*.
- Fussell, E., Naraya, S., Landingham, M.V. "Race, socioeconomic status, and return migration to New Orleans after Hurricane Katrina" in *Population and environment*.
- GOSR (2020). *Tottenville Shoreline Protection Project*. Disponibile al link: <https://stormrecovery.ny.gov/tottenville-shoreline-protection-project>
- Government of the People's Republic of Bangladesh, Bangladesh Planning Commission, General Economics Division (2017). *Bangladesh Delta Plan 2100*.
- Grumbine, E. (1994). "What is Ecosystem Management?" in *Conservation Biology*, Vol. 8, No. 1
- Hall, P. (2014). *Cities of tomorrow: An intellectual history of urban planning and design since 1880*. John Wiley & Sons.
- Haque, A., Kay, S., Nicholls, R. (2018). "Present and Future Fluvial, Tidal and Storm Surge Flooding in Coastal Bangladesh" in *Springer*.
- Hori, Makiko, Schafer, M.J. (2010). "Social costs of displacement in Louisiana after Hurricanes Katrina and Rita" in *Population and Environment*.
- Interboro, Apex, Bosch Slabbers, Deltares, H+N+S, Palmbout, IMG Rebel, Center for Urban Pedagogy, David Rusk, NJIT Infrastructure Planning Program, Project Projects, RFA Investments, TU Delft (2014). *Living with the Bay: A Comprehensive Regional Resiliency Plan for Nassau County's South Shore*. Rebuilt by Design.
- IPCC (2011). *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*.
- IUCN (2020). *Ecosystem-based Approaches to Climate Change Adaptation*. Disponibile al link: <https://www.iucn.org/theme/ecosystem-management/our-work/ecosystem-based-approaches-climate-change-adaptation>
- Konaxis, I. (2018). *Paesaggi culturali ed ecoturismo*. FrancoAngeli
- I-Storm (2020). *International Network for Storm Surge Barriers*. Disponibile al link: <https://i-storm.org/>
- LondonGov. (2020). *Thames Barrier Park*. Disponibile al link: <https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/parks-green-spaces-and-biodiversity/parks-and-green-spaces/thames-barrier-park>
- Mayor's Office of Recovery and Resiliency (2019). *Climate Resiliency Design Guidelines – Version 3.0*.
- Mariano C., Marino M. (2018). "Gli effetti del climate-change come opportunità di rigenerazione ecologica dei territori costieri", *URBANISTICA INFORMAZIONI, special Issue XI Giornata di studi INU Interruzioni, Intersezioni, Condivisioni, Sovrapposizioni. Nuove prospettive per il territorio*, pp. 24-27.
- Mariano, C., Valorani, V. (2018). *Territori metropolitani e pianificazione intercomunale*. FrancoAngeli
- Marino, E. (2012). "The long history of environmental migration: Assessing vulnerability construction and obstacles to successful relocation in Shishmaref, Alaska" in *Global environmental change*.
- Mele, C., Daniel, V. (2016). "Reeling from Effects of Climate Change, Alaskan Village Looks to Relocate" in *The New York Times*.
- Meyer, H., Nijhuis, S., Bobbink, I. (2019). *Delta Urbanism: The Netherlands*. Routledge
- MIT CAU, ZUS, URBANISTEN, Deltares, Volker Infradesign, 75B (2014). *The New Meadowlands*. Rebuilt by Design.
- MoseVenezia (2020). *MOSE*. Disponibile al link: <https://www.mosevenezia.eu/>
- Musco, F., Fabian, L. (2018). *Progetto LIFE16 VENETO ADAPT LIFE16 CCA/IT/000090*
- OLIN STUDIO (2020). *HUNTS POINT LIFELINES*. Disponibile al link: <https://www.theolinstudio.com/hunts-point-lifelines>
- OMA (2014). *RESIST DELAY STORE DISCHARGE - A comprehensive urban water strategy*. Rebuilt by Design.
- PennDesign & OLIN (2014). *Hunts Point Lifelines*. Rebuilt by Design.
- Pirazzoli, PA., Umgieser, G. (2013). "The Projected "MOSE" Barriers Against Flooding in Venice (Italy) and the Expected Global Sea-level Rise" in *J. of Marine Env. Eng.*, Vol. 8.
- Rebuilt by Design (2020). *Hudson River Project: Resist, Delay, Store, Discharge*. Disponibile al link: <http://www.rebuildbydesign.org/our-work/all-proposals/winning-projects/nj-hudson-river-project-resist-delay-store-discharge>
- Rockefeller Foundation (2020). *100 Resilient Cities*. Disponibile al link: <https://www.rockefellerfoundation.org/100-resilient-cities/>
- Sastry, Narayan, Gregory, J. (2014) "The location of displaced New Orleans residents in the year after Hurricane Katrina" in *Demography*.
- Simms, E.M. (2008). "Children's lived spaces in the Inner City: Historical and political aspects of the psychology of place" in *The Humanistic Psychologist*.
- SCAPE / LANDSCAPE ARCHITECTURE PLLC (2014). *Living Breakwaters. Ip edition Staten Island and Raritan bay*. Rebuilt by Design.
- Scott, M. (1969). "American city planning since 1890: A history commemorating the fiftieth anniversary of the American Insti-

- tute of Planners". No. 3. *Univ of California Press*.
- Umgiesser, G. (2020). "The impact of operating the mobile barriers in Venice (MOSE) under climate change" in *Elsevier*.
- UN HABITAT (2020). Round table on floating cities. Disponibile al link: <https://unhabitat.org/roundtable-on-floating-cities-at-unhq-calls-for-innovation-to-benefit-all>
- Vejle Kommune (2019). *Stormflodsstrategi. Stormflodsbeskyttelse der gror med byen*
- Vejle Kommune (2013). *Vejle's resilient Strategy*
- Verklaard, N. (2014). *Watersnoodramp 1953*. KNMI - Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut. Disponibile al link: https://web.archive.org/web/20140424140659/http://www.knmi.nl/cms/content/24315/watersnoodramp_1953
- Watersnood Museum (2020). *The Hollandse Ijssel storm barrier*. Disponibile al link: <https://watersnoodmuseum.nl/en/knowledgecentre/hollandse-ijssel-storm-barrier/>
- WB unabridged w/ Yale ARCADIS (2014). *Resilient Bridgeport. Claim the edge, connect the center*. Rebuilt by Design.
- Zevenbergen et al. (2018). "Adaptive delta management: a comparison between the Netherlands and Bangladesh Delta Program" in *International Journal of River Basin Management*.

PARTE 3

Riferimenti teorico-metodologici e operativi per una innovazione del Piano Urbanistico locale

CAPITOLO 6 RAVENNA CLIMATE-PROOF

ABSTRACT

Starting from the methodological references analyzed in Chapter 4, a methodology for systems and components structured in three phases was developed:

- *Phase I | EVALUATION (detailed in Chapter 6, and in its appendix): in which the political agenda of the municipal administration is assessed, on the one hand, aimed at highlighting any addresses, and actions that could directly or indirectly affect the adaptation of the city to the effects of the SLR, on the other hand, aimed at understanding the knowledge of the administration with respect to the incidence of the phenomenon on the municipal territory;*
- *Phase II | INTEGRATION: in which the descriptive documents of the cognitive framework of the local Urban Plan are integrated through the development of risk maps to the SLR phenomenon on a local scale for three time horizons: 2030, 2050, 2100.*
- *Phase III | INNOVATION: thanks to which it will be possible to define the priority areas of intervention and, subsequently, to propose the most suitable adaptation strategy among those conceptualized in Chapter 5 for which it will be possible to develop specific objectives and categories of project intervention that can be incorporated in the prescriptive part of the plan.*

The Municipality of Ravenna was chosen as a case study, also for the need, expressed with the new regional urban planning law n. 24 of 21 December 2017, to update the urban planning tools at the local level in the light of the adaptation needs of the territory to the impacts of climate change.

Chapter 6 presents the results of the first phase, that is the Evaluation one, from which it can be deduced that among the graphical drawings of the cognitive framework of the PSC (Municipal Structural Plan) of Ravenna, the maps of risks of natural origin are cataloged (among the such as those relating to "subsidence" and "coastal erosion"), but no reference is made to the contribution of the progressive rise in sea level.

For these reasons it appears necessary to develop a risk map for the effects of the SLR at the local scale articulated in time horizons, which is an integral part of the "Integrated Risk Map", hoped for in the intentions of the Strategic Plan (preparatory to the definition of the new PUG, being drafted).

ABSTRACT

A partire dai riferimenti metodologici analizzati nel Capitolo 4 è stata elaborata una metodologia per sistemi e componenti strutturata in tre fasi:

- **I^a Fase | VALUTAZIONE** (oggetto di approfondimento del Capitolo 6, e sua appendice): nella quale si procede alla valutazione dell'agenda politica dell'amministrazione comunale, volta da un lato ad evidenziare eventuali indirizzi, e azioni che potrebbero incidere direttamente o indirettamente sull'adattamento della città agli effetti del SLR, dall'altro a comprendere il grado di conoscenza dell'amministrazione rispetto all'incidenza del fenomeno sul territorio comunale;
- **II^a Fase | INTEGRAZIONE**: nella quale si procede all'integrazione degli elaborati descrittivi del Quadro conoscitivo del Piano Urbanistico locale tramite l'elaborazione di mappe del rischio al fenomeno SLR a scala locale per tre orizzonti temporali: 2030, 2050, 2100.
- **III^a Fase | INNOVAZIONE**: grazie alla quale sarà possibile definire le aree prioritarie di intervento e, successivamente, proporre la strategia di adattamento più idonea tra quelle concettualizzate nel Capitolo 5 per le quali sarà possibile elaborare obiettivi specifici e categorie di intervento progettuale che potranno essere recepite nella parte prescrittiva del piano.

È stato scelto il Comune di Ravenna quale caso studio, anche in virtù della necessità, espressa con la nuova legge urbanistica regionale n. 24 del 21 dicembre 2017, di aggiornare gli strumenti urbanistici di livello locale alla luce delle esigenze di adattamento del territorio agli impatti dei cambiamenti climatici.

Nel Capitolo 6 vengono presentati i risultati della prima fase, ovvero quella di **Valutazione**, dai quali si evince che tra gli elaborati grafici del quadro conoscitivo del PSC (Piano Strutturale Comunale) di Ravenna, attualmente vigente, vengono catalogate le *Carte dei rischi di origine naturale*, tra le quali compaiono quelle relative alla "subsidenza" e alla "erosione costiera", ma non viene fatto riferimento al contributo del progressivo innalzamento del livello del mare.

Per queste ragioni appare necessario elaborare una mappa del rischio agli effetti del SLR alla scala locale articolata in orizzonti temporali, che si costituisca quale parte integrante della *Carta integrata dei rischi*, auspicata nelle intenzioni del Piano strategico (propedeutico alla definizione del nuovo PUG, in fase di redazione).

L'obiettivo della terza parte, che si apre con questo capitolo, è quello di sintetizzare una serie di riferimenti teorico-metodologici ed operativi per l'innovazione del Piano Urbanistico locale rispetto alla necessità di aumentare la resilienza delle città costiere agli effetti del *sea level rise*.

Questo strumento, infatti «costituisce il principale terreno di sperimentazione di tecniche e processi di innovazione» (Mariano, Marino, 2020). A tale scopo è stato necessario elaborare una metodologia replicabile, presentata in questo capitolo, che prevede un primo livello di integrazione del quadro conoscitivo del piano tramite l'elaborazione di mappe del rischio al fenomeno SLR per il comune di riferimento (attualmente, non esistono strumenti cartografici in grado di fornire informazioni dettagliate sulla reale incidenza, alla scala locale, delle previsioni relative all'innalzamento del livello del mare); un secondo livello, che prevede la sovrapposizione delle aree soggette ad inondazione con lo strumento urbanistico vigente al fine di identificare le componenti sistemiche interessate e di procedere ad una verifica della coerenza delle previsioni urbanistiche in quelle aree con la conseguente identificazione delle aree prioritarie di intervento; un terzo livello, nel quale vengono definite azioni progettuali *site-specific* (sulla base dell'abaco in appendice al quinto capitolo) che potranno essere recepite nella parte prescrittiva del piano locale.

Come già espresso precedentemente, dallo studio ENEA *Sea-level rise and potential drowning of the italian coastal plains: Flooding risk scenarios for 2100* (Antonioli et al, 2017) si evince che le aree costiere italiane interessate dal fenomeno dell'innalzamento del livello del mare siano trentatré e che quella alto-Adriatica rappresenti una delle più esposte al rischio di inondazioni costiere.

Alla luce di questo, per la sperimentazione che viene presentata in questa parte della tesi, si è deciso di analizzare una delle principali città costiere della zona alto-Adriatica, ovvero la città di Ravenna, attualmente meno studiata della città di Venezia e, in generale, dell'area della Laguna veneta, sulle quali si sta riversando gran par-

te dell'attenzione mediatica relativa al tema degli effetti dei cambiamenti climatici.

La scelta del caso di studio è ricaduta sul Comune di Ravenna anche in virtù della necessità, espressa con la nuova legge urbanistica regionale n. 24 del 21 dicembre 2017 (Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio), di aggiornare gli strumenti urbanistici di livello locale alla luce delle esigenze di adattamento del territorio agli impatti dei cambiamenti climatici. A tale proposito e in linea con gli obiettivi della summenzionata legge, il Comune di Ravenna ha predisposto un documento strategico "Il piano delle azioni consapevoli e integrate" (Comune di Ravenna, 2019) frutto di «un confronto ampio e approfondito con tutti gli attori istituzionali, sociali ed economici sul futuro della città di Ravenna. Un confronto che si prefigge di delineare un sistema di principi e obiettivi, scelte e azioni auspicabili prioritarie e fattibili, fortemente connotati dalla ricerca di una qualità urbana ed ecologico-ambientale» (Comune di Ravenna, 2020) Il documento strategico 2019 rappresenta l'atto preliminare alla redazione del nuovo PUG (Piano Urbanistico Generale) nel quale evidenzia la necessità di predisporre una "Carta integrata dei rischi" ad integrazione del quadro conoscitivo del territorio e delinea alcune aree destinate a interventi di rigenerazione urbana, si cita fra tutte la proposta di realizzare un parco marittimo anche in risposta al rischio di inondazioni causate dal SLR. In questo contesto e per queste ragioni, appare evidente la necessità di definire le aree più esposte al rischio SLR a scala urbana come azione prioritaria alla definizione di azioni di rigenerazione urbana, che, sulla base dello stato dell'arte, vengono categorizzate in macro-strategie di difesa, adattamento e ricollocazione/delocalizzazione di funzioni (vedi quinto capitolo).

Prima di entrare nel merito della metodologia con la quale si procederà all'elaborazione delle mappe del rischio al fenomeno SLR a scala locale per il Comune di Ravenna è necessario fare riferimento all'alluvione che colpì la città nel 1979, evento che da allora non si è mai più riproposto con la stessa violenza.

Come emerso nel terzo capitolo, il documento *Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici* (TNEC & ISPRA, 2018), infatti, sottolinea l'importanza di conoscere e catalogare le aree storicamente colpite da fenomeni di erosione costiera e/o di inondazione marina per la prevenzione e la gestione dei rischi costieri e auspica la costruzione di un Catalogo delle mareggiate storiche come elemento di supporto alle valutazioni delle vulnerabilità e dei rischi attuali e della loro possibile evoluzione.

A tale proposito è utile ripercorrere brevemente la dinamica che portò a quello che venne definito un vero e proprio maremoto, che interessò la città di Ravenna e che portò al primo sciopero ecologico e alla legge speciale contro la subsidenza (Legge 10 dicembre 1980, n. 845).

Il 22 dicembre del 1979 l'Adriatico inondò l'area costiera di Ravenna e centri limitrofi, allagando in particolar modo le aree di Marina di Ravenna e Lido Adriano. I danni furono stimati in cento miliardi di lire nella sola Ravenna, che chiese immediatamente lo stato di emergenza. Stabilimenti balneari, alberghi, impianti industriali, pinete e abitazioni furono interessate dall'inondazione.

In quella occasione si fece largo la proposta di realizzare una serie di opere di difesa del territorio sul modello olandese del Delta Plan¹, proposta che non trovò mai applicazione. A seguito dell'evento furono chiesti finanziamenti speciali al Governo per venti miliardi di lire al fine di realizzare le opere più urgenti che vennero identificate, dal Comune, nell'innalzamento di banchine lungo il Candiano e a Marina di Ravenna, scogliere davanti ai lidi, sopraelevazione di strade, argini su canali e scoli. Un totale di 29 interventi da realizzare negli anni successivi.

Come accennato, l'alluvione del 1979 portò sindacati e imprenditori ad organizzare uno "sciopero generale ecologico", un *Friday for future ante litteram*. Una protesta per sollecitare azioni concrete contro il fenomeno della subsidenza. La Legge 10 dicembre 1980, n. 845, nacque in quella occasione ed è uno strumento indicato ancora oggi come idoneo per contrastare i disastri derivanti dall'abbassamento del suolo a cui, ad oggi, si somma il problema dell'innalzamento del livello del mare.

Per le ragioni di cui sopra, ai fini della sperimentazione proposta all'interno di questo contributo, le aree di Marina di Ravenna e Lido Adriano vengono, identificate quali aree target.

¹ Argomento affrontato nel quinto capitolo della tesi.

6.1 Una metodologia replicabile per la definizione di strategie di rigenerazione urbana *climate-proof*

A partire dai riferimenti metodologici analizzati nel quarto capitolo della tesi è stata elaborata una metodologia per sistemi e componenti strutturata in tre fasi:

I^a Fase | VALUTAZIONE

In questa fase, presentata nel capitolo corrente, si procede alla valutazione dell'agenda politica dell'amministrazione comunale, volta da un lato ad evidenziare eventuali indirizzi, e azioni che potrebbero incidere direttamente o indirettamente sull'adattamento della città agli effetti del SLR, dall'altro a comprendere il grado di conoscenza dell'amministrazione rispetto all'incidenza del fenomeno sul territorio comunale tramite un'analisi comparata degli strumenti di pianificazione settoriali e urbanistici e loro eventuali interazioni (in risposta alle esigenze di *multilevel governance* e pianificazione *downscaling*). Quanto espresso si articola in due momenti distinti:

- redazione di una matrice dei piani presi in considerazione che ha lo scopo di far emergere i principali obiettivi che determinano la *vision* dell'amministrazione rispetto allo sviluppo locale in materia di *climate change*;
- redazione di una scheda di dettaglio per ogni azione eventualmente evidenziata, nella quale sarà messo in evidenza se la misura prevista ricada più direttamente nel *Sistema ambientale e dei valori storico-culturali, insediativo-morfologico e delle infrastrutture e dotazioni territoriali* (Ferretti, Mariano 2014), se sia ascrivibile a strategie di "difesa", "adattamento" o "ricollocazione", se la definizione della tipologia dell'intervento sia fisica, organizzativa o economica e quale sia il livello di efficacia per cui è stata pensata: a breve termine, a medio termine, a lungo termine (Musco et al., 2016).

II^a Fase | INTEGRAZIONE

Appurata una eventuale carenza nel quadro conoscitivo del territorio rispetto alle previsioni dell'innalzamento del livello del mare, così come definite dalle ricerche ENEA, adottate quale riferimento di questa tesi, si procede:

- all'integrazione degli elaborati descrittivi del Quadro conoscitivo del Piano Urbanistico locale tramite l'elaborazione di mappe del rischio al fenomeno SLR a scala locale per tre orizzonti temporali: 2030, 2050, 2100²;

- alla sovrapposizione di tali mappe con lo strumento urbanistico vigente, al fine di operare una lettura critica delle aree interessate da potenziali inondazioni che permetta di definire le componenti sistemiche della struttura urbana che entrano in relazione con le aree a rischio inondazione al 2030, 2050 e 2100 (*Sistema ambientale e dei valori storico-culturali, insediativo-morfologico e delle infrastrutture e dotazioni territoriali*). Lo scopo è quello di verificare la coerenza delle previsioni dello strumento urbanistico in relazione alla consistenza delle aree a rischio tale da permettere una conseguentemente definizione delle aree prioritarie di intervento in relazione alle componenti ambientali, insediativo-morfologiche, infrastrutturali e di dotazioni territoriali interessate dalle inondazioni..

III^a Fase | INNOVAZIONE

Alla luce delle azioni condotte nelle fasi precedenti, una volta definite le aree prioritarie di intervento (in accordo con la Amministrazione locale), è possibile, in questa fase, definire la strategia di adattamento più idonea tra quelle concettualizzate nel quinto capitolo per le quali sarà possibile elaborare, successivamente, obiettivi specifici e categorie di intervento progettuale che potranno essere recepite nella parte prescrittiva del piano.

Questa terza fase, pur essendo parte integrante della metodologia proposta, non viene affrontata nella tesi (ci si è volutamente limitati alla definizione delle macro-strategie nel quinto capitolo e alla elaborazione dell'abaco in appendice allo stesso), in quanto, questo ulteriore avanzamento, necessiterebbe di un confronto preliminare con l'Amministrazione locale sulla base, da un lato delle integrazioni proposte dalla tesi per il quadro conoscitivo del territorio, dall'altro sulla base degli stati di avanzamento del processo di aggiornamento della strumentazione urbanistica *in fieri* presso il Comune di Ravenna.

² Per l'elaborazione delle mappe sarà fatto ricorso a tecniche di *remote sensing* e a Sistemi Informativi Geografici (tema trattato nel quarto capitolo).

6.2 I^a fase: VALUTAZIONE

Come accennato all'inizio del capitolo, gli obiettivi della nuova *Legge Urbanistica Regionale n°24/2017* (Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio) rispondono alle necessità di:

- aumentare l'attrattività e la vivibilità delle città tramite politiche di rigenerazione urbana grazie al potenziamento dei servizi e delle funzioni strategiche, al perseguimento della qualità ambientale e della resilienza ai cambiamenti climatici;
- contenere il consumo di suolo;
- accrescere la competitività del sistema regionale tramite la semplificazione del sistema dei piani grazie ad una maggiore flessibilità dei loro contenuti e per mezzo di meccanismi procedurali adeguati ai tempi di decisione delle imprese e alle risorse della Pubblica Amministrazione.

Dal punto di vista contenutistico appare utile, per prima cosa, mettere in evidenza i passaggi della legge che fanno emergere la *vision* regionale in materia di adattamento del territorio agli effetti dei cambiamenti climatici e in materia di aggiornamento ed integrazione degli strumenti urbanistici locali (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti* _Tab. 1)³.

Dalla tabella n.1 emerge il chiaro obiettivo di promuovere un'integrazione sia tra i diversi livelli di *governance*, sia tra gli strumenti territoriali, urbanistici e di settore.

A questo proposito è stato necessario definire una matrice della pianificazione territoriale e urbanistica (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti* _Tab. 2) e di quella settoriale in materia di gestione delle acque (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti* _Tab. 3), con ricadute in termini prescrittivi sul Comune di Ravenna, al fine di mettere in evidenza i Piani sui quali sarà opportuno indirizzare l'attenzione, con eventuali analisi più approfondite, per la ricerca di dati, analisi e azioni che potrebbero incidere sull'adattamento del territorio al fenomeno SLR.

Una volta operata una ricomposizione di tutti i livelli di *governance* e dei rispettivi strumenti di pianificazione vigenti (consultabili in un'unica soluzione tramite il portale interattivo della strumentazione urbanistica del Comune di Ravenna: RUP – *Ravenna Urban Planning*), è stato necessario analizzare il "Documento Strategico 2019", preliminare alla redazione del nuovo PUG per comprendere la *vision* comunale sul futuro sviluppo urbanistico della città di Ravenna.

Come precedentemente accennato il Documento Strategico costituisce lo strumento fondamentale con il quale l'amministrazione del Comune di Ravenna avvia la redazione del PUG, ed è frutto di un ampio confronto con tutti gli attori istituzionali, sociali ed economi-

ci coinvolti nel futuro della città.

L'Art. 31 della Legge Urbanistica Regionale n°24/2017, infatti, sottolinea con forza la dimensione strategica del PUG.

Il Documento, analizzato nel dettaglio in una matrice che ne mette in luce gli aspetti inerenti al tema *sea level rise* (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti* _Tab. 4), prevede la definizione di 5 obiettivi:

- *Obiettivo 1 | Ravenna città resiliente, adattiva e antifrangibile;*
- *Obiettivo 2 | Ravenna città dell'agricoltura sostenibile;*
- *Obiettivo 3 | Ravenna città internazionale, interconnessa e accessibile;*
- *Obiettivo 4 | Ravenna città-mosaico, multifunzionale e creativa;*
- *Obiettivo 5 | Ravenna città rigenerata, abitabile, accogliente e sicura*

Per ognuno di questi obiettivi vengono quindi definiti *Lineamenti strategici* e *azioni progettuali*.

Come accennato, nella tabella 4 (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti* _Tab. 4) vengono messi in luce gli obiettivi e i relativi lineamenti strategici e azioni progettuali che prevedono azioni che potrebbero avere ricadute, o influire sull'adattamento agli effetti dell'innalzamento del livello del mare.

