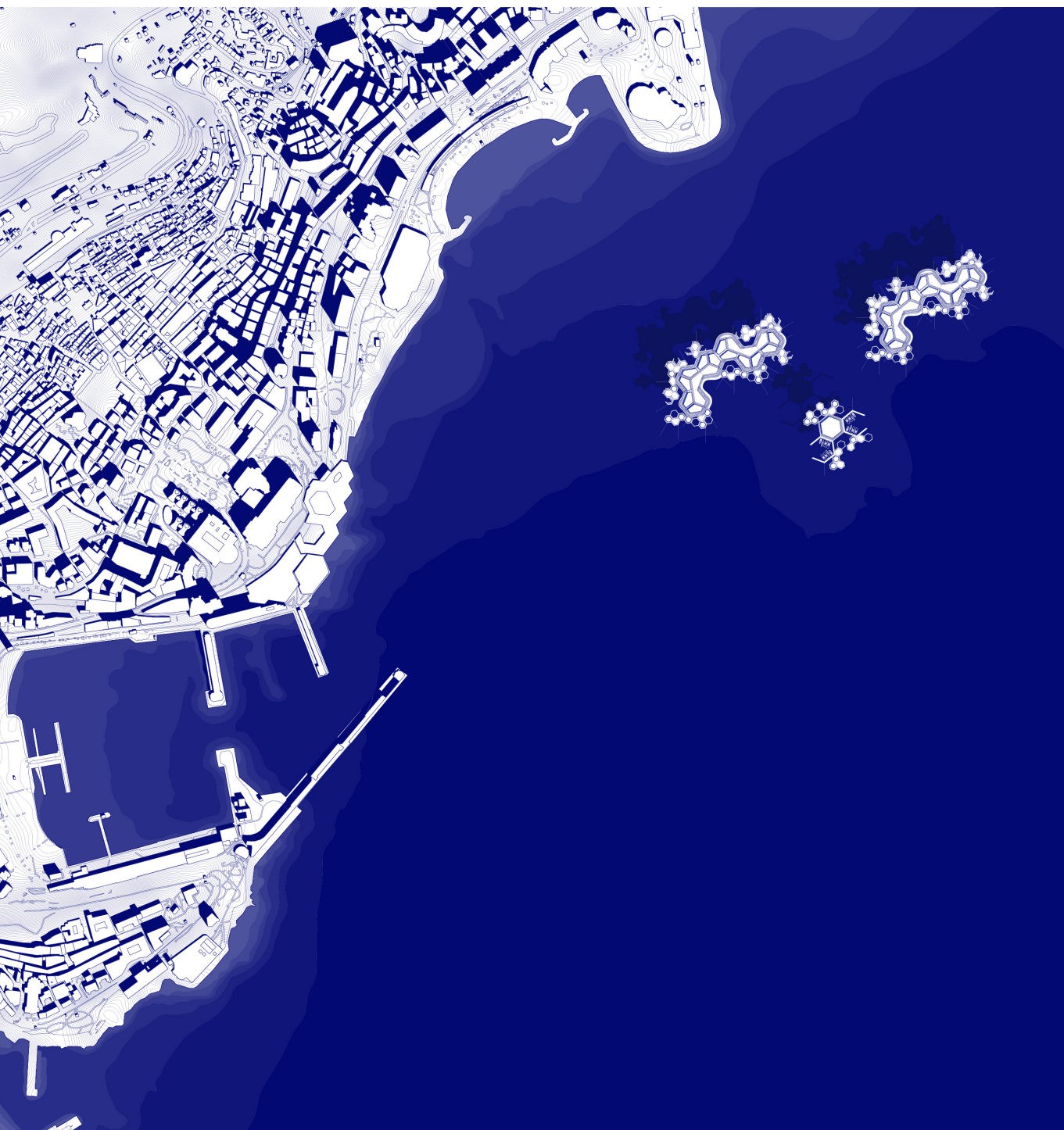


Le piattaforme galleggianti: soluzioni per nuovi sviluppi urbani resilienti

Dallo studio dello stato dell'arte alla definizione e applicazione di linee guida per la progettazione



POLITECNICO DI TORINO

Facoltà di Architettura
Corso di Laurea in Architettura per il Progetto Sostenibile
A.a. 2023/2024

**Le piattaforme galleggianti:
soluzioni per nuovi sviluppi urbani resilienti**

Dallo studio dello stato dell'arte alla definizione e
applicazione di linee guida per la progettazione

Candidato:
Martina Fragalà

Relatori:
Prof. Matteo Robiglio
Prof.ssa Giuliana Mattiazzo



Abstract

La seguente tesi esplora il tema della costruzione di insediamenti sull'acqua come soluzione efficace e sostenibile per l'espansione urbana. Infatti, di fronte alle sfide poste dall'urbanizzazione accelerata, dalla sovrappopolazione e dai cambiamenti climatici, la ricerca si concentra sulle **potenzialità delle piattaforme galleggianti come nuove forme di sviluppo urbano**.

La collaborazione con il Floating Solutions Research Group, un gruppo di ricerca del Politecnico di Torino, specializzato nella creazione di suolo galleggiante modulare, scalabile e sostenibile, ha fornito un contesto pratico per l'indagine. La ricerca mira ad identificare le problematiche urbane in cui la tecnologia del Floating Solutions Research Group potrebbe intervenire, studiare le potenzialità della tecnologia galleggiante rispetto a quelle tradizionali e capire le sfide legate alla fattibilità di uno sviluppo urbano galleggiante. Infine, l'obiettivo ultimo è quello di definire delle linee guida progettuali per lo sviluppo di insediamenti galleggianti applicabili in diversi contesti.

La tesi è strutturata in nove capitoli, che forniscono una panoramica delle sfide urbane presenti e future, una revisione delle tecnologie e soluzioni esistenti, un'analisi dettagliata della tecnologia galleggiante e delle sue potenzialità, e una discussione sulle sfide e i fattori da considerare per la realizzazione di uno sviluppo urbano galleggiante. Infine, vengono definite delle linee guida per la progettazione e una loro possibile applicazione nella proposta di uno sviluppo urbano nel Principato di Monaco.

La metodologia adottata combina una revisione della letteratura con l'applicazione pratica delle conoscenze acquisite. L'obiettivo finale è contribuire alla comprensione di come le piattaforme galleggianti possano essere utilizzate per creare nuove forme di sviluppo urbano, identificando

Abstract

le loro potenzialità e le sfide da affrontare.

This thesis explores the hypothesis that building settlements on water can be an effective and sustainable solution towards urban expansion. As a response to challenges posed by accelerated urbanization, overpopulation and climate change, the research focuses on the **potential of floating platforms as new forms of urban development**.

Through a collaboration with Floating Solutions Research Group, a research group of the Polytechnic University of Turin that specializes in modular, scalable, and sustainable floating land creation, a practical context for the investigation is determined. The research aims to identify urban challenges that could be mitigated by the intervention of Floating Solutions Research Group's technology, and to study the potential of floating technologies compared to traditional ones, thus also understanding the obstacles related to the feasibility of floating urban development. Furthermore, the main objective is to establish design guidelines for the application of development of floating settlements in different contexts.

The thesis is structured into nine chapters, covering an overview of urban challenges, a review of existing technologies and solutions, a detailed analysis of floating technology and its potential, and an examination of the challenges and factors to be considered for the implementation of a floating urban development. Ultimately, design guidelines are established, and a vision of a possible urban development situated in Monaco is proposed.

The methodology adopted combines a detailed literature review with a clear practical application of acquired knowledge. The ultimate goal is to contribute to the understanding of how floating platforms can be used to create new forms of urban development, identifying their potential and challenges.

Indice

| | |
|--|----|
| 1. Introduzione | p. |
| 2. Sfide Urbane | p. |
| Innalzamento del livello del mare | |
| Scarsità di terreno e crescita demografica | |
| 3. Strategie di adattamento e mitigazione al cambiamento climatico nelle città costiere | p. |
| Gli accordi europei | |
| La pianificazione nel contesto dei cambiamenti climatici | |
| Le strategie di adattamento e mitigazione | |
| 4. Le soluzioni galleggianti come risposta sostenibile ed adattiva alle conseguenze del cambiamento climatico | p. |
| I vantaggi della soluzione galleggiante | |
| La tecnologia del Floating Solutions Research Group | |
| 5. Le Sfide | p. |
| La componente giuridico/normativa | |
| La pianificazione dello spazio marittimo | |
| 6. Linee guida per uno sviluppo urbano galleggiante | p. |
| Manifesto urbano | |
| Strategie urbane | |
| 7. Il principato di monaco come caso studio per uno sviluppo urbano galleggiante | p. |
| Le ragioni della scelta del Principato di Monaco come caso studio | |
| 8. Proposta progettuale | p. |
| Una visione per il Principato di Monaco | |
| 9. Conclusioni | p. |

1

INTRODUZIONE

“E’ possibile che costruire sull’ acqua, invece di fuggire da essa, sia una soluzione più efficace a lungo termine. Quali sarebbero le implicazioni della costruzione di città interamente sull’acqua per le società, le economie e l’ambiente? E se le popolazioni potessero abitare sull’acqua invece di affrontare spostamenti e migrazioni? Gli effetti combinati del cambiamento climatico, della subsidenza del suolo e dell’urbanizzazione accelerata potrebbero costringerci a ripensare l’uso delle superfici d’acqua come potenziali aree di insediamento, in alternativa ad una superficie terrestre ormai resa inabitabile dalla sovrappopolazione e dalle catastrofi climatiche.”¹

¹ Antunes et al., 2022

Introduzione

Attualmente, l'urbanizzazione e lo sviluppo delle città hanno raggiunto livelli senza precedenti. Questo sviluppo ha portato con sé una serie di sfide, tra cui la densificazione urbana, una crescente pressione demografica e la scarsità di suolo. Inoltre, le città sono sempre più vulnerabili agli effetti dei cambiamenti climatici e devono affrontare problemi come l'innalzamento del livello del mare, l'erosione costiera e le inondazioni più frequenti.

Di fronte a questa situazione, l'adozione di soluzioni innovative è diventata fondamentale per garantire uno sviluppo urbano sostenibile e resiliente. A tale scopo, è risultata essenziale la collaborazione con il **Floating Solutions Research Group**, un gruppo di ricerca del Politecnico di Torino, che si occupa di sviluppare tecnologie innovative per la creazione di suolo galleggiante modulare, scalabile e sostenibile. Quest'ultimo, è nato all'interno del **Marine Offshore Renewable Energy Lab (MORE)**, un gruppo di ricerca del Politecnico di Torino. Il team del MORE ha competenze multidisciplinari, che spaziano dalla progettazione di tecnologie off-shore, a soluzioni per la produzione di energia e la gestione di reti energetiche autosufficienti, fino ai processi autorizzativi e certificazioni per sistemi in mare, la progettazione architettonica, la gestione brevettuale ed il trasferimento tecnologico.

Scopo: l'obiettivo del floating solutions research group è quello di offrire diverse tipologie di insediamenti sull'acqua e, da questa premessa, si sviluppa la seguente tesi, il cui scopo è quello di esaminare le **potenzialità delle piattaforme galleggianti come nuove forme di sviluppo urbano**. Infatti, questa tecnologia si presenta come una soluzione promettente, in grado di consentire la creazione di nuovi spazi sull'acqua, liberando la terraferma e offrendo opportunità di sviluppo ad aree soggette ad inondazioni, innalzamento del livello del mare e scarsità di terreno. In questo modo, quindi, si rivoluziona il concetto stesso di spazio urbano, affrontando le molteplici sfide connesse alla crescita delle città e ai cambiamenti climatici.

Obiettivo: la seguente ricerca mira a **identificare le problematiche urbane in cui la tecnologia del floating solutions research group potrebbe intervenire**, come la scarsità di suolo, l'aumento della pressione

demografica e l'innalzamento del livello del mare e analizza le potenzialità della tecnologia galleggiante rispetto a quelle usate tradizionalmente. Infine, l'obiettivo ultimo di questa tesi è **capire le sfide legate alla fattibilità** di un insediamento urbano galleggiante ed **identificare i fattori progettuali affinché uno sviluppo su piattaforme sia sostenibile e rispettoso dell'ambiente marino**. Questi ultimi hanno l'obiettivo di essere delle linee guida, applicabili in diversi contesti.

Struttura: la tesi, articolata in nove capitoli, inizia con una panoramica delle sfide che le città costiere devono affrontare. Prosegue esplorando le tecnologie e le soluzioni attualmente in uso per risolvere tali problemi, facendo poi un focus particolare sulla tecnologia galleggiante, analizzandone le applicazioni e le potenzialità. Si passa poi ad identificare le sfide e gli elementi da considerare per la fattibilità di uno sviluppo urbano galleggiante, come gli aspetti giuridico/normativi e quelli legati alla pianificazione. Successivamente, vengono definite delle strategie e delle linee guida per la progettazione, che verranno poi applicate in un capitolo successivo, proponendo una visione di un possibile sviluppo urbano nel Principato di Monaco. Prima di questo, tuttavia, l'area di progetto viene analizzata in dettaglio. Infine, la tesi si conclude con alcuni suggerimenti per le future ricerche.

Metodologia: nel contesto attuale, sono state condotte diverse ricerche e studi sull'uso di strutture galleggianti per vari scopi. Tuttavia, l'applicazione di queste ultime nel contesto dello sviluppo urbano è ancora un campo relativamente inesplorato. Proprio per questo motivo, la prima parte della ricerca è stata sviluppata attraverso un'attenta revisione della letteratura, cercando di definire un'ampia panoramica del tema e delle lacune ancora presenti al riguardo. La parte finale di identificazione delle linee guida e dello sviluppo del progetto di esempio sul Principato di Monaco, sono state sviluppate sia grazie alle conoscenze acquisite dallo studio della letteratura, che dalle conoscenze dell'autore.

Anticipazione dei risultati: questa tesi si basa sull'ipotesi che le piattaforme galleggianti possano offrire una soluzione efficace e sostenibile per l'espansione urbana. Attraverso questa ricerca, si vuole contribuire alla comprensione di come queste strutture possano essere utilizzate per creare nuove forme di sviluppo urbano, identificando le loro potenzialità e le sfide da affrontare.



2

SFIDE URBANE

2.1 Innalzamento del livello del mare

2.2 Scarsità di terreno e crescita demografica



2.1. L'innalzamento del livello del mare

Negli ultimi decenni i cambiamenti climatici hanno imposto sfide sempre più pressanti alle isole e alle città costiere di tutto il mondo. Le comunità di questi territori, infatti, si trovano ora ad affrontare una serie di minacce senza precedenti, tra le quali, due emergono con particolare urgenza e rilevanza: l'innalzamento del livello del mare e la crescente scarsità di suolo, quest'ultima unita alla pressione demografica. Questi fenomeni, direttamente correlati al cambiamento climatico, stanno mettendo in discussione l'adattabilità e la sopravvivenza stessa di molti insediamenti, in particolar modo di quelli costieri.

Nel corso di questo capitolo, vengono studiate a fondo le sfide che queste città devono affrontare a causa **dell'innalzamento del livello del mare e della diminuzione di suolo disponibile**. Attraverso un'analisi di tali problematiche, si cercherà di comprendere le implicazioni di tali sfide e le complesse dinamiche che caratterizzano le città costiere nel contesto dei cambiamenti climatici attuali e futuri.

Quali sono le cause dell'innalzamento del livello del mare?

L'innalzamento del livello del mare è definito come l'aumento del livello degli oceani e dei mari del mondo a causa degli effetti del riscaldamento globale.¹

Questo fenomeno è principalmente causato da tre fattori: **l'espansione termica degli oceani, lo scioglimento dei ghiacci terrestri e le modifiche nei depositi di acqua sulla terraferma**. Questi fenomeni sono innescati in gran parte dall'eccessiva concentrazione di gas serra nell'atmosfera, causa primaria del riscaldamento globale.²

L'espansione termica dell'acqua degli oceani è il **risultato diretto del riscaldamento dell'atmosfera e degli oceani**. Questi ultimi, infatti, coprono più del 70% della superficie terrestre ed assorbono attualmente più del 90% del calore in eccesso nel sistema climatico. Tuttavia, quando l'acqua si riscalda, le sue molecole si muovono più velocemente e occupano più spazio, causando un aumento netto di volume, noto come espansione o dilatazione termica, contribuendo all'innalzamento del livello del mare.

L'aumento globale delle temperature ha effetti anche sul disgelo dei ghiacciai e delle calotte glaciali della Groenlandia e dell'Antartide che, sciogliendosi, aggiungono acqua dolce all'oceano. Questo fenomeno **contribuisce per il 60% all'aumento del livello del mare**, tanto che, secondo alcune stime, se tutti i ghiacciai e le calotte glaciali si sciogliessero, il livello del mare globale salirebbe di oltre 60 metri.³

Inoltre, a causa della variabilità climatica e delle azioni dell'uomo, nel corso del tempo sono avvenute numerose modifiche nei depositi di acqua sulla terraferma. Anche questo fenomeno ha contribuito all'innalzamento del livello del mare, poichè la quantità totale d'acqua sul pianeta rimane costante, quindi ogni variazione sull'entità di acqua sulla terraferma comporta una corrispondente variazione nell'acqua marina, e viceversa.

¹ Costa et al., 2023;

² Porporato, 2023;

³ NASA Sea Level Change Portal: Overview 2022;

Nel corso del XX secolo, i fenomeni che hanno maggiormente influenzato lo stoccaggio delle acque terrestri sono stati l'esaurimento delle falde acquifere e l'accumulo d'acqua dietro le dighe.

Ciò ha comportato un aumento del tasso di esaurimento delle falde e quindi del contributo all'innalzamento del livello del mare: infatti l'acqua dolce viene estratta da fonti non ricaricabili, e poi scaricata nei mari.

Tuttavia, l'effetto dello stoccaggio delle acque terrestri dovuto alla costruzione di dighe tra il 1950 e il 2000 ha bilanciato questo contributo.

Nonostante ciò, dagli anni 2000 in poi, sulla base di modelli idrologici, l'effetto combinato di entrambi i processi rappresenta un contributo positivo all'innalzamento del livello del mare. Nel complesso, gli effetti combinati dell'intervento umano diretto sull'idrologia terrestre hanno ridotto lo stoccaggio dell'acqua terrestre nell'ultimo decennio, **aumentando il tasso di innalzamento del livello del mare di 0,15-0,24 mm all'anno.**

Oltre alle cause appena identificate, è stato inoltre riscontrato come a livello regionale e locale, il fenomeno dell'innalzamento del livello del mare sia influenzato anche da altri fattori.

Infatti, se in oceano aperto il volume dell'acqua è influenzato principalmente dall'espansione termica, dovuta al trasferimento di calore e acqua dolce tra atmosfera e oceano, a livello locale, invece, l'effetto della ridistribuzione dinamica della massa è amplificato anche dalle anomalie dello stress del vento, dalla variabilità spaziale dei flussi di calore atmosferico e dalle variazioni di salinità. Queste ultime, infatti, nei mari poco profondi e alle alte latitudini (>60°N e <55°S), possono generare cambiamenti significativi nella densità dell'acqua, simili all'espansione termica, portando a una notevole variabilità del livello del mare.

Questo porta alla maggior parte delle deviazioni regionali del livello del mare rispetto all'innalzamento medio globale del livello del mare.

Per quanto riguarda il livello del mare costiero locale (scala ~10 km), è influenzato da vari fattori: globali, regionali (scala ~100 km) e costieri. Questi includono la subsidenza antropica (l'abbassamento del suolo dovuto all'attività umana), l'aumento delle onde, il livello delle maree, la forza del vento, la pressione sul livello del mare, le principali modalità di variabilità climatica, le periodicità climatiche stagionali, i vortici della mesoscala, i cambiamenti nel flusso dei fiumi, e così via. Questi fattori possono fare sì che il livello del mare costiero locale differisca notevolmente dal livello del mare regionale.⁴

4 Oppenheimer et al., 2019;

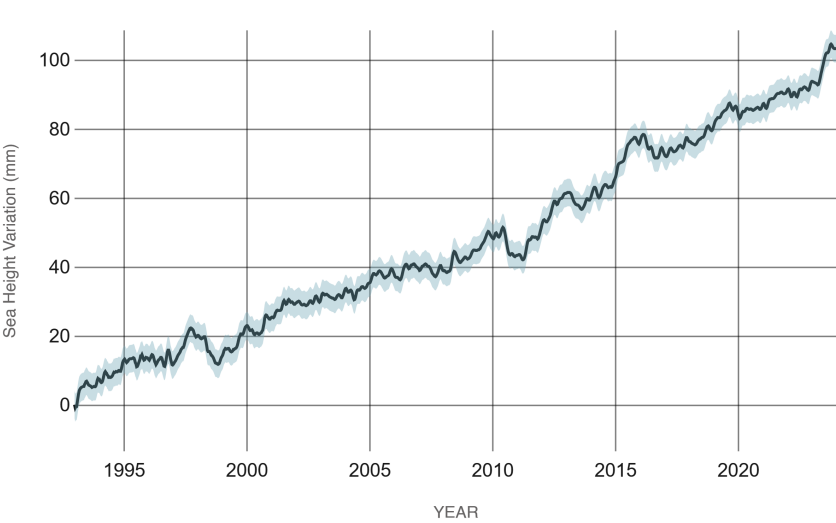


Figura 2.1 Dati dal satellite dal 1993 ad oggi

Il grafico mostra la variazione del livello globale del mare dal 1993, come osservato dai satelliti.