Se pur già menzionato, è importante sottolineare l'importanza del percorso partecipativo che ha portato alla luce il Documento strategico e che continua nelle sue attività di partecipazione attiva con il progetto "Ravenna PUG" che punta a coinvolgere tutta la comunità Ravennate sul futuro sviluppo urbano della città, secondo un modello *Bottom-up* di pianificazione. Un confronto che ha lo scopo di delineare principi, obiettivi, scelte e azioni auspicabili prioritarie, volte al raggiungimento di una qualità urbana ed ecologico-ambientale.

Tra gli obiettivi generali di "Ravenna PUG" si sottolineano:

- promuovere la conoscenza del PUG quale nuovo strumento di governo del territorio;
- sensibilizzare la cittadinanza, gli enti e i professionisti ad una cultura urbanistica più attenta alla sostenibilità ambientale e al consumo del suolo;
- conoscere la percezione che i cittadini hanno dei contesti urbani di riferimento e porre attenzione alla valorizzazione delle conoscenze territoriali degli abitanti;
- promuovere l'idea di città bene comune quale luogo dell'abitare di cui amministrazione e cittadini si prendono cura degli spazi urbani in modo condiviso;
- favorire il miglioramento della qualità urbana ed edilizia, con particolare riferimento alla performance ambientale e alla vivibilità degli spazi e dei quartieri;
- mappare gli spazi e i luoghi della rigenerazione urbana;
- implementare l'attrattività turistica sostenibile dei territori attirando nuovi flussi turistici in aggiunta a quelli connessi alla città d'arte e alle località marittime.

³ Sono stati evidenziati i passaggi della legge che hanno attinenza con l'oggetto della tesi, le cui prescrizioni forniscono indirizzi per l'aggiornamento del quadro conoscitivo territoriale e urbano, nonché della struttura del piano urbanistico locale, per approfondire si rimanda la lettura al testo integrale della Legge Urbanistica Regionale n°24/2017.

Considerazioni preliminari sulla base delle politiche e degli strumenti di governo del territorio

Da una prima analisi delle politiche regionali, della strumentazione territoriale ed urbanistica e da quella di settore emergono alcuni aspetti fondamentali, da tenere in considerazione per il prosieguo della sperimentazione.

Nello specifico la *Legge Urbanistica Regionale n°24/2017* evidenzia:

- nell'Art. 1 – *Principi e obiettivi generali* la necessità di contenere il consumo di suolo in funzione della prevenzione e della mitigazione degli eventi di dissesto idrogeologico e delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici;
- nell'Art. 21 – *Dotazioni ecologiche e ambientali* l'urgenza di prevedere dotazioni ecologiche e ambientali atte a contrastare i cambiamenti climatici e i loro effetti sulla società umana e sull'ambiente in risposta all'esigenza di ridurre il rischio sismico, idrogeologico, idraulico e alluvionale. Nello specifico auspica azioni atte a garantire: un miglior equilibrio idrogeologico e la funzionalità della rete idraulica superficiale, anche attraverso il contenimento dell'impermeabilizzazione dei suoli e la dotazione di spazi verdi piantumati, di bacini o zone umide; favorire la ricostituzione, nell'ambito urbano e periurbano, di un miglior habitat naturale, la biodiversità del suolo e la costituzione di reti ecologiche di connessione, ottenute prioritariamente con il mantenimento dei cunei verdi esistenti tra territorio rurale e territorio urbanizzato e con interventi di forestazione urbana e periurbana; preservare e migliorare le caratteristiche meteorologiche locali [...] tramite la dotazione di spazi verdi piantumati, di bacini o zone umide, il mantenimento o la creazione di spazi aperti all'interno del territorio urbano e periurbano;
- nell'Art. 22 – *Quadro conoscitivo* l'urgenza di aggiornare gli elaborati cartografici costituenti il quadro conoscitivo del territorio dal quale emerge la vulnerabilità a determinati fenomeni di rischio per i sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali. A tale fine sollecita i Comuni e gli organi preposti alla redazione della strumentazione settoriale a predisporre e/o aggiornare un quadro conoscitivo aggiornato;
- nell'Art. 31 – *Piano Urbanistico Generale (PUG)* la necessità di definire una valutazione dei tessuti in base alle eventuali criticità emerse dall'aggiornamento del quadro conoscitivo del territorio.

Dall'analisi degli strumenti di Pianificazione urbanistica si evidenzia come tra gli elaborati grafici del quadro conoscitivo del PSC (*Piano Strutturale Comunale*) di Ravenna, attualmente vigente, al punto B.3.1, vengono catalogate le *Carte dei rischi di origine naturale*, tra le quali compaiono quelle relative alla subsidenza (Fig. 119)

e alla erosione costiera (Fig. 120), ma non viene fatto riferimento al contributo del progressivo innalzamento del livello del mare.

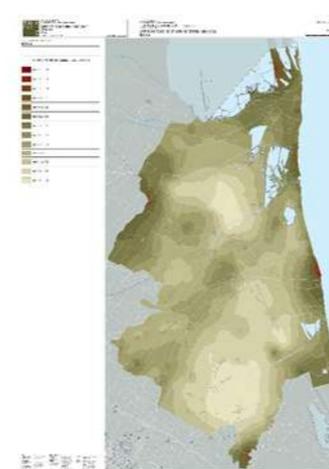


Fig. 119_“B.3.1.a Carte dei rischi di origine naturale: subsidenza. Fonte: Ravenna Urban Planning.



Fig. 120_“B.3.1.b Carte dei rischi di origine naturale: erosione. Fonte: Ravenna Urban Planning.

Dall'analisi della Pianificazione settoriale in materia di gestione delle acque, invece, emerge un altro aspetto rilevante, ovvero che, nel 2016, la Giunta regionale ha approvato la *Variante di coordinamento tra il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni e il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico*, «una variante cartografica e normativa che ha inteso allineare ed armonizzare i contenuti del Piano Stralcio previgente, con le successive modifiche ed i contenuti integrati e derivati a seguito della elaborazione ed approvazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni» (Regione Emilia Romagna, 2020).

Gli elaborati della *Variante PAI-PGRA* sono stati integrati alla pianificazione previgente con un testo coordinato che affronta in maniera organica, per tutto il territorio di competenza, le tematiche del rischio idraulico e del dissesto dei versanti. Il risultato di questa azione di coordinamento è il *Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico*, alla base della pianificazione delle azioni di mitigazione dei rischi, declinate in termini di limitazione dello sviluppo antropico (vincoli) e di interventi strutturali (opere di difesa).

Tuttavia, da quanto fin ora analizzato, non risultano azioni specificamente riferite all'adattamento del territorio rispetto al fenomeno SLR alla scala locale. Il documento più aggiornato, in tal senso, sotto il profilo della *vision* dell'agenda locale è proprio il Documento Strategico *Il piano delle azioni consapevoli e integrate* (2019). Con riferimento alla duplice dimensione emersa nel quarto capitolo, sulla quale si muove l'azione locale in materia di adattamento del territorio agli effetti dei cambiamenti climatici, infatti, anche per la città di Ravenna è possibile riscontrare una dimensione strategica,

espressa, appunto, dal documento del 2019, e una sperimentale di aggiornamento della strumentazione urbanistica, necessità espressa dalla *Legge Urbanistica Regionale n°24/2017* che promuove la redazione di un nuovo PUG (processo attualmente in corso e di cui *Il piano delle azioni consapevoli e integrate* costituisce il documento preliminare).

In linea con l'impianto metodologico delineato all'inizio del presente capitolo, riferito alla prima fase di "Valutazione", dopo una preliminare analisi di politiche, programmi e strumenti (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti*_Tab 1 - Tab. 2 - Tab. 3 - Tab. 4) con l'obiettivo di far emergere indirizzi già presenti orientati all'adattamento del territorio ai cambiamenti climatici, è stato opportuno redigere una scheda di dettaglio per ogni azione delineata nel Documento strategico (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti*_Tab. 5) al fine di far emergere per ognuna delle azioni previste, se questa ricada più direttamente nel *Sistema ambientale e dei valori storico-culturali, insediativo-morfologico o delle infrastrutture e dotazioni territoriali*, se sia ascrivibile a strategie di "difesa", "adattamento" o "ricollocazione", se la tipologia dell'intervento sia fisica, organizzativa o economica e quale sia il livello di efficacia per cui è stata pensata: a breve termine, a medio termine, a lungo termine.

Il documento strategico definisce quattro progetti-guida (Fig. 121):

- PG1: il canale Candiano per integrare città, porto e mare;
- PG2: lo spessore dinamico del litorale;
- PG3: la metro-ferrovia delle risorse storico-archeologiche e ambientali;
- PG4: la grande corona verde della città costruita.

Le azioni messe in evidenza nella tabella 5, come detto, sono quelle che mostrano attinenza all'obiettivo di rendere la città resiliente alle inondazioni causate dall'innalzamento del livello del mare e fanno più direttamente riferimento al progetto PG2 e, in misura minore, al progetto PG1.

Quelle sintetizzate nella matrice (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti*_Tab. 5), rappresentano le azioni generali, declinate in maniera più specifica nella definizione di uno schema di assetto preliminare riferito ai progetti PG1 "Il Canale Candiano per integrare città, porto e mare" e il progetto PG2 "lo spessore dinamico del litorale" che verranno approfonditi nei paragrafi successivi (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti*_Tab. 6 - Tab. 7).

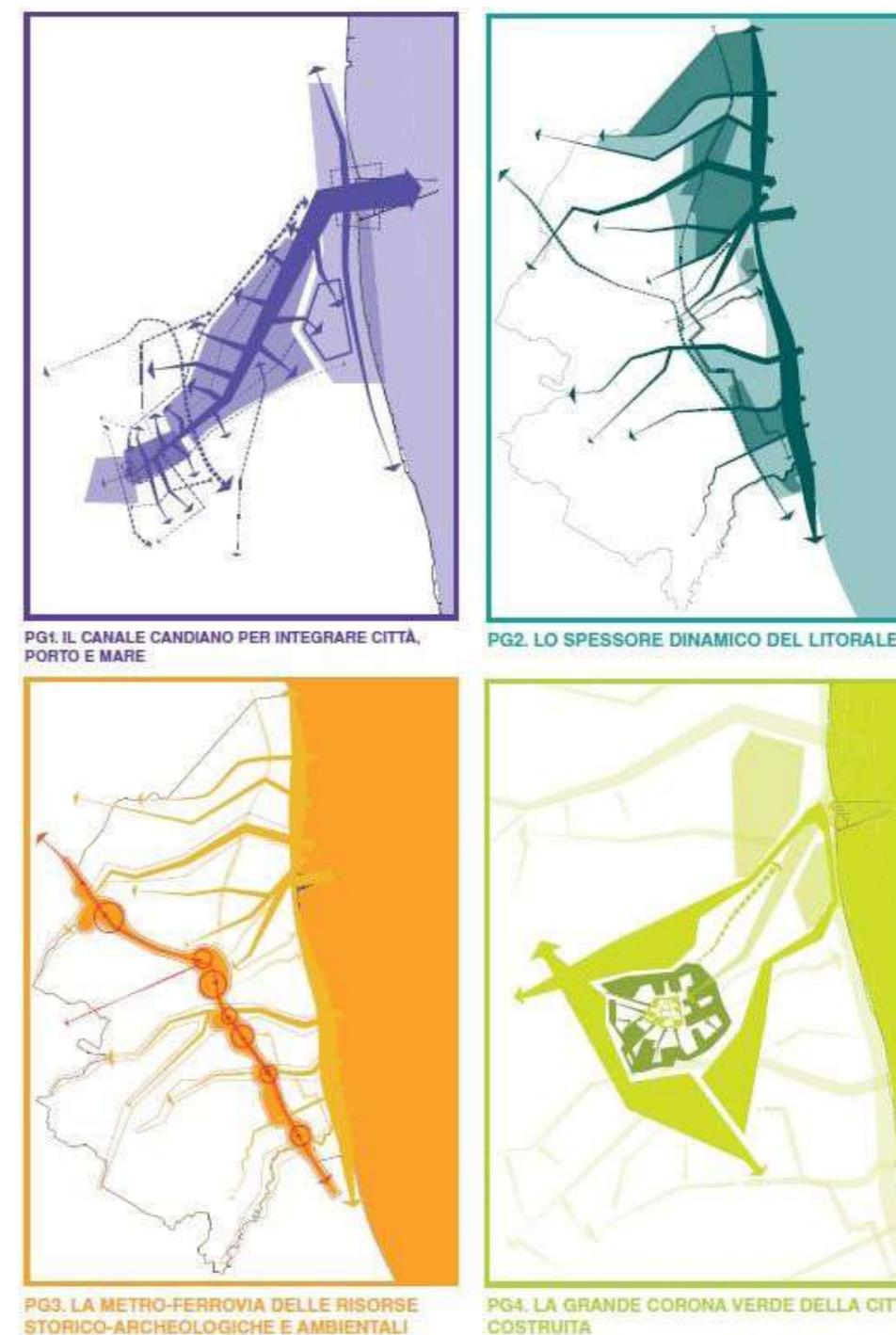


Fig. 121_I quattro progetti guida definiti dal Documento strategico 2019. Fonte: Documento strategico 2019 "Il piano delle azioni consapevoli e integrate".

Azioni specifiche previste dallo schema direttore del progetto PG1 “Il Canale Candiano per integrare città, porto e mare”

Il Progetto-guida PG1 (Fig. 122) riconosce al Canale Candiano il ruolo di infrastruttura urbana multifunzionale che mette in relazione la città e il suo mare nei termini di una integrazione dei paesaggi che attraversa. La direttrice del canale mette in relazione il centro storico, la Darsena di città, la città portuale nelle sue diverse declinazioni, commerciale, produttiva, industriale, turistica, peschereccia, la città del mare e la sua dimensione naturalistica, caratterizzandosi come elemento identitario della città e perno dello sviluppo urbano futuro.

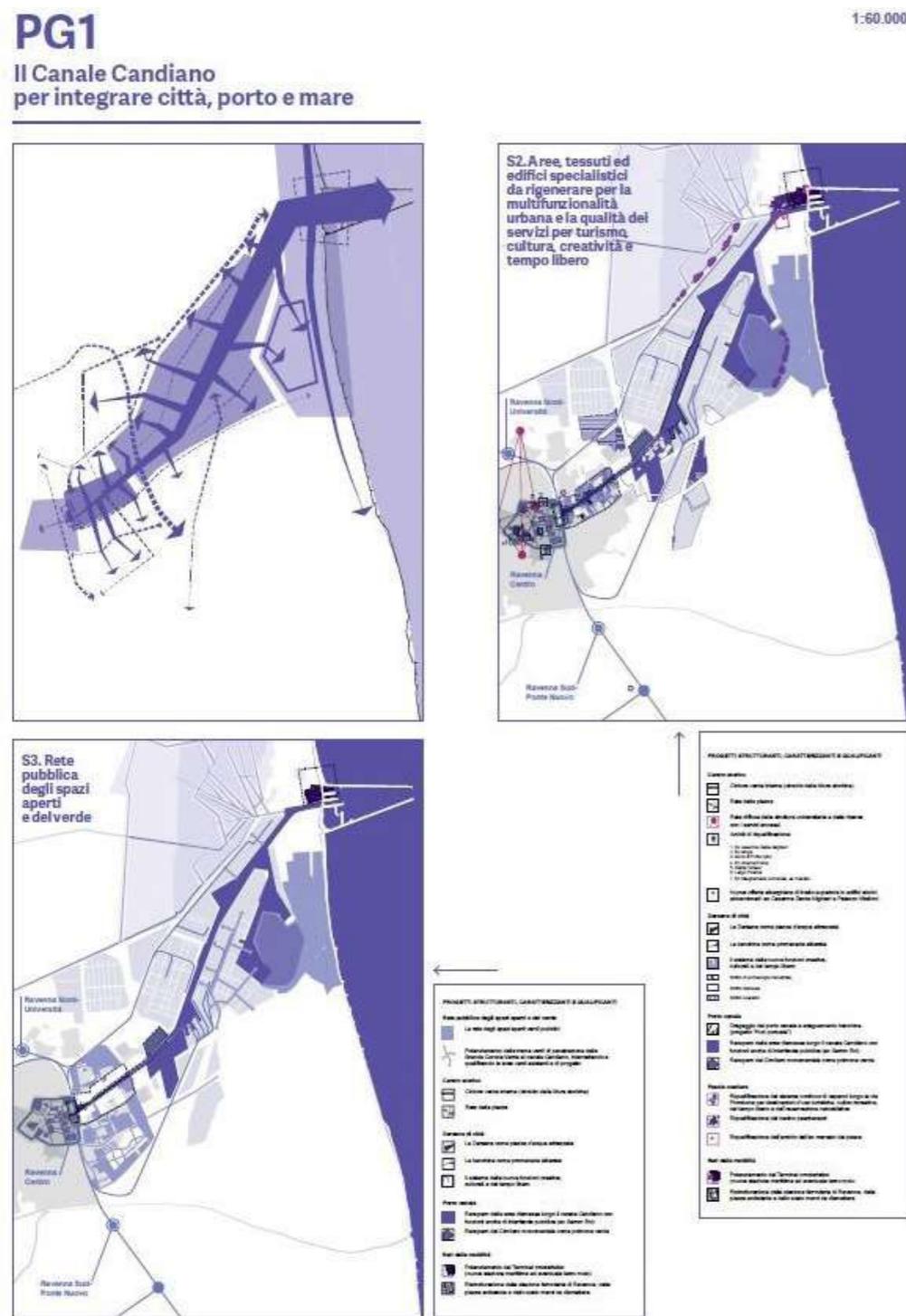
In tal senso costituiscono progetti strutturanti (Figg. 123-124), caratterizzanti e qualificanti i seguenti:

1. Centro storico
 - Cintura verde interna (circuiti delle Mura storiche);
 - Ambiti di riqualificazione della ex caserma Dante Alighieri ed ex Amga, mura di Porta Cybo, Convento dei Cappuccini, Santa Teresa, Largo Firenze, ex falegnameria comunale, ex macello ...
 - Riqualificazione del tracciato di via Farini e della rete storico-culturale dei capisaldi architettonici, dei monumenti Unesco e delle piazze;
 - Nuova offerta alberghiera di livello superiore in edifici storici abbandonati;
2. Darsena di città
 - Definizione di un sistema integrato delle nuove funzioni creative, culturali e del tempo libero della Darsena;
 - La Darsena come piazza d'acqua attrezzata e le banchine come *promenade* alberate fin oltre il ponte mobile;
 - La Darsena come piazza digitale.
3. Porto Canale
 - Dragaggio del porto canale e adeguamento banchine (progetto “Hub portuale 2017”);
 - Recupero delle aree dismesse lungo il Canale Candiano con funzioni anche di interfaccia pubblica;
 - Recupero del Cimitero monumentale come polmone verde;
 - Potenziamento delle trame verdi di penetrazione dalla “Grande Corona Verde” al Canale Candiano, intercettando e qualificando le aree verdi esistenti (cimitero monumentale, Piallassa Piomboni e pineta di Marina di Ravenna) e di progetto (nuove aree verdi delle aree industriali dismesse da rifunionalizzare).
4. Fascia costiera
 - Potenziamento del Terminal crocieristico o (eventuale terzo molo, stazione marittima, dragaggio fondali);
 - Riqualificazione in senso naturalistico della piallassa Piomboni;
 - Riqualificazione del sistema continuo di capanni lungo la via Piombone per destinazioni d'uso turistiche, ludico-ricreative,

del tempo libero e dell'osservazione naturalistica connesse alla fruizione ambientale della piallassa Piomboni;

- Riqualificazione delle connessioni ciclopedonali costiere anche attraverso sistemi innovativi di bike sharing;
 - Riqualificazione del bacino pescherecci e o dell'ambito dell'ex mercato del pesce.
5. Reti della mobilità
 - Riconfigurazione fisica e funzionale della o stazione ferroviaria di Ravenna, con il rafforzamento delle connessioni urbane ciclopedonali fra centro storico e darsena di città;
 - Creazione di una connessione di mobilità “dolce” o tra i porti crocieristico/turistico e la stazione centrale, attraverso:
 - completamento del percorso ciclabile, anche collegando la ciclovia Adriatica attraverso Porto Corsini
 - tracciato idroviario
 - eventuale sistema meccanizzato (people mover, medio-lungo termine)
 - Valutazione dell'eventuale adeguamento/ integrazione della connessione stradale tra il Terminal crocieristico e la Strada statale Romea in funzione dei crescenti flussi turistici del Terminal crocieristico;
 - Potenziamento e razionalizzazione del servizio di traghettamento Marina di Ravenna – Porto Corsini, al fine di fluidificare le connessioni litoranee con particolare attenzione al sistema delle ciclovie;

Nella tabella 6 (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti*_Tab. 6) vengono sintetizzate le azioni che hanno attinenza con il tema dell'adattamento al fenomeno SLR riferite delineate nei progetti strutturanti.



Azioni specifiche previste dallo schema direttore del progetto PG2 “Lo spessore dinamico del litorale”

Il Progetto-guida PG2 (Fig. 125-126) individua l’esigenza di un’azione integrata per adattare il territorio ad una molteplicità di rischi, salvaguardare e valorizzare le eccellenze naturalistiche sottoposte a maggiore pressione antropica, diversificare l’offerta turistica in ragione delle specificità ambientali presenti lungo i 42 km della riviera, dotare i Lidi dei servizi essenziali per la loro abitabilità per fasce di utenza diversificate, incentivare una mobilità sostenibile a partire da quella ciclopedonale, compresa quella inserita nelle ciclovie nazionali e regionali, anche a servizio della fruizione turistica di fiumi e torrenti che attraversano l’intero territorio comunale (Comune di Ravenna, 2019).

In tal senso costituiscono progetti strutturanti (Fig. 127), caratterizzanti e qualificanti i seguenti:

1. Fascia costiera
 - Creazione di un “Parco marittimo” lungo tutto il litorale con ripascimento degli arenili e ricostituzione dei sistemi dunali e vegetazionali compromessi e delle pinete, attraverso interventi di rinaturazione e riforestazione e tecniche di ingegneria naturalistica;
 - Interventi di protezione della costa dall’erosione attraverso sistemi di ingegneria naturalistica;
 - Salvaguardia e valorizzazione naturalistica delle piallasse e degli altri specchi d’acqua, anche attraverso azioni di contrasto ai processi di eutrofizzazione e inquinamento, con particolare attenzione alla piallassa Piomboni;
 - Distretto ambientale della zona nord di Ravenna: Natura - Museo Ravennate di Scienze Naturali “Alfredo Brandolini”, Centro Visite Del Parco Del Delta e comprensorio di Punta Alberete – Valle Mandriole e dell’aula Didattica di Ca’ Vecchia in Pineta San Vitale;
 - Riqualificazione ambientale e funzionale delle aree agricole interessate dai fenomeni di ingressione marina (ambiti ex ARA e AVN) con interventi di forestazione e/o agricoltura compatibile individuando forme sostenibili di compensazione;
 - Valorizzazione ambientale di fiumi e torrenti, a partire dalle aree di foce, attraverso il potenziamento dei percorsi ciclopedonali esistenti e la connessione con le stazioni della metro-ferrovia di cui al Progetto-guida PG3 “La metro-ferrovia delle risorse storico archeologiche e ambientali” (in accordo con i processi partecipativi in corso e i costituenti contratti di fiume “Fiumi uniti per tutti” e “Terre del Lamone”);
 - Riqualificazione dei capanni da pesca e dei manufatti precari lungo le sponde dei canali e delle piallasse, per usi compatibili con la fruizione naturalistica e, ove possibile, con la previsione

Fig. 124_I progetti strutturanti costituenti il progetto guida PG1. Fonte: Documento strategico 2019 “Il piano delle azioni consapevoli e integrate”.

- di servizi turistici di base (birdwatching, didattica, punti informativi, ecc.);
- Razionalizzazione dell'uso turistico organizzato delle spiagge ("Piano dell'Arenile");
- Potenziamento dei servizi minimi dei Lidi finalizzato al superamento della stagionalità e all'abitabilità stanziale;
- Riqualficazione di edifici dismessi per servizi a turisti e abitanti;
- Incentivazione di interventi finalizzati al o superamento della stagionalità turistica attraverso l'uso integrato delle risorse storico culturali, ambientali e ludico-ricreative del territorio ravennate;
- Sviluppo di azioni di valorizzazione della filiera del cibo tra le aree di produzione agricola, la trasformazione, commercializzazione, la vendita e la ristorazione;
- 2. Porto canale
 - Potenziamento e razionalizzazione del servizio di traghetti Marina di Ravenna - Porto Corsini, al fine di fluidificare le connessioni litoranee con particolare attenzione al sistema delle ciclovie;
 - Potenziamento del Terminal crocieristico (eventuale nuovo molo, stazione marittima, dragaggio fondali);
 - Riqualficazione del bacino pescherecci e o dell'ambito dell'ex mercato del pesce.
- 3. Reti della mobilità
 - Ripensamento e razionalizzazione dell'accessibilità attraverso parcheggi modali e potenziamento della rete ciclopedonale e del trasporto pubblico locale eco sostenibile anche attraverso sistemi di *bike sharing*.

Nella tabella 7 (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti_Tab. 7*) vengono sintetizzate le azioni specifiche riferite ai tre progetti strutturanti.



Fig. 125_Schema di assetto preliminare riferito al progetto guida PG2. Fonte: Documento strategico 2019 "Il piano delle azioni consapevoli e integrate".

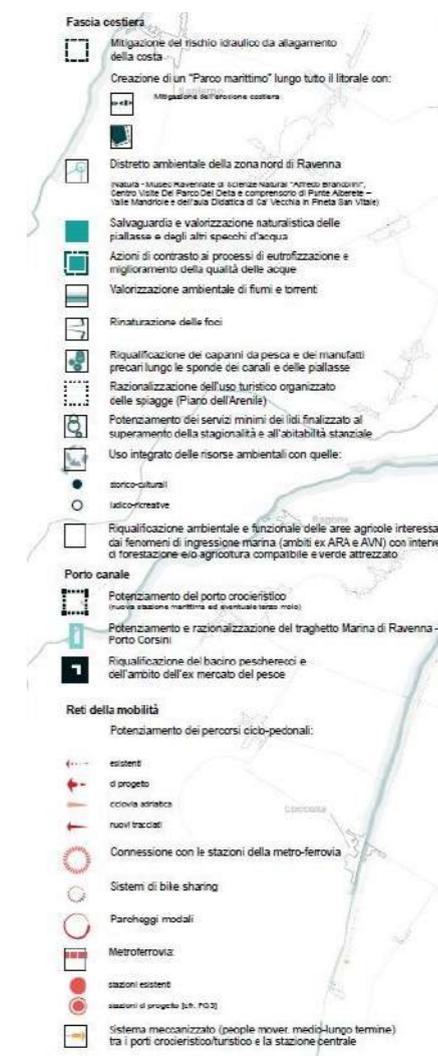
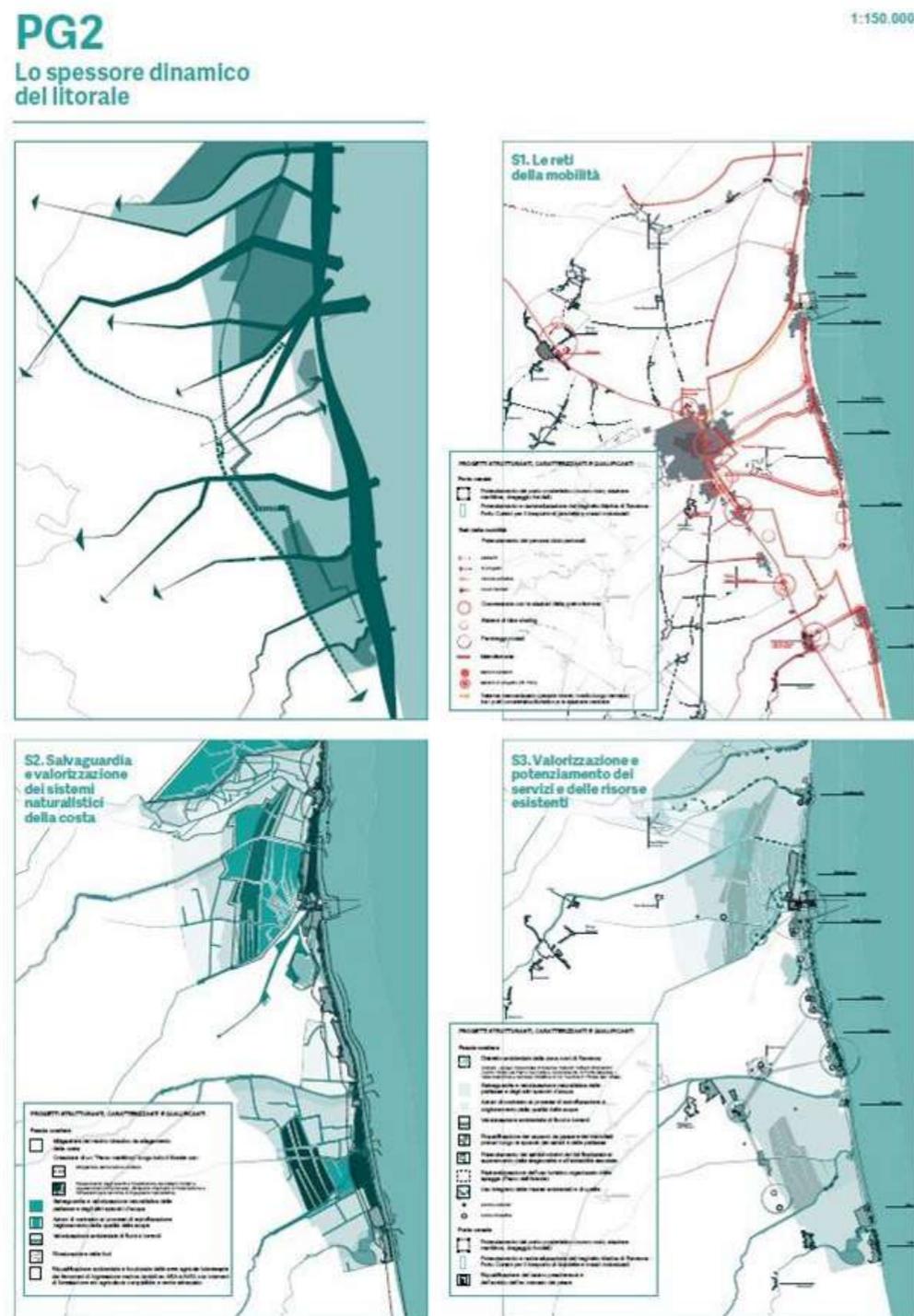


Fig. 126_Legenda dello schema di assetto preliminare riferito al progetto guida PG2. Fonte: Documento strategico 2019 "Il piano delle azioni consapevoli e integrate".



6.3 I^a fase: VALUTAZIONE | Considerazioni conclusive

Dall’analisi delle azioni specifiche previste dal Comune di Ravenna emerge la consapevolezza dell’Amministrazione comunale di dover procedere nell’ottica di costruire un ampio e robusto programma di “adattamento” alle condizioni di rischio all’interno di una dimensione geostrategica per l’intera città.

L’attenzione rispetto al fenomeno delle inondazioni costiere (alle quali concorre il fenomeno del SLR) e alla necessità di rendere resiliente la città a tali circostanze emerge dalle intenzioni di qualificare la fascia costiera come “Parco marittimo” di grande valore ambientale, all’interno del quale sono previste le azioni delineate e categorizzate nella tabella 6 (Appendice al sesto capitolo: *Schede di politiche e strumenti*_Tab. 6).

Tuttavia, in questa prospettiva, occorre «la costruzione di una “Carta integrata dei rischi”, intesa anche come carta di suscettività alla rigenerazione urbana e alla salvaguardia ambientale» che dovrà «costituire la base di riferimento, dinamicamente aggiornata, per una strategia di contrasto e adattamento ad una molteplicità di rischi in grado di accogliere anche quelli ecologico-ambientali, sociali, economici e del patrimonio culturale» (Comune di Ravenna, 2019). Tale processo di aggiornamento del quadro conoscitivo del territorio si prospetta lento, incrementale ed ecologicamente orientato, con l’obiettivo di fornire uno strumento indispensabile e preliminare alle azioni di adattamento delineate, che andranno a migliorare la qualità prestazionale dei tessuti esistenti e degli spazi aperti.

In quest’ottica e per queste ragioni appare necessario elaborare una mappa del rischio agli effetti del SLR alla scala locale articolata in orizzonti temporali, che si costituisca quale parte integrante della “Carta integrata dei rischi”, auspicata nelle intenzioni del Piano strategico.

Le mappe, presentate nel capitolo successivo, andranno a definire scenari di intrusione marina rispetto a tre orizzonti temporali: 2030, 2050 e 2100.

Fig. 127_I quattro progetti strutturanti costituenti il progetto guida PG2. Fonte: Documento strategico 2019 “Il piano delle azioni consapevoli e integrate”.

CAPITOLO 7 MAPPE DEL RISCHIO AL FENOMENO SLR ALLA SCALA LOCALE

ABSTRACT

Chapter 7 presents the results of the second phase, that of INTEGRATION, that is the one where the maps of the risk to the SLR phenomenon are presented, which will integrate the section "Carte dei rischi di origine naturale", which is part of the cognitive framework of the PSC of Ravenna.

For the experimentation, the target areas of Marina di Ravenna and Lido Adriano were chosen, hit by the 1979 storm and, in general, the most exposed to flood risk.

The maps refer to the pessimistic scenario RCP 8.5, which, for the three time horizons (2030, 2050, 2100), provides the respective SLR values provided by the ENEA Laboratory of Climate Modeling and Impacts:

- 2 cm (2030)
- 17 cm (2050)
- 68 cm (2100)

A double reading was made on these:

- Qualitative, by defining the areas that are expected to suffer flooding and those that may not suffer flooding in the time scenarios outlined. The Open Data of the Municipality of Ravenna were used;
- Qualitative, by overlapping the maps obtained on "Elaborato 3 - Spazi e Sistemi del PSC", a step that made it possible to further detail the nature of the urban elements at risk and verify the requirements of the local planning tool currently in force in order to support public administrative bodies more effectively in the implementation of mitigation/adaptation actions and in the definition of priority areas of intervention on the basis of scientific data.

At this point, the urban elements involved were further classified according to the three standard systems for urban planning analysis: the Environment System and historical-cultural values, the Settlement-morphological System, and the Infrastructure and Territorial Equipment System. This step was carried out to allow the portability of the methodological approach shown to other urban contexts affected by the same phenomenon.

ABSTRACT

Nel Capitolo 7 sono presentati i risultati della **II fase**, quella di **INTEGRAZIONE**, ovvero le mappe del rischio al fenomeno SLR, che andranno ad integrare la sezione *Carte dei rischi di origine naturale*, facente parte il quadro conoscitivo del PSC di Ravenna.

Per la sperimentazione sono state scelte le aree target di Marina di Ravenna e Lido Adriano, colpite dal maremoto del 1979 e, in generale, le più esposte al rischio di inondazione.

Le mappe fanno riferimento allo scenario pessimistico RCP 8.5, che, per i tre orizzonti temporali (2030, 2050, 2100), prevede i rispettivi valori di SLR forniti dal Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti dell'ENEA:

- 2 cm (2030)
- 17 cm (2050)
- 68 cm (2100)

Su queste è stata fatta una doppia lettura:

- Qualitativa, tramite la definizione delle aree che si prevede potrebbero subire inondazioni e quelle che potrebbero non subire inondazioni nello scenario temporale delineato, tramite gli Open Data del Comune di Ravenna;
- Qualitativa, tramite la sovrapposizione delle mappe ottenute all'"Elaborato 3 - Spazi e Sistemi del PSC", passaggio che ha reso possibile dettagliare ulteriormente la natura degli elementi urbani a rischio e verificare le prescrizioni dello strumento di pianificazione locale attualmente in vigore al fine di supportare più efficacemente gli enti amministrativi pubblici nell'attuazione di azioni di mitigazione/adattamento e nella definizione delle aree prioritarie di intervento sulla base di dati scientifici.

A questo punto gli elementi urbani interessati sono stati ulteriormente classificati secondo i tre sistemi standard per l'analisi urbanistica: il *Sistema Ambiente e dei valori storico-culturali*, il *Sistema Insediativo-morfologico* e il *Sistema delle Infrastrutture e Dotazioni territoriali*. Questo passaggio è stato effettuato per consentire la portabilità dell'approccio metodologico illustrato ad altri contesti urbani interessati dallo stesso fenomeno.

Se dall'analisi del Piano strategico emerge chiaramente la *vision* dell'amministrazione locale del Comune di Ravenna, orientata rispetto alla necessità di perseguire uno sviluppo resiliente della città tramite la definizione degli obiettivi, delle strategie e delle azioni descritte nel sesto capitolo, dallo studio degli strumenti urbanistici vigenti, invece, emerge una carenza negli elaborati descrittivi del territorio, tale da rendere necessaria la definizione di una "*Carta integrata dei Rischi*", in costante aggiornamento, intesa come processo di aggiornamento del quadro conoscitivo del Piano locale.

Come più volte sottolineato, tra gli impatti territoriali prodotti dai cambiamenti climatici in atto, il fenomeno delle inondazioni degli ambiti urbani costieri, al quale concorre, insieme ad una molteplicità di altri fattori, l'innalzamento del livello dei mari, è senza dubbio, uno dei più evidenti. A partire dai risultati del più volte citato studio ENEA *Sea-level rise and potential drowning of the italian coastal plains: Flooding risk scenarios for 2100* (Antonioli et Al.,2017) che annovera la città di Ravenna tra le trentatré aree in territorio italiano maggiormente esposte al rischio, la sperimentazione presentata in questo capitolo è finalizzata:

- all'integrazione degli elaborati descrittivi del Quadro conoscitivo del Piano Urbanistico locale tramite l'elaborazione di mappe del rischio al fenomeno SLR a scala locale per tre orizzonti temporali: 2030, 2050, 2100;
- alla sovrapposizione di tali mappe con il *Piano Strutturale Comunale* (PSC), al fine di operare una lettura critica delle aree interessate da potenziali inondazioni che permetta di definire le componenti sistemiche della struttura urbana che entrano in relazione con le aree a rischio inondazione al 2030, 2050 e 2100, in modo tale da verificare la coerenza delle previsioni dello strumento urbanistico in relazione alla consistenza delle aree a rischio e conseguentemente definire le aree prioritarie di intervento in relazione alle componenti ambientali, insediativo-morfologiche, infrastrutturali e di dotazioni territoriali interessate dalle inondazioni.

Come evidenziato nel sesto capitolo, dall'analisi degli elaborati grafici del quadro conoscitivo del PSC (*Piano Strutturale Comunale*) di Ravenna, tra le *Carte dei rischi di origine naturale*, non viene fatto riferimento al contributo del progressivo innalzamento del livello del mare, carenza che la tesi si propone di colmare elaborando mappe del rischio al SLR ad integrazione di quelle di "subsidenza" (all. B.3.1.a PSC) ed "erosione" (B.3.1.b PSC).

Le foto aeree di seguito riportate mostrano le aree target di Marina di Ravenna (Fig. 128) e Lido Adriano (Fig.129), colpite dal maremoto del 1979 (Fig.130) e, in generale, le più esposte al rischio di inondazione; queste costituiscono terreno di indagine per la sperimentazione presentata nel presente capitolo.



Fig. 128_Immagine satellitare di Marina di Ravenna. Fonte: Google Heart.



Fig. 129_Immagine satellitare di Lido Adriano. Fonte: Google maps.



Fig. 130_L'inondazione che colpì Marina di Ravenna nel 1979. Fonte: Ravenna&dintorni.it.

7.1 II^a fase: INTEGRAZIONE | Materiali e metodi

Stima quantitativa dell'innalzamento del livello del mare per l'area di Ravenna¹

Prima di procedere alla presentazione della metodologia ideata per la realizzazione delle mappe del rischio occorre ribadire come le inondazioni costiere, alle quali concorre e concorrerà in misura sempre maggiore l'innalzamento del livello del mare sono l'effetto dalla sovrapposizione di eventi estremi transitori, come onde e mareggiate che richiederebbero una valutazione completa del rischio su una gamma di scale spaziali e temporali sulla base di approcci complessi e differenziati (Thiéblemont et al., 2019). Vousdoukas et al. (2017), in questo senso, evidenziano la mancanza di proiezioni complete dei livelli estremi del mare che comprendano contestualmente il livello del mare, le maree, le onde e le mareggiate.

La sperimentazione proposta nella tesi, infatti, si concentra solo sulla componente di innalzamento del livello del mare², la cui stima quantitativa, nel Mar Mediterraneo, costituisce già una sfida scientifica, a causa della diversità intrinseca della storia geologica del bacino e delle complesse caratteristiche della sua circolazione marina. Inoltre, il livello del mare locale è anche vincolato dagli scambi d'acqua attraverso lo Stretto di Gibilterra, che determinano il salto idraulico tra il Mediterraneo e l'adiacente Oceano Atlantico, mentre il collegamento con il Mar Nero, attraverso i Dardanelli, il Mare di Marmara e il Bosforo, accoppia l'idrologia del bacino al ciclo idrologico terrestre di una vasta porzione dell'Europa continentale.

Tralasciando, in questa sede, i tecnicismi propri della modellistica climatica, la cui complessità di calcolo è ampiamente descritta in Jordà e Gomis (2013a), si sottolinea come attualmente esista una grande varietà di stime del livello del mare nel Mediterraneo e che le divergenze, tra queste, aumentino quando si parla di scenari futuri (Tsimplis et al., 2005; Marcos et al. 2011a, 2011b). Lavori recenti (Thiéblemont et al., 2019) evidenziano come, entro la fine del secolo, per l'area del Nord Atlantico in prossimità dello Stretto di Gibilterra, l'innalzamento del livello del mare può variare da circa 40 cm a oltre 100 cm per lo scenario RCP8.5 8 (il più pessimistico) e approssimativamente da 30 cm a 80 cm per lo scenario RCP4.5 (intermedio) (Vousdoukas et al., 2017). Antonioli et al. (2017) si riferiscono alla gamma SLR di 530-970 mm riportata nell'IPCC AR5, e alla stima semi-empirica di Rahmstorf di circa 1.400 mm per il livello massimo raggiunto dal 2100 (Rahmstorf et al., 2007).

Per il presente studio è stato seguito un approccio alternativo, e le stime SLR derivano da una simulazione regionale ad alta risoluzione della circolazione mediterranea, basata su una configurazione del MITgcm che è stata specificamente adattata per il bacino del Mediterraneo (Sannino et al., 2015). La simulazione è stata guidata dai campi regionali atmosferici ridimensionati dinamicamente prodotti dal modello atmosferico regionale del Rossby Center RCA4 (Strandberg, 2014). In particolare, è stato utilizzato il downscaling RCA4 (risoluzione di 0,11 gradi, ovvero circa 12,5 km di spaziatura della griglia) della componente atmosferica del modello globale CMIP5 HadGEM2-ES (Collins et al., 2011). Il *downscaling* atmosferico è stato eseguito nel dominio europeo definito dal Coordinated Regional Downscaling Experiment (Giorgi et al., 2009) per lo scenario HISTORICAL (1970-2005), RCP-8.5 (2006-2100) e la rianalisi ERA-INTERIM (1980-2012). Occorre ribadire che nello studio attuale, è stato considerato solo lo scenario RCP 8.5.

Il modello MITgcm è stato anche vincolato lateralmente dalle condizioni applicate al confine aperto dell'Oceano Atlantico. Per garantire la coerenza con la forza atmosferica, sono stati utilizzati i campi di livello del mare, temperatura e salinità dedrifi dalle proiezioni HadGEM2-ES. Alla variabile del livello del mare sono stati aggiunti anche i valori medi previsti per il futuro (RCP-8.5) per il bilancio di massa superficiale e la calotta glaciale dinamica dalla Groenlandia e dall'Antartide, nonché i contributi del ghiacciaio e dell'acqua terrestre. In particolare, sono stati utilizzati i dati dell'Integrated Climate Data Center (ICDC) dell'Università di Amburgo (Integrated Climate Data Center - ICDC, 2020).

Per lo scenario "pessimistico" RCP 8.5, considerando i tre orizzonti temporali (2030, 2050, 2100), sono stati ottenuti, tramite le proiezioni, i rispettivi valori di SLR (inclusa la componente termoterica mediterranea locale):

- 2 cm (2030)
- 17 cm (2050)
- 68 cm (2100)

Tali stime generalmente concordano con i valori mediani ottenuti dagli insiemi basati su GCM, ma possono aumentare in modo significativo se vengono utilizzati scenari alternativi di cambiamento climatico di fascia alta. (Mariano, Marino, Pisacane, Sannino, 2021 in corso di pubblicazione).

¹ Le parti della tesi relative ai dati di innalzamento del livello del mare sono state curate dal Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti dell'ENEA, nella persona del dott. Gianmaria Sannino, questo paragrafo, in particolare, è frutto di una collaborazione tra il Dipartimento PDTA e il Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti dell'ENEA, nell'ambito del progetto di ateneo "Strategie di rigenerazione urbana per territori climate proof. Strumenti e metodi per la valutazione della vulnerabilità e per l'individuazione di tattiche di resilienza degli ambiti urbani costieri soggetti a sea level rise" (Responsabile scientifico Prof.ssa Carmen Mariano).

² Nel caso specifico del Comune di Ravenna va ad integrare il quadro conoscitivo del territorio per quanto riguarda i rischi di origine naturale, all'interno del quale già attualmente compaiono mappe relative al rischio di subsidenza ed erosione.

Definizione delle componenti di rischio

Nel contesto degli studi inerenti al clima, la “vulnerabilità” è stata riconosciuta come un elemento chiave per descrivere in maniera più appropriatamente gli impatti del cambiamento climatico sul territorio e viene considerata come il risultato di una varietà di complessi processi di interazione, piuttosto che come mere conseguenze dei fenomeni naturali che incidono sulle comunità e sui sistemi sociali. Come già anticipato nel 2 capitolo, il quarto rapporto di valutazione dell’IPCC (2007) faceva già riferimento alla vulnerabilità come alla sintesi di molteplici interconnessioni e *feedback* tra le componenti di rischio tradizionali (IPCC, 2007). Per motivi di trasparenza e chiarezza, tuttavia, tale terminologia è stata poi rivista e armonizzata nella quinta relazione di valutazione dell’IPCC (IPCC, 2013) dove il termine vulnerabilità è stato infatti sostituito dalla locuzione “rischio legato agli impatti dei cambiamenti climatici”, presa in prestito dalla comunità DRR (UNDRR, 2019). Questa, insieme alle definizioni di pericolo (*hazard*), vulnerabilità ed esposizione sono quelle a cui questo lavoro si attiene.

La sperimentazione per l’elaborazione del rischio SLR, presentata di seguito, combina la valutazione della pericolosità fisica (*hazard*), la valutazione statica della vulnerabilità (sensitività e capacità di adattamento) e quella dell’esposizione del comune in esame, che, in generale, dipendono dalle sue peculiarità geologiche, ambientali e socioeconomiche, in linea con l’equazione:

$$Risk = Hazard \times Exposure \times Vulnerability.$$

Come più volte specificato la città di Ravenna è stata selezionata per la nostra applicazione in quanto inclusa tra le 33 pianure costiere a rischio di inondazione (Antonioli et Al., 2017).

La sperimentazione, si propone di produrre delle mappe informative che permettano di tracciare un quadro sistemico, qualitativo e quantitativo degli elementi urbani a rischio. La seguente analisi è condotta nel quadro DRR classico, dove l’esposizione è misurata dall’elevazione rispetto al livello medio attuale del mare e la vulnerabilità è data dalla natura degli elementi potenzialmente interessati (es. Spiagge, edifici, infrastrutture), mentre l’entità del pericolo (*hazard*) è data dalla sola componente SLR prevista (cioè non vengono considerati, in questa fase subsidenza e fenomeni transitori come alluvioni e *storm surge*).

In questa fase quindi viene tralasciato ogni accoppiamento non lineare tra componenti di rischio, che in linea di principio comporterebbe rischi non nulli anche per le aree interne, sia fisiche (es. non sarebbero più al riparo da tempeste e/o onde estreme) e socioeconomiche (es. perdita di attrattività dovuta al degrado degli edifici adiacenti). Un’analisi approfondita del rischio complessivo implicato per l’intero insediamento urbano richiederebbe un’inte-

razione con tutti gli *stakeholder* coinvolti, che presupporrebbe la condivisione delle conoscenze e la verifica continua dei bisogni e delle aspettative (Fritzsche et al., 2014). Inoltre, bisogna considerare che al fine di poter operare una completa analisi del rischio che comprenda l’addizione al fenomeno SLR dei fenomeni transitori sarebbe indispensabile disporre di banche dati complete per progettare indicatori di vulnerabilità e di esposizione complessi, tenendo conto di una varietà di fattori, come le condizioni economiche e lo sviluppo, le interdipendenze sociali, la capacità di adattamento e le opzioni tecnologiche, informazioni che, ad oggi, non sono disponibili.

La sperimentazione riportata di seguito, con le mappe ottenute, rappresentano un approccio graduale ad una tematica assai complessa ed è da considerarsi il primo risultato di un lavoro di ricerca che necessita ulteriori sviluppi che vadano di pari passo con i progressi tecnologici e con la digitalizzazione delle pubbliche amministrazioni, per esempio attraverso la condivisione di un numero maggiore e sempre più dettagliato di OpenData.