Fonte: Sea level 2024

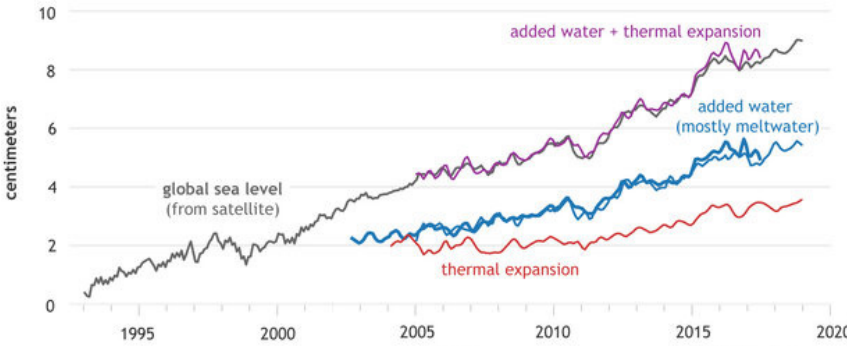


Figura 2.2 Contributi all'innalzamento del livello del mare dal 1993 al 2018

Il grafico mostra l'innalzamento dei mari osservato a partire dal 1993 (linea grigia) e stimato (viola), dato dalla somma dei diversi contributi indipendenti, quali espansione termica (rosso) e aggiunta d'acqua, soprattutto di fusione (blu).

È evidente come la combinazione delle stime dei vari contributi segua con grande precisione l'effettiva tendenza dell'innalzamento del livello del mare.

Fonte: Climate change: Global sea level 2022

Quanto sta
aumentando
il livello
del mare?

Dal 1880 ad oggi, il livello del mare a livello globale ha registrato un **aumento di circa 21 cm**. Solo a partire dalla fine del 900, con l'ausilio della tecnologia satellitare, è stato possibile monitorare accuratamente l'altezza della superficie oceanica in tutto il pianeta, notando un **incremento medio** di 10,1 cm dal 1992.⁵

Inoltre, è stato riscontrato che l'innalzamento medio globale del livello del mare è passato da un tasso di aumento di $2,1 \pm 1,1$ mm all'anno tra il 1993 e il 2003 a un tasso di aumento di $4,3 \pm 0,6$ mm all'anno tra il 2013 e il 2023, **registrando un incremento del 105%**. Questo significa che c'è stata un'accelerazione di $1,1 \pm 0,5$ mm all'anno ogni decennio negli ultimi 30 anni.⁶

Infatti, nel corso degli ultimi 30 anni, l'innalzamento del livello del mare causato dall'attività umana è stato dieci volte superiore rispetto a quello naturale.⁷

Recentemente, agenzie statunitensi, tra cui la NASA, hanno lanciato un avvertimento: entro il 2050, i livelli del mare lungo le coste potrebbero registrare un **ulteriore aumento di circa 30 cm**, un incremento simile a quello osservato nell'ultimo secolo.⁸

Anche le stime più recenti, presentate dal Gruppo Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC) [N2.1], nel suo sesto Rapporto di Valutazione nel 2021, indicano che l'aumento del livello del mare alla fine del secolo sarà più rapido, anche se si adottano misure in linea con l'obiettivo di temperatura a lungo termine stabilito nell'Accordo di Parigi.

È infatti previsto un aumento del livello medio del mare che varia tra 0.43 e 0.8 metri entro il 2100 (rispetto ai valori registrati nel periodo 1986-2005), a seconda dello scenario considerato.⁹

Nel contesto della ricerca climatica, l'IPCC ha sviluppato quattro Percorsi Rappresentativi di Concentrazione (RCP) [N2.2], denominati RCP2.6, RCP4.5, RCP6 e RCP8.5.

5 Masterson, 2022;

6 Sea level;

7 Masterson, 2022, op. cit.;

8 Masterson & Hall, 2022 ;

9 Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

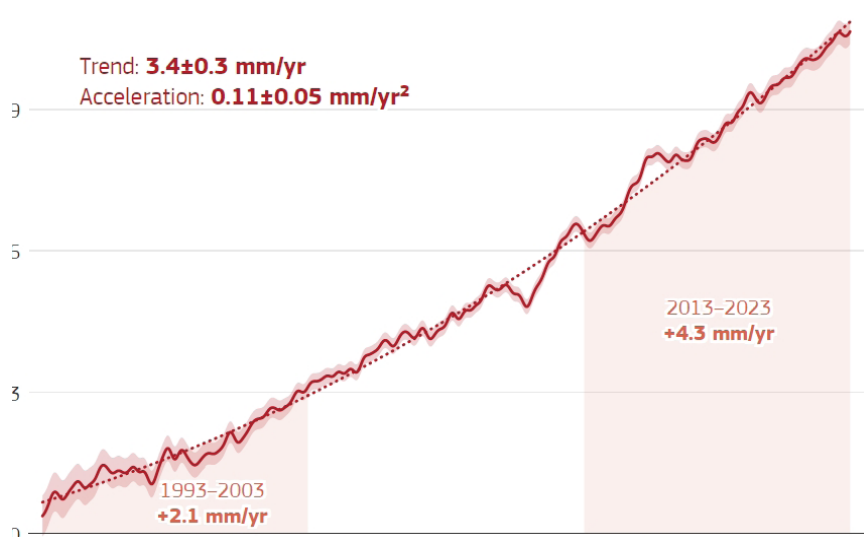


Figura 2.3 Livello medio del mare a livello globale

Cambiamento quotidiano del livello medio globale del mare, rilevato tramite altimetria satellitare, dal gennaio 1993 al giugno 2023 (rappresentato dalla linea rossa continua), incertezza correlata al livello di confidenza del 90% (indicata dall'area ombreggiata rossa) e trend nel periodo 1993-2023 (mostrato dalla linea tratteggiata).

Fonte: Sea level

Questi percorsi delineano differenti scenari di crescita delle emissioni di gas serra, associati a diversi livelli di riscaldamento globale entro il 2100, rispettivamente 2,6, 4,5, 6 e 8,5 W/m². L'obiettivo principale è standardizzare la modellizzazione e la ricerca climatica.

Nel 2021, gli RCP sono stati correlati a vari contesti socioeconomici attraverso i Percorsi Socioeconomici Condivisi (SSP) [N2.3], che includono SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 e SSP5-8.5. Questi rappresentano differenti scenari di sviluppo socio-economico e politiche climatiche, considerando proiezioni demografiche, economiche e trend tecnologici e geopolitici. Questi fattori influenzeranno sia le emissioni future che la capacità di ridurle o di adattarsi ad esse.

Gli SSP consentono ai ricercatori di valutare come le decisioni della società attuale influenzeranno le emissioni future e la capacità di raggiungere gli obiettivi stabiliti nell'Accordo di Parigi.¹⁰

Le proiezioni climatiche per il 2100 basate su questi scenari indicano variazioni significative nella temperatura superficiale e nell'innalzamento del livello del mare. Le previsioni più pessimistiche prevedono un aumento della temperatura fino a 4°C entro il 2100 e un corrispondente innalzamento del livello del mare tra 0,5 e 2 metri.

10 Carlon, 2022;

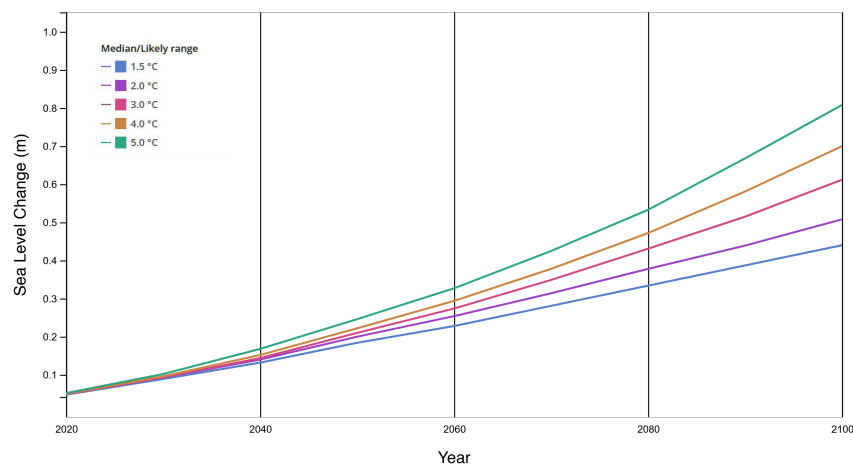


Figura 2.4 Previsione dell'innalzamento del livello del mare sotto diversi livelli di riscaldamento

Variazione del livello del mare per diversi livelli di riscaldamento della temperatura media globale di superficie (dal 2080 al 2100)

Fonte: IPCC AR6 Sea Level Projection Tool 2023

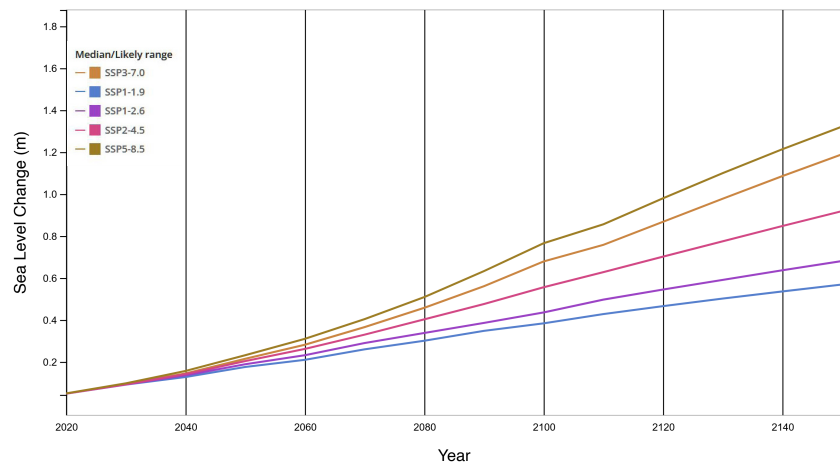


Figura 2.5 Previsione dell'innalzamento del livello del mare in diversi scenari SSP

Previsioni sull'innalzamento del livello del mare per gli scenari di emissione.

Fonte: IPCC AR6 Sea Level Projection Tool 2023

Definizioni

- [N2.1] IPCC:** Intergovernmental Panel on Climate Change, è l'ente principale per la valutazione dei cambiamenti climatici a livello internazionale. Fondato nel 1988 dalla World Meteorological Organization (WMO) e dal United Nations Environment Programme (UNEP), ha il compito di fornire una visione scientificamente fondata sulle conoscenze attuali riguardanti i cambiamenti climatici e i loro impatti. L'IPCC esamina e valuta le informazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche più recenti, ma non conduce ricerca né monitoraggio diretto. La sua attività principale è la produzione periodica di Rapporti di Valutazione (Assessment Reports) sullo stato delle conoscenze climatiche.¹¹
- [N2.2] RCP:** Representative Concentration Pathways, sono traiettorie di concentrazione dei gas serra utilizzate dall'IPCC per la modellazione climatica nel quinto rapporto di valutazione del 2014. Questi scenari sono espressi in termini di concentrazioni di gas serra o livelli di emissioni. Il numero associato a ciascun RCP si riferisce al Forzante Radiativo (Radiative Forcing - RF), misurato in Watt per metro quadrato (W/m²), e indica l'entità dei cambiamenti climatici antropogenici previsti entro il 2100 rispetto al periodo preindustriale.¹²
- [N2.3] SSP:** Shared Socioeconomic Pathways, sono scenari previsti di cambiamenti socioeconomici globali, riferiti ai prossimi decenni, fino al 2100. Sono stati sviluppati dall'IPCC per derivare scenari di emissioni di gas serra con diverse ipotesi di politica climatica.
 - SSP1-1.9: Questo scenario di "sostenibilità" rispetta gli accordi di Parigi, limitando il riscaldamento globale a 1,5°C entro il 2100 rispetto ai livelli preindustriali, e prevede emissioni nette di CO₂ pari a zero intorno alla metà del secolo.
 - SSP1-2.6: Mantiene il riscaldamento globale al di sotto dei 2°C entro il 2100, con emissioni nette nulle raggiunte nella seconda metà del secolo.
 - SSP2-4.5: Prevede un riscaldamento di circa 2,7°C entro la fine del secolo. Le preoccupazioni ambientali sono marginali e gli Stati non riducono significativamente le emissioni entro il 2030, privilegiando lo sviluppo economico.
 - SSP3-7.0: In assenza di politiche climatiche aggiuntive, questo scenario prevede un raddoppio dei livelli di CO₂ entro fine secolo, con uno sviluppo basato sui combustibili fossili e forti disuguaglianze.
 - SSP5-8.5: Lo sviluppo socioeconomico è legato all'uso intensivo di risorse fossili per sostenere uno stile di vita altamente energivoro a livello globale.¹³

¹¹ L'IPCC - IPCC - focal point italia 2024

¹² The Intergovernmental Panel on Climate Change e ancora Scenari climatici per l'Italia 2021

¹³ ibid., op.cit.;

Quali sono gli effetti e le conseguenze dell'innalzamento del mare?

L'innalzamento del livello del mare (SLR) [N2.4] avrà effetti su diversi aspetti, in primis **sugli ecosistemi costieri, con la riduzione degli habitat, la perdita di funzionalità e biodiversità e la migrazione**. Questi impatti saranno ulteriormente intensificati dalla bonifica dei terreni e dalla presenza di barriere artificiali che impediscono la migrazione verso l'interno di paludi e mangrovie e limitano la disponibilità e il trasferimento dei sedimenti.¹⁴

Per quanto riguarda le città costiere, le principali preoccupazioni sono la **sommersione permanente del territorio, inondazioni più intense e frequenti, maggiore erosione costiera, perdita e cambiamento degli ecosistemi, salinizzazione dei suoli, delle acque sotterranee e superficiali, e drenaggio impedito**. Questi fattori possono avere effetti significativi sull'agricoltura, influenzando la produzione e la diversificazione dei mezzi di sussistenza e la sicurezza alimentare.

Infatti, la salinizzazione del suolo influisce direttamente sull'agricoltura, con impatti sulla germinazione delle piante, sulla produzione di biomassa vegetale e sulla resa del raccolto. L'impatto sull'agricoltura è particolarmente rilevante nelle zone costiere basse e nei delta dei fiumi, dove quest'ultima rappresenta un uso importante del territorio. Inoltre, la salinizzazione delle acque superficiali può portare a limitazioni nella fornitura di acqua potabile e a future carenze di acqua dolce nei bacini idrici, come a Shanghai.

I primi segnali dell'influenza diretta del SLR del mare sulla salinità dell'acqua stanno emergendo, ad esempio, nel Delaware, dove si stima un aumento della salinità fino a 4,4 psu per metro di innalzamento dagli anni '50.

Inoltre, la SLR può influenzare significativamente il turismo e le attività ricreative attraverso impatti sui paesaggi, caratteristiche culturali e infrastrutture centrali come porti e aeroporti.

Alcuni studi prevedono un aumento della popolazione nelle aree costiere al di sotto dei 10 m di altitudine entro il 2100 tra 85 e 239 milioni di persone.

¹⁴ Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

Senza adattamento, i rischi di alluvioni costiere potrebbero aumentare di 2-3 ordini di grandezza, raggiungendo livelli catastrofici entro la fine del secolo.

Infatti, l'urbanizzazione in aumento in queste aree a rischio ha portato ad un significativo incremento del capitale e della popolazione, aumentando così il rischio di inondazioni. In passato, un'alluvione che oggi causerebbe gravi danni avrebbe avuto un impatto minore, poiché la popolazione e il capitale nella zona colpita erano molto più bassi. Tuttavia, il numero di inondazioni estreme è in aumento, così come i danni causati da disastri naturali.

Ad esempio, con un SLR di 25–123 cm nel 2100, si prevede che tra lo 0,2 e il 4,6% della popolazione mondiale sarà inondata ogni anno, con danni annuali attesi pari allo 0,3-9,3% del PIL globale.

Su scala globale, senza considerare i potenziali benefici delle misure di adattamento, si prevede la perdita di 6.000-17.000 km² di territorio a causa della maggiore erosione costiera, con uno sfollamento di 1,6-5,3 milioni di persone e costi cumulativi tra 300 e 1.000 miliardi di dollari.

Il rischio dell'aumento del livello del mare è evidente in tutte le aree geografiche e si prevede che aumenterà, in particolare negli atolli e nelle comunità costiere antiche. Città costiere come Shanghai, New York e Rotterdam, caratterizzate da un'elevata densità di popolazione e infrastrutture esposte, dipendono da difese solide come dighe marittime per la protezione. Le isole come Fongafale, Tarawa Sud e Male', con bassa elevazione e materiale non consolidato, sono già soggette a inondazioni costiere e salinizzazione delle falde acquifere.

L'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) ha previsto un aumento del numero di persone esposte alle inondazioni entro il 2070, in particolare in Cina e India.¹⁵

In sintesi, l'aumento del livello del mare rappresenta un rischio significativo per le aree costiere, in particolare per le città costiere ricche di risorse e le isole, rischio che aumenterà a meno che non vengano adottate misure di adattamento elevate.¹⁶

Definizione

- **[N2.4] SLR: Sea level rise, traduzione inglese di innalzamento del livello del mare**

¹⁵ De Graaf, 2012;

¹⁶ Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

Quali sono i paesi più colpiti dal SLR?

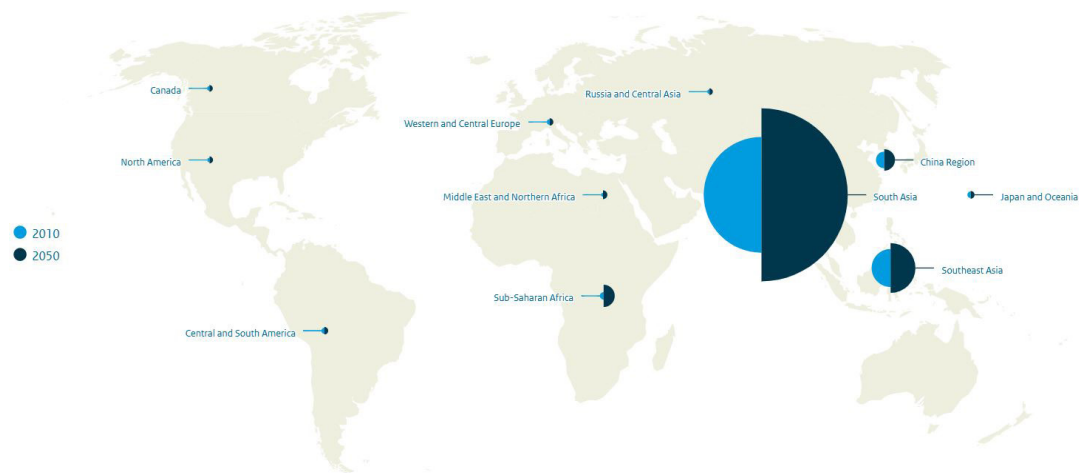


Figura 2.6 Percentuale di popolazione annualmente esposta a inondazioni costiere, scenario elevato di cambiamento climatico (RCP 8.5)

Questo è dovuto alla crescita della popolazione, all’innalzamento del livello del mare e alla subsidenza del terreno. La maggior parte delle persone esposte alle inondazioni costiere vive in Asia, sia nel 2010 che nel 2050.

Fonte: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, n.d.

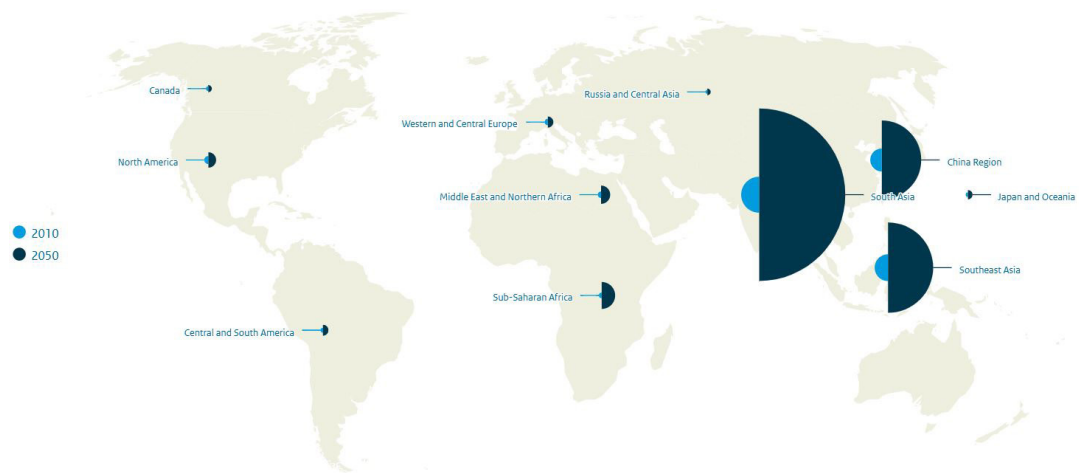


Figura 2.7. Danni economici annui dovuti alle inondazioni costiere, scenario elevato di cambiamento climatico (RCP 8,5)

Come nel caso delle inondazioni fluviali, il punto focale dei danni da inondazioni costiere si sposterà fortemente in Asia. I danni economici previsti per l’Africa subsahariana sono inferiori per le inondazioni costiere rispetto a quelle fluviali.

Fonte: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, n.d.

Nel corso del XX secolo, si sono verificati cambiamenti significativi nei modelli di insediamento lungo le coste a causa di una serie di processi complessi che interagiscono tra loro, come l’aumento della popolazione, le variazioni demografiche, l’urbanizzazione e la migrazione dalle aree rurali. Questi processi hanno portato a un incremento del numero di individui che risiedono in zone costiere di bassa altitudine e ad un aumento delle infrastrutture e dei beni di valore situati in aree a rischio.¹⁷

L’urbanizzazione costiera ad alta densità è comune sia nei paesi sviluppati che in quelli in via di sviluppo, come evidenziato dai casi del Canada, Cina, Fiji, Francia, Israele, Kiribati, Nuova Zelanda e Stati Uniti. Questo fenomeno ha conseguenze significative per i livelli di rischio associati all’innalzamento del livello del mare (SLR) su scala regionale e locale.

Ad esempio, in America Latina e nei Caraibi, si stima che il 6-8% della popolazione risieda in aree ad alto o molto alto rischio di essere colpite da pericoli costieri, con percentuali ancora più elevate nelle isole dei Caraibi. Nel Pacifico, si stima che circa il 57% delle infrastrutture costruite nei paesi insulari del Pacifico si trovino in aree costiere a rischio. A Kiribati, a causa dell’afflusso di popolazioni rurali verso isole capitali limitate e a bassa quota, e a causa delle restrizioni legate al sistema socioculturale di proprietà della terra, l’area edificata situata a meno di 20 m dalla costa è quadruplicata tra il 1969 e il 2007-2008.

Con l’espansione urbana, un numero crescente di individui si trasferisce in queste zone a rischio. Si prevede che entro il 2100, 5 miliardi di persone vivranno nelle aree urbane e che nel 2050, metà della popolazione globale risiederà a non più di 100 chilometri dalla costa. Questa tendenza si deve alla disponibilità di terreni fertili, che offre opportunità agricole vantaggiose, la presenza di risorse idriche abbondanti, e collegamenti via mare efficienti che facilitano il commercio con altre regioni del mondo.

¹⁷ Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

Tuttavia, l'urbanizzazione ha portato a una serie di problemi nel tempo.

Le prime città del delta furono principalmente costruite su altipiani costieri, come dune, colline o creste sabbiose. Questa decisione offriva non solo vantaggi strategici e militari, ma proteggeva anche la città dalle inondazioni frequenti. Successivamente, questi insediamenti hanno subito una significativa crescita demografica a causa di vari fattori, tra cui la meccanizzazione dell'agricoltura e la transizione da un'economia rurale a un'economia industrializzata. Di conseguenza, le città hanno dovuto estendersi in zone paludose e in aree più basse, rendendole così più vulnerabili ai danni causati dalle inondazioni.¹⁸

Il pericolo dell'innalzamento del livello del mare, ad oggi, riguarda molte città densamente popolate, come Miami, Shanghai, Osaka, Alessandria d'Egitto e Rio de Janeiro; alcune ricerche prevedono che entro il 2100 il 60% delle comunità oceaniche delle coste orientali e del golfo degli Stati Uniti subirà inondazioni continue. Altre aree sono addirittura in pericolo di esistenza, in particolare le coste pianeggianti e i piccoli stati insulari come Tuvalu, Hawaii, Isole Marshall, Kiribati e Maldive.¹⁹

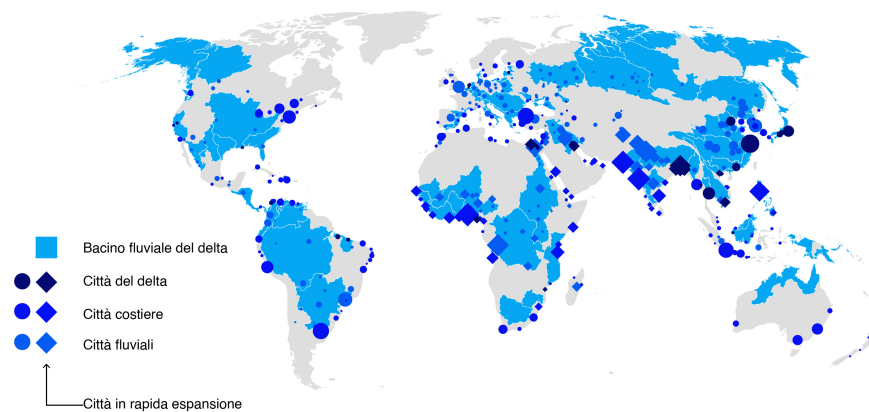


Figura 2.8. Zone costiere e delta: la sfida nel far fronte al rischio di inondazioni e all'innalzamento del livello del mare.

Fonte: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, n.d.

¹⁸ De Graaf, 2012, op. cit.;
¹⁹ Futurside, n.d.;

2.2 Scarsità di terreno e crescita demografica

Le Cause

La popolazione mondiale si avvicina agli **8 miliardi e si prevede che supererà i 9 miliardi entro il 2050**, con la maggior parte della crescita concentrata nei paesi in via di sviluppo, specialmente in Africa e Asia.²⁰

In questo contesto, le città diventeranno sempre più centri di crescita demografica ed economica, con **un'espansione prevista dell'area urbana globale di oltre il 70%**, non solo nelle zone costiere e nei delta, ma anche nelle zone aride.²¹

Tale espansione urbana è dovuta anche ad un crescente miglioramento delle condizioni di vita, in particolar modo dei paesi in via di sviluppo. Tuttavia, questo miglioramento è accompagnato anche da un aumento del consumo di risorse e di spazio per persona.²²

L'incremento del tenore di vita solitamente comporta un aumento della richiesta di spazio, il che potrebbe portare all'uso di terreni agricoli fertili per l'espansione delle aree urbane. Questo processo potrebbe causare la **perdita del 18% dei terreni agricoli fertili a favore della costruzione di nuove aree urbane**, con conseguenze sulla sicurezza alimentare mondiale. Infatti per soddisfare questa crescente domanda alimentare, entro il 2050 si stima che l'offerta globale di cibo dovrà aumentare dal 70% al 100% rispetto ai livelli attuali. Per raggiungere questo obiettivo, i terreni agricoli rimanenti dovranno aumentare la loro produttività da 2 a 2,5 volte rispetto alla produttività attuale. Tuttavia, la crescita della produttività agricola è in declino da molti anni.

Inoltre, è necessario considerare i significativi cambiamenti climatici, poiché parti importanti delle aree agricole potrebbero diventare meno produttive a causa della desertificazione e dei cambiamenti nei regimi di precipitazione.²³

²⁰ Porporato, 2023, op. cit.;
²¹ Singh, 2022, op. cit.;
²² Porporato, 2023, op. cit.;
²³ Roeffen et al., 2013;

In sintesi, è evidente che le aree urbane più estese e le città in generale hanno un ruolo cruciale nelle cause del cambiamento climatico, dato che sono queste zone a concentrare la maggior parte delle attività che generano emissioni di gas serra.

Tuttavia, **le città, specialmente quelle situate nelle regioni costiere e del delta, sono anche le più vulnerabili agli effetti del cambiamento climatico.**

Di conseguenza, rappresentano non solo una parte del problema, ma anche il principale ambito di intervento per mitigare gli impatti negativi del cambiamento climatico.²⁴

È ormai evidente che l'attuale processo di urbanizzazione non è sostenibile, né ora né in futuro. Pertanto, per far fronte all'aumento della popolazione e alla conseguente maggiore domanda di cibo e spazio, è essenziale migliorare l'efficienza agricola e, soprattutto, affrontare il problema derivante dal modello di sviluppo delle città costiere e del delta, sia nelle città esistenti che nelle loro future espansioni.

È in questo scenario che il progetto del floating solution research group si propone come soluzione per rispondere alla crescente mancanza di terreno e ai problemi legati all'innalzamento del livello del mare, offrendo la possibilità di creare nuovo suolo, utilizzabile per vari scopi.

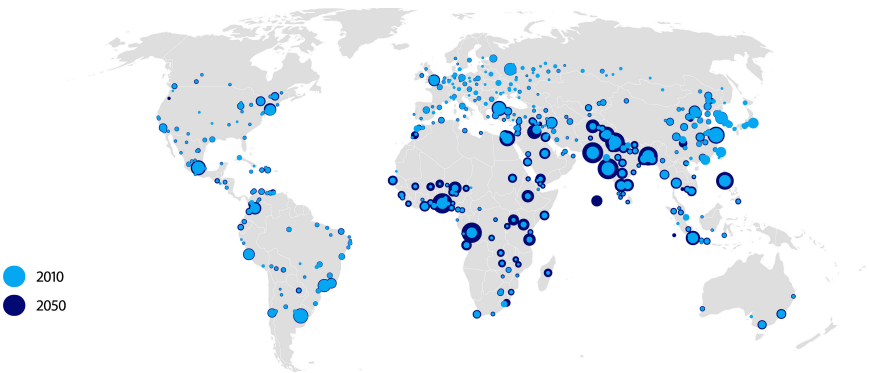


Figura 2.9. Le città con milioni di abitanti continueranno a crescere da qui al 2050

La rapida crescita urbana, con più del raddoppio delle dimensioni delle città, si verifica soprattutto nei Paesi in via di sviluppo dell'Asia orientale e meridionale e dell'Africa subsahariana.

Fonte: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, n.d.

L'immagine mostra le conseguenze delle inondazioni a Gulf Shores, Alabama, dopo l'uragano Sally (Raedle, 2020).

24 Gerundo, 2018, op. cit.;



3

STRATEGIE DI ADATTAMENTO E MITIGAZIONE AL CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLE CITTA' COSTIERE

- 3.1** Gli accordi europei
- 3.2** La pianificazione nel contesto dei cambiamenti climatici
- 3.3** Le strategie di adattamento e mitigazione

“Dobbiamo rafforzare la capacità di adattamento ai rischi legati al clima e alle catastrofi naturali in tutti i paesi, integrando misure di adattamento ai cambiamenti climatici nelle politiche, strategie e pianificazioni nazionali”.¹

¹ United Nations, 2015

3.1 Gli accordi europei

Il cambiamento climatico rappresenta una minaccia significativa per le città costiere in tutto il mondo, poiché l'aumento del livello del mare, le tempeste e le inondazioni più frequenti e severe mettono a rischio infrastrutture e popolazioni. Di fronte a tali sfide, le città stanno adottando diverse strategie di adattamento e mitigazione per minimizzare gli effetti del cambiamento climatico e salvaguardare le loro zone costiere.

Le strategie di adattamento e mitigazione sono fondamentali per gestire le sfide complesse del cambiamento climatico, svolgendo ruoli complementari nella costruzione della resilienza e nella riduzione delle emissioni di gas serra. Per questo, **il capitolo analizzerà in profondità queste strategie, discutendo i loro vantaggi e svantaggi, e fornendo esempi di come vengono implementate in varie città.**

Situazione attuale

Dalle analisi presentate nei capitoli precedenti, è evidente che le città nei prossimi anni dovranno confrontarsi con sfide ambientali crescenti. Problemi come l'innalzamento delle temperature medie, l'aumento del livello del mare, l'intensificarsi della frequenza di eventi meteorologici estremi e la scarsità di risorse come cibo, acqua e terreno sono già tangibili.

Queste condizioni porteranno a diverse conseguenze. Tra queste, l'ampliamento del divario tra ricchi e poveri e l'insorgere o l'aggravarsi dei conflitti esistenti, dovuti alla limitata capacità delle comunità più povere e meno sviluppate, e al contempo più vulnerabili a tali cambiamenti, di gestire ulteriori stress.

Inoltre, decine o centinaia di milioni di persone saranno costrette ad abbandonare le loro case per cercare rifugio altrove, provocando massicce migrazioni.

Pertanto, l'identificazione e la valutazione di questi problemi rappresentano un passo fondamentale per i governi e le autorità, soprattutto nelle aree costiere. In queste zone, infatti, gli effetti del cambiamento climatico si manifestano più rapidamente e in modo più drammatico e visibile.

Cosa dicono gli accordi europei?

Accordo di Parigi

La necessità di agire in tal senso è in primis esemplificata dall'Accordo di Parigi [N3.1], il cui obiettivo primario è **rafforzare la risposta globale alla minaccia del cambiamento climatico**.

Già nei primi articoli, si legge infatti, che al fine di raggiungere l'obiettivo è necessario: “un'incremento della capacità di adattamento agli impatti avversi del cambiamento climatico, irrobustire la resilienza climatica e lo sviluppo a basse emissioni di gas climalteranti.”¹ e che per fare ciò : “i Paesi devono mettere in campo misure di mitigazione all'interno della nazione”.²

Riconoscendone l'importanza, all'interno dell'accordo viene quindi stabilito un **obiettivo globale di adattamento**, che mira a rafforzare la resilienza, ridurre la vulnerabilità al cambiamento climatico e garantire una risposta adeguata di adattamento, contribuendo così allo sviluppo sostenibile.³

L'adattamento viene riconosciuto come una sfida globale con dimensioni locali, subnazionali, nazionali, macroregionali e internazionali.

Esso costituisce infatti una **componente fondamentale della risposta globale a lungo termine al cambiamento climatico**, con l'obiettivo di proteggere le persone, i mezzi di sussistenza e gli ecosistemi.⁴

¹ Paris Agreement , Articolo 2 (sez.b)

² Paris Agreement , Articolo 4.2

³ Paris Agreement , Articolo 7.1, il cui disposto si riporta di seguito: « Con questo articolo i Paesi stabiliscono l'obiettivo globale in fatto di adattamento, che consiste nell'incrementare la capacità adattiva, nel rafforzare la resilienza e nel ridurre la vulnerabilità al cambiamento climatico nella prospettiva di contribuire allo sviluppo sostenibile e assicurare una adeguata risposta di adattamento nel contesto dell'obiettivo relativo alla temperatura indicato dall'art. 2».

⁴ Paris Agreement , Articolo 7.2, il cui disposto si riporta di seguito: «I Paesi riconoscono che l'adattamento è una sfida globale per tutti con dimensioni locali, subnazionali, nazionali, macroregionali e internazionali e che è una componente chiave della e contribuisce alla risposta globale di lungo periodo al cambiamento climatico per proteggere le persone, i mezzi di sussistenza e gli ecosistemi, prendendo in considerazione i fabbisogni urgenti ed immediati di quei Paesi in via di sviluppo che sono particolarmente vulnerabili agli impatti negativi del cambiamento climatico»

Proprio per queste ragioni, i paesi riconoscono che i bisogni attuali di adattamento sono significativi, e pertanto uno sforzo maggiore anche in termini di mitigazione ridurrebbe la necessità di ulteriori sforzi di adattamento.⁵

Pertanto di fronte a questa situazione, ogni paese è incoraggiato a impegnarsi in processi di pianificazione dell'adattamento e nell'implementazione di azioni, compreso lo sviluppo o il rafforzamento di piani, politiche e/o contributi pertinenti. Questi possono includere l'implementazione di azioni di adattamento, la formulazione e l'attuazione di piani nazionali di adattamento e la valutazione degli impatti del cambiamento climatico e della vulnerabilità.⁶

Obiettivo di sviluppo sostenibile (oss) 11

La necessità di agire in tal senso è espressa anche all'interno dell'obiettivo di sviluppo sostenibile (OSS) 11 [N3.2], quest'ultimo mira a rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili. Questo obiettivo prevede la trasformazione dei centri urbani in città sostenibili.⁷

A tale scopo infatti, già per il 2020, l'obiettivo 11, prevedeva un aumento significativo del numero di città e insediamenti umani che adottassero e attuassero politiche e piani integrati per l'inclusione, l'efficienza delle risorse, la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici, la resilienza ai disastri, e lo sviluppo e l'attuazione di una gestione del rischio di disastri a tutti i livelli, in linea con il Quadro di Sendai per la Riduzione del Rischio di Disastri 2015-2030 [N3.3].⁸

⁵ Paris Agreement, Articolo 7.4, il cui disposto si riporta di seguito: «I Paesi riconoscono che i fabbisogni attuali di adattamento sono significativi e che una maggiore ambizione in fatto di mitigazione ridurrebbe il bisogno di sforzi aggiuntivi di adattamento e che maggiori fabbisogni di adattamento possono implicare maggiori costi di adattamento.».

⁶ Paris Agreement, Articolo 7.9, il cui disposto si riporta di seguito: «Ogni Paese deve, ove appropriato, impegnarsi in processi di pianificazione dell'adattamento e nell'implementazione delle azioni, incluso lo sviluppo o il rafforzamento di piani, politiche e/o Contributi rilevanti, che possono includere: a) l'implementazione di azioni, iniziative e/o sforzi di adattamento b) il processo di formulazione ed implementazione di Piani nazionali di adattamento c) la valutazione degli impatti del cambiamento climatico e della vulnerabilità, nella prospettiva di formulare "Azioni prioritarie determinate a livello nazionale" che coprono popoli, luoghi ed ecosistemi vulnerabili.».

⁷ OSS.11, il cui disposto si riporta di seguito: «L'OSS. 11 punta alla trasformazione dei centri urbani in città sostenibili attraverso l'accesso di tutta la popolazione ad alloggi, servizi basilari e mezzi di trasporto adeguati, economici e sicuri, soprattutto per le persone più vulnerabili. Inoltre, le città del futuro dovranno essere green, obiettivo raggiungibile attraverso la riduzione degli impatti negativi sull'ambiente, il potenziamento delle aree verdi e degli spazi pubblici sicuri ed inclusivi, con un'attenzione specifica rivolta alle periferie urbane. Infine, dovrà essere garantita la preservazione del patrimonio artistico e culturale comune.»