Analisi del rischio:

$$Risk = Hazard \times Exposure \times Vulnerability.$$

Dove:

- *Hazard*: rappresentato dalle proiezioni di innalzamento del livello del mare di 2 cm/2030, 17 cm/2050, 68 cm/2100 (non vengono considerati, in questa sperimentazione subsidenza e fenomeni transitori come alluvioni e *storm surge*);
- *Exposure*: rappresentata dall’elevazione rispetto al livello medio attuale del mare;
- *Vulnerability*: natura degli elementi potenzialmente interessati dalle inondazioni future, ottenuta tramite gli OpenData del Comune di Ravenna (valutazione statica).

Materiali: Preparazione del *geodatabase*

Per l’elaborazione delle mappe del rischio da SLR, è stato considerato lo scenario pessimistico RCP 8.5, che prevede una bassa riduzione delle emissioni di gas serra; in particolare, come specificato nel paragrafo precedente si fa riferimento al primo scenario Antartide. Alla luce di questi dati sono stati ottenuti i seguenti valori (espressi in cm) per l’innalzamento del livello del mare locale, in corrispondenza dei tre orizzonti temporali prefissati (Tab. “a”).

Inoltre, sono stati utilizzati i seguenti layer informativi territoriali (Tab. “b”):

- modello Digitale di Elevazione (DEM), risoluzione 10m, estratto dell’estensione territoriale del Comune di Ravenna (Tarquini et al., 2007);

- linea di costa in formato shapefile (ISTAT, 2013);
- confine del Comune di Ravenna (Geoportale Regione Emilia-Romagna, 2019);
- dati georeferenziati dal portale Ravenna OpenData (OpenData Ravenna, 2020) utilizzati per lo sviluppo di una cartografia tecnica di base dell'area comunale;
- *Piano Strutturale Comunale* del Comune di Ravenna (PSC) (Comune di Ravenna – RUP 2007).

| RCP di riferimento | Orizzonti temporali | Proiezioni SLR (esprese in cm) |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| 8.5 (Primo scenario Antartide) | 2030 | 2 |
| | 2050 | 17 |
| | 2100 | 68 |

Tabella "a" *Proiezioni SLR per lo scenario RCP 8.5, primo scenario Antartide, Comune di Ravenna. Fonte: Laboratorio di Modellistica Climatica ed Impatti, ENEA Casaccia (2021).*

| Layer informativi territoriali | | | |
|--------------------------------|--|---------|-------------------------------------|
| Dato | Fonte | Formato | Data di aggiornamento |
| DEM (risoluzione 10m x10m) | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia | .asc | 2007 |
| Linea di costa | ISTAT | .shp | 2013 |
| Confine Comune di Ravenna | Ravenna Open Data | .shp | 2019 |
| Open Data: | Ravenna Open Data | .shp | - Alveo fluviale: 2020 |
| - Alveo fluviale | | | - Aree urbanizzate: 2019 |
| - Aree urbanizzate | | | - Aree scoperte ambientali: assente |
| - Aree scoperte ambientali | | | |
| PSC Comune di Ravenna | Servizio RUP | GEOTIFF | 2007 |

Tabella "b" *Layer informativi territoriali.*

Metodologia

Per l'elaborazione delle mappe del rischio da SLR è stato utilizzato il software Open Source Q-Gis, versione 3.10.

Il primo step, preliminare, è stato, da un lato l'identificazione dell'area di studio tramite l'utilizzo di file georeferenziati (Fig. 131), compreso il dato relativo alla linea di costa, dall'altro l'elaborazione di una cartografia di base del Comune di Ravenna utilizzando gli *Open Data*, in formato shape file reperibili sul sito del Comune (Fig. 132).

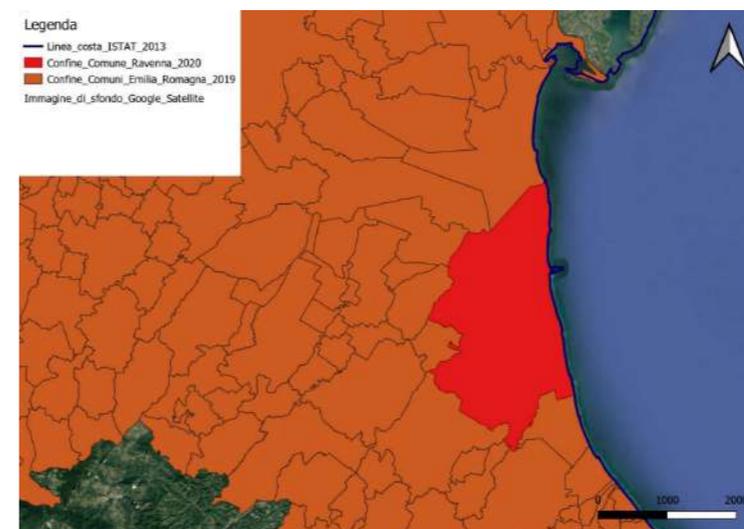


Fig. 131 *Elaborazione cartografica (Marsia Marino, 2020) dei confini amministrativi del Comune di Ravenna su cui è stata elaborata la sperimentazione.*

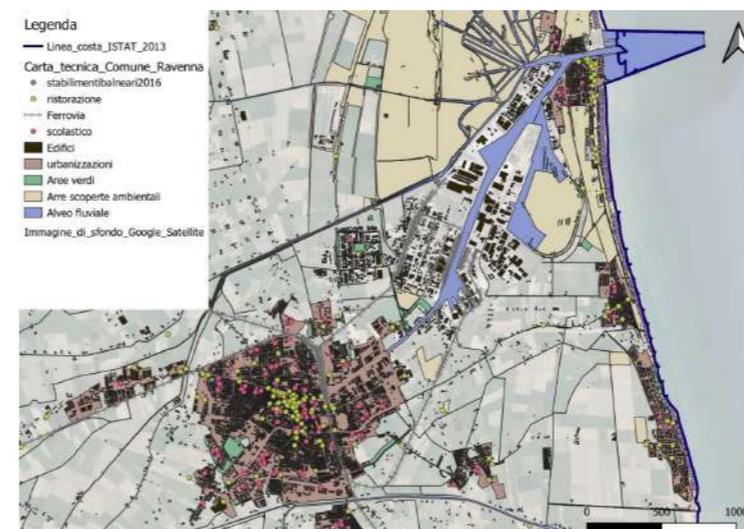


Fig. 132 *Elaborazione cartografica (Marsia Marino, 2020) del Comune di Ravenna, realizzata tramite gli Open Data disponibili sul sito del Comune.*

A questo punto è stato aggiunto il file raster relativo al DEM con risoluzione 10m (Tarquini et.al, 2007) della porzione di territorio in analisi (Fig. 133), dal quale è stato possibile estrarre, tramite un algoritmo le curve di livello con distanza 1 cm le une dalle altre (la necessità di estrarre le curve di livello a distanza così ravvicinata emerge dalle proiezioni di innalzamento previste, esplicitate nella tabella “a”, che sono nell’ordine di cm). Nell’immagine (Fig. 134) è possibile vedere una prima interazione tra le altimetrie del terreno e le componenti urbane del Comune di Ravenna.

A partire da questo dato sono state messe in evidenza, tramite un altro algoritmo le sole curve di livello relative alle quote indicate dalle previsioni, e prodotti, uno per ognuna di queste, nuovi layer vettoriali:

- 2 cm/2030;
- 17 cm/2050;
- 68 cm/2100.

Sono stati poi elaborati i poligoni di inondazione relativi ai tre orizzonti temporali presi in esame:

- 2030;
- 2050;
- 2100.

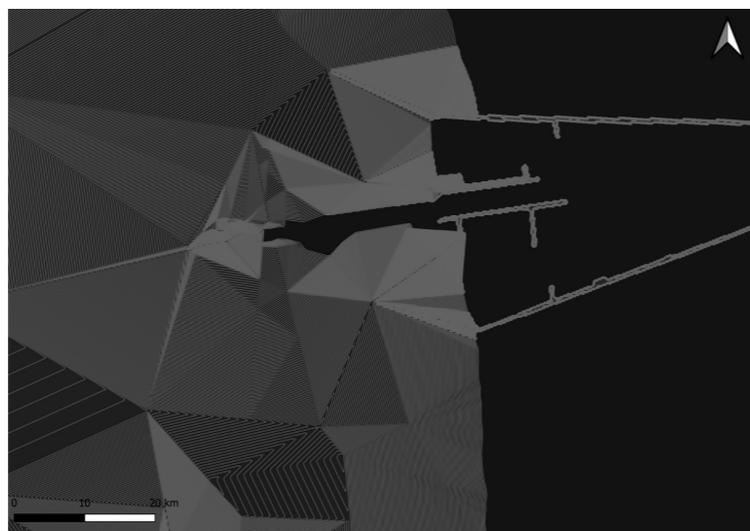


Fig. 133_Elaborazione cartografica (Marsia Marino, 2020) relativa all'estrazione delle curve di livello, con distanza 0.01m dal DEM. Area target di Marina di Ravenna.



Fig. 134_Elaborazione cartografica (Marsia Marino, 2020) relativa all'interazione tra altimetrie del terreno ottenute dal DEM e le componenti urbane del Comune di Ravenna (Area target di Marina di Ravenna).

A questo punto la cartografia di base è stata editata per facilitarne la lettura e per mettere in evidenza i soli dati d’interesse ai fini di una prima lettura quantitativa delle aree potenzialmente interessate da inondazioni future (esplicitati nella tabella “b”), nello specifico:

- alveo fluviale;
- aree urbanizzate;
- aree scoperte ambientali.

La scelta di conservare, ai fini della lettura quantitativa, i soli dati relativi a “aree urbanizzate” e “aree scoperte ambientali” deriva in primo luogo da un non sufficiente aggiornamento dei dati relativi alle altre componenti e, in secondo luogo, al fatto che l’analisi qualitativa dei sistemi e delle componenti esposte al rischio viene effettuata, come si vedrà nei passaggi successivi, tramite la sovrapposizione, alle mappe ottenute (Figg. 135, 136, 137, 138, 139, 140), con Elaborato 3 – Spazi e Sistemi del Piano Strutturale Comunale (PSC).

La sperimentazione è stata effettuata sull’intera estensione del Comune di Ravenna, ma, come già specificato, vengono presentati i risultati delle due aree target selezionate: Marina di Ravenna e Lido Adriano.



Fig. 135_Elaborazione cartografica (Marsia Marino, 2020) Mappa del rischio inondazione da SLR al 2030, Area target di Marina di Ravenna.



Fig. 136_Elaborazione cartografica (Marsia Marino, 2020) Mappa del rischio inondazione da SLR al 2050, Area target di Marina di Ravenna.

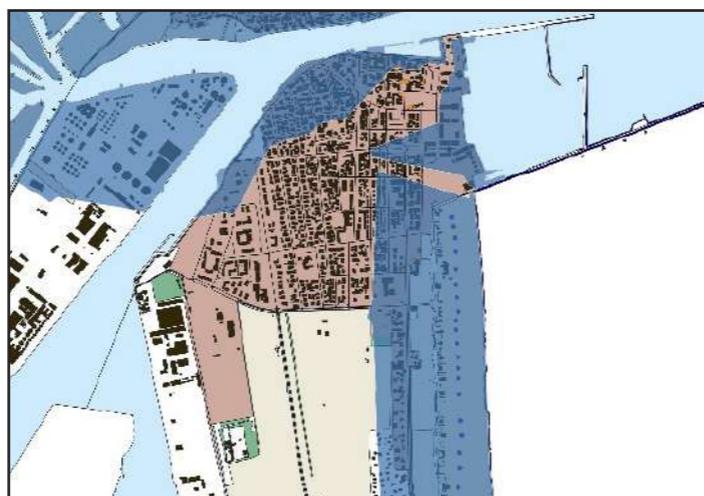


Fig. 137_Elaborazione cartografica (Marsia Marino, 2020) Mappa del rischio inondazione da SLR al 2100, Area target di Marina di Ravenna.

Alveo fluviale Aree urbanizzate Aree scoperte ambientali Aree esposte a inondazioni da SLR

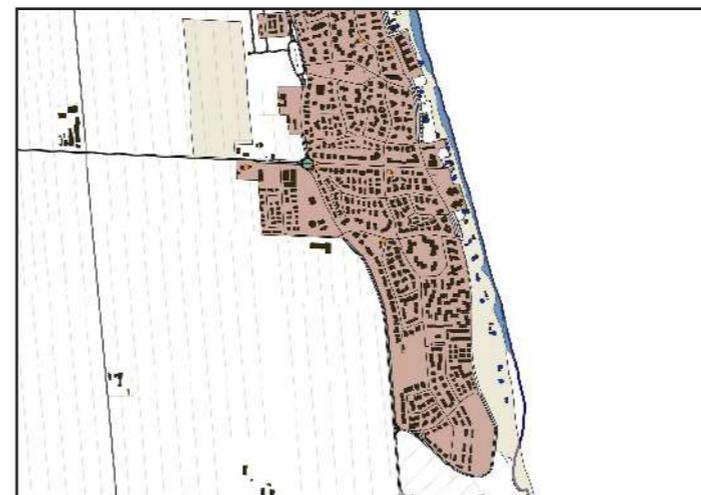


Fig. 138_Elaborazione cartografica (Marsia Marino, 2020) Mappa del rischio inondazione da SLR al 2030, Area target di Lido Adriano.

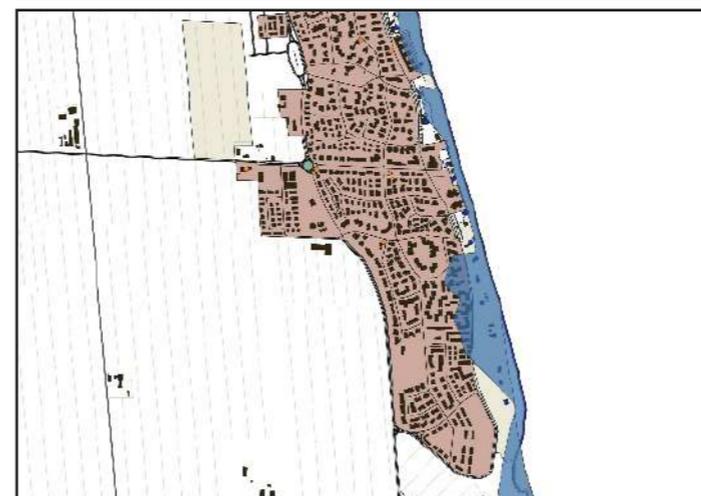


Fig. 139_Elaborazione cartografica (Marsia Marino, 2020) Mappa del rischio inondazione da SLR al 2050, Area target di Lido Adriano.



Fig. 140_Elaborazione cartografica (Marsia Marino, 2020) Mappa del rischio inondazione da SLR al 2100, Area target di Lido Adriano.

Alveo fluviale Aree urbanizzate Aree scoperte ambientali Aree esposte a inondazioni da SLR

7.2 II^a fase: INTEGRAZIONE | Lettura quantitativa delle mappe ottenute

Le figure mostrano le mappe risultanti per le aree target come risultanti dell'*hazard* (proiezioni di innalzamento del livello del mare per i tre orizzonti temporali) e dell'*exposure* (elevazione del suolo rispetto al livello medio del mare corrente). In questa fase, le informazioni sulle aree a rischio che possono essere dedotte sono binarie, ovvero:

- a) aree che si prevede potrebbero subire inondazioni nello scenario temporale delineato;
- b) aree che si prevede potrebbero non subire inondazioni nello scenario temporale delineato.

Di seguito, le letture quantitative e qualitative si presentano, a titolo esemplificativo per la sola area target di Marina di Ravenna.

A colpo d'occhio è possibile notare un progressivo coinvolgimento delle due tipologie di aree prese in considerazione in questo step: *aree urbanizzate* e *aree scoperte ambientali*. Pur consentendo, le due diverse tipologie di aree, una prima valutazione della vulnerabilità su base qualitativa, questo paragrafo si concentra su una lettura quantitativa, in quanto, un'analisi qualitativa più dettagliata, strutturata per sistemi e componenti verrà presentata nel paragrafo successivo. Nello specifico, si evidenzia che per le aree urbanizzate la percentuale di area allagata aumenta dal 4% entro il 2030 all'8% nel 2050, fino al 25% nel 2100, per il primo tipo di copertura; per le aree scoperte ambientali, invece, la stessa aumenta dal 4% nel 2030, al 27% nel 2050 fino al 43% nel 2100 (Tab. "c").

| Area target | Tipologia di area | Area totale (misure espresse in mq) | Area potenzialmente esposta a rischio inondazioni nel 2030 con un SLR di 2 cm (misure espresse in mq). | Area potenzialmente esposta a rischio inondazioni nel 2050 con un SLR di 17 cm (misure espresse in mq). | Area potenzialmente esposta a rischio inondazioni nel 2100 con un SLR di 68 cm (misure espresse in mq). |
|-------------------|--------------------------|-------------------------------------|--|---|---|
| Marina di Ravenna | Aree urbanizzate | 1.170.482 | 42.636 (4% dell'area totale) | 89.291 (8% dell'area totale) | 296.931 (25% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Aree scoperte ambientali | 1.003.378 | 42.268 (4% dell'area totale) | 268.697 (27% dell'area totale) | 433.509 (43% dell'area totale) |

Tabella "c" _Lettura quantitativa delle aree interessate da inondazioni al 2030, 2050 e 2100 per l'area target di Marina di Ravenna.

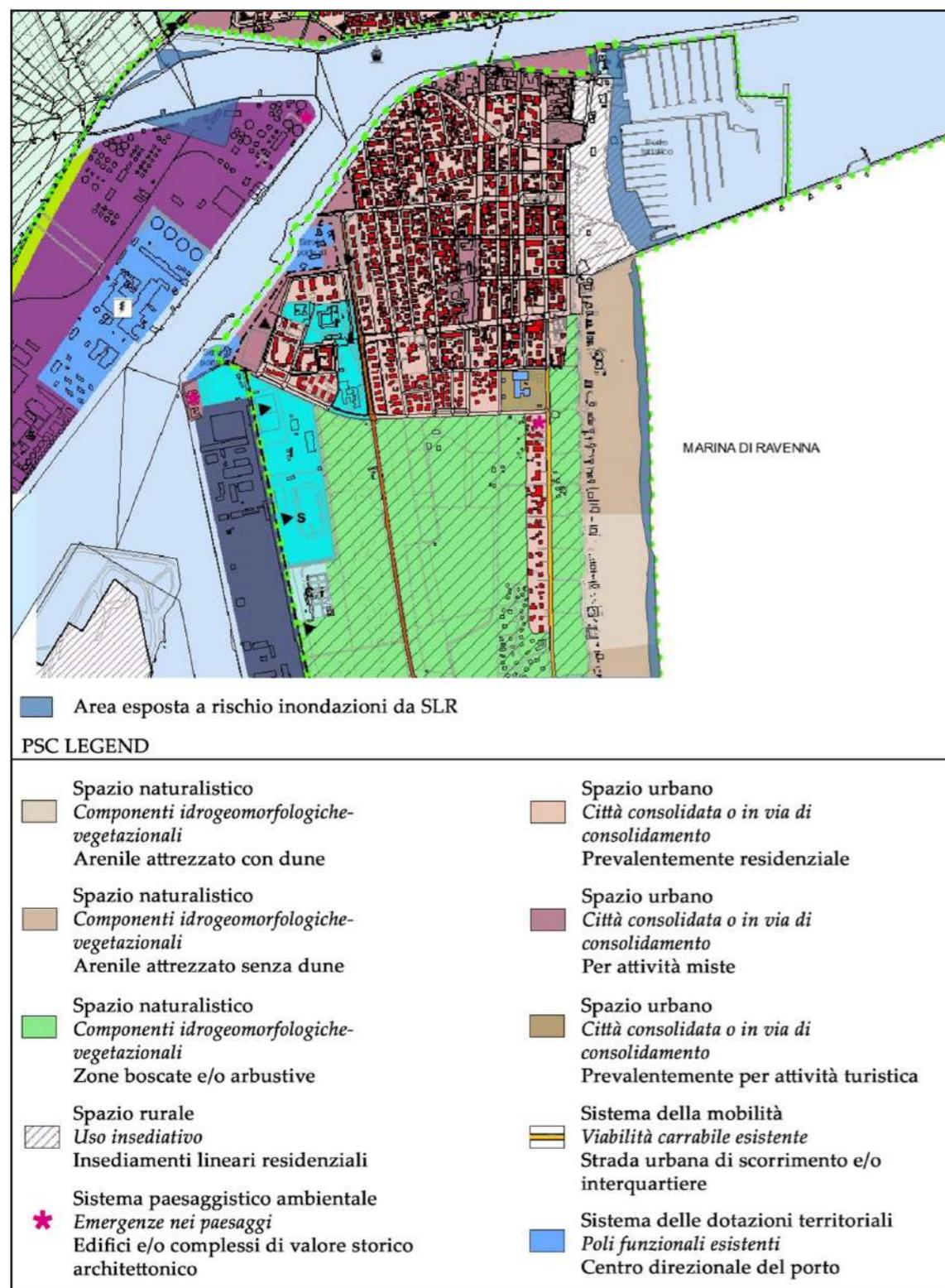
7.3 II^a fase: INTEGRAZIONE | Lettura qualitativa delle mappe ottenute

A questo punto è stato sovrapposto alle mappe del rischio, il GEOTIFF dell'"Elaborato 3 - Spazi e Sistemi del PSC" (Grafico 3 - Spazi e sistemi del Piano Strutturale Comunale), esportato dal portale *Ravenna Urban Planning* (RUP) (Comune di Ravenna - RUP 2007) (Fig. 141), lasciando in evidenza, sopra di questo, i soli poligoni di inondazione per i tre orizzonti temporali di riferimento (Fig. 142, 143, 144), alle immagini di seguito riportate è associata la legenda del PSC al fine di rendere evidente le componenti sistemiche e gli elementi urbani interessati dalle future inondazioni previste.

Grazie a questo passaggio è stato possibile dettagliare ulteriormente la natura degli elementi urbani a rischio e verificare le prescrizioni dello strumento di pianificazione locale attualmente in vigore al fine di supportare più efficacemente gli enti amministrativi pubblici nell'attuazione di azioni di mitigazione/adattamento e nella definizione delle aree prioritarie di intervento sulla base di dati scientifici. Le tabelle "d", "e" e "f", rispettivamente associate alle immagini 142 (lettura qualitativa delle aree a rischio al 2030), 143 (lettura qualitativa delle aree a rischio al 2050), e 144 (lettura qualitativa delle aree a rischio al 2100), riportano una prima classificazione delle aree urbane di Marina di Ravenna, unitamente alla corrispondente dimensione (mq) di ciascuna di esse, e all'estensione totale e relativa (%) della porzione che si prevede sarà oggetto di inondazioni per i tre orizzonti temporali identificati. Con riferimento agli organi preposti al governo del territorio, tale fase di valutazione è finalizzata ad un eventuale aggiornamento delle previsioni dello strumento di pianificazione.