⁸ United Nations, n.d.;

Definizioni

- **[N3.1] ACCORDO DI PARIGI:** Paris agreement, è un trattato internazionale giuridicamente vincolante sui cambiamenti climatici, adottato da 196 paesi durante la Conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (COP21), tenutasi il 12 dicembre 2015 a Parigi. È entrato in vigore il 4 novembre 2016. Il suo obiettivo generale è di mantenere "l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2 °C rispetto ai livelli preindustriali" e perseguire gli sforzi "per limitare l'aumento della temperatura a 1,5 °C rispetto ai livelli preindustriali." Ad oggi, viene sottolineata la necessità di limitare l'aumento del riscaldamento globale a 1,5 °C entro la fine di questo secolo. Il Gruppo Intergovernativo delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (IPCC) ha infatti indicato che il superamento della soglia dell'1,5°C rischia di scatenare impatti molto più gravi sui cambiamenti climatici.⁹
- **[N3.2] Obiettivi di sviluppo sostenibile (OSS):** Sustainable Development Goals (SDGs), sono 17 obiettivi interconnessi delineati dalle Nazioni Unite durante l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite il 25 settembre 2015, e comprendono un totale di 169 obiettivi che devono essere raggiunti entro il 2030. Questi obiettivi sono concepiti come una strategia per promuovere un futuro migliore e più sostenibile per tutte le persone. L'ambito degli OSS è vasto e mira a risolvere una vasta gamma di questioni relative allo sviluppo economico e sociale, tra cui la riduzione della povertà, la sicurezza alimentare, il miglioramento dell'accesso alla salute e all'istruzione, la fornitura di acqua ed energia, la promozione del lavoro dignitoso, la promozione di una crescita economica inclusiva e sostenibile, la lotta al cambiamento climatico, la protezione dell'ambiente, la gestione dell'urbanizzazione, la promozione di modelli di produzione e consumo sostenibili, la promozione dell'uguaglianza di genere e sociale, la promozione della giustizia e della pace.¹⁰
- **[N3.3] Quadro di Sendai:** Il Quadro di Sendai per la Riduzione del Rischio di Disastri 2015-2030 stabilisce sette obiettivi e quattro priorità d'azione per prevenire nuovi disastri e ridurre i rischi esistenti. L'obiettivo è quello di ottenere una significativa riduzione dei rischi di disastro e delle perdite in termini di vite, mezzi di sussistenza, salute ed economia, oltre agli asset fisici, sociali, culturali ed ambientali di individui, imprese, comunità e paesi nei prossimi 15 anni. Il Quadro è stato adottato durante la Terza Conferenza Mondiale delle Nazioni Unite sulla Riduzione del Rischio di Disastri a Sendai, in Giappone, il 18 marzo 2015.¹¹

⁹ UNFCCC, n.d.;

¹⁰ Wikipedia, n.d.;

¹¹ UNDRR, 2015;

3.2 La pianificazione nel contesto dei cambiamenti climatici

3.3 Le strategie di adattamento e mitigazione

Nonostante alcuni governi stiano iniziando a implementare politiche e piani di adattamento e ad integrare le questioni relative al cambiamento climatico nei loro modelli di governance. È stato osservato che gli approcci e i modelli tradizionali di pianificazione urbanistica sono spesso inadeguati e, in alcuni casi, contribuiscono significativamente alla crisi climatica in atto.¹²

E' stato infatti riscontrato che la strada dell'integrazione delle azioni di adattamento all'interno di politiche e processi di pianificazione urbanistica e di uso del suolo, sia ancora poco percorsa, nonostante questa consenta di incrementare efficacemente la capacità adattativa delle città agli impatti del cambiamento climatico. Infatti piani e politiche, spesso si limitano a dare solo generiche indicazioni, che a volte mancano di modelli e strumenti per la loro attuazione pratica.¹³

Pertanto per affrontare efficacemente l'adattamento delle città al cambiamento climatico, è necessario **riconsiderare alcuni principi fondamentali della pianificazione urbanistica, riconoscendo anche il ruolo cruciale che la forma e la funzione degli insediamenti urbani svolgono nel processo di alterazione del clima** e, di conseguenza, nella determinazione della capacità di adattamento delle città. Infatti fattori come la topografia, la densità, gli usi prevalenti degli edifici, l'orientamento delle strade, la quantità di spazi non edificati e vegetati e la loro distribuzione all'interno dei tessuti urbani possono influenzare significativamente il microclima urbano.¹⁴

In conclusione, i cambiamenti climatici globali, associati all'innalzamento del livello del mare e all'aumento dei fenomeni idrometeorologici, richiedono una revisione dei risultati della progettazione tradizionale nella pratica architettonica contemporanea. C'è una crescente richiesta di **pratiche di progettazione che tengano conto delle condizioni ambientali in costante cambiamento.**¹⁵

La mitigazione del cambiamento climatico si concentra sulla riduzione delle emissioni di gas serra e del consumo di risorse, promuovendo al contempo una transizione verso fonti di energia rinnovabile.

Il suo obiettivo è quello di limitare l'aumento della temperatura media globale a meno di 2° C, come stabilito nell'Accordo di Parigi, per minimizzare le conseguenze negative associate.

Questo può essere raggiunto riducendo le fonti di questi gas, ad esempio aumentando la quota di energie rinnovabili o creando un sistema di trasporto più pulito, o aumentando la capacità di stoccaggio, come l'espansione delle foreste.

In sintesi, la mitigazione è un intervento umano volto a ridurre le fonti di emissioni di gas a effetto serra e/o a potenziare i pozzi di assorbimento.

L'“adattamento” invece, comporta l'anticipazione degli effetti negativi dei cambiamenti climatici e l'adozione di misure appropriate per prevenire o minimizzare i danni potenziali, o per sfruttare le opportunità che possono emergere. Le misure di adattamento possono includere cambiamenti infrastrutturali su larga scala, come la costruzione di barriere per proteggere dall'innalzamento del livello del mare, e cambiamenti comportamentali, come la riduzione degli sprechi alimentari.

In sostanza, l'adattamento può essere visto come il processo di adeguamento agli effetti attuali e futuri dei cambiamenti climatici.¹⁶



12 United Nations Human Settlements Programme, 2009;

13 Porporato, 2023, op. cit.;

14 Gerundo, 2018, op. cit.;

15 Singh, 2022, op. cit.;

16 European Environment Agency, n.d.;

Entrambi gli approcci sono fondamentali e funzionano meglio se affrontati insieme, al fine di costruire e garantire la resilienza nelle comunità. La mitigazione mira alla riduzione del rischio, mentre l'adattamento si concentra sulla preparazione delle comunità e sulla gestione con successo degli impatti.

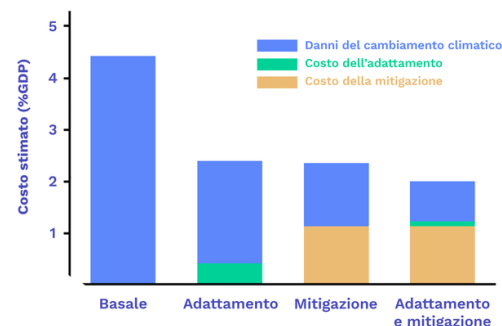
La realizzazione di infrastrutture preventive, lo sviluppo di conoscenze e la dedizione alla ricerca tecnologica per queste sfide potrebbero fare la differenza tra la sopravvivenza e la morte delle comunità costiere.

In Europa, la politica di adattamento è stata sviluppata a tutti i livelli di governo, con strategie di adattamento integrate in alcuni processi di pianificazione, come i piani di gestione idrica e dell'erosione costiera, i piani di gestione del rischio o in esperienze di pianificazione ambientale e paesaggistica.¹⁷

Le misure di protezione costiera, sono ampiamente adottate in varie parti del mondo, in quanto offrono livelli prevedibili di sicurezza nelle regioni costiere. Tali strategie sono essenziali per ridurre il rischio di disastri esistenti e prevenirne di nuovi.

Le principali strategie sono **la protezione della costa, le misure di adattamento agli impatti dell'innalzamento del livello di mare, il ritiro dalla costa, l'avanzamento verso il mare, e l'adattamento basato sugli ecosistemi (EbA)**. Alcune di queste misure sono spesso utilizzate in combinazione per creare sistemi ibridi che forniscono una protezione efficace contro le inondazioni e l'erosione costiera.

Tuttavia, ciascuna di queste strategie presenta vantaggi e svantaggi che devono essere considerati nella pianificazione e nell'attuazione.



¹⁷ IPCC, 2014;

Protezione della costa



Le misure di protezione rigida, come le dighe e gli argini, offrono un'elevata efficienza nella riduzione del rischio e degli impatti costieri, bloccando la propagazione nell'entroterra e altri effetti dell'innalzamento del livello del mare.

Queste strategie possono essere suddivise in due categorie principali:

Protezione dura: Questa categoria include strutture ingegneristiche come dighe, argini, frangiflutti, barriere e sbarramenti progettati per proteggere da inondazioni, erosione e intrusione di acqua salata.

Protezione basata sui sedimenti: Questa strategia implica il ripascimento di spiagge e coste, e l'uso di dune (anche denominate strutture morbide).¹⁸

Svantaggi della protezione dura

Nonostante l'efficacia delle strategie di protezione rigida della costa, esistono anche svantaggi significativi.

Ad esempio, le dighe, pur essendo molto efficaci nel proteggere le città dalle inondazioni, **interrompono il processo naturale di sedimentazione** nelle pianure fluviali.

Senza il deposito regolare di sedimenti, il terreno non riesce a tenere il passo con l'innalzamento del letto del fiume, aumentando così il rischio di danni in caso di inondazione. Inoltre, la costruzione di dighe può portare a un'elevata pressione delle particelle nel suolo, causando un abbassamento del terreno dietro le dighe. Questo fenomeno può portare a una maggiore differenza di altezza tra il livello del fiume e il terreno circostante, aggravando ulteriormente i danni causati dalle inondazioni.¹⁹

Le misure di protezione rigida possono anche **ostacolare la migrazione naturale degli ecosistemi costieri e delle caratteristiche geomorfiche**, causando la perdita di habitat e riducendo la funzione protettiva degli ecosistemi. Inoltre, la dipendenza da difese sempre più alte può portare a un ciclo pericoloso in cui lo sviluppo economico si concentra nelle zone protette, aumentando così il rischio di danni in caso di fallimento della protezione.²⁰

Queste misure possono inoltre portare a **problemi di erosione**. Nel caso delle dighe marittime ad esempio, l'energia delle onde, anziché essere assorbita dalla sabbia, rimbalza sulla struttura rigida e porta via la sabbia

¹⁸ Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

¹⁹ De Graaf, 2012, op. cit.;

²⁰ Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

dalla spiaggia, peggiorando l'erosione. Inoltre se costruiti su zone umide costiere, questo danneggiamento degli habitat può causare il rilascio di anidride carbonica nell'atmosfera, contribuendo quindi al cambiamento climatico.²¹

Si prevede che le capacità della protezione rigida saranno superate in scenari di alte emissioni come RCP8.5 entro il 2100; mentre le sfide economiche associate alla protezione rigida aumenteranno con l'aumento del livello del mare, rendendo l'adattamento insostenibile prima che si raggiungano i limiti tecnici.²²

Svantaggi protezione basata su sedimenti

Anche le misure basate sui sedimenti, come il ripascimento delle spiagge, presentano svantaggi significativi. Il dragaggio di sabbia e ghiaia può **danneggiare gli ecosistemi marini**, compromettendo la biodiversità e causando problemi come l'erosione costiera.

Inoltre, potrebbe creare problemi sull'approvvigionamento e la disponibilità di sabbia. Infatti la sua domanda è già estremamente elevata, soprattutto nell'industria edilizia; pertanto aumentare questa domanda potrebbe ridurre ulteriormente la disponibilità di sabbia nelle aree costiere.²³

Esempi applicazione

La protezione costiera tramite strutture morbide o rigide, è una pratica diffusa in tutto il mondo. Attualmente, circa 20 milioni di persone che vivono sotto il livello delle normali maree, sono protette da strutture rigide e sistemi di drenaggio in vari paesi, tra cui Belgio, Canada, Cina, Germania, Italia, Giappone, Paesi Bassi, Polonia, Thailandia, Regno Unito e Stati Uniti. **Queste misure sono concentrate soprattutto nell'Europa nord-occidentale e nell'Asia orientale**, ma sono presenti anche in molte città costiere e delta di tutto il mondo.

Ad esempio, sono presenti ampie opere di protezione costiera a Vancouver, Alessandria e Keta, e lungo la costa del Bangladesh ci sono 6000 km di dighe nei polder. Inoltre è stato stimato che circa il 14% della costa totale degli Stati Uniti sia stato protetto, con New Orleans come esempio di città dipendente da una vasta protezione ingegneristica. Anche in Giappone, le difese costruite per proteggersi dallo tsunami, offrono protezione anche dall'innalzamento del livello del mare.²⁴

Uno degli esempi più virtuosi dell'utilizzo delle protezioni rigide è la città di Rotterdam. Quest'ultima ha infatti imparato a convivere con l'acqua già dal 13 sec, quando furono costruite dighe per contenere le acque e agevolare il drenaggio. Inoltre dopo le inondazioni del 1953, è stata costruita la barriera di Maesland, che oggi protegge 1,5 milioni di abitanti senza interrompere il traffico marittimo.²⁵

21 World Economic Forum, 2022;

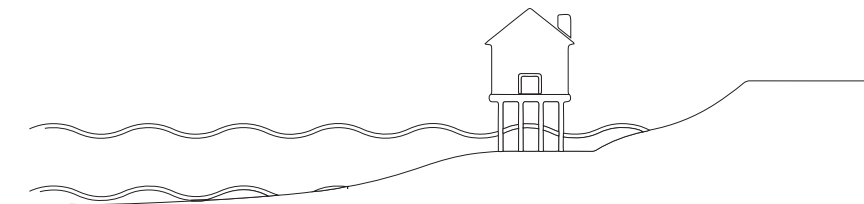
22 Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

23 ibid., op. cit.;

24 ibid., op. cit.;

25 World Economic Forum, 2019, op. cit.;

Misure di adattamento agli impatti dell'innalzamento del livello del mare



Oltre alle strategie di protezione costiera, esistono anche le misure di adattamento. Queste misure **riducono la vulnerabilità** dei residenti costieri, delle attività umane, degli ecosistemi e dell'ambiente costruito, consentendo così l'abitabilità delle zone costiere nonostante i crescenti livelli di rischio.

Queste azioni includono regolamenti di costruzione, l'aumento dell'altezza delle abitazioni (per esempio, su palafitte), il trasferimento di beni preziosi ai piani superiori, l'implementazione di case e giardini fluttuanti. Le strategie di adattamento all'intrusione salina prevedono modifiche nell'utilizzo del suolo (come la transizione dall'acquacoltura del riso all'acquacoltura di gamberetti o l'adozione di varietà di colture resistenti al sale). Le soluzioni istituzionali comprendono il sistema di allerta precoce (EWS), la pianificazione delle emergenze, i programmi di assicurazione e le aree di ritiro.²⁶

Queste strategie offrono un **alto rapporto costi-benefici nella maggior parte dei casi**. Ciò significa che implementarle è molto più conveniente rispetto a non farlo.²⁷

Esempi applicazione

Alcuni esempi di applicazione di tali strategie, sono riscontrabili nella Corea del Sud e alle Maldive²⁸, in cui si stanno sperimentando case galleggianti, così come anche nei Paesi Bassi e a Bangkok.

Inoltre, nelle zone soggette a inondazioni come il basso delta del Niger e le pianure alluvionali del Bangladesh, sono state adottate pratiche agricole specifiche per proteggere i raccolti: questi infatti sono posti al di sopra delle acque alluvionali creando cumuli di terreno e utilizzando creste e terrazzamenti sui terreni agricoli per creare barriere protettive. Ciò consente di mantenere la produzione alimentare anche quando l'area è sommersa.²⁹

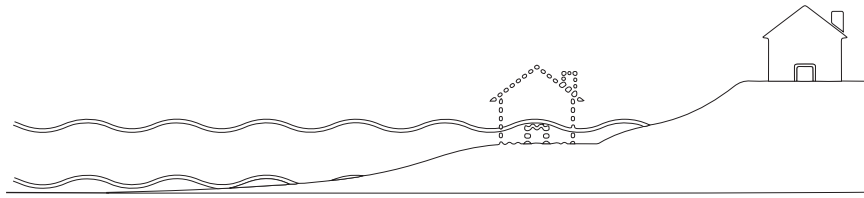
26 Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

27 ibid., op. cit.;

28 World Economic Forum, 2022, op. cit.;

29 Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

Ritiro dalla costa



Il ritiro dalla costa è un'altra strategia d'intervento, che **riduce il rischio costiero spostando le persone, i beni e le attività umane esposte fuori dalla zona costiera pericolosa**. Questo può includere la migrazione, lo spostamento e il trasferimento, che sono tipicamente avviati, supervisionati e implementati dai governi.³⁰

Il ritiro e la decisione di non sviluppare in alcune zone sono le uniche risposte che possono eliminare completamente i rischi residui, ma ciò presuppone che esistano terreni alternativi sufficientemente sicuri su cui ritirarsi o svilupparsi.

Inoltre, sono stati già riscontrate sfide sociali, inclusi problemi di governance, nell'adottare tali strategie.³¹

Esempi applicazione:

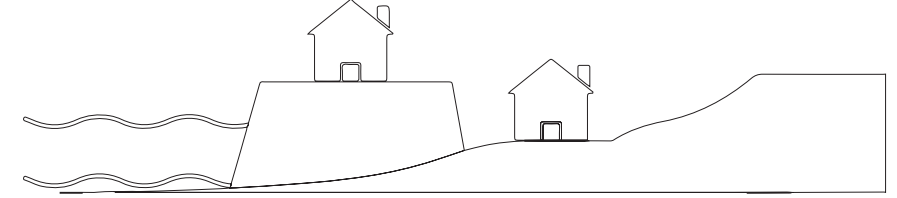
In paesi come la Nuova Zelanda e le Fiji, si stanno attuando alcune delle politiche di adattamento che prevedono il ritiro dalla costa: si stanno infatti pianificando i trasferimenti di interi villaggi a causa dell'innalzamento del mare.³²

³⁰ Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

³¹ ibid., op. cit.;

³² World Economic Forum, 2022, op. cit.;

Avanzamento verso il mare



Un'altra misura di protezione molto utilizzata è l'avanzamento verso il mare.

Questa si riferisce alla **creazione di nuova terra in mare** ed ha una lunga storia nella maggior parte delle aree dove sono presenti dense popolazioni costiere.³³

Questa strategia riduce i rischi costieri per l'entroterra e i terreni recentemente elevati.³⁴

A livello globale, si stima che circa 33.700 kmq di terra siano stati recuperati dal mare negli ultimi 30 anni (circa il 50% in più di quanto è stato perso) con i maggiori guadagni dovuti alla bonifica di luoghi come Dubai, Singapore e Cina.

Il diffuso utilizzo di questa tecnica è dovuto principalmente alla possibilità di poter creare nuova terra, espandendo i territori.

Svantaggi

Tuttavia, l'utilizzo di tale strategia, presenta notevoli svantaggi come la **salinizzazione delle acque sotterranee, un'erosione maggiore, la perdita di ecosistemi e habitat costieri e l'espansione della pianura alluvionale costiera**. In Cina, ad esempio, circa il 50% degli ecosistemi costieri è andato perduto a causa della bonifica dei terreni, con conseguenti impatti quali la perdita di biodiversità, il declino delle specie di uccelli e delle risorse ittiche locali, la ridotta depurazione delle acque e una più frequente proliferazione di alghe dannose.

I costi di bonifica del terreno sono estremamente variabili e dipendono dal costo unitario di riempimento rispetto al fabbisogno volumetrico di sollevamento del terreno. Pertanto, in termini di costi, è preferibile riempire aree poco profonde. Inavvertitamente, la bonifiche dei territori nel corso della storia, potrebbe aver addirittura aumentato l'esposizione e il rischio di inondazioni costiere creando nuove pianure alluvionali popolate.³⁵

³³ Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

³⁴ ibid., op. cit.;

³⁵ ibid., op. cit.;

L'avanzamento in mare quindi è una scelta comune in aree con scarsità di terreno, poiché consente di finanziare misure di adattamento vendendo i terreni recuperati.

Tuttavia, può anche portare ad aumentare l'esposizione ai rischi e distruggere gli habitat costieri umidi insieme alla loro capacità protettiva.³⁶

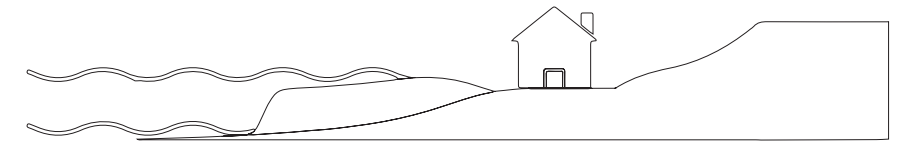
Esempi applicazione:

La creazione di nuove terre dal mare è diventata una pratica diffusa nello sviluppo delle zone costiere. È il metodo preferito per rispondere alla crescente richiesta di terreno nelle zone costiere ed è stato utilizzato per vari scopi, tra cui la gestione delle inondazioni e l'agricoltura. **Oggi è diventata una risposta popolare all'aumento dell'urbanizzazione costiera, dell'attività economica e della crescita della popolazione globale.**

Esempi di tale strategie, sono riscontrabili in paesi come la Cina e i Paesi Bassi, considerati leader nella creazione di nuove terre. Tuttavia, la maggior parte dei progetti di bonifica oggi ha luogo nei centri urbani dei paesi del Sud del mondo. Le città dell'Africa occidentale, dell'Asia orientale e del Medio Oriente producono queste nuove terre come fonti economiche per le loro attività commerciali e come luoghi per residenze di lusso.³⁷

³⁶ ibid., op. cit.;
³⁷ Yakubu, 2023;

Adattamento basato sugli ecosistemi (EbA)



L'adattamento basato sugli ecosistemi (EbA) comprende **misure che utilizzano gli ecosistemi naturali per mitigare gli impatti dei cambiamenti climatici.**

Questa strategia offre vantaggi notevoli, ma presenta sfide in termini di costi e di efficacia nel lungo termine.

Le strategie EbA includono la gestione sostenibile e il recupero degli ecosistemi costieri, come le zone umide e le barriere coralline, che possono offrire una protezione efficace contro le inondazioni e l'erosione. Questo tipo di approccio, oltre a contribuire alla protezione e alla conservazione dagli effetti dell'innalzamento del livello del mare, ha il vantaggio di offrire anche numerosi benefici collaterali come il sequestro del carbonio, il miglioramento della qualità dell'acqua e la migrazione verso l'interno degli ecosistemi costieri.

Svantaggi

Tuttavia, i costi e i benefici a lungo termine di tali misure non sono ancora completamente compresi, e ci sono incertezze riguardo ai limiti biofisici dell'EbA, che potrebbero emergere nel corso del 21° secolo.³⁸

Infatti, si prevede che i **limiti biofisici di questa strategia siano amplificati dagli effetti del cambiamento climatico**: nel corso di questo secolo, i coralli potrebbero raggiungere i loro limiti a causa dell'acidificazione e del riscaldamento degli oceani. Allo stesso modo, le zone umide influenzate dalle maree potrebbero essere limitate a causa dell'inquinamento e delle infrastrutture che ostacolano la loro capacità di migrare verso l'interno.³⁹

Attualmente, vi è un ampio consenso sull'utilizzo di forme ibride, che vedono l'utilizzo sinergico delle misure di protezione rigida con l'Eba.⁴⁰

Esempi di queste misure includono una cintura verde paludosa di fronte a una diga marittima, o una diga marittima appositamente progettata per includere nicchie per la formazione di habitat naturale.⁴¹

³⁸ Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;
³⁹ ibid., op. cit.;
⁴⁰ ibid., op. cit.;
⁴¹ ibid., op. cit.;

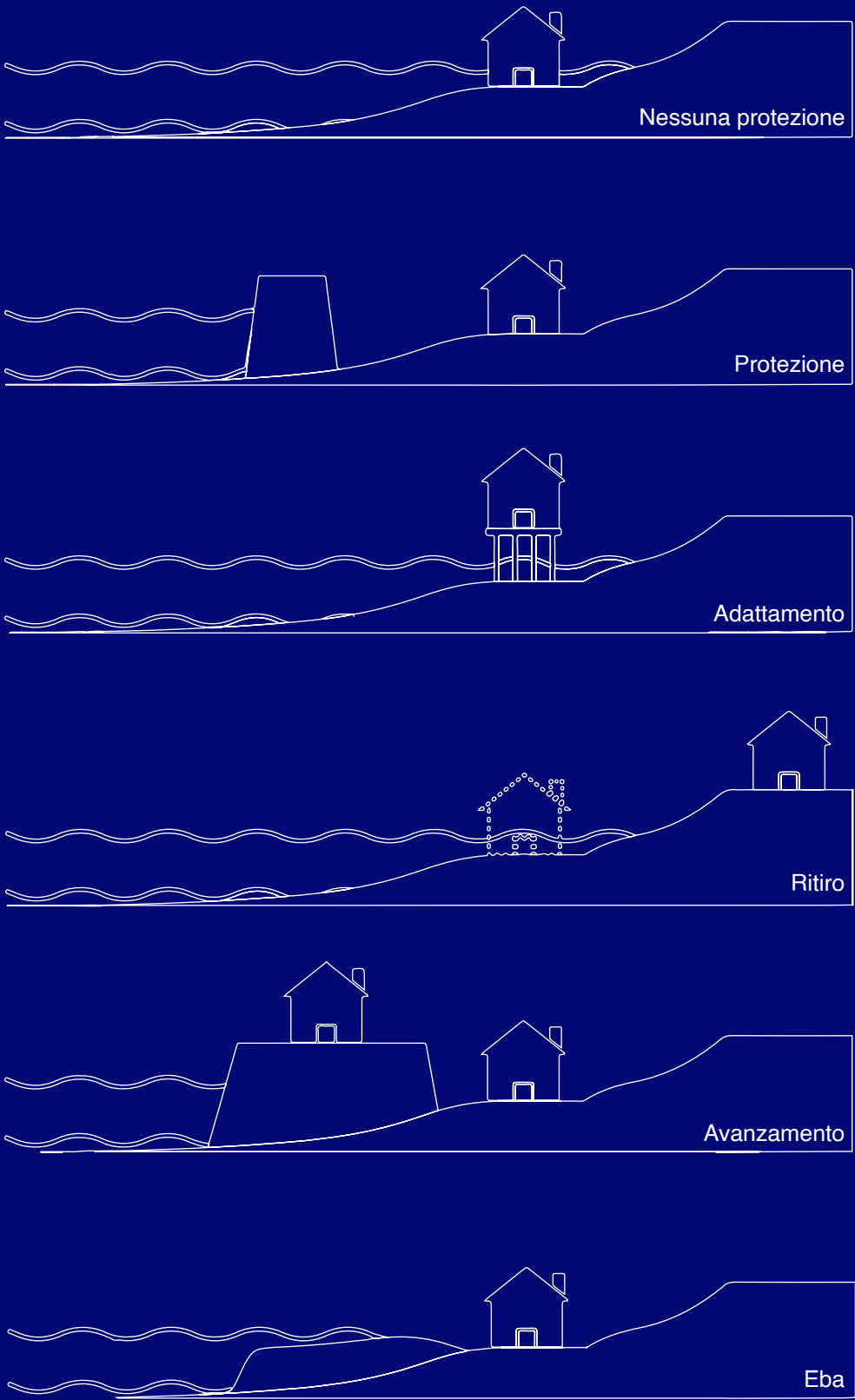
Esempi applicazione:

Le strategie di adattamento basate sull'ecosistema (EbA) sono in corso in città come San Francisco, dove le paludi costiere vengono ripristinate per ridurre l'erosione e le mareggiate.⁴²

In conclusione, tutte le varie risposte alla risalita del livello del mare, come la protezione, l'accomodamento, l'adattamento basato sugli ecosistemi (EbA), l'avanzamento e il ritiro, svolgono ruoli importanti per affrontare l'innalzamento del livello del mare. La protezione rigida e l'avanzamento, specialmente in contesti urbani con limitata disponibilità di spazio, sono soluzioni economicamente efficienti, anche se possono aumentare l'esposizione a rischi a lungo termine.

Dove c'è abbastanza spazio, l'EbA può ridurre i rischi costieri e apportare numerosi benefici aggiuntivi. Strutture come gli edifici a prova di inondazione e i sistemi di allarme rapido per eventi di aumento del livello del mare sono spesso economicamente convenienti e altamente efficaci in ogni contesto.

Infine, il ritiro può essere una soluzione particolarmente efficace in aree con rischi costieri elevati e bassa densità di popolazione, o in seguito a un disastro costiero, anche se può essere socialmente, culturalmente e politicamente impegnativo.⁴³



42 World Economic Forum, 2022, op. cit.;
43 Oppenheimer et al., 2019, op. cit.;

Come si stanno adattando le aree a rischio?

Paesi e città di tutto il mondo stanno mettendo in atto queste strategie.

Sud-est asiatico

Le città del sud-est asiatico si stanno concentrando sull'edificazione di difese contro l'innalzamento del livello del mare. Ad esempio, Giacarta sta attualmente costruendo una massiccia diga marittima, con il supporto dell'Olanda, e sta pianificando il trasferimento di 400.000 persone dalle aree a rischio, come rive dei fiumi e bacini idrici minacciati. Bangkok, affrontando sfide simili a Giacarta, ha sviluppato una rete di canali lunga 2.600 km e ha creato un parco centrale con la capacità di drenare 4 milioni di litri di acqua in contenitori sotterranei.

Anche Singapore sta attuando numerose strategie di mitigazione, come progetti di bonifica e costruzione di argini che coprono il 70% delle aree costiere.⁴⁴

Cina

Anche le città cinesi stanno prendendo provvedimenti per affrontare l'innalzamento del livello del mare. Nel 2014, la Cina ha lanciato l'iniziativa "città spugna", ispirata all'uso dell'acqua piovana a Hyderabad in India. Questa iniziativa mira a far sì che l'80% del territorio urbano possa assorbire o riutilizzare almeno il 70% dell'acqua piovana. Attualmente, più di 30 città, tra cui Shanghai, partecipano all'iniziativa, con l'obiettivo di coinvolgere almeno altre 600 città nei prossimi dieci anni.⁴⁵

Pacifico meridionale

Le risposte più drastiche all'innalzamento del livello del mare sono probabilmente quelle provenienti dalle aree del mondo più a rischio. Piccoli stati insulari come Kiribati, Tuvalu, le Isole Marshall e le Maldive rischiano letteralmente di scomparire.

Kiribati sta trattando l'acquisto di 5.000 acri di terreno nelle vicine Fiji per trasferire la sua popolazione di 113.000 persone, se necessario. Le Isole Marshall sono di fronte a una scelta altrettanto difficile: rimanere e rialzare il terreno

⁴⁴ World Economic Forum, 2019, op. cit.;

⁴⁵ ibid., op. cit.;

o spostarsi. Il paese sta cercando modi per bonificare la terra e costruire isole sufficientemente alte da sopportare l'aumento del livello del mare. Anche le Maldive, stanno cercando di bonificare, rinforzare e costruire nuove isole, pronte a trasferirsi quando necessario.⁴⁶

America

Anche le città degli Stati Uniti stanno attivamente investendo miliardi di dollari per potenziare la loro resistenza all'innalzamento del livello del mare. New Orleans ha avviato il suo sistema di riduzione del rischio di danni da uragano e tempesta poco dopo l'uragano Katrina, che nel 2005 causò la morte di oltre 1.600 persone e lasciò l'80% della città sommersa. Questo sistema comprende una serie di grandi barriere, argini rinforzati e muri contro le inondazioni che circondano la città per circa 560 km. Inoltre, la città ha creato un sistema di gestione delle acque con parchi, zone umide e altri elementi per ridurre la necessità di pompe e canali.

Questo è uno dei più grandi progetti di infrastrutture pubbliche nella storia degli Stati Uniti e rappresenta il sistema di controllo delle inondazioni più costoso al mondo. Oltre a New Orleans, anche città come Boston, Houston, Miami, New York e molte altre stanno seguendo questo esempio, anche se su scala diversa.⁴⁷

Rotterdam

Rotterdam ha avviato una strategia di adattamento ai cambiamenti climatici diversi anni fa, puntando a renderla resiliente ai fenomeni climatici entro il 2025, attraverso il **Rotterdam Climate Proof (2008) e la strategia di adattamento del 2013**. Gli obiettivi principali sono: rafforzare le difese contro inondazioni, mareggiate e innalzamento del livello del mare; adattare l'ambiente urbano per integrare le funzioni di assorbimento dell'acqua, protezione e gestione dei danni.

La città ha implementato una difesa solida contro le inondazioni, con il Maeslantkering (barriera flessibile contro le tempeste), dune di sabbia permanenti lungo la costa e dighe fluviali. La zona interna agli argini, sotto il livello del mare, è protetta da polder drenati e argini secondari. L'area esterna agli argini, a 3-5,5 metri sopra il livello del mare e abitata da circa 40.000 persone, è vulnerabile a inondazioni e innalzamento del mare. Per questa zona, Rotterdam utilizza tecnologie innovative, come edifici galleggianti, e metodi tradizionali, come l'isolamento degli edifici e la sopraelevazione degli impianti elettrici.⁴⁸

⁴⁶ ibid., op. cit.;

⁴⁷ ibid., op. cit.

⁴⁸ C40 Cities, 2024;

Come appena visto, gli effetti dei cambiamenti climatici in particolar modo dell'innalzamento del livello del mare, sono un fenomeno inevitabile che coinvolge regioni dall'Asia all'Africa, dall'Europa all'America. Le iniziative menzionate dimostrano che le città e le comunità in tutto il mondo stanno affrontando attivamente gli impatti dell'innalzamento del livello del mare attraverso misure sia proattive che adattive.

In conclusione, dall'analisi appena condotta, è emerso come sia l'adattamento che la mitigazione siano fondamentali per affrontare il cambiamento climatico e i suoi impatti. Integrare entrambi questi approcci nei processi decisionali e di pianificazione, consente di costruire resilienza contro gli attuali e futuri impatti del cambiamento climatico, riducendo nel contempo le emissioni di gas serra e avanzando verso un futuro più sostenibile.

In generale, le strategie di adattamento e mitigazione sono indispensabili per le città costiere nel contrastare gli effetti del cambiamento climatico e proteggere le loro zone costiere vulnerabili. Implementando una combinazione di queste strategie, le città possono sviluppare resistenza, ridurre le emissioni e creare ambienti più sostenibili per i propri abitanti. Anche se possono presentarsi sfide e costi, i vantaggi a lungo termine di queste strategie superano di gran lunga i rischi dell'inazione. Con il continuo aumento della minaccia del cambiamento climatico, le città costiere devono porre la massima attenzione agli sforzi di adattamento e mitigazione per garantire un futuro più resiliente e sostenibile per le prossime generazioni.



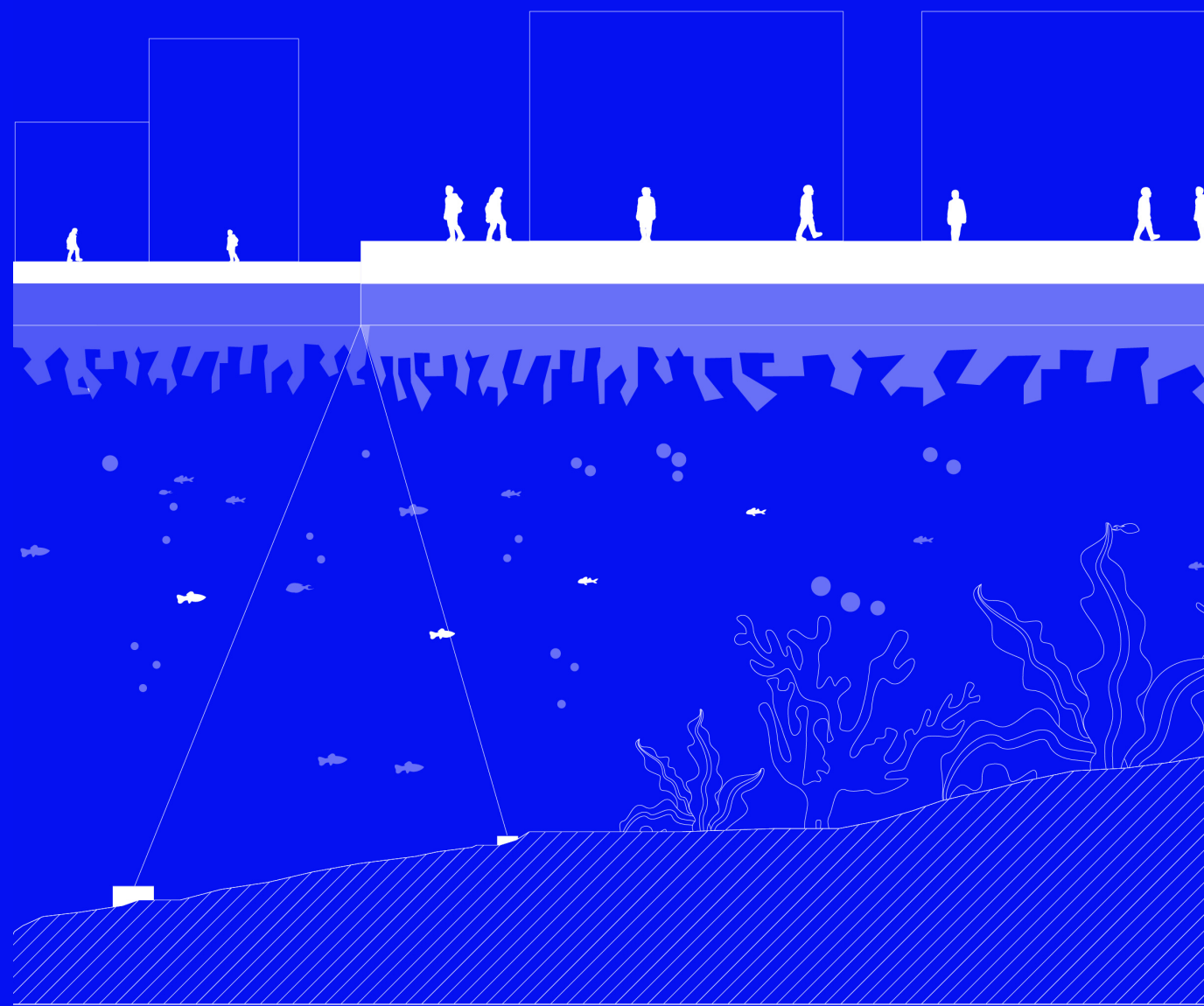
L'immagine mostra la diga Maeslantkering, Rotterdam (As They Said, 2018).

4

LE SOLUZIONI GALLEGGIANTI COME RISPOSTA SOSTENIBILE ED ADATTIVA ALLE CONSEGUENZE DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

4.1 I vantaggi delle piattaforme galleggianti per lo sviluppo urbano

4.2 La tecnologia del Floating solutions research group



4.1 I vantaggi delle piattaforme galleggianti per lo sviluppo urbano

Innovazione e adattamento sono parole chiave nel contesto del cambiamento climatico. Mentre le città di tutto il mondo si sforzano di trovare soluzioni per affrontare gli effetti dei cambiamenti climatici, una nuova forma di sviluppo urbano sta emergendo: le piattaforme galleggianti.

Queste rappresentano una soluzione innovativa e promettente per fronteggiare i problemi derivanti dal cambiamento climatico nelle aree urbane costiere. Infatti, l'aumento del livello del mare, le inondazioni sempre più frequenti e intense e l'erosione costiera stanno mettendo sotto pressione le città di tutto il mondo, richiedendo nuove strategie di sviluppo urbano che siano resilienti e sostenibili. Le piattaforme galleggianti offrono una risposta versatile e adattabile a queste sfide, consentendo la creazione di spazi urbani flessibili, sicuri e adatti a fronteggiare gli impatti del cambiamento climatico.

Queste ultime, infatti, tra le diverse strategie di risposta al cambiamento climatico, che sono state analizzate nel capitolo precedente, si colloca nel panorama delle strategie di adattamento agli impatti dell'innalzamento del livello del mare. Tuttavia questa soluzione può essere considerata anche una valida alternativa alle misure tradizionali di avanzamento in mare.

In questo capitolo, saranno esplorati **i vantaggi delle piattaforme galleggianti come strumento per lo sviluppo urbano in aree costiere.**

Si analizzeranno in primis **le ragioni per trasferire le attività in mare e i benefici dell'utilizzo dello spazio marino. Verranno poi esplorati i vantaggi dell'utilizzo delle piattaforme**, come l'adattabilità al livello del mare, la riduzione dei rischi di inondazione e l'uso sostenibile dello spazio acquatico.

Attraverso questa analisi, sarà quindi possibile comprendere appieno il potenziale delle piattaforme galleggianti nel fornire una solida base per lo sviluppo urbano sostenibile, adattabile e resistente al cambiamento climatico.

Quali sono i motivi ed i vantaggi di spostarsi in mare?

I principali motivi che spingono a considerare il mare come una valida alternativa per nuovi sviluppi urbani sono le problematiche a cui sono soggette le città costiere. Come discusso nel capitolo "Le sfide urbane", attualmente le città costiere affrontano sfide legate all'innalzamento del livello del mare, della scarsità di suolo e all'aumento di prezzi dei terreni.

L'innalzamento del livello del mare (SLR) causa frequenti inondazioni, mettendo a rischio infrastrutture urbane e milioni di persone. Questo fenomeno riduce la quantità di terra disponibile, specialmente nelle aree densamente popolate e in rapida urbanizzazione. Inoltre, la scarsità di suolo è un problema anche in regioni meno colpite dall'innalzamento del livello del mare. Con una popolazione globale prevista di 10 miliardi entro il 2050, il sovraffollamento e l'inquinamento diventeranno problematiche sempre più rilevanti. Attualmente, circa il 37% della popolazione mondiale vive entro 100 chilometri dalla costa, e si prevede che il 68% vivrà in aree urbane entro il 2050, aggravando ulteriormente la situazione.¹

I prezzi dei terreni lungo la costa stanno aumentando a causa della loro attrattività per scopi abitativi e commerciali. In Norvegia, ad esempio, nonostante una minore vulnerabilità all'innalzamento del livello del mare, i quartieri urbani galleggianti e le infrastrutture galleggianti sono considerati rilevanti per introdurre nuove funzioni nei porti senza interventi permanenti.²

In questo contesto, utilizzare lo spazio marino offre numerosi vantaggi. Circa il 70% della superficie terrestre è costituita dal mare, un'area ancora non sfruttata in modo ottimale. Secondo alcuni studi, per ospitare 5 miliardi di persone in città galleggianti, con la stessa densità urbana media delle attuali città terrestri, sarebbe necessario solo lo 0,8% della superficie marina globale. Le efficienze superiori delle strutture galleggianti rendono lo spazio marino necessario per risolvere la carenza globale di territorio nel 2050 molto inferiore rispetto a quello sulla terraferma. In uno scenario di basse emissioni, sarebbero necessari 2,4 milioni di km² di mare, pari allo 0,7% della superficie totale dell'oceano, mentre in uno scenario di alte emissioni ne servirebbero 5,4 milioni di km², equivalenti all'1,5% della superficie totale dell'oceano.

¹ Futurside, n.d.;

² SINTEF, n.d.;

L'urbanizzazione sul mare permetterebbe di preservare i terreni fertili coltivabili intorno alle città esistenti, necessari per la produzione alimentare del prossimo secolo.