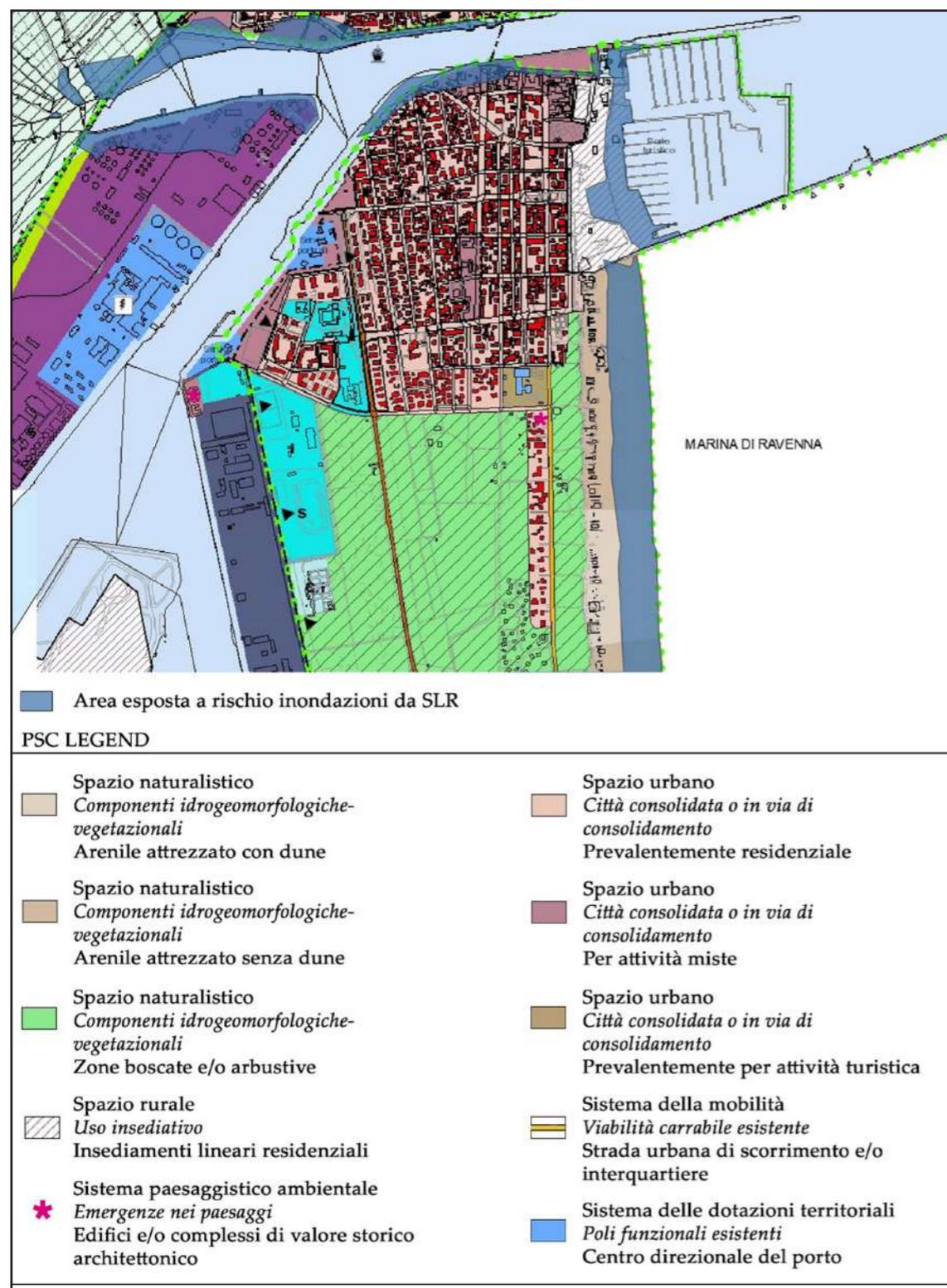
Fig. 141 _Elaborato 3 - Spazi e Sistemi del PSC" (Grafico 3 - Spazi e sistemi del Piano Strutturale Comunale). Fonte: Ravenna Urban Planning (RUP).



| Area target | Legenda PSC Elaborato 3 - Spazi e Sistemi | Area totale (mq) | Area potenzialmente esposta a rischio inondazioni al 2030 con un SLR previsto di 2 cm |
|-------------------|--|------------------|---|
| Marina di Ravenna | Spazio naturalistico <i>Componenti idrogeomorfologiche-vegetazionali</i> Arenile attrezzato con dune | 146.924 | 13.508 (9% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Spazio naturalistico <i>Componenti idrogeomorfologiche-vegetazionali</i> Arenile attrezzato senza dune | 243.712 | 32.568 (13% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Spazio rurale <i>Uso insediativo</i> Insediamenti lineari residenziali | 122.024 | 35.077 (29% dell'area totale) |

Tabella "d" _Previsioni dello strumento urbanistico di livello locale in relazione alla consistenza delle aree a rischio inondazione al 2030. Area target di Marina di Ravenna.

Fig. 142_Relazione tra le aree esposte a rischio SLR al 2030 e prescrizioni del Piano Locale. Area target di Marina di Ravenna.



| Area target | Legenda PSC Elaborato 3 - Spazi e Sistemi | Area totale (mq) | Area potenzialmente esposta a rischio inondazioni al 2050 con un SLR previsto di 17 cm |
|-------------------|--|------------------|--|
| Marina di Ravenna | Spazio naturalistico <i>Componenti idrogeomorfologiche-vegetazionali</i> Arenile attrezzato con dune | 146.924 | 78.649 (53% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Spazio naturalistico <i>Componenti idrogeomorfologiche-vegetazionali</i> Arenile attrezzato senza dune | 243.712 | 141.511 (58% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Spazio rurale <i>Uso insediativo</i> Insediamenti lineari residenziali | 122.024 | 48.344 (40% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Spazio urbano <i>Città consolidata o in via di consolidamento</i> Prevalentemente residenziale | 751.420 | 3.777 (0,5% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Spazio urbano <i>Città consolidata o in via di consolidamento</i> Per attività miste | 125.029 | 21.688 (17% dell'area totale) |

Tabella "e" - Previsioni dello strumento urbanistico di livello locale in relazione alla consistenza delle aree a rischio inondazione al 2030. Area target di Marina di Ravenna.

Fig. 143_Relazione tra le aree esposte a rischio SLR al 2050 e prescrizioni del Piano Locale. Area target di Marina di Ravenna.

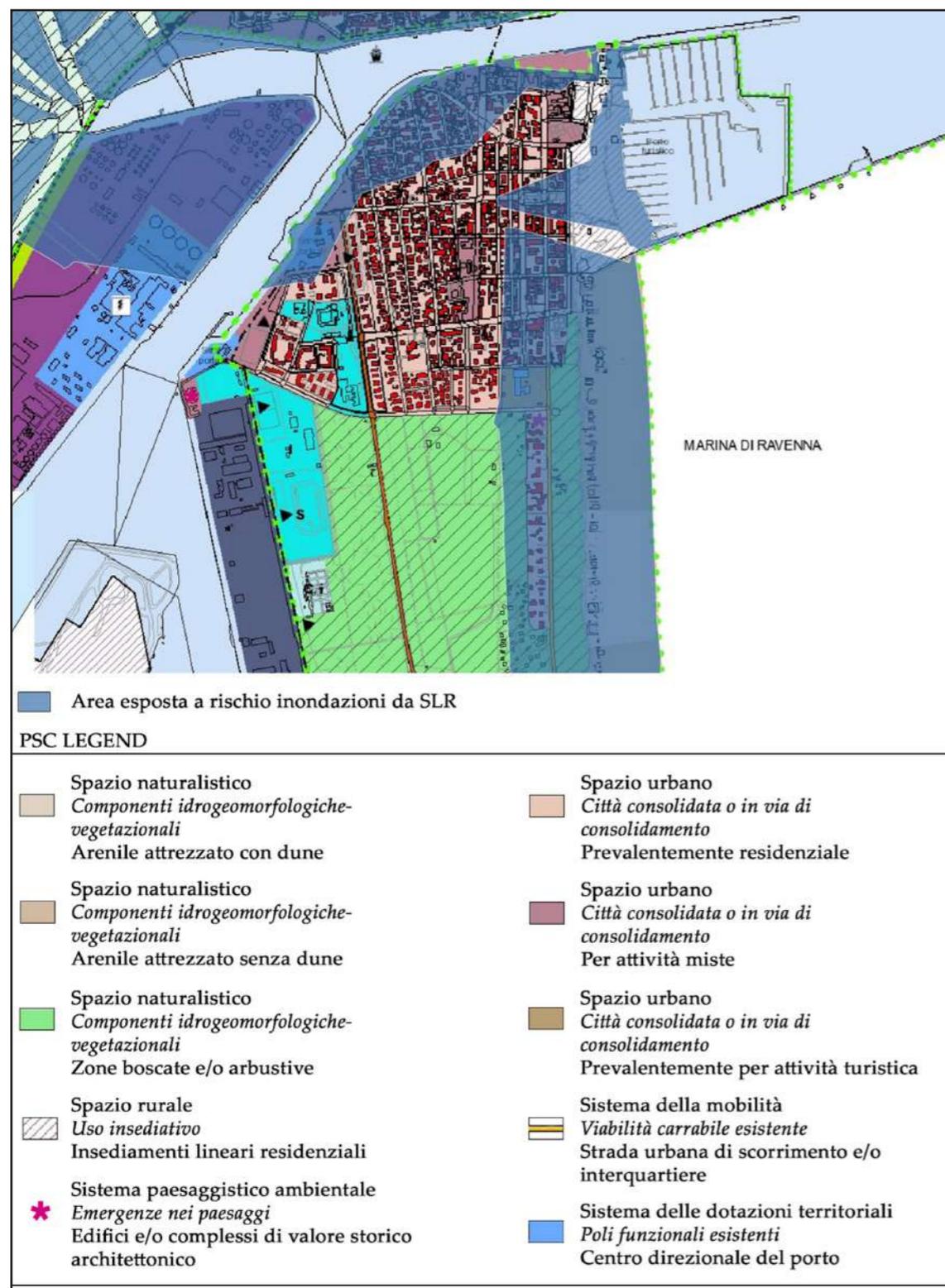


Fig. 144_Relazione tra le aree esposte a rischio SLR al 2100 e prescrizioni del Piano Locale. Area target di Marina di Ravenna.

| Area target | Legenda PSC Elaborato 3 - Spazi e Sistemi | Area totale (mq) | Area potenzialmente esposta a rischio inondazioni al 2100 con un SLR previsto di 68 cm |
|-------------------|--|-------------------|--|
| Marina di Ravenna | Spazio naturalistico Componenti idrogeomorfologiche-vegetazionali Arenile attrezzato con dune | 146.924 | 146.924 (100% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Spazio naturalistico Componenti idrogeomorfologiche-vegetazionali Arenile attrezzato senza dune | 243.712 | 243.712 (100% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Spazio naturalistico Componenti idrogeomorfologiche-vegetazionali Zone boscate e/o arbustive | 610.158 | 40.289 (7% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Spazio rurale Uso insediativo Insediamenti lineari residenziali | 122.024 | 98.531 (81% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Sistema paesaggistico ambientale Emergenze nei paesaggi Edifici e/o complessi di valore storico architettonico | Elemento puntuale | 100% |
| Marina di Ravenna | Spazio urbano Città consolidata o in via di consolidamento Prevalentemente residenziale | 751.420 | 279.198 (37% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Spazio urbano Città consolidata o in via di consolidamento Per attività miste | 125.029 | 64.784 (52% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Spazio urbano Città consolidata o in via di consolidamento Prevalentemente per attività turistica | 16.727 | 16727 (100% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Sistema della mobilità Viabilità carrabile esistente Strada urbana di scorrimento e/o interquartiere | 20.546 | 20.546 (100% dell'area totale) |
| Marina di Ravenna | Sistema delle dotazioni territoriali Poli funzionali esistenti Centro direzionale del porto | 21.629 | 21.629 (100% dell'area totale) |

Tabella "f" _Previsioni dello strumento urbanistico di livello locale in relazione alla consistenza delle aree a rischio inondazione al 2100. Area target di Marina di Ravenna.

Portabilità dell'impianto metodologico

Una volta operata questa lettura qualitativa, gli elementi urbani interessati sono stati ulteriormente classificati secondo i tre sistemi standard per l'analisi urbanistica: il *Sistema Ambiente e dei valori storico-culturali*, il *Sistema Insediativo-morfologico* e il *Sistema delle Infrastrutture e Dotazioni territoriali*. Questo passaggio è stato effettuato per consentire la portabilità dell'approccio metodologico illustrato ad altri contesti urbani interessati dallo stesso fenomeno (Tab. "g").

Nello specifico, le componenti che il PSC classifica come "Spazio naturalistico", "Spazio Rurale", "Sistema Paesaggistico Ambientale" sono state aggregate sotto la voce *Sistema paesaggistico ambientale e dei valori storico-culturali*, le componenti che il PSC classifica come "Spazio Urbano" sono state aggregate sotto la voce *Sistema Insediativo-morfologico*, le componenti che il PSC classifica come "Sistema della mobilità" e "Sistema delle Dotazioni Territoriali" sono state aggregate sotto la voce *Sistema delle Infrastrutture e Dotazioni territoriali*.

| Componenti sistemiche | Area totale (mq) | Area potenzialmente esposta a rischio inondazioni al 2030 con un SLR previsto di 2 cm | Area totale (%) | Area potenzialmente esposta a rischio inondazioni al 2050 con un SLR previsto di 17 cm | Area totale (%) | Area potenzialmente esposta a rischio inondazioni al 2100 con un SLR previsto di 68 cm | Area totale (%) |
|--|------------------|---|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|
| <i>Sistema Ambientale e dei valori storico-culturali</i> | 1.122.818 | 81.153 | 7 | 268.504 | 24 | 529.455 | 47 |
| <i>Sistema Insediativo-morfologico</i> | 893.176 | 0 | 0 | 25.465 | 3 | 343.982 | 35 |
| <i>Sistema delle Infrastrutture Dotazioni territoriali</i> | 42.175 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42.175 | 100,00 |

Tabella "g" _Aggregazione delle componenti nei tre sistemi standard per l'analisi urbanistica.

Analisi comparata dei tre scenari di rischio

Alla luce di quanto presentato è possibile operare una analisi comparata dei tre scenari di rischio rispetto ai tre orizzonti temporali definiti, da intendersi quale atto preliminare alla definizione delle aree prioritarie di intervento per l'area di Marina di Ravenna.

Per quanto riguarda lo scenario 2030 (SLR atteso = 2 cm), i risultati aggregati della tabella "g" mostrano che tutte le aree esposte a rischio di inondazioni rientrano nel *Sistema Paesaggistico ambientale e dei valori storico-culturali*, anche se solo per una piccola percentuale del totale (7%), rappresentata principalmente dalla fascia costiera e da insediamenti casuali nelle aree agricole.

Dalla tabella "d" è possibile desumere anche la caratterizzazione specifica di ogni componente del Sistema (lettura disaggregata).

Nel caso dello scenario 2050 (SLR previsto = 17 cm), sia il *Sistema Paesaggistico ambientale e dei valori storico-culturali* che il *Sistema Insediativo-morfologico* risultano compromessi dalle inondazioni con una percentuale della superficie totale rispettivamente del 24% e del 3% (Tab. "g").

La prima comprende anche aree boschive e alcuni edifici del patrimonio storico-architettonico, mentre la seconda comprende parte degli edifici della città consolidata destinati a residenza e attività miste.

Anche in questo caso è possibile una lettura disaggregata delle componenti (Tab. "e").

Infine, con riferimento allo scenario 2100 (SLR previsto = 68 cm), le aree a rischio ricadono in tutti e tre i sistemi territoriali: *Sistema paesaggistico ambientale e dei valori storico-culturali*, *Sistema Insediativo-morfologico* e *Sistema delle Infrastrutture e Dotazioni territoriali*. Le rispettive percentuali di compromissione sono 47%, 35% e 100%. In questo scenario sono interessati anche gli insediamenti per le attività turistiche, le infrastrutture stradali e parte dei servizi portuali con evidenti ricadute sul tessuto economico e produttivo. Per la lettura disaggregata delle componenti consultare la tabella "f".

La stima operata per sistemi e componenti può essere utile per una prima valutazione degli interventi necessari per gli orizzonti temporali 2030 e 2050. Il fine di questa analisi, infatti, è quello di fornire un supporto tecnico e scientifico alle Pubbliche Amministrazioni nella definizione di aree prioritarie di interventi *site-specific* orientati alla mitigazione e all'adattamento.

CONCLUSIONI **Conclusioni e sviluppi futuri**

Finalità del lavoro e prospettive

Il fine di questo lavoro, sotto un profilo generale, è stato quello di proporre alcuni riferimenti teorico-metodologici e operativi utili all'innovazione del Piano Urbanistico locale in merito alla necessità di adattare i territori agli effetti del *climate change*. Nello specifico, quello che è stato proposto nella sperimentazione presentata nella terza parte della ricerca è un'integrazione del quadro conoscitivo del Piano Locale al fine di verificare la consistenza delle aree urbane interessate dalle previsioni (inedite) dell'innalzamento del livello del mare, informazione necessaria e propedeutica alla definizione di strategie di rigenerazione urbana improntate in un'ottica ecologica.

Il caso studio della città di Ravenna è stato scelto in ragione della sua collocazione geografica; il Comune, infatti, viene ricompreso dall'ENEA nelle trentatré aree a rischio inondazione.

Lo studio è stato ricondotto ad una metodologia "generale" al fine di essere esportabile in diversi contesti e così da permettere, quali sviluppi futuri, la definizione di aree prioritarie di interventi *site-specific* sul modello delle esperienze presentate nel quinto Capitolo.

La sperimentazione proposta è da considerarsi, dunque, quale primo step – volto all'integrazione degli elaborati tematici del Piano, che, nel caso di Ravenna, annoverano tra i rischi di origine naturale solo quelli relativi alla "subsidenza", e all'"erosione", ma non fa cenno al fenomeno SLR – di un percorso che necessita di ulteriori fasi di sviluppo.

In questo senso il lavoro fa da ponte tra una prima fase di pianificazione ad una conseguente di progettazione *site-specific*.

Inoltre, l'innovatività di questo lavoro, dal punto di vista dello stato dell'arte, risiede nella scelta della scala locale quale campo di applicazione per i risultati della modellazione climatica poiché, come più volte sottolineato nel testo, questa rappresenta la più idonea a

descrivere efficacemente la consistenza fisica complessiva degli elementi costituenti la struttura urbana.

Nel caso specifico del Comune di Ravenna, invece, le “Mappe del Rischio” da SLR prodotte, rappresentano un’oggettiva innovazione rispetto all’attuale quadro conoscitivo del PSC, tale da fornire informazioni sul potenziale rischio connesso al fenomeno SLR, in aggiunta a quello di “subsidenza” ed “erosione”, già annoverati tra gli elaborati del Piano. Inoltre, lo studio si inserisce all’interno di una discussione tutt’ora in atto, nell’ambito dei lavori preparatori alla redazione del nuovo PUG, di costruzione di una “Carta integrata dei rischi”.

Una volta definite, concordemente con gli *stakeholders* coinvolti, le aree prioritarie di intervento, possibili sviluppi futuri della ricerca prevedono l’identificazione di diverse categorie di intervento in funzione delle componenti urbane a rischio, articolate secondo le tre macro-strategie definite nella tesi (“difesa”, “adattamento” e “ricollocazione”) con l’ambizione di integrare l’apparato normativo del Piano Locale (Norme Tecniche di Attuazione).

Nel caso di Ravenna, come in molti altri casi sul territorio italiano, la sempre maggiore consapevolezza dell’urgenza di adottare nuove strategie in risposta agli impatti dei cambiamenti climatici su scala regionale e locale è stata spesso neutralizzata dall’inerzia degli organi amministrativi nel tradurre tale necessità in strumenti operativi urbanistici. Ciò è dovuto anche ad una cronica mancanza di Open Data a supporto della gestione del territorio, che d’ora in poi dovrà tenere conto anche delle nuove minacce riconosciute dai tradizionali quadri di valutazione del rischio.

È quindi fondamentale che le autorità pubbliche supportino ed incentivino la costruzione di banche dati complete ed esaustive per una puntuale valutazione della vulnerabilità dei territori ai diversi impatti dei cambiamenti climatici, compreso quello qui analizzato relativo all’incidenza dell’innalzamento del livello del mare.

PARTE 3

Bibliografia

Bibliografia capitolo 6

- Comune di Ravenna (2020). *Il documento strategico*. Disponibile al link: <http://www.comune.ra.it/Aree-Tematiche/Ambiente-Territorio-e-Mobilita/Urbanistica/Progettazione-Urbanistica/P.U.G.-Piano-Urbanistico-Generale/IL-DOCUMENTO-STRATEGICO>
- Comune di Ravenna (2019). *Documento strategico – Il piano delle azioni consapevoli e integrate*.
- Ferretti, L.V., Mariano, C. (2014). Flessibilità e controllo nel progetto urbano. *L'urbanistica italiana nel mondo, Atti XVII Conferenza Nazionale Società Italiana degli Urbanisti, Milano 15-16 maggio 2014*. PLANUM Publisher.
- Legge Urbanistica Regionale n°24/2017. *Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio*.
- LEGGE 10 dicembre 1980, n. 845. *Protezione del territorio del comune di Ravenna dal fenomeno della subsidenza*. GU Serie Generale n.343 del 16-12-1980.
- Mariano, C., Marino, M. (2020). "Sea level rise e strategie di rigenerazione in ambiti urbani costieri. Il caso di Ravenna" in Talia, M., a cura di, *Le nuove comunità urbane e il valore strategico della conoscenza come i processi cognitivi possono motivare la politica, garantire l'utilità del piano, offrire una via d'uscita dall'emergenza*. Planum Publisher.

Bibliografia Capitolo 7

- Antonioli, F. et al. Sea-level rise and potential drowning of the Italian coastal plains. Flooding risk scenarios for 2100. *Quaternary Science Review* 2017, 158, 29–43, doi: 10.1016/j.quascirev.2016.12.021.
- Comune di Ravenna – RUP (2007). Piano Strutturale Comunale. Available online: <http://rup.comune.ra.it/PSC/Elaborati/>

- ELABORATI-PRESCRITTIVI/PSC-3-Spazi-e-sistemi (accessed on 2020).
- Collins WJ, Bellouin N, Gedney N, Halloran P, Hinton T, Hughes J, Jones CD (2011) Development and evaluation of an Earth-System model – HadGEM2. *Geoscient Model Dev* 4:1051–1075. <https://doi.org/10.5194/gmd-4-1051-2011>.
- Fritzsche et al. (2014). The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. Available at: https://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=203
- Geoportale Regione Emilia-Romagna. Available online: <https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/archivio-cartografico> (accessed on 2019).
- UNDRR (2019). *GAR – Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*.
- Giorgi F, Jones C, Asrar GR (2009) Addressing climate information needs at the regional level: the CORDEX framework. *WMO Bull* 58(3).
- Integrated Climate Data Center – ICDC (2020). Available at: <https://icdc.cen.uni-hamburg.de/>
- IPCC and Adger, W.N.; Agrawala, S.; Mirza, M.M.Q.; Conde, C.; O'Brien, K.; Pulhin, J.; Pulwarty, R.; Smit, B.; Takahashi K. Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2007.;
- ISTAT (2013) Sezioni di censimento litoranee. Available online: <https://www.istat.it/it/archivio/137341>.
- Jordà, G., Gomis, D., 2013a. On the interpretation of the steric and mass components of sea level variability: the case of the Mediterranean basin. *J. Geophys. Res. Oceans* 118, 953–963.
- Marcos, M., Calafat, F.M., Llovel, W., Gomis, D., Meyssignac, B., 2011a. Regional distribution of steric and mass contributions to sea level changes. *Glob. Planet. Chang.* 76 (3), 206–218.
- Marcos, M., Jordà, G., Gomis, D., Pérez, B., 2011b. Changes in storm surges in southern Europe from a regional model under climate change scenarios. *Glob. Planet. Chang.* 77 (3), 116–128.
- Marcos, M., Jordà, G., Gomis, D., Holgate, S., Tsimplis, M., Barnier, B., 2011c. Report on the workshop unresolved issues in Mediterranean Sea level research, Palma de Mallorca, 30 May–1 June. Available from: <http://imedea.uib-csic.es/proyecto/sealevel/Finalreport-archivos-/FINAL-REPORT-v2.pdf>.
- Mariano, C.; Marino, M.; Pisacane, G.; Sannino, G. (2021) “Sea Level Rise and Coastal Impacts: Innovation and Improvement of the Local Urban Plan for a Climate-Proof Adaptation Strategy”. *Sustainability* 2021, 13, 1565. <https://doi.org/10.3390/su13031565>.
- OpenData Ravenna (2020). Available online: <http://opendata.comune.ra.it/>. (accessed on 2020).
- Rahmstorf, S. A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise, *Science* 2007, 315(8010): 368-370, doi: 10.1126/science.1135456.
- Tarquini, S.; Isola, I.; Favalli, M.; Battistini, A. TINITALY, a digital elevation model of Italy with a 10 m-cell size (Version 1.0) [Data set], Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia 2007, doi: <https://doi.org/10.13127/TINITALY/1.0>.
- Thiéblemont, R.; Le Cozannet, G.; Toimil, A.; Meyssignac, B.; Losada, I.J. Likely and High-End Impacts of Regional Sea-Level Rise on the Shoreline Change of European Sandy Coasts Under a High Greenhouse Gas Emissions Scenario. *Water* 2019, 11-2607, doi: <https://doi.org/10.3390/w11122607>.
- Sannino G, Carillo A, Pisacane G, Naranjo C (2015) On the relevance of tidal forcing in modelling the Mediterranean thermohaline circulation. *Prog Oceanogr* 134:304–329.
- Strandberg G, Barring L, Hansson U, Jansson C, Jones C (2014) CORDEX scenarios for Europe from the Rossby Centre regional climate model RCA4.
- Tsimplis, M.N., Álvarez-Fanjul, E., Gomis, D., Fenoglio-Marc, L., Pérez, B., 2005. Mediterranean Sea level trends: atmospheric pressure and wind contribution. *Geophys. Res. Lett.* 32 (20).
- Vousdoukas, M. I.; Mentaschi, L.; Voukouvalas, E.; Verlaan, M.; Feyen, L. Extreme sea levels on the rise along Europe’s coasts. *Earth’s Future* 2017, 5, doi: 10.1002/2016EF000505.