Oltre a preservare i terreni sulla terraferma, un grande vantaggio di spostare le attività in mare, risiede nella possibilità di produrre anche in queste aree.

Infatti, recenti studi indicano che la produzione di cibo e biocarburanti sull'acqua può essere fino a 10 volte più efficiente per unità di superficie rispetto all'agricoltura terrestre.³

Un'indagine condotta da Blue 21 sul potenziale degli sviluppi produttivi galleggianti ha dimostrato che coltivare cibo sull'acqua è fino a 200 volte più efficiente rispetto all'agricoltura tradizionale sulla terraferma. Questo studio ha stimato la quantità di nutrienti e anidride carbonica prodotta dalle città, utilizzando tali dati per calcolare la resa delle microalghe. La produzione di cibo con l'acqua richiede da 130 a 150 volte meno superficie rispetto all'agricoltura globale sulla terraferma. Inoltre, considerando l'area di sequestro del carbonio necessaria per compensare le emissioni dell'agricoltura terrestre, l'efficienza può superare le 200 volte.⁴

Quali sono i vantaggi delle piattaforme galleggianti?

Le piattaforme galleggianti rappresentano una soluzione versatile e sostenibile per le città costiere, offrendo numerosi benefici per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Queste strutture sono adattabili alle variazioni del livello del mare, riducendo i rischi di inondazione e utilizzando in modo sostenibile lo spazio acquatico. Inoltre, aumentano la capacità abitativa, creando nuove opportunità per lo sviluppo urbano e valorizzando le aree costiere. Promuovono il turismo sostenibile, consentono una pianificazione flessibile, riducono le emissioni di carbonio e proteggono gli ecosistemi marini.

1. Adattabilità alle variazioni del livello del mare

Le piattaforme galleggianti offrono un'adattabilità cruciale alle variazioni del livello del mare. Grazie alla loro capacità di fluttuare verticalmente in risposta alle maree e all'innalzamento dell'acqua, queste strutture possono sopportare picchi di marea e precipitazioni intense senza subire danni o permettere infiltrazioni d'acqua negli insediamenti urbani. Questo garantisce la sicurezza degli insediamenti costieri, riducendo significativamente la probabilità di inondazioni catastrofiche e i relativi costi dei danni provocati dall'acqua, affrontando così in modo più efficace gli effetti del cambiamento climatico.

2. Nuove forme di sviluppo urbano ed aumento della capacità abitativa

L'adozione di strutture galleggianti apre nuove opportunità per lo sviluppo urbano, ampliando la capacità abitativa delle città costiere. Questa soluzione permette la costruzione di nuove residenze, uffici e spazi pubblici, alleviando la congestione nelle aree urbane esistenti. In un contesto di crescente scarsità di suolo e aumento della popolazione, le città possono espandersi in modo sostenibile e adattabile senza compromettere le limitate risorse terrestri. Inoltre, questa strategia consente di preservare i terreni fertili per la produzione alimentare, rispondendo efficacemente alla crescente pressione demografica.⁵

5. pianificazione flessibile ed adattabile

La pianificazione adattabile e flessibile è un elemento chiave per le piattaforme galleggianti nello sviluppo urbano. Questa flessibilità permette

³ Roeffen et al., 2013, op. cit.;

⁴ Blue21, n.d.;

⁵ De Graaf, 2012, op. cit.;

alle città di rispondere efficacemente agli impatti del cambiamento climatico e di adattarsi alle esigenze in continua evoluzione del territorio e della popolazione. A differenza delle città terrestri, che sono statiche e difficili da rimodellare senza demolire edifici, le città galleggianti possono essere riprogettate ripetutamente per rispondere ai cambiamenti stagionali, demografici e alle diverse necessità.⁶

Un grande vantaggio delle piattaforme galleggianti è che non rappresentano un intervento irreversibile, introducendo così un nuovo approccio alla pianificazione e allo sviluppo urbano. La loro maggiore flessibilità di movimento consente di creare un tessuto urbano dinamico e flessibile, permettendo una pianificazione urbana più orientata alla crescita organica rispetto ai metodi tradizionali. I distretti galleggianti possono essere facilmente adattati alle mutevoli esigenze della comunità e alle circostanze in evoluzione, come l'innalzamento del livello del mare e i cambiamenti nelle necessità economiche e spaziali.⁷

6. Riduzione delle emissioni di carbonio

La riduzione delle emissioni di carbonio è una priorità chiave per affrontare il cambiamento climatico. Le città galleggianti possono essere progettate per essere autosufficienti dal punto di vista energetico, riducendo la loro dipendenza dalle risorse esterne, attraverso l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, come l'energia solare e l'energia eolica, queste piattaforme possono ridurre l'impatto ambientale delle città galleggianti e delle attività urbane ad esse collegate. Inoltre, le piattaforme galleggianti possono promuovere un trasporto più sostenibile, ad esempio tramite l'uso di veicoli elettrici e la creazione di infrastrutture per la mobilità dolce. Queste soluzioni innovative possono contribuire in modo significativo alla riduzione delle emissioni di carbonio e alla promozione di città a basse emissioni.

7. Protezione degli ecosistemi marini

Le piattaforme galleggianti per lo sviluppo urbano possono svolgere un ruolo significativo nella protezione e nel ripristino degli ecosistemi marini, contribuendo alla sostenibilità delle risorse marine e alla conservazione della flora e della fauna marina. Gran parte della vita marina si concentra in aree poco profonde, lungo le interfacce terra-acqua e vicino a strutture come le barriere coralline. La costruzione di città galleggianti può estendere significativamente la lunghezza di queste interfacce, aumentando il potenziale ecologico delle coste.

Intorno alle città galleggianti, la creazione di zone umide e barriere artificiali non solo proteggerà le strutture dalle onde, ma fornirà anche habitat preziosi per una vasta gamma di specie. Questo approccio integrato favorisce un ambiente marino più sano e resiliente, garantendo la sostenibilità a lungo termine delle risorse marine.⁸

⁶ ibid., op. cit.;

⁷ Blue21, n.d.;

⁸ De Graaf, 2012, op. cit.;

8. Valorizzazione delle aree costiere e promozione del turismo sostenibile

L'uso della tecnologia delle piattaforme galleggianti offre benefici significativi sia per la valorizzazione delle aree costiere che per la promozione del turismo sostenibile. Queste strutture possono essere progettate per ospitare attrazioni turistiche come hotel, ristoranti e centri culturali, attirando visitatori da tutto il mondo e contribuendo all'economia locale. Inoltre, le piattaforme galleggianti favoriscono la conservazione delle risorse naturali, promuovendo la tutela e la conoscenza dell'ambiente marino e costiero.

In termini di turismo sostenibile, sviluppare attività sulle piattaforme galleggianti, consente di offrire esperienze rispettose dell'ambiente, come itinerari turistici ecologici, escursioni in barca a basso impatto ambientale e attività di sensibilizzazione sulla salvaguardia dell'ecosistema marino. Questo approccio aiuta a preservare l'ambiente, garantendo l'uso sostenibile delle risorse naturali per le generazioni future, e dimostra come la tecnologia galleggiante possa integrare sviluppo economico e tutela ambientale.

Il cambiamento climatico è una delle sfide più pressanti del nostro tempo, con impatti significativi sulle città e le comunità globali. La resilienza urbana è fondamentale per affrontare le sfide del cambiamento climatico, e le piattaforme galleggianti offrono un modo per potenziarla nelle città costiere. Infatti la loro capacità di adattarsi alle variazioni del livello del mare e di ridurre i rischi di inondazione, insieme all'utilizzo sostenibile dello spazio acquatico, le rende strumenti ideali per creare città resilienti e sostenibili.

Oltre al loro potenziale di risposta rispetto alle sfide poste dai cambiamenti climatici, l'utilizzo della tecnologia galleggiante per sviluppi urbani presenta altri vantaggi, quali la possibilità di essere autosufficienti dal punto di vista energetico, riducendo la dipendenza dalle risorse esterne e migliorando la capacità di risposta alle emergenze. Queste strutture possono anche contribuire significativamente alla valorizzazione delle aree costiere e alla promozione del turismo sostenibile, offrendo esperienze rispettose dell'ambiente e attrazioni turistiche.

Inoltre la loro flessibilità e adattabilità consentono lo sviluppo di un tessuto urbano dinamico, in grado di rispondere alle mutevoli esigenze della comunità e alle variazioni economiche e ambientali.

In conclusione, le piattaforme galleggianti offrono sia una promettente risposta alle sfide poste dal cambiamento climatico e dall'urbanizzazione crescente, dimostrando come sia possibile integrare lo sviluppo economico con la tutela ambientale, ma anche la possibilità di sviluppare un modello di città più efficiente sostenibile e resiliente.

4.2 La tecnologia del Floating solutions research group

Piattaforme galleggianti modulari in calcestruzzo

I criteri di standardizzazione dell'unità garantiscono la modularità. La struttura è realizzata in cemento armato per garantire bassi costi di costruzione, elevata durabilità in ambiente marino e bassi requisiti di manutenzione. Il calcestruzzo riciclato e autoriparabile fa parte delle sfide tecnologiche del floating solutions research group.

Sistema di connessione flessibile

Connettore innovativo tra piattaforme che soddisfa i requisiti di flessibilità, resistenza a carichi elevati e durata in ambiente marittimo. Questa soluzione si basa sull'uso di materiali flessibili e deformabili.

Ormeggio

Cime di ormeggio tese per garantire una minore escursione della piattaforma, l'adattabilità alle variazioni del livello del mare e un maggiore comfort a bordo grazie all'elasticità delle cime. Un ulteriore vantaggio di questa soluzione è l'assenza di catenarie in acciaio sul fondale marino e quindi il relativo minor impatto ambientale (spazio necessario e rumore) e l'eccellente adattabilità a diverse profondità marine.

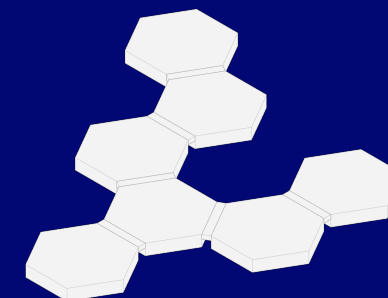
Sistema di zavorra

A bordo della piattaforma galleggiante è presente un sistema di regolazione della zavorra nei vari gavoni situati all'interno dello scafo. Questo sistema assicura il corretto pescaggio e assetto delle singole piattaforme in caso di sovrastrutture diverse. Grazie a questo sistema ogni piattaforma può essere utilizzata per funzioni diverse, garantendo la standardizzazione della soluzione.

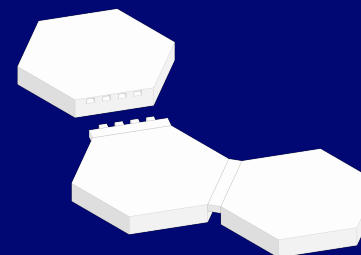
Frangiflutti

Strutture galleggianti ancorate al fondale marino che hanno lo scopo di mitigare gli stati di mare più gravi. La loro adozione consente la creazione di acque artificiali protette per la protezione di isole galleggianti off-shore.

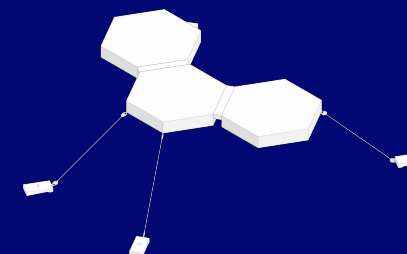
Piattaforme



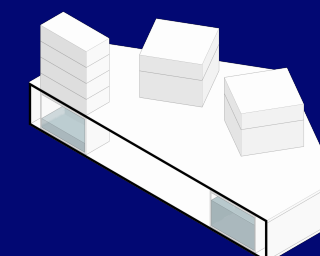
Sistema di connessione



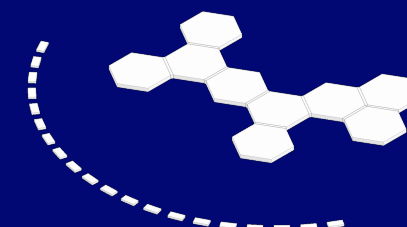
Ormeggio



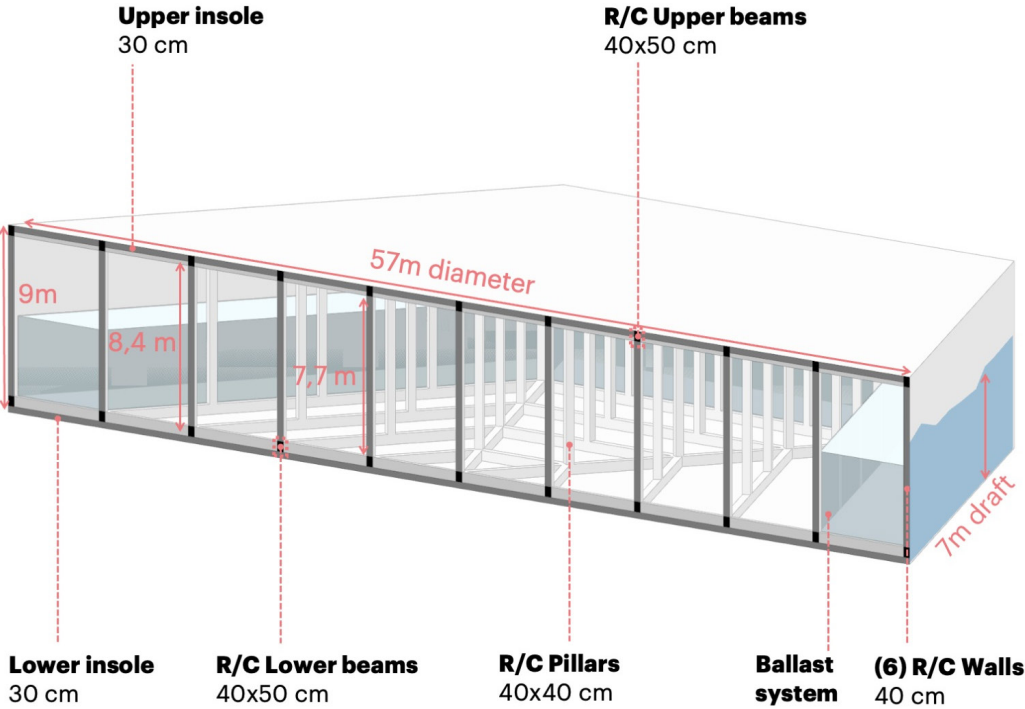
Sistema di zavorra



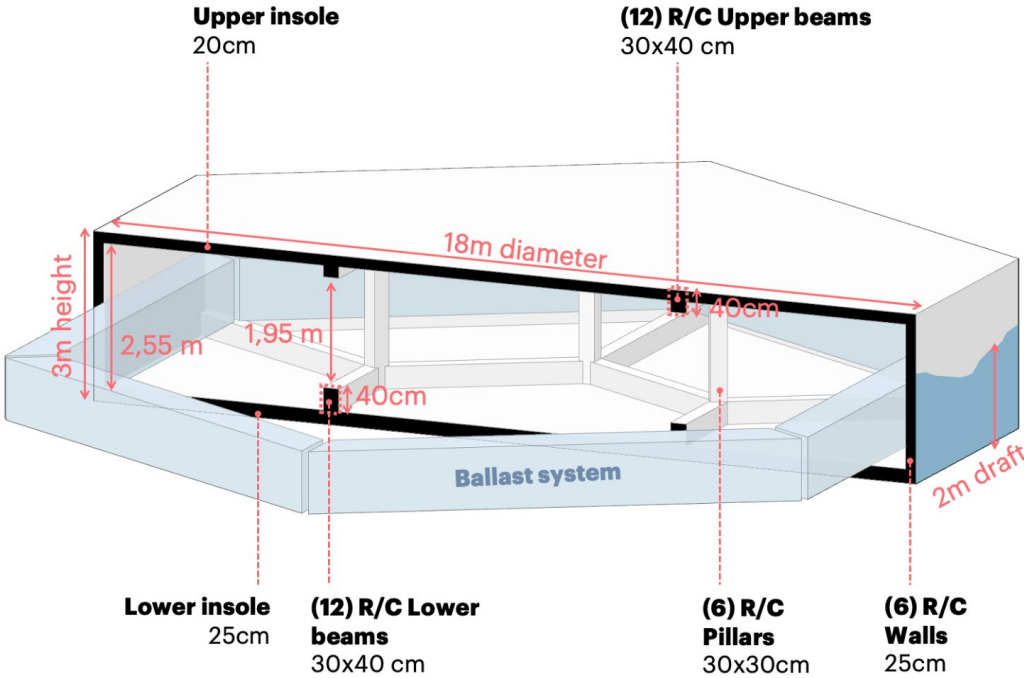
Frangiflutti



Le piattaforme



Elaborati gentilmente concessi dal Floating Solutions Research Group.



Elaborati gentilmente concessi dal Floating Solutions Research Group.

5

LE SFIDE

5.1 La componente giuridico/normativa

5.2 La pianificazione dello spazio marittimo



5.1 La componente giuridico/normativa

In un momento in cui l'urbanizzazione globale sta raggiungendo nuove vette e il cambiamento climatico sta creando sfide senza precedenti per l'umanità, il concetto di città galleggiante sta emergendo come una soluzione innovativa e attraente, in particolar modo per le problematiche a cui sono e saranno sempre di più, soggette le città. Trasformando infatti l'acqua in spazi abitabili e sostenibili, questa prospettiva ha il potenziale per affrontare i limiti spaziali della terraferma e aprire nuove opportunità di sviluppo urbano. La crescente consapevolezza della necessità per le città di adattarsi ai cambiamenti climatici, unita alla ricerca di soluzioni sostenibili e rispettose dell'ambiente, sta alimentando l'interesse per il concetto di città galleggiante.

Su questo concetto molti aspetti tecnici di progettazione sono stati studiati e testati, mentre altre tematiche come l'accettazione sociale e le questioni legali sono state sottovalutate.

Per questo motivo il presente capitolo, si focalizzerà sulla dimensione normativa e legale che governa questa nuova realtà. Infatti, solo attraverso una comprensione approfondita delle questioni giuridiche coinvolte, sarà possibile cogliere appieno le opportunità e le sfide delle città galleggianti e contribuire alla realizzazione di insediamenti urbani sostenibili, resilienti e in armonia con l'ambiente circostante.

In questo contesto, il capitolo si occuperà di esaminare: quali norme e regolamenti si applicano o sono in vigore per le città galleggianti, quali sono attualmente le definizioni giuridiche utilizzate per le città galleggianti, quali sono gli approcci che si stanno seguendo per integrare gli sviluppi galleggianti all'interno dei regolamenti, ed infine quali sono le implicazioni delle diverse posizioni delle città galleggianti.

Per fare ciò verranno esaminate le principali fonti normative esistenti a livello nazionale e internazionale che riguardano le città galleggianti. Saranno considerati trattati, convenzioni, leggi e regolamenti specifici, al fine di comprendere sia il contesto giuridico in cui si inseriscono queste particolari realtà ma anche gli approcci che si stanno avendo in materia.

La possibilità di uno sviluppo urbano galleggiante su una scala più ampia verrà poi esercitata sul caso studio di Monaco.

Tuttavia, in questo capitolo verranno menzionati altri casi studio al fine di arricchire la ricerca così da comprendere come le diverse normative sono state applicate nella pratica e di trarre insegnamenti utili per lo sviluppo futuro di tali progetti.

Quali leggi e regolamenti si occupano della governance delle città galleggianti?

Al fine di riconoscere tali “entità galleggianti” è necessario in primis attribuirgli un riconoscimento a livello giuridico. Risulta, pertanto, indispensabile ricondurle all'interno di uno schema già esistente, soprattutto allo scopo di conoscerne la disciplina e la normativa applicabile. A tale scopo occorre analizzare la normativa esistente in materia di diritto internazionale e della navigazione. Si rileva in tal senso la Convenzione sul diritto del mare del 1982 (di seguito: UNCLOS).

Quest'ultima è un trattato internazionale che stabilisce un regime completo di norme e ordine dei mari e degli oceani di tutto il globo, sulla base delle quali sono stabiliti e disciplinati gli usi delle loro risorse. Deve essere rispettata da tutti gli Stati membri delle Nazioni Unite che l'hanno ratificata. In altre parole, tutti i paesi che sono parte contraente della UNCLOS sono tenuti a rispettarne le disposizioni e a conformarsi al diritto internazionale del mare in essa stabilito.