APPENDICE AL CAPITOLO 5

Abaco di azioni progettuali

APPENDICE AL
CAPITOLO 5

1. Difesa: l'approccio ingegneristico ambientale
2. Adattamento: l'approccio ecologico integrato

1. Difesa: l'approccio ingegneristico ambientale

| Nome dell'opera | Specifiche | Descrizione | Obiettivi |
|---|--|--|--|
| <p>Delta Works: Barriera anti-tempesta Haringvliet</p>  | <p>Anno: 1950</p> <p>Luogo: Paesi bassi</p> <p>Caratteristiche: barriera (non una diga). Tre anni dopo furono chiuse altre due bocche: la Veerse Gat e la Zandkreek.</p> | <p>È il primo dei Delta Works realizzato, composto da cancelli che si alzano e si abbassano a seconda delle necessità.</p> | <p>Proteggere dalle future inondazioni di un'area dei Paesi Bassi densamente popolata (la Randstad).</p> |
| <p>Delta Works: Storm Surge Barrier Oosterschelde</p>  | <p>Anno: 1976</p> <p>Luogo: Paesi bassi</p> <p>Caratteristiche: barriera aperta (non diga chiusa), composta da un numero di chiuse azionate solo durante forti tempeste e livelli d'acqua elevati.</p> | <p>È ancora oggi una delle strutture più grandi del mondo, da alcuni considerata l'ottava meraviglia del mondo moderno.</p> | <p>Preservare l'ambiente naturale e le condizioni di pesca favorevoli garantendo la salinità.</p> |
| <p>Delta Works: Maeslant barrier</p>  | <p>Anno: 1991</p> <p>Luogo: Paesi bassi</p> <p>Caratteristiche: cancelli in acciaio imperniati su giunti sferici, che, in base ai livelli dell'acqua e alle previsioni meteorologiche, si chiudono e si riaprono automaticamente.</p> | <p>Pensata contro le mareggiate nel New Waterway (Nieuwe Waterweg), in modo tale da evitare quanto più possibile di alzare gli argini intorno a Rotterdam.</p> | <p>Proteggere la costa ma non ostacolare in alcun modo la navigazione.</p> |
| <p>I-Storm: St. Petersburg Floodprotection Barrier</p>  | <p>Anno: in corso di realizzazione</p> <p>Luogo: San Pietroburgo, Russia</p> <p>Caratteristiche: 11 dighe e 6 chiuse</p> | <p>Ispirata alla Maeslant barrier olandese.</p> | <p>Proteggere dalle inondazioni che interessano regolarmente la città di San Pietroburgo.</p> |

I-Storm: Thames Barrier



Anno: 1974
Luogo: Londra, Gran Bretagna
Caratteristiche: strutturata su nove piloni di calcestruzzo e due spalle sulle rive del fiume. Le paratie sono costruite in acciaio e possono ruotare su se stesse per chiudere i varchi in caso di necessità. Esse sono vuote all'interno e possono essere riempite d'acqua in caso di necessità, divenendo operative e chiuse in soli 15 minuti dalla loro messa in funzione

Seconda in ordine di grandezza dopo quella di Maeslantkering.
Prevenire eccezionali ondate di alta marea. Il progetto architettonico è stato affidato all'arch. Roger Walters. L'opera è diventata meta di un turismo di nicchia ed è anche stata un'occasione di rigenerazione e urbana per le aree adiacenti.

I-Storm: Stormvloedkering Ramspol



Anno: 2002
Luogo: Paesi Bassi
Caratteristiche: è composto da 3 soffiotti, ciascuno lungo 80 m, ha una capacità di 21 milioni di l, si chiude con un livello dell'acqua maggiore di 0.50m.

La barriera viene chiusa quando il livello dell'acqua raggiunge un'altezza di 50 cm s.l.m., in combinazione con un forte vento da nord-ovest e corrente interna. In un'ora, 3.500.000 l di aria e 3.500.000 l di acqua vengono pompate nei 3 "palloni giganti", facendo sì che lo sbarramento blocchi completamente il corso d'acqua. L'ultima chiusura è avvenuta nel marzo 2020.

M.O.S.E.: Bocca di Malamocco



Anno: 2012
Luogo: Venezia, Italia
Caratteristiche: costituita da 19 paratoie.

È la più profonda, si trova al centro della laguna; da qui transitano le navi dirette al porto industriale-commerciale a Marghera. Proteggere la laguna dall'acqua alta e allo stesso tempo garantire il traffico navale anche quando l'opera è in esercizio.

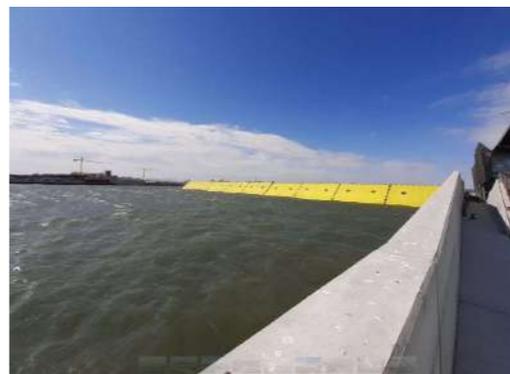
M.O.S.E.: Bocca di Lido



Anno: 2010/in corso
Luogo: Venezia, Italia
Caratteristiche: prevede due barriere di paratoie, una nel canale nord di Treporti, (21 paratoie), e una nel canale sud di San Nicolò (20 paratoie).

Le due barriere sono collegate tra loro da un'isola artificiale dove sono situati gli impianti di movimentazione e del sistema. Proteggere la laguna dall'acqua alta garantendo un basso impatto ambientale quando l'opera non è in funzione.

M.O.S.E.: Bocca di Chioggia (Baby M.O.S.E.)

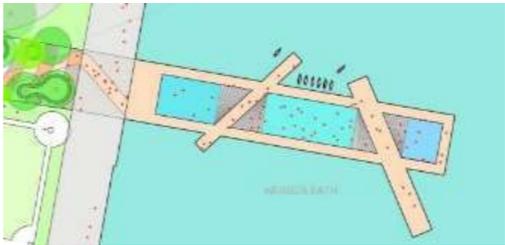


Anno: 2007
Luogo: Chioggia, Italia
Caratteristiche: costituita da 18 paratoie (molto inferiori rispetto a quelle della Bocca di Lido, per questo viene anche chiamata *Baby M.O.S.E.*).

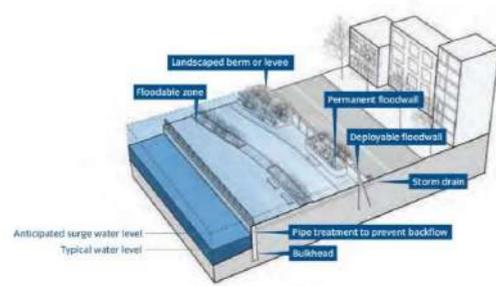
Il passaggio di pescherecci e barche da diporto molto intenso ha indotto alla decisione di realizzare un porto rifugio con doppia conca di navigazione per garantire l'entrata e l'uscita dei natanti anche durante la chiusura della barriera. Proteggere dalle inondazioni e garantire transito natanti e piccole imbarcazioni.

2. Adattamento: l'approccio ecologico integrato

| Nome dell'opera | Specifiche | Descrizione | Obiettivi |
|---|---|--|--|
| <p>The Big U Wall alternative: Bury the Fdr</p>  | <p>Anno: 2020-2025 (inizio-fine realizzazione)</p> <p>Luogo: Manhattan (NYC, U.S.A.)</p> <p>Caratteristiche: banchina protettiva</p> | <p>L'idea è stata quella di sostituire una banchina protettiva ad una classica barriera antitempesta, prevedendo su di essa anche aree ricreative e spazi verdi.</p> | <p>Questa opzione, oltre ad ampliare l'accesso al lungomare non crea cesure tra la città e il mare.</p> |
| <p>The Big U Ramp With Bleachers & overpass</p>  | <p>Anno: 2020-2025 (inizio-fine realizzazione)</p> <p>Luogo: Manhattan (NYC, U.S.A.)</p> <p>Caratteristiche: Rampa inondabile</p> | <p>Questa rampa collega il parco urbano al lungomare. Su di essa sono previste attrezzature per lo spazio pubblico.</p> | <p>Si tratta di uno spazio urbano mutevole, che cambia con il mutare delle condizioni atmosferiche, infatti in caso di alluvioni, forti piogge e acqua alta, la rampa lascia l'acqua entrare all'interno del progetto.</p> |
| <p>The Big U Bury the Fdr, Widen the park</p>  | <p>Anno: 2020-2025 (inizio-fine realizzazione)</p> <p>Luogo: Manhattan (NYC, U.S.A.)</p> <p>Caratteristiche: Rampa inondabile</p> | <p>Al posto del parcheggio viene pensata una <i>buffer zone</i> di spazio pubblico tra il progetto e il contesto urbano.</p> | <p>Il parcheggio viene interrato per dare continuità tra il progetto e il contesto urbano.</p> |

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>The Big U Una piazza d'acqua</p>  | <p>Anno: 2020-2025 (inizio-fine realizzazione)</p> <p>Luogo: Manhattan (NYC, U.S.A.)</p> <p>Caratteristiche: Piazza acquatica</p> | <p>L'intervento prevede un'area dedicata ad un piccolo porticciolo turistico e un'altra ad una piscina naturale pubblica, oltre che allo spazio pubblico sull'acqua.</p> | <p>Il concetto è quello di avvicinarsi all'acqua oltre che difendersi da essa, entrare in connessione.</p> |
| <p>The Big U Parco urbano terrazzato</p>  | <p>Anno: 2020-2025 (inizio-fine realizzazione)</p> <p>Luogo: Manhattan (NYC, U.S.A.)</p> <p>Caratteristiche: Parco pubblico terrazzato</p> | <p>L'intervento prevede una <i>buffer zone</i> con funzione di parco pubblico su più livelli, che prevedono la possibilità di essere progressivamente inondati.</p> | <p>Uno spazio verde mutevole in connessione con l'ambiente in grado di operare una ricucitura <i>green</i> tra il mare e il contesto urbano.</p> |
| <p>The Big U BMB PLAZA</p>  | <p>Anno: 2020-2025 (inizio-fine realizzazione)</p> <p>Luogo: Manhattan (NYC, U.S.A.)</p> <p>Caratteristiche: Piazza pubblica sopraelevata</p> | <p>La piazza pubblica ha una doppia funzione di spazio pubblico e protezione dalle inondazioni, infatti in essa è integrata una barriera antitempesta, sottostante la parte calpestabile.</p> | <p>L'obiettivo dell'intervento è quello di proteggerla strada carrabile e il contesto urbano dalle inondazioni garantendo uno spazio pubblico sicuro dalle inondazioni, perché sopraelevato, e dinamico in termini di attività ludico/ricreative.</p> |

Hunts Point Lifelines. | Flood Control Structures



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

Luogo: Hunts
Point, Bronx,
NYC

Caratteristiche
: Rampa
inondabile

L'intervento è pensato per essere una protezione integrata dalle inondazioni previste, infatti combina più interventi distribuiti su livelli differenti:

- **protezione:** paratie e barriere
- **approccio adattivo:** piazze e parchi inondabili

L'obiettivo è quello di prevedere dei livelli inondabili in grado di adattarsi al mutare delle condizioni atmosferiche garantendo al contempo protezione e spazio pubblico di qualità.

Hunts Point Lifelines | Green way



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

Luogo: Hunts
Point, Bronx,
NYC

Caratteristiche:
Green way

L'intervento prevede la realizzazione di una *green way* panoramica sull'acqua, in corrispondenza degli "Adaptive Edge", fruibile quando le condizioni atmosferiche lo permettono.

L'obiettivo dell'intervento è quello di rendere fruibile il lungomare di fatto negato dal muro a protezione dell'inondazioni (vedi Hunts Point Lifelines | Adaptive Edge).

Hunts Point Lifelines | Adaptive Edge



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

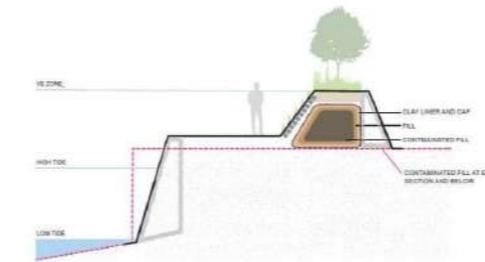
Luogo: Hunts
Point, Bronx,
NYC

Caratteristiche
: Margini
adattivi

L'intervento prevede la realizzazione di argini a contenimento delle piene, come protezione del contesto urbano.

Questi interventi sono pensati laddove non vi sia spazio sufficiente per creare *buffer zone* sulla terra ferma.

Hunts Point Lifelines | Terrazzamenti



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

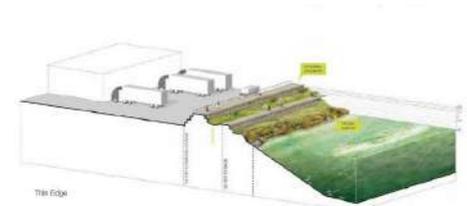
Luogo: Hunts
Point, Bronx,
NYC

Caratteristiche
: *Buffer zone*

A seconda del sito sono state previste differenti soluzioni a protezione delle inondazioni che coniugano protezione e spazio pubblico. In questo caso tramite la realizzazione di terrazzamenti.

L'obiettivo è quello di creare una protezione dalle inondazioni integrata ed ecologica.

Hunts Point Lifelines | Thin Edge



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

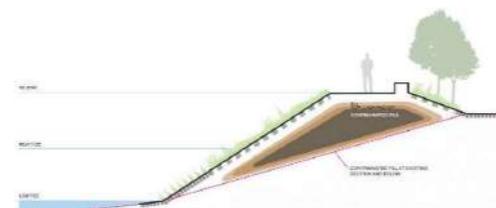
Luogo: Hunts
Point, Bronx,
NYC

Caratteristiche
: Margini
terrazzati

Questa soluzione prevede il ricorso a terrazzamenti, muri di contenimento e paratie. Una soluzione integrata che permette di coniugare protezione e realizzazione di uno spazio pubblico mutevole (inondabile).

Questo intervento è pensato per aree che prevedono la possibilità di realizzare una piccola *buffer zone* tra la barriera e il contesto urbano attenuando l'impatto visivo della protezione.

Hunts Point Lifelines | Pendenze



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

Luogo: Hunts
Point, Bronx,
NYC

Caratteristiche
: *Buffer zone*

A seconda del sito sono state previste differenti soluzioni a protezione delle inondazioni che coniugano protezione e spazio pubblico. In questo caso tramite la realizzazione di pendenze.

L'obiettivo è quello di creare una protezione dalle inondazioni integrata ed ecologica.

Hunts Point Lifelines: "L'ancora di salvezza del Bronx"



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

Luogo: Hunts
Point, Bronx,
NYC

Caratteristiche
: Margini ampi in
pendenza

Questa soluzione prevede la realizzazione di una pendenza, di un margine naturale a difesa delle inondazioni, una vera e propria *buffer zone* inondabile (non terrazzata o lievemente terrazzata).

L'obiettivo è quello di creare una continuità organica tra il contesto e il mare, in grado, al tempo stesso di offrire protezione dalle inondazioni.

Hunts Point Lifelines: | Passerelle pedonali



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

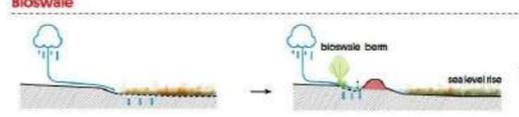
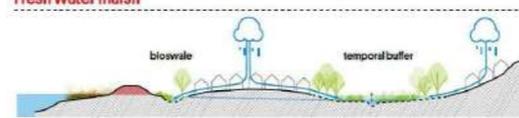
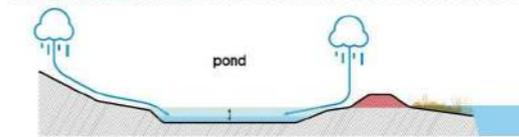
Luogo: Hunts
Point, Bronx,
NYC

Caratteristiche:
Passerelle
pedonali
sopraelevate

Le passerelle sopraelevate garantiscono al tempo stesso protezione dalle inondazioni e la possibilità di fruire del lungomare. La pavimentazione è pensata per lasciar passare la luce a protezione dell'ecosistema marino sottostante.

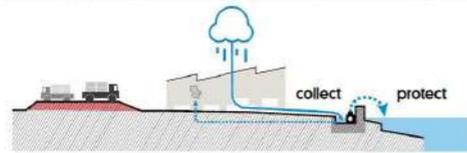
L'obiettivo dell'intervento è quello di garantire protezione dalle inondazioni, fruizione del lungomare e al tempo stesso tutelare l'ecosistema marino.

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| Hudson River Resist | | Anno: Progettazione 2014 (in corso) | La strategia "Resist" è articolata in tre macro-interventi: | L'obiettivo è quello di proteggere il contesto urbano dalle inondazioni previste. |
|  | TERRACED EDGE  | Luogo: Hunts Point, Bronx, NYC | <ul style="list-style-type: none"> • terrazzamenti che prevedono l'inserimento di spazio pubblico • paratie di protezione • muri antitempesta. | |
|  | BULKHEAD  | | | |
|  | DEPLOYABLE FLOOD WALL  | | | |
| Hudson River: Delay | | Anno: Progettazione 2014 (in corso) | La strategia "Delay" è articolata in tre macro-interventi: | Infrastrutture verdi urbane per rallentare il deflusso delle acque piovane. |
|  | PARKLAND / TERRACED EDGE  | Luogo: Hunts Point, Bronx, NYC | <ul style="list-style-type: none"> • terrazzamenti verdi, <i>green roof</i> e protezione della biodiversità. | |
|  | GREEN ROOF  | | | |
|  | BIOSWALE  | | | |
| Hudson River Store | | Anno: Progettazione 2014 (in corso) | La strategia "Store" è articolata in tre macro-interventi: | Potenziamento delle infrastrutture grigie e verdi per la raccolta e riciclo dell'acqua piovana come bacini di bioritenzione, alture e tetti verdi |
|  | CISTERN  | Luogo: Hunts Point, Bronx, NYC | <ul style="list-style-type: none"> • cisterne di raccolta • bacini di bioritenzione • realizzazione di zone umide. | |
|  | BIORETENTION BASIN  | | | |
|  | CONSTRUCTED WETLANDS  | | | |
| Hudson River Discharge | | Anno: Progettazione 2014 (in corso) | La strategia "Discharge" è articolata in tre macro-interventi: | Potenziamento dei sistemi di gestione delle acque piovane e fognari di Hoboken. |
|  | STORMWATER PUMP  | Luogo: Hunts Point, Bronx, NYC | <ul style="list-style-type: none"> • sistemi di raccolta delle acque piovane • potenziamento dei sistemi fognari | |
|  | STORM DRAIN  | | | |
| | | Caratteristiche: Sistemi di raccolta delle acque piovane, potenziamento dei sistemi fognari | | |

| | | | | |
|---|---------------------------|--|--|---|
| New Meadowlands Filtri di verde urbano | | Anno: Progettazione 2014 (in corso) | Deflusso delle acque meteoriche tramite <i>buffer zone</i> verdi. Creazione di filtri di foreste urbane. | L'obiettivo è quello di creare una zona filtro verde tra il contesto edificato e il mare. Protezione della biodiversità. |
|  | Fresh water forest | Luogo: The Meadowlands: Little Ferry, Teterboro, Moonachie, South Hackensack, Carlstadt, NJ | | |
| | | | | |
| New Meadowlands Filtri di verde urbano | | Anno: Progettazione 2014 (in corso) | Creazione di filtri di zone umide. | L'obiettivo è quello di creare una zona filtro verde tra il contesto edificato e il mare. Protezione della biodiversità. |
|  | Bioswale | Luogo: The Meadowlands: Little Ferry, Teterboro, Moonachie, South Hackensack, Carlstadt, NJ | | |
| | | | | |
| New Meadowlands Filtri di verde urbano | | Anno: Progettazione 2014 (in corso) | Creazione di filtri di zone umide. | L'obiettivo è quello di creare una zona filtro verde tra il contesto edificato e il mare. Protezione della biodiversità. |
|  | Fresh water marsh | Luogo: The Meadowlands: Little Ferry, Teterboro, Moonachie, South Hackensack, Carlstadt, NJ | | |
| | | | | |
| New Meadowlands Filtri di verde urbano | | Anno: Progettazione 2014 (in corso) | Creazione di filtri di zone umide. | L'obiettivo è quello di creare una zona filtro verde tra il contesto edificato e il mare. Protezione della biodiversità. |
|  | Kearny fresh marsh | Luogo: The Meadowlands: Little Ferry, Teterboro, Moonachie, South Hackensack, Carlstadt, NJ | | |
| | | | | |

New Meadowlands | Muri di contenimento

Flood wall



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

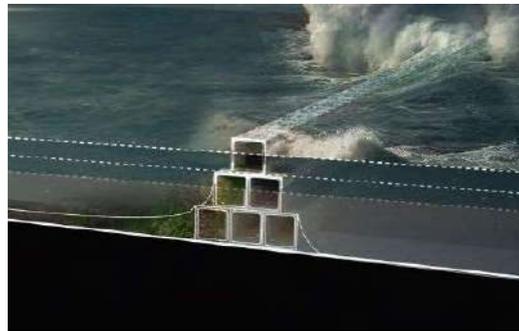
Luogo: The
Meadowlands:
Little Ferry,
Teterboro,
Moonachie,
South
Hackensack,
Carlstadt, NJ

Caratteristiche:
muri protettivi

Creazione di
barriere
antitempesta a
protezione del
contesto urbano.

L'obiettivo è
quello di
affiancare le
soluzioni più
green con delle
opere di
protezione più
contenitive
nelle aree
maggiormente
esposte a
rischio.

Resilient Bridgeport | Frangiflutti



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

Luogo:
Bridgeport,
Connecticut

Caratteristiche:
Frangiflutti in
mare aperto

I frangiflutti sono
pensati per
rispettare
l'ecosistema
marino.

L'intervento ha
in fine di
attenuare le
onde e
proteggere la
costa

Resilient Bridgeport | Muri di contenimento



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

Luogo:
Bridgeport,
Connecticut

Caratteristiche:
Muro di
contenimento

L'intervento
prevede la
realizzazione di
argini a
contenimento
delle piene, come
protezione del
contesto urbano,
ma al contempo
garantiscono la
fruizione del
lungomare tramite
passeggiate
sopraelevate.

L'obiettivo è
quello di
proteggere la
costa dalle
inondazioni
per 100 anni e
garantire
l'accesso al
lungomare da
parte della
popolazione.

Living Breakwaters | Litorale dinamico

REVIVE RECREATIONAL ECONOMIES
CASE STUDY SITE: TOTTEMVILLE, STATEN ISLAND



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

Luogo: Staten
Island, New York

Caratteristiche:
aree di
inondazione
controllata

La strategia
prevede la
realizzazione di un
litorale dinamico
che coniughi le
inondazioni
previste e lo
sviluppo
economico
dell'area con lo
sviluppo di attività
ricreative legate
all'acqua.

L'obiettivo è
quello di trarre
vantaggio dalla
mutevolezza
del territorio.

Living Breakwaters | Protezione dell'ecosistema

PROTECT SENSITIVE ECOSYSTEMS
CASE STUDY SITE: MT. LORETTO STATE PARK, STATEN ISLAND



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

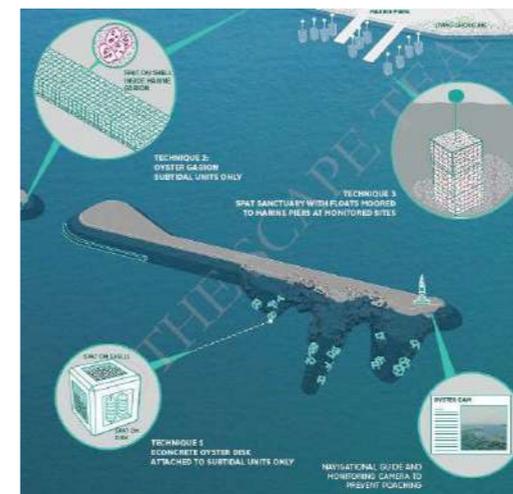
Luogo: Staten
Island, New York

Caratteristiche:
Rispetto e
protezione
dell'ecosistema

La strategia
prevede uno
sviluppo resiliente
che tenga conto
dell'ecosistema e
della biodiversità
dell'area.

L'obiettivo è
quello di trarre
vantaggio dalla
mutevolezza
del territorio.

Living Breakwaters | Frangiflutti viventi



Anno:
Progettazione
2014 (in corso)

Luogo: Staten
Island, New York

Caratteristiche:
Frangiflutti
viventi

L'area è famosa
per la presenza
delle ostriche,
minacciate dalla
pesca intensiva. I
frangiflutti previsti
offrono un *habitat*
ideale alla
riproduzione di
questa specie,
dando vita a
frangiflutti viventi.

Protezione
dell'ecosistema
marino e
protezione
dalle
inondazioni.