Attualmente la Convenzione è stata firmata da 168 Stati. La Comunità europea l'ha firmata e ratificata, mentre gli Stati Uniti l'hanno firmata, ma la sua ratifica è ancora in attesa dell'approvazione del Senato americano.¹

Il trattato in questione si basa su differenti zone marittime che prevedono implicazioni giuridiche diverse.²

¹ United Nations Convention on the Law of the Sea (Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare), Montego Bay, 10 December 1982, da qui in avanti, “UNCLOS”. In GALEA, F. (2009) Artificial islands in the Law of the Sea, pp. 16 e ss, si specifiche che “The 1982 Law of the Sea Convention (LOSC) lays down a comprehensive regime of law and order of the world's oceans and seas establishing rules governing all uses of the oceans and their resources. It enshrines the notion that all problems of ocean space are closely inter-related and need to be addressed as a whole. The LOSC was adopted by the Third United Nations Conference on the Law of the Sea (UNCLOS III) at New York on 30 April 1982, and concluded at Montego Bay on 10 December 1982. On 9 December 1984, the date of closure of signatures, the 1982 Convention had been signed by 155 States. It was not until the 16 November 1993 that sixty States had deposited their instruments of ratification or accession. The requirements for entry into force of the 1982 Convention were thus met by the 16 November 1994”.

² Lovat, 2022/; e ancora in Galea, op. cit., ibidem;

Secondo quanto disciplinato dalla convenzione le zone marittime si dividono in:

«**Mare territoriale:** il mare territoriale di uno stato si estende fino a un limite massimo di 12 miglia marine (22,2 km; 13,8 mi), a partire dalle linee di base.

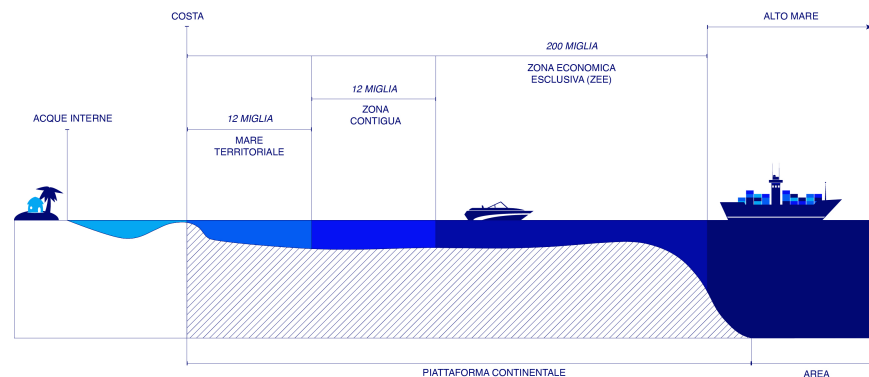
Zona contigua: una zona di mare che si estende oltre il limite esterno del mare territoriale.

Zona economica esclusiva (ZEE): una zona economica esclusiva che si estende dalla linea di base fino a 200 miglia marine (370,4 km; 230,2 mi).

Piattaforma continentale: si estende fino all'orlo esterno del margine continentale, ma per almeno 200 miglia marine (370 km; 230 mi) dalle linee di base del mare territoriale di uno Stato costiero.

Alto mare: mare aperto, specificatamente quello che non rientra in nessuna giurisdizione nazionale.»³

Il fondo marino dell'alto mare, definito "Area".



Come sono attualmente definite a livello normativo le città galleggianti?

Al fine di studiare la dimensione normativa in cui si collocano le future città galleggianti, risulta di primaria importanza definire a livello giuridico le strutture su cui queste si svilupperanno.

Questa definizione, infatti, è necessaria per determinare il loro status giuridico. Quest'ultimo permette di definire i diritti e i doveri degli stati e dei cittadini, proteggere l'ambiente marino circostante, mantenere l'equità e la giustizia, e stabilire un quadro per la cooperazione internazionale.

Al fine di determinare tale *status* giuridico verranno studiate le definizioni che ad oggi descrivono le costruzioni già presenti nei nostri mari, così da vedere se le strutture sviluppate dal progetto SEAform possano rientrarci. **Saranno quindi analizzate le definizioni di piattaforme, impianti, isole artificiali, installazione/strutture, isole naturali, opere portuali permanenti e navi.**

In aggiunta al caso studio principale del principato di Monaco, che sarà menzionato per le isole artificiali, verranno inoltre trattati altri casi studio come Waterbuurt in Olanda e l'arcipelago di Kiribati, per capire maggiormente le implicazioni che le differenti etichette possono avere in differenti circostanze.

Ciò che nella lettura dell'analisi bisogna tenere a mente è che le strutture galleggianti proposte da SEAform, presenterebbero una connotazione e soprattutto una finalità differente rispetto a quelle oggi conosciute.

Nella qui presente sezione verrà dimostrato che analizzando il significato delle definizioni attualmente disponibili, non esiste ancora una definizione adatta al nostro tipo di progetto.

Pertanto, è necessario stabilire una definizione chiara al fine di emanare norme, regolamenti e leggi adeguate e pertinenti.

³ UNCLOS, Part II "Territorial sea and contiguous zone", Article 2 e ss.; nella normativa interna in R.D. 30 marzo 1942, n. 327 (Codice della Navigazione), Articolo 2 e ss.;

Piattaforme

«Un'isola artificiale, una installazione o struttura fissata in permanenza sul fondo del mare ai fini della esplorazione o dello sfruttamento di risorse o ad altri fini economici.»

Ad oggi, infatti, un termine che definisca delle strutture galleggianti volte ad uno sviluppo urbano, non è ancora presente nel diritto marittimo internazionale: il termine a cui più spesso vengono associate è “piattaforme”, ma neanche queste ultime costituiscono una categoria separata nel diritto del mare. Una definizione di “piattaforme fisse” è rintracciabile nell’articolo 1 del “Protocollo per la repressione degli atti illeciti contro la sicurezza delle piattaforme fisse situate sulla piattaforma continentale” in cui vengono definite⁴: «un'isola artificiale, una installazione o struttura fissata in permanenza sul fondo del mare ai fini della esplorazione o dello sfruttamento di risorse o ad altri fini economici.»⁵. Appare chiaro come far rientrare delle piattaforme galleggianti, sulla cui superficie si prevede uno sviluppo urbano, all’interno di questa definizione risulterebbe difficile in quanto le piattaforme qui descritte prevedono un solo scopo (fini economici, esplorazione e sfruttamento) mentre la piattaforma presa da noi in considerazione dovrebbe avere la possibilità di avere finalità differenti. Inoltre, nell’articolo 1 della UNCLOS si legge più volte “piattaforme o altre strutture artificiali in mare”, pertanto sembrerebbe che le piattaforme costituiscano per la Convenzione una sottocategoria delle strutture.⁶

Impianti

“Impianti ed altri dispositivi necessari per l'esplorazione e lo sfruttamento delle risorse naturali”.

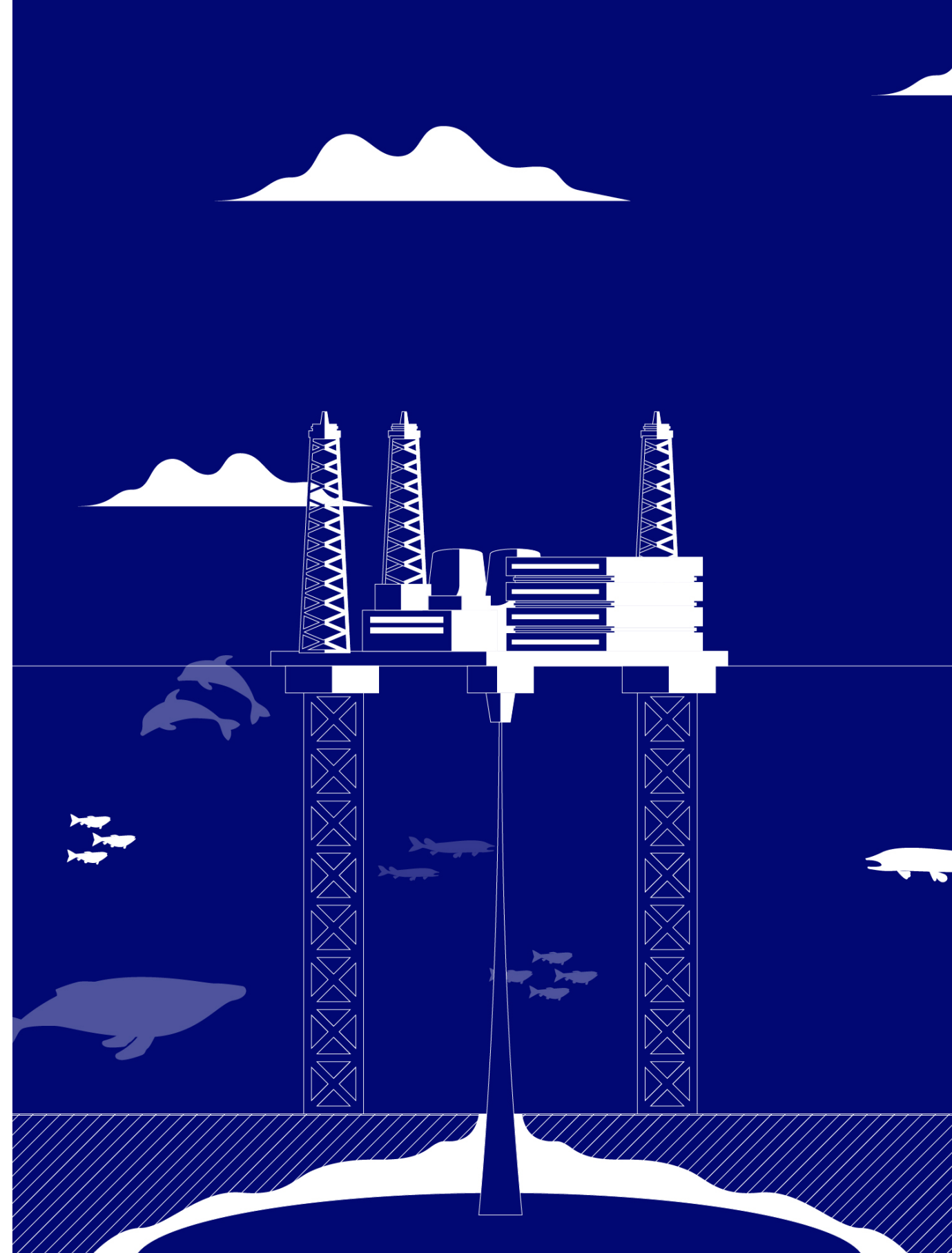
Ad ogni modo, quando si cerca di risalire alla definizione di “struttura” nella Convenzione, non si riesce a definire o distinguere chiaramente tra i termini “struttura”, “installazioni” e “isola artificiale”. Infatti, già durante la conferenza delle nazioni unite sul diritto del mare tenutasi a Ginevra nel 1958 (UNCLOS I), la loro descrizione veniva unificata sotto il termine di “impianti ed altri dispositivi necessari per l'esplorazione e lo sfruttamento delle risorse naturali”. Ricadere sotto il termine impianti, implicava che non potessero possedere lo status di isole, non avessero un mare territoriale e la loro presenza non costituisse confine del mare territoriale dello stato costiero.⁷ Anche in questo caso, ricadere all’interno dell’etichetta di “impianti” vorrebbe dire avere piattaforme con una sola destinazione d’uso.

⁴ Lin, Spijkers and van der Plank, 2022.;

⁵ Art. 1 del Protocollo per la repressione di atti illeciti contro la sicurezza delle piattaforme fisse situate sulla piattaforma continentale allegato alla Convenzione per la repressione dei reati diretti contro la sicurezza della navigazione marittima, firmata a Roma il 10 marzo 1988 e ratificata con l. n. 422 del 28 dicembre 1989.

⁶ Lin, Spijkers and van der Plank, 2022, op. cit.;

⁷ Galea, 2009, op. cit.;



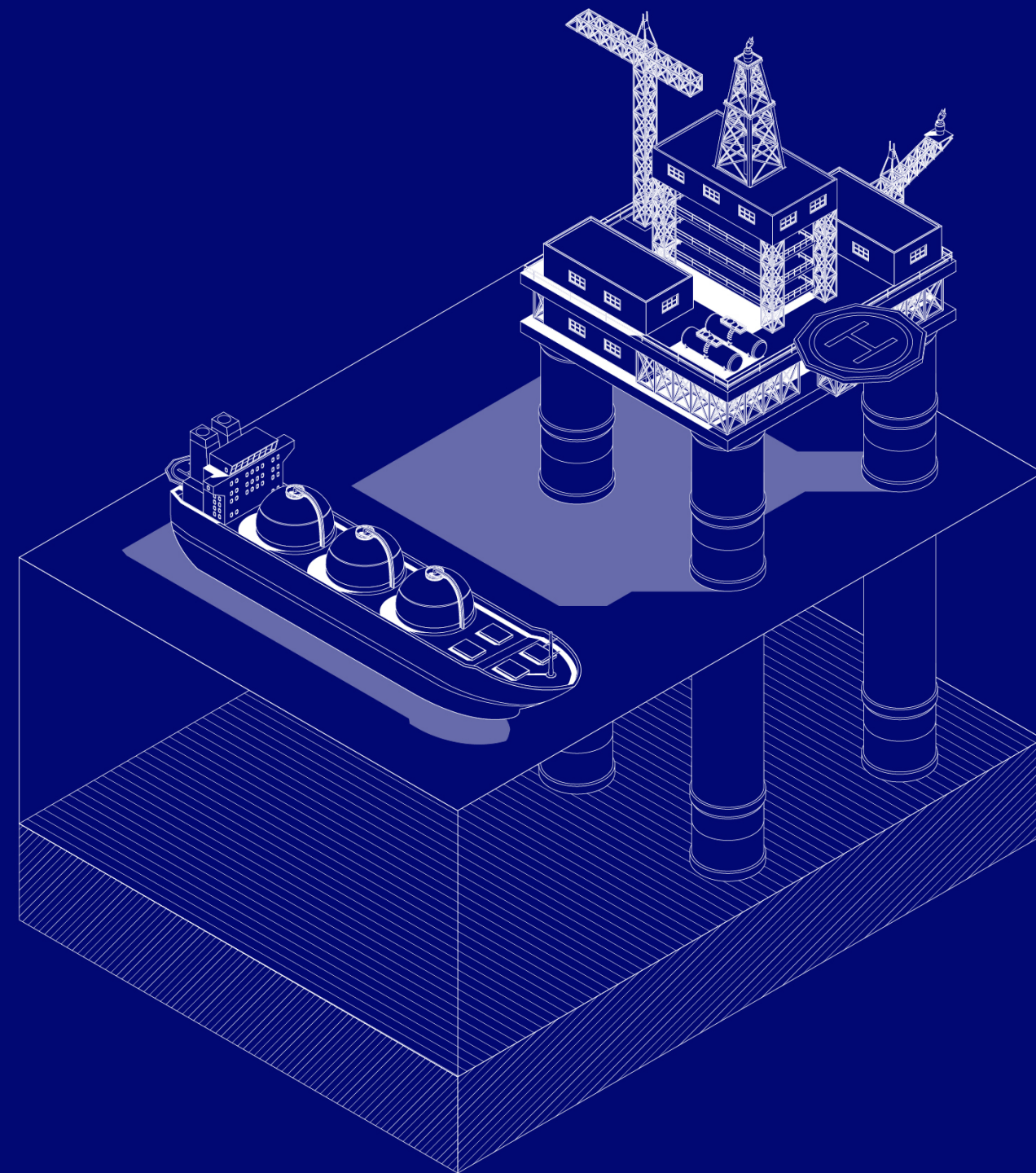
Isole artificiali e installazioni/strutture

Le installazioni e le strutture sono “costruzioni appoggiate sul fondo del mare per mezzo di pali o tubi” o “strutture in calcestruzzo”

Ad oggi, le isole artificiali sono state invece distinte dalle installazioni e dalle strutture sia per materiali che per funzione. Una delle maggiori distinzioni, ancora tra le più quotate in letteratura, venne proposta da Fred Soons nel 1974. Secondo lo studioso, infatti, le installazioni e le strutture sono “costruzioni appoggiate sul fondo del mare per mezzo di pali o tubi” o “strutture in calcestruzzo”, queste ultime quindi non costituirebbero natura di terra; al contrario delle isole artificiali che sono invece create con l'utilizzo di sostanze naturali come sabbia e ghiaia.⁸

Da ciò si può dedurre che le isole artificiali sarebbero costruzioni facenti parte del fondale marino e che sono per loro stessa natura immobili. L'immobilità costituisce ad oggi, come vedremo meglio in seguito, una delle caratteristiche che ha le maggiori implicazioni su un possibile sviluppo a larga scala basato su piattaforme. Anche all'interno della Convenzione, rispetto al 1958, le isole artificiali sono state distinte dalle strutture e dalle installazioni: in quanto le prime possono essere costruite per molteplici scopi; mentre si è confermata la stessa descrizione per le altre.

Le isole artificiali pur continuando a non avere un mare territoriale, sono adesso soggette a tutte le limitazioni e ai requisiti giurisdizionali indicati nella Convenzione e non possono essere considerate opere portuali permanenti.⁹



⁸ Lin, Spijkers and van der Plank, 2022, op. cit.;

⁹ Galea, 2009, op. cit.;

Il caso studio di Monaco

Per comprendere le potenzialità, gli usi e le possibili tipologie di sviluppo che si possono avere con le isole artificiali, viene portata all'attenzione il caso studio del Principato di Monaco.

Quest'ultimo, infatti, si classifica come il secondo Stato più piccolo al mondo, subito dopo la Città del Vaticano¹⁰, occupando un territorio di appena 2,02 km². Nonostante le sue dimensioni limitate, il Principato detiene però il record mondiale per la densità di popolazione più elevata, registrando una media di 1,86 abitanti per km².¹¹

A causa di questi due fattori, Monaco costituisce un esempio di città che ha sempre dovuto affrontare sfide relative all'urbanizzazione.

Il Principato di Monaco, infatti, ha sperimentato un significativo aumento demografico sin dal 19° secolo, fenomeno accentuato soprattutto durante gli anni '90 del XX secolo. Questo incremento è principalmente attribuibile all'aumento del numero di cittadini stranieri attratti dalle opportunità di trasferire la loro residenza e attività commerciali in uno stato che offre diverse agevolazioni fiscali.¹²

Per gestire l'incremento demografico in uno spazio limitato, sin dalla fine del XIX secolo, è stato avviato un processo di espansione territoriale mediante il guadagno di terreno dal mare. Questa estensione è stata progressiva, partendo da 150 ettari nel XIX secolo, raggiungendo i 160 ettari prima della Prima guerra mondiale, crescendo a 175 ettari nel 1965 e infine quasi raggiungendo i 200 ettari nel 1971.¹³ Con gli interventi di land reclamation, l'estensione del Principato di Monaco è stata significativamente aumentata, raggiungendo un'area totale di circa 2,02 km², il cui 20 % è artificiale.¹⁴

Due esempi di come il Principato di Monaco abbia esteso il suo territorio reclamando spazio dal mare sono dati dai quartieri di, Fontvieill prima, e il quartiere di Le Portier dopo.

Fontvieille è un'area di 23 ettari, la cui realizzazione è iniziata a partire dal 1966. Nella sua costruzione è stato necessario gestire fondali che raggiungono i 30-35 metri. Ciò è stato fatto mediante l'utilizzo di una diga lunga 1.000 metri, che all'epoca era tra le più profonde al mondo. La struttura della diga, di tipo misto, è costituita da cassoni in calcestruzzo armato delle dimensioni di 16,5 x 15 x 27 mm, posizionati a una quota di -15 su un riempimento subacqueo di ciottoli.

I cassoni venivano prefabbricati a Genova, successivamente trainati, zavorrati e collocati a Monaco.

Attualmente, l'urbanizzazione di Fontvieille è conclusa e comprende: una superficie di 200.000 m² dedicata a residenze, un'area di 55.000 m² destinata a attività industriali, uno spazio di 45.000 m² occupato da negozi e uffici, un complesso sportivo e due porti turistici.

10 Monaco Tribune, n.d. ;

11 Wikipedia, n.d. ;

12 Treccani, n.d. a. ;

13 Bouchet and Cellario, 1995;

14 Le Renzo, n.d.;

Più recentemente, sempre mediante l'utilizzo di sabbia e casseri in cemento è stato creato anche il quartiere di Le Portier (anche chiamato Mareterra). Si tratta di un estensione in mare di 6 ettari, che ospiterà anch'essa: 120 proprietà residenziali¹⁵, un parcheggio pubblico¹⁶, un porto turistico¹⁷, 10200 m² di parco¹⁸ e 3000 m² di commerciale¹⁹.

In entrambi i casi di Fontvieill e Mareterra le vendite delle costruzioni e degli spazi sono avvenute a piena proprietà.²⁰

Quest'ultimo costituisce un fattore estremamente importante da considerare nell'ottica di un sviluppo urbano, in particolar modo su larga scala. In quanto è indice del fatto che nonostante sia terra artificiale ciò che viene costruito al di sopra viene considerato al pari di ciò che è costruito sulla terra.

Oltre a ciò i due casi sopra menzionati di Font ville e Mare terra, permettono di evidenziare come la land reclamation fatta attraverso la creazione di isole artificiali abbia permesso di creare del vero e proprio terreno sopra il quale è stato possibile ospitare attività e funzioni differenti, che non presentano troppe limitazioni a livello giuridico e finanziario.