APPENDICE AL CAPITOLO 6

Schede di politiche e strumenti

APPENDICE AL
CAPITOLO 6

TAB. 1: Legge Urbanistica Regionale n°24/2017

TAB. 2: Pianificazione territoriale e urbanistica

TAB. 3: Pianificazione settoriale in materia di gestione delle acque

TAB. 4: Documento Strategico 2019 (preliminare alla redazione del nuovo PUG)

TAB. 5: Documento strategico (2019) “Il piano delle azioni consapevoli e integrate” (scheda di dettaglio)

TAB. 6: Progetto-guida PG1 “Il Canale Candiano per integrare città, porto e mare”

TAB. 7: Progetto-guida PG2 “Lo spessore dinamico del litorale”

| TAB. 1: Legge Urbanistica Regionale n°24/2017 | | |
|--|---|--|
| TITOLI | CAPI | ARTICOLI |
| <p>Titolo I</p> <p>PRINCIPI FONDAMENTALI E ADEGUAMENTO DELLA PIANIFICAZIONE COMUNALE</p> | | <p>Art. 1</p> <p>Principi e obiettivi generali</p> <p>a) Contenere il consumo di suolo quale [...] anche in funzione della prevenzione e della mitigazione degli eventi di dissesto idrogeologico e delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici;</p> <p>[...]</p> |
| <p>Titolo II</p> <p>DISPOSIZIONI GENERALI SULLA TUTELA E L'USO DEL TERRITORIO</p> | <p>Capo III</p> <p>Sostenibilità ambientale e territoriale dei piani.</p> | <p>Art. 21</p> <p>Dotazioni ecologiche e ambientali</p> <p>1. Le dotazioni ecologiche e ambientali del territorio sono costituite dall'insieme degli spazi, delle opere e degli interventi che concorrono [...] a contrastare i cambiamenti climatici e i loro effetti sulla società umana e sull'ambiente, a ridurre i rischi naturali e industriali e a migliorare la qualità dell'ambiente urbano; le dotazioni sono volte in particolare:</p> <p>[...]</p> <p>b) alla gestione integrata del ciclo idrico</p> <p>[...]</p> <p>g) Alla riduzione dei rischi sismico, idrogeologico, idraulico e alluvionale.</p> <p>2. La strategia per la qualità urbana ed ecologico ambientale provvede alla determinazione del fabbisogno di dotazioni ecologiche e ambientali e dei requisiti prestazionali che le stesse devono soddisfare, coordinandosi con le politiche di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici stabilite a livello europeo, nazionale e regionale e recependo le indicazioni delle pianificazioni settoriali.</p> <p>3. La strategia, nel definire il fabbisogno di dotazioni ecologiche e ambientali, persegue le seguenti finalità:</p> <p>a) garantire un miglior equilibrio idrogeologico e la funzionalità della rete idraulica superficiale, anche attraverso il contenimento dell'impermeabilizzazione dei suoli e la dotazione di spazi verdi piantumati, di bacini o zone umide [...]</p> <p>b) favorire la ricostituzione, nell'ambito urbano e periurbano, di un miglior habitat naturale, la biodiversità del suolo e la costituzione di reti ecologiche di connessione, ottenute prioritariamente con il mantenimento dei cunei verdi esistenti tra territorio rurale e territorio urbanizzato e con interventi di forestazione urbana e periurbana</p> <p>c) preservare e migliorare le caratteristiche meteorologiche locali [...] tramite la dotazione di spazi verdi piantumati, di bacini o zone umide, il mantenimento o la creazione di spazi aperti all'interno del territorio urbano e periurbano</p> <p>[...]</p> <p>Art. 22</p> <p>Quadro conoscitivo</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | | <p>1. Il quadro conoscitivo è elemento costitutivo degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica. Esso provvede alla organica rappresentazione e valutazione dello stato del territorio e dei processi evolutivi che lo caratterizzano, con particolare attenzione agli effetti legati ai cambiamenti climatici, e costituisce riferimento necessario per la definizione degli obiettivi e dei contenuti del piano e per la Valsat di cui all'articolo 18. [...]</p> <p>3. Allo scopo di semplificare la predisposizione del quadro conoscitivo dei piani comunali, la Regione, la Città metropolitana di Bologna e i soggetti d'area vasta rendono disponibile gratuitamente il quadro conoscitivo dei propri strumenti di pianificazione e provvedono costantemente al loro aggiornamento.</p> <p>4. La Regione, la Città metropolitana di Bologna e i soggetti d'area vasta provvedono altresì alla predisposizione e all'aggiornamento, nelle materie di rispettiva competenza stabilite dalla presente legge e dalla legislazione settoriale, di appositi elaborati cartografici sui sistemi ambientali, paesaggistici, naturali, insediativi e infrastrutturali, su aspetti fisici e morfologici del territorio, sull'utilizzazione del suolo e sullo stato della pianificazione. [...]</p> <p>6. I Comuni nella predisposizione del quadro conoscitivo del PUG integrano le informazioni e i dati conoscitivi di cui ai commi 3 e 4 del presente articolo con le informazioni ottenute ai sensi dell'articolo 23, procedendo solo alle integrazioni e agli approfondimenti necessari per le tematiche di competenza dei propri strumenti di pianificazione. In particolare, per la definizione delle politiche di riuso e di rigenerazione urbana, i Comuni attuano un'approfondita analisi [...] delle aree dismesse, non utilizzate o abbandonate e di quelle degradate.</p> <p>7. I piani settoriali provvedono ad integrare e approfondire il quadro conoscitivo del piano generale del medesimo livello di governo esclusivamente con gli approfondimenti relativi al loro specifico campo di interesse.</p> |
| Titolo III STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE | | <p>Art. 29 Piani urbanistici e territoriali</p> <p>1. Il presente titolo disciplina gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, individuando gli ambiti di competenza di ciascun livello di pianificazione e i contenuti essenziali degli stessi.</p> <p>2. Allo scopo di assicurare la massima semplificazione degli strumenti di pianificazione e di rendere omogenea l'applicazione della presente legge, la Giunta regionale, con apposito atto di coordinamento tecnico emanato ai sensi dell'articolo 49, definisce indirizzi sui contenuti dei piani e sulle politiche generali che li caratterizzano. [...]</p> |
| | Capo I Pianificazione comunale | <p>Art. 30 Strumenti urbanistici dei Comuni e delle loro Unioni e piani intercomunali</p> <p>1. [...] la pianificazione urbanistica comunale si articola in:</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>a) un unico Piano urbanistico generale (PUG), che stabilisce la disciplina di competenza comunale sull'uso e la trasformazione del territorio, con particolare riguardo ai processi di riuso e di rigenerazione urbana; [...]</p> |
| | | <p>Art. 31 Piano urbanistico generale (PUG)</p> <p>[...]</p> <p>2. [...] sulla base di un'approfondita analisi e valutazione dei tessuti urbani esistenti e avvalendosi delle risultanze del quadro conoscitivo e delle informazioni ambientali e territoriali di cui agli articoli 22 e 23, il PUG:</p> <p>a) individua il perimetro del territorio urbanizzato, detta la disciplina del centro storico e stabilisce i vincoli e le invarianze strutturali di propria competenza, di cui all'articolo 32;</p> <p>b) disciplina il territorio urbanizzato, di cui all'articolo 33;</p> <p>c) stabilisce la strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale, di cui all'articolo 34; [...]</p> |
| | | <p>Art. 34 Strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale</p> <p>1. Il PUG, attraverso la strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale, persegue l'obiettivo di rafforzare l'attrattività e competitività dei centri urbani e del territorio, [...] il miglioramento del benessere ambientale e l'incremento della resilienza del sistema abitativo rispetto ai fenomeni di cambiamento climatico e agli eventi sismici. [...] In particolare, la strategia fissa, attraverso l'indicazione di requisiti prestazionali e di condizioni di sostenibilità da soddisfare, gli obiettivi generali che attengono:</p> <p>a) ai livelli quantitativi e qualitativi del sistema delle dotazioni territoriali, delle infrastrutture per la mobilità e dei servizi pubblici da realizzare nel territorio comunale;</p> <p>b) al grado di riduzione della pressione del sistema insediativo sull'ambiente naturale, di adattamento ai cambiamenti climatici, di difesa o di delocalizzazione dell'abitato e delle infrastrutture a rischio e di miglioramento della salubrità dell'ambiente urbano, anche grazie all'attuazione delle misure di compensazione e di riequilibrio ambientale e territoriale e alla realizzazione e al potenziamento delle dotazioni ecologiche e ambientali, di cui agli articoli 20 e 21.</p> |
| | | <p>Art. 37 Tavola dei vincoli</p> <p>1. [...] i Comuni si dotano di un apposito strumento conoscitivo, denominato "tavola dei vincoli". In esso sono rappresentati tutti i vincoli e le prescrizioni che precludono, limitano o condizionano l'uso o la trasformazione del territorio, [...]</p> <p>2. Al fine di favorire la predisposizione della tavola dei vincoli, la Regione, la Città metropolitana di Bologna e i soggetti d'area vasta di cui all'articolo 42, comma 2, mettono a</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>disposizione dei Comuni in formato digitale gli elaborati dei propri piani che individuano i perimetri degli ambiti soggetti a prescrizioni e vincoli territoriali. La Regione inoltre, in collaborazione con le amministrazioni competenti, provvede con appositi atti ricognitivi ad individuare, aggiornare periodicamente e mettere a disposizione dei Comuni in formato digitale la raccolta dei vincoli di natura ambientale, paesaggistica e storico-artistici che gravano sul territorio regionale.</p> <p>3. La tavola dei vincoli costituisce, a pena di illegittimità, elaborato costitutivo degli strumenti di pianificazione urbanistica e delle relative varianti. [...]</p> <p>[...]</p> |
| | <p>Capo II Pianificazione territoriale</p> | <p>Art. 40 Piano territoriale regionale (PTR)</p> <p>1. La Regione, nell'esercizio del ruolo istituzionale di indirizzo, pianificazione e controllo riconosciute dalla legge regionale 30 luglio 2015, n. 13 [...] si dota di un unico piano generale, denominato Piano territoriale regionale (PTR), caratterizzato dall'integrazione di una componente strategica e una strutturale. Il PTR ricomprende e coordina, in un unico strumento di pianificazione relativo all'intero territorio regionale, la disciplina per la tutela e la valorizzazione del paesaggio di cui al titolo V della presente legge e la componente territoriale del Piano regionale integrato dei trasporti (PRIT) [...]</p> <p>2. [...]</p> <p>3. Nella formazione del PTR la Regione persegue la massima integrazione tra tutti i livelli istituzionali del governo territoriale, valorizzando le nuove sedi per la governance multilivello previste dagli articoli 6 e 10 della legge regionale n. 13 del 2015, quali strumenti di concertazione e codicisione delle strategie territoriali e di condivisione degli indirizzi [...]</p> <p>5. La componente strategica del PTR attiene alla definizione degli obiettivi, indirizzi e politiche che la Regione intende perseguire per garantire la tutela del valore paesaggistico, ambientale, culturale e sociale del suo territorio e per assicurare uno sviluppo economico e sociale sostenibile ed inclusivo, che accresca insieme la competitività e la resilienza del sistema territoriale regionale e salvaguardi la riproducibilità delle risorse. [...]</p> <p>8. Il PTR assume, per gli aspetti a valenza territoriale, la Strategia regionale di sviluppo sostenibile, con la quale detta il quadro di riferimento per la Valsat dei piani e programmi territoriali e urbanistici disciplinati dalla presente legge. In coerenza con gli obiettivi e le operazioni del Programma di sviluppo rurale (PSR), il PTR detta inoltre la disciplina generale per la qualificazione e lo sviluppo paesaggistico ed ambientale del territorio rurale.</p> |
| | | <p>Art. 42 Piano territoriale di area vasta (PTAV)</p> <p>[...]</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | | <p>3. Per l'esercizio delle funzioni di cui al comma 1 i soggetti d'area vasta approvano il PTAV con il quale, in particolare:</p> <p>a) definiscono gli indirizzi strategici di assetto e cura del territorio e dell'ambiente, in coerenza con gli obiettivi strategici regionali stabiliti dal PTR;</p> <p>b) possono stabilire l'assegnazione ai Comuni di quote differenziate di capacità edificatoria ammissibile, secondo quanto previsto dall'articolo 6, comma 4, tenendo conto della sostenibilità ambientale e territoriale degli insediamenti;</p> <p>c) disciplinano gli insediamenti di rilievo sovracomunale di cui all'articolo 41, comma 6, lettera d);</p> <p>d) possono individuare ambiti di fattibilità delle opere e infrastrutture di rilievo sovracomunale, ai sensi dell'articolo 41, comma 7;</p> <p>e) possono individuare i servizi ecosistemici ed ambientali forniti dai sistemi ambientali presenti nell'ambito territoriale di propria competenza.</p> |
| | <p>Titolo V TUTELA E VALORIZZAZIONE DEL PAESAGGIO</p> | <p>Art. 62 Principi generali per la tutela e valorizzazione del paesaggio</p> <p>1. Il presente titolo, nell'osservanza dell'articolo 9 della Costituzione e dei principi della Convenzione europea sul paesaggio, firmata a Firenze il 20 ottobre 2000 e ratificata ai sensi della legge 9 gennaio 2006, n. 14, e in attuazione del decreto legislativo n. 42 del 2004, persegue l'obiettivo dell'integrazione tra la primaria esigenza della tutela del paesaggio regionale ed i processi di pianificazione territoriale e urbanistica.</p> <p>2. Nel rispetto dei principi di sussidiarietà, adeguatezza e differenziazione, la Regione, la Città metropolitana di Bologna, i soggetti di area vasta, i Comuni e loro Unioni e le altre amministrazioni pubbliche, ciascuna nell'ambito della propria competenza, contribuiscono alla tutela, alla valorizzazione e alla gestione sostenibile del paesaggio.</p> <p>3. Il paesaggio è componente essenziale del contesto di vita della popolazione regionale, in quanto espressione dell'identità culturale e dei valori storico-testimoniali, naturali, morfologici ed estetici del territorio. Pertanto, le amministrazioni pubbliche assumono la tutela e la valorizzazione del paesaggio quale riferimento per la definizione delle politiche a incidenza territoriale.</p> |
| | | <p>Art. 63 Compiti della Regione e politica per il paesaggio</p> <p>[...]</p> <p>1. La politica per il paesaggio ha l'obiettivo di migliorare la qualità dei paesaggi regionali tramite la salvaguardia e il rafforzamento dei valori identitari e la gestione sostenibile del paesaggio. In particolare, la politica per il paesaggio si sviluppa attraverso le seguenti azioni:</p> <p>a) la tutela del paesaggio attuata dal PTPR, il quale, assieme agli altri strumenti di pianificazione, ha il compito di governare e indirizzare le azioni di tutela mediante la definizione delle regole e degli obiettivi di qualità del paesaggio regionale</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>b) La valorizzazione del paesaggio attraverso progetti di tutela, recupero e valorizzazione, finalizzati all'attuazione degli obiettivi e delle politiche di miglioramento della qualità paesaggistica fissati dal PTPR;</p> <p>c) la vigilanza sull'esercizio delle funzioni amministrative in materia di paesaggio, nonché il monitoraggio, mediante l'Osservatorio regionale per la qualità del paesaggio, dell'attuazione della pianificazione paesaggistica e delle trasformazioni dei paesaggi regionali.</p> |
| | | <p>Art. 64 Piano territoriale paesaggistico regionale (PTPR)</p> <p>[...]</p> <p>5. Il PTPR individua per ciascun ambito obiettivi di qualità paesaggistica indirizzati a realizzare azioni di:</p> <p>a) mantenimento delle caratteristiche, degli elementi costitutivi e delle morfologie dei luoghi sottoposti a tutela;</p> <p>b) individuazione delle linee di sviluppo sostenibile del territorio, compatibili con i valori e i significati riconosciuti del paesaggio;</p> <p>c) valorizzazione, recupero e riqualificazione degli immobili e delle aree compromessi o degradati, diretti a reintegrare i valori preesistenti ovvero a creare nuovi valori paesaggistici, perseguendo il miglioramento della qualità complessiva del territorio e il rafforzamento delle diversità locali, assicurando, nel contempo, il minor consumo di suolo.</p> <p>6. Il PTPR definisce i criteri per l'apposizione, la verifica e l'aggiornamento dei vincoli paesaggistici, con l'obiettivo di identificare il sistema dei valori identitari, rappresentativi della diversità paesaggistica e culturale del territorio emiliano-romagnolo.</p> <p>7. Il PTPR, sulla base dei valori paesaggistici indicati e dei livelli di tutela definiti dalle norme nazionali e regionali e delle linee guida attuative dell'articolo 12, comma 10, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 (Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità), individua le aree del territorio regionale non idonee alla localizzazione di specifiche tipologie di impianti tecnologici di produzione e trasporto di energia e le aree sottoposte a peculiari limitazioni.</p> |
| | | <p>Art. 6 Coordinamento della pianificazione paesaggistica con gli altri strumenti di pianificazione</p> <p>1. Ai sensi dell'articolo 145, comma 3, del decreto legislativo n. 42 del 2004, le disposizioni del PTPR non sono derogabili da parte di piani, programmi e progetti statali, regionali e locali di sviluppo economico, sono cogenti per gli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica e prevalgono, per le tematiche di propria competenza, sulle eventuali disposizioni difformi previste dai medesimi strumenti di</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>pianificazione e dagli atti amministrativi attuativi posti in essere da Città metropolitana di Bologna, soggetti di area vasta, Comuni e loro Unioni. Per quanto attiene alla tutela del paesaggio, le disposizioni del PTPR sono comunque prevalenti sulle disposizioni contenute negli atti di pianificazione ad incidenza territoriale, previsti dalle normative di settore, ivi compresi quelli degli enti di gestione delle aree naturali protette.</p> <p>[...]</p> <p>5. Gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica possono avanzare motivatamente proposte di verifica e aggiornamento dei vincoli paesaggistici presenti sul territorio, comprensive delle prescrizioni, delle misure e dei criteri di gestione dei beni paesaggistici e dei relativi interventi di valorizzazione. Le proposte sono trasmesse alla Commissione regionale per il paesaggio, che assume le determinazioni di cui all'articolo 71.</p> |
| | | <p>Art. 69 Compiti dei Comuni</p> <p>1. I Comuni e le loro Unioni, attraverso i PUG, perseguono gli obiettivi di qualità paesaggistica individuati dal PTPR e danno attuazione alle disposizioni generali di tutela e valorizzazione del valore paesaggistico del territorio rurale stabilite dal medesimo piano regionale ai sensi dell'articolo 36, comma 1. I PUG, in ragione del maggior livello di dettaglio dei propri elaborati cartografici, possono rettificare le delimitazioni dei sistemi, delle zone e degli elementi operate dal PTPR, per portarle a coincidere con le suddivisioni reali rilevabili sul territorio.</p> <p>2. Sono delegate ai Comuni le funzioni amministrative di cui agli articoli 146, 147, 150, 151, 152, 153, 154, 159, 167 e 181 del decreto legislativo n. 42 del 2004, nonché le funzioni attinenti alla valutazione di compatibilità paesaggistica delle opere edilizie, da svolgersi nell'ambito dei procedimenti di sanatoria ordinaria e speciale. I Consigli comunali possono conferire le medesime funzioni amministrative alle Unioni di Comuni.</p> <p>[...]</p> |

Tab.1_Matrice dei contenuti della Legge Urbanistica Regionale n°24/2017 specificatamente riferiti al tema dei cambiamenti climatici e ritenuti più rilevanti ai fini della presente tesi. Elaborazione di Marsia Marino (2020).

| TAB. 2: Pianificazione territoriale e urbanistica | | | |
|---|--|---|--|
| LIVELLO | PIANO | POLICY | VALENZA |
| Regione Emilia-Romagna | Piano territoriale regionale (PTR) | Ai sensi dell'articolo 23 della L.R. 20/2000 è lo strumento di programmazione con il quale la Regione definisce gli obiettivi per lo sviluppo e la coesione sociale, per accrescere la competitività del sistema territoriale regionale, per garantire la riproducibilità, la qualificazione e la valorizzazione delle risorse sociali ed ambientali. | |
| | Piano territoriale paesistico regionale (PTPR) | <p>Definisce gli obiettivi e le politiche di tutela e valorizzazione del paesaggio, con riferimento all'intero territorio regionale.</p> <p>Definisce 23 Unità di Paesaggio (Ravenna ricade nell'Unità di Paesaggio Costa Nord_Tav.1PTCP_Scala 1:100.000)</p> | <p>Parte tematica del Piano Territoriale Regionale</p> <p>Influenza le strategie e le azioni di trasformazione del territorio sia attraverso la definizione di un quadro normativo di riferimento per la pianificazione provinciale e comunale, sia mediante singole azioni di tutela e di valorizzazione paesaggistico-ambientale.</p> <p>Gli operatori ai quali si rivolge sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regione, nella sua attività di pianificazione territoriale e di programmazione generale e di settore; - Province, che nell'elaborazione dei Piani territoriali di coordinamento provinciale (Ptcp), assumono ed approfondiscono i contenuti del Ptptr nelle varie realtà locali; - Comuni, che garantiscono la coesione tra tutela e sviluppo attraverso i loro strumenti di |

| | | | |
|-----------------------------|---|--|--|
| | | | <p>pianificazione generale; gli operatori pubblici e privati le cui azioni incidono sul territorio.</p> <p>È vigente il Prit 98, approvato con delibera del Consiglio regionale n. 1322 del 22/12/1999.</p> <p>La Regione ha avviato il percorso per l'elaborazione del nuovo PRIT 2025, che sta seguendo l'iter previsto dall'art. 5 bis L.R. 30/1998 (e s.m.i.) per la sua approvazione, nonché le disposizioni della L.R. 20/2000.</p> <p>Le Province dovranno recepire, nella redazione dei Ptcp (Piani territoriali di coordinamento provinciali), oltre al quadro infrastrutturale, gli aspetti strategici del sistema della mobilità indicati dal PRIT, specificando quanto verrà affidato ai Piani settoriali della mobilità provinciale.</p> <p>Compete ai Comuni, invece, in riferimento alle situazioni locali, specificare, approfondire e attuare i contenuti propri degli strumenti di pianificazione territoriale sovraordinati.</p> |
| | Piano regionale integrato dei trasporti | <p>La Legge regionale n. 30 del 1998 (Disciplina generale del trasporto pubblico regionale e locale) individua il Prit (Piano regionale integrato dei trasporti) come il principale strumento di pianificazione con cui la Regione stabilisce indirizzi e direttive per le politiche regionali sulla mobilità e fissa i principali interventi e le azioni prioritarie da perseguire nei diversi ambiti di intervento.</p> <p>La legge individua tre livelli su cui articolare la pianificazione dei trasporti: regionale, provinciale e comunale.</p> | |
| Provincia di Ravenna | Piano territoriale di coordinamento provinciale - Ravenna (PTCP) | I PTCP sono strumenti di pianificazione generale che ogni Provincia è tenuta a predisporre nel rispetto della pianificazione regionale. Definiscono le strategie per lo sviluppo territoriale e individuano le linee di azione possibili che costituiscono il riferimento per la pianificazione comunale. | Il PTCP è sede di raccordo e verifica delle politiche settoriali della Provincia (tra cui: Piano Provinciale di Risanamento della Qualità dell'Aria (PPRQA), Piano Tutela Acque (variante al PTCP), Piano Energetico Provinciale) e strumento di indirizzo e coordinamento per la pianificazione urbanistica comunale. |
| | Piano territoriale di area vasta (PTAV) | Scelte strategiche e strutturali di assetto del territorio, di sviluppo sociale ed economico territoriale e di tutela e | È in corso il processo di adeguamento alle previsioni della LR 24/2017 (entro il 01/01/2021) dei Piani territoriali di area vasta (PTAV) |

| | | | |
|--------------------------|--|--|---|
| | | valorizzazione ambientale. Esercita la funzione di coordinamento delle scelte urbanistiche dei Comuni e delle loro Unioni. | |
| Comune di Ravenna | Piano Strutturale Comunale (PSC) - Come da indicazioni della Legge Urbanistica Regionale n°24/2017 è prevista una variante generale di raccordo alla nuova pianificazione con procedura semplificata | Strumento di pianificazione urbanistica generale che deve essere predisposto dal Comune, con riguardo a tutto il proprio territorio, per delineare le scelte strategiche di assetto e sviluppo e per tutelare l'integrità fisica ed ambientale e l'identità culturale dello stesso. | Il PSC non attribuisce in nessun caso potestà edificatoria alle aree né conferisce alle stesse una potenzialità edificatoria subordinata all'approvazione del POC ed ha efficacia conformativa del diritto di proprietà limitatamente all'apposizione dei vincoli e condizioni non aventi natura espropriativa. |
| | Regolamento urbanistico edilizio (RUE) - Come da indicazioni della Legge Urbanistica Regionale n°24/2017 è prevista una variante generale di raccordo alla nuova pianificazione con procedura semplificata | Contiene le norme attinenti alle attività di costruzione, di trasformazione fisica e funzionale e di conservazione delle opere edilizie, ivi comprese le norme igieniche di interesse edilizio, nonché la disciplina degli elementi architettonici e urbanistici, degli spazi verdi e degli altri elementi che caratterizzano l'ambiente urbano. | |
| | Piano operativo comunale (POC) - Come da indicazioni della Legge Urbanistica Regionale n°24/2017 è prevista una variante generale di raccordo alla nuova pianificazione con procedura semplificata. | Il Piano Operativo Comunale (POC) è lo strumento urbanistico che individua e disciplina gli interventi di tutela e valorizzazione, di organizzazione e trasformazione del territorio da realizzare nell'arco temporale di cinque anni. | |

Tab.2_Matice della pianificazione territoriale e urbanistica i cui effetti ricadono sul Comune di Ravenna. Elaborazione di Marsia Marino (2020).

| TAB. 3: Pianificazione settoriale in materia di gestione delle acque | | | |
|--|---|---|---|
| LIVELLO | PIANO | POLICY | VALENZA |
| Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli | Variante di coordinamento tra il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni e il Piano di Stralcio per il rischio Idrogeologico | Finalizzata a migliorare i livelli di sicurezza idraulica ed idrogeologica del territorio per la riduzione del rischio, in un'ottica di salvaguardia dell'ambiente e del paesaggio. Indica le aree di potenziale allagamento, quelle a rischio frana e quelle soggette ad alluvioni frequenti, poco frequenti o rare. | Recepte da RUE (risultano superate le tavole dei vincoli approvate con la "Variante 2015 di adeguamento e semplificazione del RUE" (DCC 4946/88 del 14/04/2016) inerenti il Piano stralcio per il Rischio Idrogeologico - Bacini Regionali Romagnoli e Bacino di Reno, precisamente RUE 10.4 e RUE 10.4.1 e le relative schede dei vincoli contenute nel RUE 10). |

Tab.3_Matice della pianificazione settoriale in materia di gestione delle acque i cui effetti ricadono sul Comune di Ravenna. Elaborazione di Marsia Marino (2020).

| TAB. 4: Documento Strategico 2019 (preliminare alla redazione del nuovo PUG) | | |
|--|--|--|
| Obiettivi | Lineamenti strategici | Azioni progettuali |
| Obiettivo 1: Ravenna città resiliente, adattiva e antifragile | LS1: Consolidare e qualificare il sistema lineare complesso del litorale ravennate come "parco marittimo". | AP1: Attivare interventi di protezione e ripascimento degli arenili, dei sistemi dunali e dei relativi apparati vegetali ante/retrodunali per dare risposta integrata ai rischi di subsidenza, liquefazione dei suoli, innalzamento del livello dei mari ed erosione costiera, privilegiando tecniche di ingegneria naturalistica. |
| | | AP2: Salvaguardare e qualificare paesaggisticamente ed ecologicamente le Piallasse Baiona e Piomboni, gli specchi lacustri e le zone umide lungo la fascia costiera. |
| | LS2: Ridurre diffusamente la vulnerabilità di | AP1 Incentivare processi adattivi di riduzione della vulnerabilità dei |

| | | |
|--|---|---|
| | edifici e tessuti edilizi ai rischi naturali e antropici (sismico, idraulico, energetico e microclimatico). | tessuti edilizi nelle aree a rischio Idrogeologico e idraulico attraverso opportune regolamentazioni degli usi compatibili dei piani terra e seminterrati. |
| | | AP2: Prevedere interventi di salvaguardia e messa in sicurezza del patrimonio storico-architettonico e archeologico vulnerabile ai processi di subsidenza ed emersione della falda. |
| Obiettivo 4: Ravenna città-mosaico, multifunzionale e creativa | LS2_ Promuovere programmi operativi per il recupero e la valorizzazione di sistemi integrati natura/cultura e destagionalizzare il turismo. | AP4 Potenziare il sistema degli itinerari trasversali alla costa di connessione tra il "Parco marittimo" e le risorse ambientali e storico-culturali del Distretto ambientale della zona nord di Ravenna, ZPS di Mezzano, centro storico di Ravenna e Distretto di Classe, mettendo in rete anche altri nuclei frazionali della campagna. |
| | | AP5: Configurare la futura Stazione marittima anche come grande struttura multifunzionale per eventi culturali e congressuali a servizio della rete natura-cultura e di un nuovo rapporto città-mare. |

Tab.4_Matrice dei contenuti del Documento strategico del 2019 specificatamente riferiti al tema dei cambiamenti climatici e ritenuti più rilevanti ai fini della presente tesi. Elaborazione di Marsia Marino (2020).

TAB. 5: Documento strategico (2019) "Il piano delle azioni consapevoli e integrate" (scheda di dettaglio)

| Azioni | Sistema di riferimento | Strategia | Tipologia dell'intervento | Efficacia |
|---|---|---|--|-------------------------|
| Obiettivo 1_LS1_AP1: Attivare interventi di protezione e ripascimento degli arenili, dei sistemi dunali e dei relativi apparati vegetali ante/retrodunali per dare risposta integrata ai rischi di subsidenza, liquefazione dei suoli, innalzamento del livello dei mari ed erosione costiera, privilegiando tecniche di ingegneria naturalistica. | Sistema ambientale e dei valori storico-culturali | <ul style="list-style-type: none"> Adattamento_l'approccio ecologico integrato Difesa_l'approccio ingegneristico ambientale | Fisica | A lungo termine |
| Obiettivo 1_LS1_AP2: Salvaguardare e qualificare paesaggisticamente ed ecologicamente le Piasselle Baiona e Piomboni, gli specchi lacustri e le zone umide lungo la fascia costiera | Sistema ambientale e dei valori storico-culturali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | Fisica | A lungo termine |
| Obiettivo 1_LS2_AP1: Incentivare processi adattivi di riduzione della vulnerabilità dei tessuti edilizi nelle aree a rischio Idrogeologico e idraulico attraverso | Sistema insediativo-morfologico | <ul style="list-style-type: none"> Adattamento_l'approccio ecologico integrato Ricollocazione/Delocalizzazione | <ul style="list-style-type: none"> Organizzativa Economica | A medio e lungo termine |

| | | | | |
|---|---|---|--|-----------------|
| opportune regolamentazioni degli usi compatibili dei piani terra e seminterrati. | | | | |
| Obiettivo 1_LS2_AP2: Prevedere interventi di salvaguardia e messa in sicurezza del patrimonio storico-architettonico e archeologico vulnerabile ai processi di subsidenza ed emersione della falda. | Sistema insediativo-morfologico | <ul style="list-style-type: none"> Adattamento_l'approccio ecologico integrato | Fisica | A lungo termine |
| Obiettivo 4_LS2_AP4 Potenziare il sistema degli itinerari trasversali alla costa di connessione tra il "Parco marittimo" e le risorse ambientali e storico-culturali del Distretto ambientale della zona nord di Ravenna, ZPS di Mezzano, centro storico di Ravenna e Distretto di Classe, mettendo in rete anche altri nuclei frazionali della campagna. | Sistema delle infrastrutture e dotazioni territoriali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> Fisica Organizzativa | A lungo termine |
| Obiettivo 4_LS2_AP5: Configurare la futura Stazione marittima anche come grande struttura multifunzionale per eventi culturali e congressuali a servizio della rete natura-cultura e di | Sistema delle infrastrutture e dotazioni territoriali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> Fisica Organizzativa Economica | A lungo termine |

| | | | | |
|------------------------------|--|--|--|--|
| un nuovo rapporto città-mare | | | | |
|------------------------------|--|--|--|--|

Tab.5_Matrice delle azioni previste dal Documento strategico del 2019 con valenza di adattamento del territorio agli effetti del SLR. Elaborazione di Marsia Marino (2020).

| TAB. 6: Progetto-guida PG1 "Il Canale Candiano per integrare città, porto e mare" | | | | | |
|---|---|--|--|---|-----------------|
| Progetti strutturali | Azioni | Sistema di riferimento | Strategia | Tipologia dell'intervento | Efficacia |
| Darsena di città | La Darsena come piazza d'acqua attrezzata e le banchine come promenade alberate fin oltre il ponte mobile | <ul style="list-style-type: none"> Sistema ambientale e dei valori storico-culturali Sistema insediativo-morfologico | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | Fisica | A lungo termine |
| Porto Canale | Dragaggio del porto canale e adeguamento banchine (progetto "Hub portuale 2017") | <ul style="list-style-type: none"> Sistema delle infrastrutture e dotazioni territoriali | Difesa_l'approccio ingegneristico ambientale | <ul style="list-style-type: none"> Fisica Economica | A lungo termine |

Tab.6_Matrice delle azioni previste dal progetto guida PG1 "Il Canale Candiano per integrare città, porto e mare". Elaborazione di Marsia Marino (2020).

| TAB. 7: Progetto-guida PG2 “Lo spessore dinamico del litorale” | | | | | |
|--|---|---|---|---|-----------------|
| Progetti strutturali | Azioni | Sistema di riferimento | Strategia | Tipologia dell'intervento | Efficacia |
| Fascia costiera | Creazione di un “Parco marittimo” lungo tutto il litorale con ripascimento degli arenili e ricostituzione dei sistemi dunali e vegetazionali compromessi e delle pinete, attraverso interventi di rinaturazione e riforestazione e tecniche di ingegneria naturalistica | Sistema ambientale e dei valori storico culturali | <ul style="list-style-type: none"> Adattamento_l'approccio ecologico integrato Difesa_l'approccio ingegneristico ambientale | Fisica | A lungo termine |
| | Interventi di protezione della costa dall'erosione attraverso sistemi di ingegneria naturalistica | Sistema ambientale e dei valori storico culturali | Difesa_l'approccio ingegneristico ambientale | Fisica | A lungo termine |
| | Salvaguardia e valorizzazione naturalistica delle piallasse e degli altri specchi d'acqua, anche attraverso azioni di contrasto ai processi di eutrofizzazione e inquinamento, con particolare attenzione alla piallassa Piomboni | Sistema ambientale e dei valori storico culturali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | Fisica | A lungo termine |
| | Distretto ambientale della zona nord di Ravenna: Natura | <ul style="list-style-type: none"> Sistema ambientale e dei valori | <ul style="list-style-type: none"> Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> Fisica Organizzativa | A lungo termine |

| | | | | |
|--|--|---|--|-----------------|
| - Museo Ravennate di Scienze Naturali “Alfredo Brandolini”, Centro Visite Del Parco Del Delta e comprensorio di Punta Alberete - Valle Mandriole e dell'aula Didattica di Ca' Vecchia in Pineta San Vitale | <ul style="list-style-type: none"> storico culturali Sistema delle infrastrutture dotazioni territoriali | <ul style="list-style-type: none"> Ricollocazione/Delocalizzazione | <ul style="list-style-type: none"> Economica | |
| Riqualificazione ambientale e funzionale delle aree agricole interessate dai fenomeni di ingressione marina (ambiti ex ARA e AVN) con interventi di forestazione e/o agricoltura compatibile individuando forme sostenibili di compensazione | Sistema ambientale e dei valori storico culturali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> Fisica Economica | A lungo termine |
| Valorizzazione ambientale di fiumi e torrenti, a partire dalle aree di foce, attraverso il potenziamento dei percorsi ciclo-pedonali esistenti e la connessione con le stazioni della metro-ferrovia di cui al Progetto-guida PG3 “La metro-ferrovia delle risorse storico archeologiche e ambientali” (in accordo con i processi partecipativi in corso e i costituendi | <ul style="list-style-type: none"> Sistema ambientale e dei valori storico culturali Sistema delle infrastrutture dotazioni territoriali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> Fisica Organizzativa Economica | A lungo termine |

| | | | | | |
|--|--|--|---|--|-----------------|
| | contratti di fiume "Fiumi uniti per tutti" e "Terre del Lamone") | | | | |
| | Riqualificazione dei capanni da pesca e dei manufatti precari lungo le sponde dei canali e delle piallasse, per usi compatibili con la fruizione naturalistica e, ove possibile, con la previsione di servizi turistici di base (birdwatching, didattica, punti informativi, ecc.) | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema ambientale e dei valori storico culturali • Sistema insediati vo-morfologico | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> • Fisica • Economica | A lungo termine |
| | Razionalizzazione dell'uso turistico organizzato delle spiagge ("Piano dell'Arenile") | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema ambientale e dei valori storico culturali • Sistema insediati vo-morfologico • Sistema delle infrastrutture dotazioni territoriali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> • Fisica • Organizzativa • Economica | A lungo termine |
| | Potenziamento dei servizi minimi dei Lidi finalizzato al superamento della stagionalità e all'abitabilità stanziale | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema ambientale e dei valori storico culturali • Sistema insediati vo-morfologico • Sistema delle infrastrutture dotazioni | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> • Fisica • Organizzativa • Economica | A lungo termine |

| | | | | | |
|--------------|--|--|---|---|-----------------|
| | | territoriali | | | |
| | Riqualificazione di edifici dismessi per servizi a turisti e abitanti | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema insediati vo-morfologico | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> • Fisica | A lungo termine |
| | Incentivazione di interventi finalizzati al o superamento della stagionalità turistica attraverso l'uso integrato delle risorse storico culturali, ambientali e ludico-ricreative del territorio ravennate | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema ambientale e dei valori storico culturali • Sistema insediati vo-morfologico • Sistema delle infrastrutture dotazioni territoriali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> • Fisica • Economica | A lungo termine |
| | Sviluppo di azioni di valorizzazione della filiera del cibo tra le aree di produzione agricola, la trasformazione, commercializzazione, la vendita e la ristorazione | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema ambientale e dei valori storico culturali • Sistema delle infrastrutture dotazioni territoriali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> • Fisica • Economica | A lungo termine |
| Porto canale | Potenziamento e razionalizzazione del servizio di traghettamento Marina di Ravenna - Porto Corsini, al fine di fluidificare le connessioni litoranee con particolare attenzione al sistema delle ciclovie | Sistema delle infrastrutture territoriali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> • Fisica • Economica | A lungo termine |
| | Potenziamento del Terminal crocieristico | Sistema delle infrastrutture | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> • Fisica • Organizzativa | A lungo termine |

| | | | | | |
|---------------------|--|--|---|---|-----------------|
| | (eventuale nuovo molo, stazione marittima, dragaggio fondali); | dotazioni territoriali | | • Economica | |
| | Riqualificazione del bacino pescherecci e o dell'ambito dell'ex mercato del pesce | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema insediati morfologico • Sistema delle infrastrutture dotazioni territoriali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> • Fisica • Economica | A lungo termine |
| Reti della mobilità | Ripensamento e razionalizzazione e dell'accessibilità attraverso parcheggi modali e potenziamento della rete ciclopedonale e del trasporto pubblico locale eco sostenibile anche attraverso sistemi di <i>bike sharing</i> . | Sistema delle infrastrutture dotazioni territoriali | Adattamento_l'approccio ecologico integrato | <ul style="list-style-type: none"> • Fisica • Organizzativa | A lungo termine |

Tab.7_Matrice delle azioni previste dal progetto guida PG2 "Lo spessore dinamico del litorale". Elaborazione di Marsia Marino (2020).

Ringraziamenti

Ho pensato molte volte al momento in cui avrei scritto questi ringraziamenti, e ogni volta raccomandavo a me stessa di non essere prolissa come mio solito, che in fondo i ringraziamenti non li legge mai nessuno.

Ora che però li sto scrivendo, capisco che, in fin dei conti, lo sto facendo per me stessa, per ricordarmi, quando rileggerò queste pagine, di tutte le persone che mi hanno accompagnata in questo percorso, e per questo ho deciso di concedermi qualche parola in più rispetto a quelle che mi ero imposta.

Il percorso dottorale che ho scelto è qualcosa che ho voluto con tutta me stessa, una scelta forte, consapevole, ostinata.

Sono stati tre anni impegnativi, anche emotivamente, tre anni nei quali ho imparato tanto, tantissimo, nei quali ho avuto il privilegio di apprendere il lavoro, a mio parere, più bello del mondo.

È per tutti questi motivi che, in primo luogo, voglio ringraziare il Dipartimento PDTA – Sapienza per avermi fatta sentire parte di una grande Istituzione, alla quale, oggi, mi sento di appartenere.

Nello specifico ringrazio la Prof.ssa Laura Ricci, Direttore del Dipartimento e membro del collegio dei docenti del dottorato per i preziosi consigli e per gli interessanti spunti di riflessione, che tutt'ora custodisco gelosamente; la prof.ssa Emanuela Belfiore coordinatore del curriculum di Pianificazione, per il tempo che ha dedicato a tutti noi dottorandi, per i consigli e per le telefonate di approfondimento, durante le quali non si è mai risparmiata di condividere la sua esperienza, mettendola a nostra disposizione; il Prof. Tucci, coordinatore del dottorato, per aver guidato le attività di formazione e aver risposto pazientemente alle richieste di noi dottorandi.

Un ringraziamento speciale, di vero cuore, va al mio tutor, Prof.ssa Carmen Mariano, che è stata, e continua ad essere, una guida fondamentale del mio percorso, un modello per la grande dedizione e passione che dimostra ogni giorno nei confronti della ricerca e dell'insegnamento. Ci sono tantissimi motivi per cui mi sento di rin-

graziarla, ma proverò a fare una sintesi.

In primo luogo, la ringrazio per avermi insegnato tutto quello che so dell'urbanistica, dal quarto anno di università ad oggi; se spero che questo sia il mio lavoro, di qui in avanti, è perché in questi anni è riuscita a trasmettermi tutto questo. La ringrazio per l'autorevolezza con la quale mi ha mostrato la strada, senza mai essere impositiva e autoritaria, gentile, senza mai farmi trovare rifugio negli alibi e nelle scuse, per avermi sempre sostenuta ed incoraggiata, per avermi buttata nella mischia, ma, al tempo stesso, per aver compreso alcuni momenti di fragilità.

Grazie per la fiducia che mi ha dato, mettendomi alla prova su sfide sempre più grandi, per aver creduto in me.

Se oggi posso dire "lo rifarei" è merito suo.

Un grandissimo ringraziamento va al dott. Gianmaria Sannino, Responsabile del Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti dell'ENEA e correlatore esterno della tesi, per la disponibilità e la pazienza che ha avuto nell'introdurmi ad un mondo, quello del *sea level rise*, che mi ha sempre affascinato dai tempi di Aalborg, al quale ho voluto a tutti i costi avvicinarmi. Grazie per il tempo che mi ha dedicato, per le affascinanti spiegazioni, per le opportunità che mi ha dato di mettermi alla prova. Questo confronto è stato per me un grande privilegio.

Un sentito ringraziamento va anche alla dott.ssa Giovanna Pisacane, ricercatrice del Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti dell'ENEA, con la quale mi sono interfacciata nelle ultime fasi della ricerca, relative all'elaborazione delle mappe, grazie per avermi dato preziosissimi consigli, grazie per il tempo, la serietà e l'impegno, grazie per i confronti e per avermi offerto importanti spunti di riflessione.

Mi preme ringraziare anche il dott. Emanuele Lombardi tecnico del Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti dell'ENEA per la disponibilità che mi ha dimostrato quando ho avuto bisogno di dati pesantissimi e difficilmente trasferibili.

Un ringraziamento sentito alla Prof.ssa Paola Malanotte Rizzoli (Professore ordinario di fisica oceanografica presso il Dipartimento *Earth, Atmospheric and Planetary Sciences* al MIT - *Massachusetts Institute of Technology*, Boston) per la lunga intervista sul M.O.S.E. che mi ha concesso in qualità di esperta e per i nostri scambi di mail. La ringrazio anche per la bella compagnia a Venezia e per le chiacchiere informali.

Ringrazio il Prof. Prof. Brent D. Rayan (*Head of the City Design and Development Group e Professore associato di Urban Design and Public Policy* presso il Dipartimento di *Urban Studies and Planning* al

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*, Boston) per la interessantissima lezione privata che mi ha concesso all'MIT di Boston nel merito delle sue ricerche, il suo punto di vista sulla macro-strategia di "ricollocazione" è stato per me illuminante.

Un ringraziamento va anche al Dott. Geol. Fabrizio Antonioli (Ricercatore dell'Enea presso il Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti), alla Dott.ssa Geol. Luisa Perini, (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli Regione Emilia - Romagna), al Dott. Massimo Gabellini (Dirigente ISPA), alla Prof.ssa Lina Davoli (Professore associato di Geografia e Cartografia presso il Dipartimento di Scienze della Terra della facoltà di Geologia, Sapienza - Università di Roma), a Jean Pierre Charbonneau (Consulente generale per le politiche sullo spazio pubblico di diverse amministrazioni europee e dell'America Latina) per la disponibilità che hanno dimostrato durante le interviste. I loro punti di vista e consigli sono stati utili alla costruzione dello stato dell'arte.

Un grandissimo, enorme, grazie alla mia amica Lavi. Minc., senza di te sarebbe stato tutto più difficile, e sai bene che non lo dico per dire, sei stata l'unica a capirmi davvero, forse sono stata l'unica a capirti davvero, abbiamo vissuto la stessa esperienza, con la stessa caparbia, con la stessa ostinazione, con la stessa passione, con la stessa forza e con le stesse debolezze. Abbiamo superato gli stessi ostacoli, che a volte ci sembravano enormi e invece erano solo sciocchezze, a volte invece lo erano e ci sembravano minuscoli sassolini insignificanti. Abbiamo avuto la gran fortuna di non deprimerci mai nello stesso momento, quando ti chiamavo disperata ti ho trovato (quasi) sempre grintosa, pronta a tirarmi su, quando eri giù di morale tu, io ero carica (quasi sempre)...

Alla fine, ce l'abbiamo fatta, tutte e due insieme, e qui voglio dirti che ho una grande, grandissima stima della ricercatrice che sei e ti voglio bene. *Ad maiora*, amica mia!

Un ringraziamento va anche alla mia collega/amica Lavinia H., per i bellissimi momenti passati insieme, per le risate, per avermi portata a spasso per New York, per avermi fatto conoscere la bella e limpida persona che sei.

Un ringraziamento speciale va a tutti gli studenti che ho incontrato in questi anni. Siete stati tra le scoperte più belle che ho fatto, la mia fonte di energia, una parte non marginale del percorso che culmina in queste pagine. Spero di avervi dato tanto quanto voi avete dato a me.

E poi...

Grazie ad Ale, sei la mia luce, sempre. Grazie di esserci, grazie per avermi ascoltata prima delle conferenze, dopo le conferenze, durante le conferenze, grazie per aver gioito con me, e grazie per avermi distratta quando avevo bisogno di staccare, grazie per avermi sempre spronata a prendermi cura di me, sembrava che non ti ascoltassi, ma lo facevo...come lo faccio sempre.

Grazie ai miei genitori che sono le colonne portanti della mia vita, grazie per aver sempre appoggiato e sostenuto ogni mia scelta, anche quando avete avuto paura potesse farmi male, potesse essere difficile, mi avete sempre lasciata fare, mi avete sempre lasciata libera e questo è il regalo più bello che potevate farmi... Grazie a te papà, per essere il mio supereroe, per aver fatto in modo che quest'anno passasse il più velocemente possibile, grazie per esserti fatto, come sempre, carico di tutto per permettere a noi di vivere quanto più serenamente possibile quest'anno difficilissimo, per permettere a me di non perdere la concentrazione, posso solo dirti che ci sei riuscito, come sempre ci riesci. Ti voglio un bene infinito.

Grazie a te mamma, per esserti fatta tante conferenze con me, per avermi dato sempre soddisfazione, per essere sempre stata al mio fianco, per essere la mia più grande *supporter*. Grazie perché nonostante tutto sei sempre stata concentrata su di noi, come sempre hai fatto. Grazie perché la tua forza è la mia e perché mi insegni ogni giorno così tante cose che non so esprimere, grazie per tutti i quadri che mi hai fatto... e che mi devi ancora fare (tipo quello con la figura di donna in primo piano che ti ho chiesto mille volte, dici sempre che me lo fai e ancora sto aspettando). Ti prometto che il prossimo anno sarà radioso e io ho i tuoi stessi poteri, quindi puoi fidarti...

E infine... Grazie a Stefano, che mi è stato vicino in questi anni, soprattutto l'ultimo... Mi hai accompagnata durante tutto questo percorso e mentre lo percorrevamo, insieme, abbiamo costruito così tante cose senza nemmeno rendercene conto...

Grazie per aver sopportato i miei sbalzi di umore, le mie crisi esistenziali più o meno immotivate, per avermi sempre consigliata con saggezza, per avermi consolata, spronata, aiutata in tutto, grazie per aver gioito dei miei successi come fossero tuoi. Grazie per aver portato avanti tutto quello che quest'anno non avrei potuto che lasciare indietro, per esserti occupato di me con dolcezza (una tutta tua, quello sì), anche se sempre con il discreto mutismo che ti caratterizza (come vedi dai tuoi ringraziamenti di tesi poco è cambiato). Sei di poche parole, pochissime e io non lo sopporto, mi hai costretta a dover interpretare le oscillazioni della tua sopracciglia, ma va bene così, sei il mio "muro" preferito, tanto come dici sempre tu: di parole ne dico abbastanza io per tutti e due.

Prima di scrivere i ringraziamenti sono andata a rileggere i tuoi e no, non ti rinfaccio di essere più brava di te con le parole, tanto lo sappiamo già entrambi, sarebbe pleonastico.