Si può quindi concludere che il nostro oggetto di studio non potrebbe ricadere all'interno della categoria di installazioni e struttura per gli stessi motivi sopra citati anche per le piattaforme e gli impianti.

Per quanto riguarda invece le isole artificiali, queste ultime potrebbero definire il nostro tipo di intervento per finalità, funzioni previste ed in particolar modo per il carattere di immobilità; ma non per il tipo di materiali utilizzati, in quanto le piattaforme proposte dal progetto SEAform non presenterebbero natura di terra.

15 Mafi, 2022;

16 Esteve, 2022;

17 Federico, 2021;

18 Le Renzo, n.d.;

19 RPBW, n.d.;

20 Bouchet and Cellario, 1995, op. cit.;

Isole naturali

“un’area di terra formata naturalmente circondata dall’acqua, che è al di sopra dell’alta marea”

Per questo stesso motivo la nostra tecnologia non potrebbe neanche ricadere all'interno della categoria delle isole naturali.

Già, infatti, a partire dalla conferenza di codificazione dell’Aia del 1930, le norme adottate definivano un’isola come: “un ‘area di terra, circondata dall’acqua, che è permanentemente al di sopra dell’alta marea”. Nella definizione veniva anche specificato che il termine isola non escludeva le isole artificiali purché si trattasse di vere e proprie porzioni di territorio e non di semplici opere galleggianti, boe ancorate, ecc...²¹

Inoltre, successivamente, nell’art. 10 della convenzione sul mare territoriale e sulla zona contigua venne aggiunta la caratteristica di essere “naturale”, definendo quindi un’isola come “un’area di terra formata naturalmente circondata dall’acqua, che è al di sopra dell’alta marea”. Con questa aggiunta, ai sensi della convenzione di Ginevra del 1958 (UNCLOS II), vennero così categoricamente escluse dal termine isola tutte le opere artificiali.²²

Questa specifica è ancora oggi presente nella definizione di isola all art.121 della UNCLOS («Un’isola è una distesa naturale di terra circondata dalle acque, che rimane al di sopra del livello del mare ad alta marea.»²³

La definizione di “isola”, a livello giuridico, implicherebbe l’acquisizione di un suo mare territoriale.

Infatti, la distinzione tra isole naturali ed artificiali, nacque proprio con l'intento di limitare agli stati la possibilità di acquisire titoli sugli spazi marini, installando costruzioni artificiali.

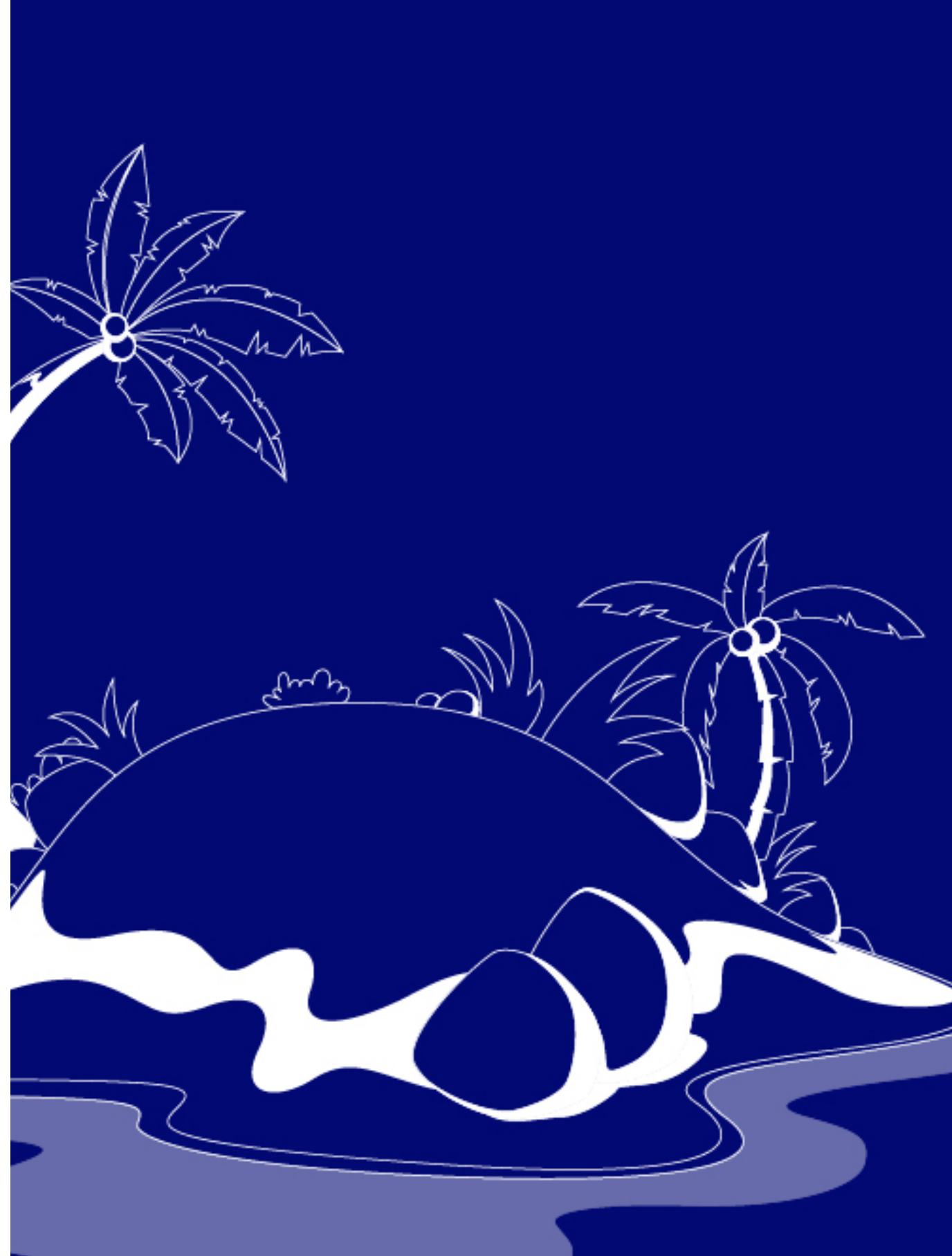
Tuttavia, si evidenzia come questa definizione possa creare alcune problematiche. Attualmente, infatti, a causa del progressivo innalzamento del livello del mare, dovuto ai cambiamenti climatici, alcune zone rischiano di non essere più “al di sopra dell’alta marea” e quindi di perdere la qualifica di isole e i diritti e doveri che ne conseguono.²⁴

21 Galea, 2009, op. cit.;

22 Galea, 2009, op. cit.;

23 UNCLOS, Art.121(1);

24 Galea, 2009, op. cit.;



Il caso studio di Kiribati

Un esempio di ciò è la Repubblica di Kiribati, che conta oltre 100.000 abitanti che rischiano di rimanere senza una terra a causa dei cambiamenti climatici a cui sarà soggetto il loro arcipelago. Ciò renderebbe le persone apolidi, non tanto per la perdita di cittadinanza o nazionalità, ma piuttosto a causa della perdita del suolo su cui si trovano.

Nel 2014, infatti, queste persone hanno già acquistato 2.000 ettari di terreno agricolo nelle Fiji. Per ora, queste terre contribuiranno a mantenere le scorte alimentari di cui i residenti hanno bisogno. Un giorno però potrebbe diventare una nuova casa per la gente di Kiribati.

Tuttavia, questa misura ha due effetti principali. Innanzitutto, solo la metà della popolazione locale dispone delle risorse finanziarie necessarie per prendere in considerazione l'emigrazione. Molte persone, infatti, sono semplici pescatori, che rimarrebbero quindi bloccati in mare. In secondo luogo, spostandosi in un altro territorio, andrebbe discussa la sovranità che avrebbero su quest'ultimo: questo tipo di acquisto infatti implica la proprietà del terreno, ma non la sovranità, che deve essere invece discussa con il Paese cedente.²⁵

È proprio in quest'ottica che un'opera, come quella proposta dal progetto Sea form, potrebbe intervenire producendo un "terreno", come mezzo attraverso il quale una formazione naturale non perderebbe il suo status.

Immagine di una delle isole dell'arcipelago di Kiribati (Focus, 2023)

²⁵ Person and Redazione, 2023;



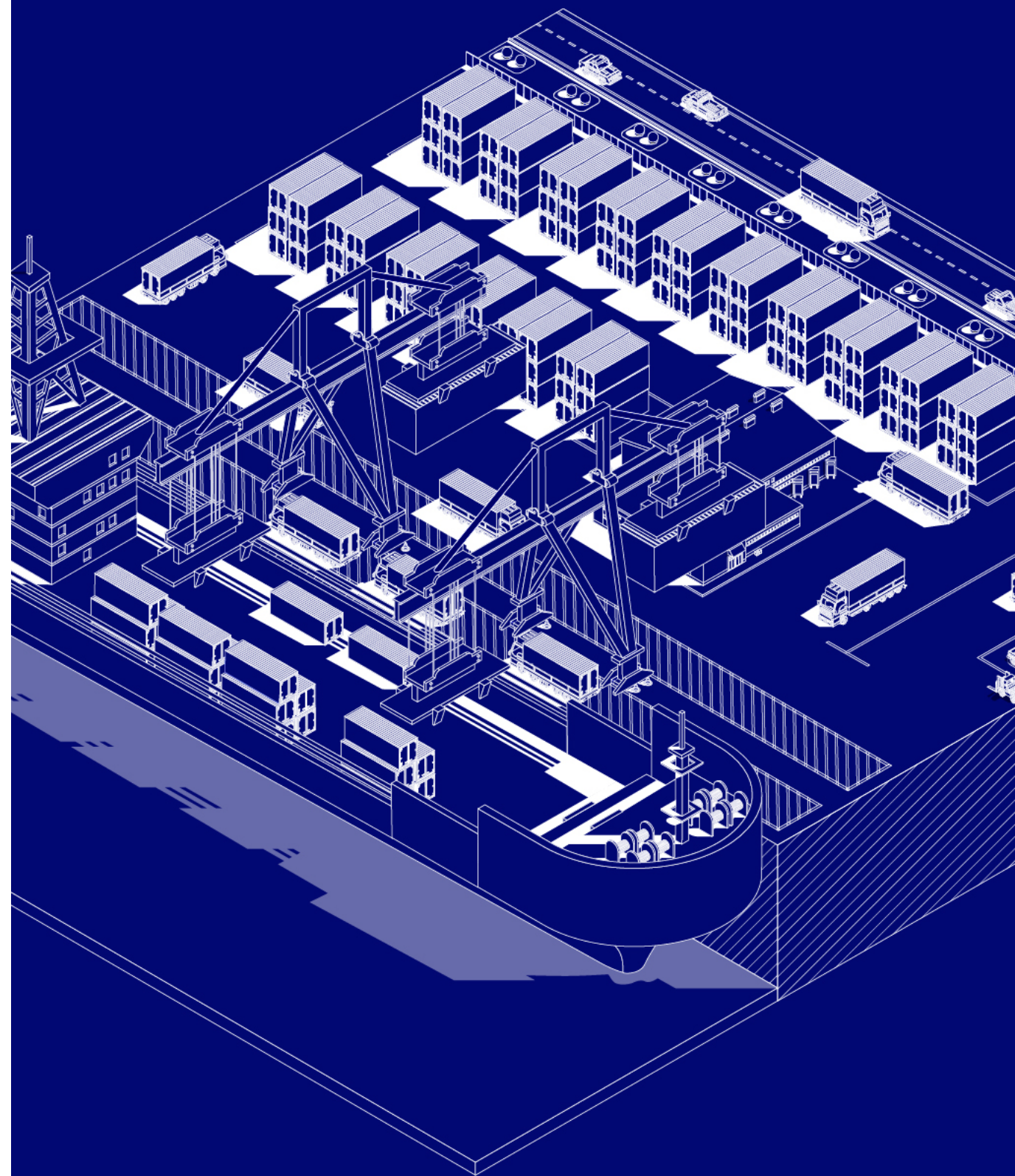
Opere portuali permanenti

“Strutture artificiali permanenti costruite lungo la costa che formano parte integrante del sistema portuale come moli, banchine o altre strutture portuali, terminal costieri, moli frangiflutti, dighe marittime, ecc.”

Un altro termine che può essere preso in considerazione è quello di “opere portuali permanenti”, una loro definizione viene data dall’ ufficio delle nazioni unite per gli affari oceanici ed il diritto del mare: «strutture artificiali permanenti costruite lungo la costa che formano parte integrante del sistema portuale come moli, banchine o altre strutture portuali, terminal costieri, moli frangiflutti, dighe marittime, ecc..». ²⁶ A tal riguardo la UNCLOS, nell’ art.11, stabilisce che «ai fini della delimitazione del mare territoriale, le opere portuali permanenti più esterne che formano parte integrante del sistema portuale, sono considerate come facenti parte della costa. Le installazioni situate al largo della costa e le isole artificiali non sono considerate opere portuali permanenti». ²⁷

Questa specifica risulta essere di notevole importanza, in quanto costituisce la maggior differenza tra isole artificiali, impianti/strutture e le opere portuali permanenti. Infatti, solo queste ultime, essendo considerate parte integrante della costa, possono causare uno spostamento verso mare della linea di base dello stato costiero e quindi della sua giurisdizione. ²⁸

Tuttavia, poiché le città galleggianti hanno uno scopo completamente diverso rispetto ai porti, è improbabile che vengano riconosciute come “opere portuali permanenti”.



²⁶ Lin, Spijkers and van der Plank, 2022, op. cit.;

²⁷ United Nations, 1982, Art. 11;

²⁸ Lin, Spijkers and van der Plank, 2022, op. cit.;

Nave

“Un natante di qualsiasi tipo, comunque operante nell’ambiente marino e comprendente gli aliscafi, i veicoli a cuscino d’aria, i sommergibili, i galleggianti e le piattaforme fisse o galleggianti”

Analizzando lo stato dell’arte, risulta importante discutere anche il termine di “nave”. Attualmente, infatti, in particolar modo nel mondo olandese, risulta essere il termine più comunemente utilizzato per descrivere interventi che prevedono costruzioni galleggianti.

La definizione del termine non è rintracciabile all’interno della UNCLOS. È tuttavia presente nell’articolo 2 della Convenzione internazionale per la prevenzione dell’inquinamento causato da navi (MARPOL), nella quale viene definita come: «un natante di qualsiasi tipo, comunque operante nell’ambiente marino e comprendente gli aliscafi, i veicoli a cuscino d’aria, i sommergibili, i galleggianti e le piattaforme fisse o galleggianti»²⁹. Pertanto, da questa definizione risulta chiaro che tutti i tipi di piattaforme, mobili e non mobili, possono essere inclusi in questa definizione. Quindi, in questo caso spetterebbe a ciascuno Stato regolamentare in dettaglio ciò che è classificato come nave ai sensi della propria legislazione nazionale.

Ricadere all’interno della categoria di “nave” implicherebbe l’assegnazione di uno stato di bandiera, ossia l’attribuzione da parte di uno stato della sua nazionalità e giurisdizione sulla nave. Si avrebbe inoltre il diritto al passaggio inoffensivo³⁰, come già definito dalla Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare³¹.

Le piattaforme sarebbero inoltre soggette a rigorose normative sulla sicurezza, che possono variare da paese a paese, ma sono generalmente definite sulla base di standard dettati dal codice SOLAS (Convenzione internazionale per la salvaguardia della vita umana in mare) o dall’Organizzazione marittima internazionale (IMO). Tali norme forniscono un quadro di linee guida e norme obbligatorie a cui tutte le navi devono attenersi in merito alle dotazioni di sicurezza, alle procedure antincendio, ai sistemi di salvataggio e alla sicurezza pubblica e ambientale³².

Quindi attualmente la prospettiva di uno sviluppo urbano su una piattaforma che viene legalmente definita come nave, implicherebbe la conformità a regole molto più rigide di quelle rispettate nell’ambiente urbano e poco pertinenti per l’utilizzo che ne verrebbe fatto.

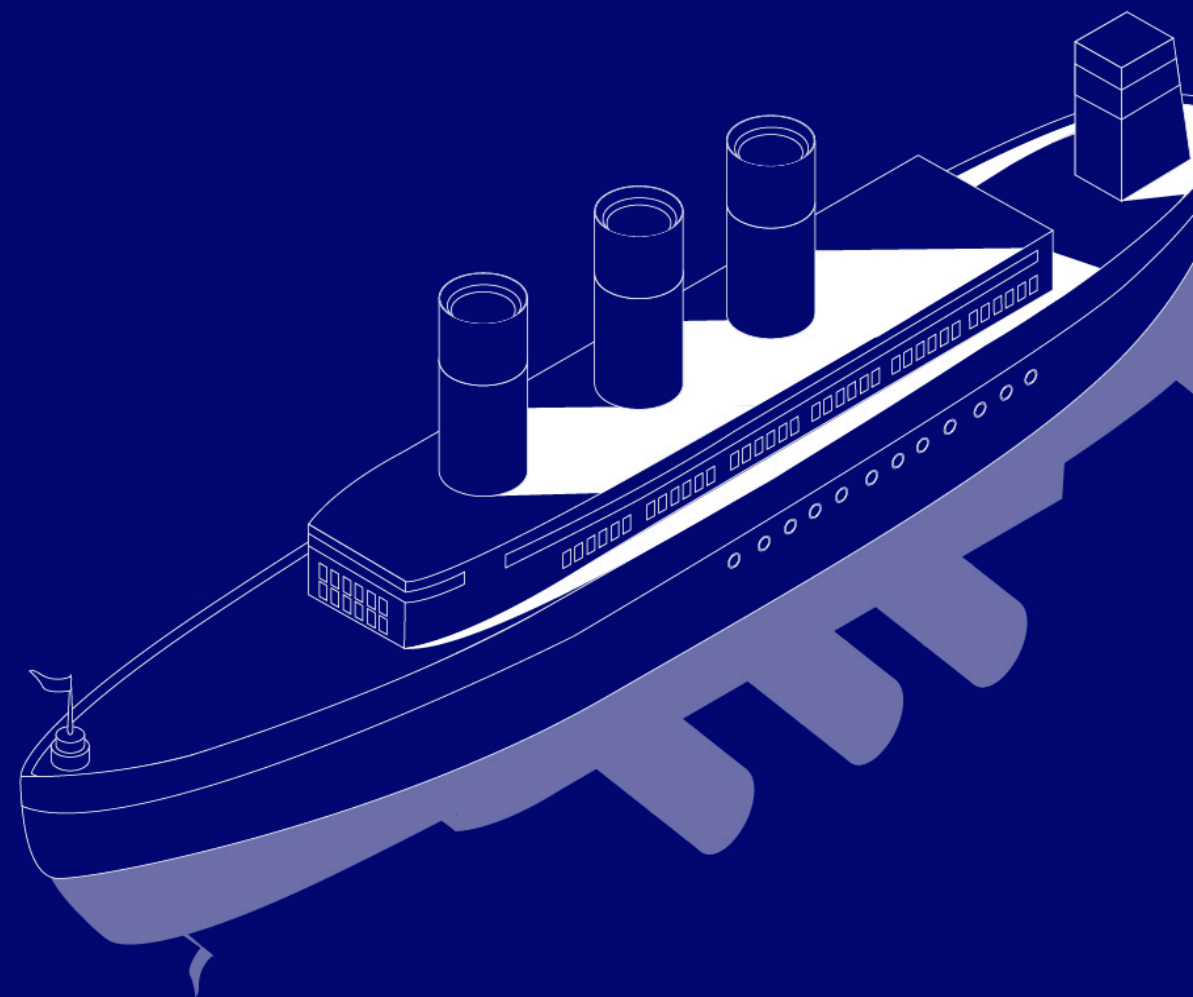
Tuttavia, nella stessa prospettiva, l’implicazione maggiore di questa definizione è relativa all’essere considerata il più delle volte un bene mobile. Da questa considerazione conseguono: la richiesta di requisiti differenti per quanto riguarda la costruzione, l’applicazione di altri oneri ed esenzioni da parte delle autorità fiscali e l’essere soggette ad altre condizioni da parte delle banche per la cessione di mutui.

²⁹ Ratificata dall’Italia con d. lgs. n. 202 del 6 novembre 2007;

³⁰ Galea, 2009, op. cit.;

³¹ UNCLOS, Article 90, il cui disposto si riporta di seguito: «Ogni Stato, sia costiero sia privo di litorale, ha il diritto di far navigare nell’alto mare navi battenti la sua bandiera».

³² Flikkema et al., 2021;



Il caso studio dell'Olanda

Le implicazioni di queste differenze sono particolarmente evidenti nel caso dell'Olanda.

Nel 2010 infatti, la Corte Suprema olandese ha stabilito che le strutture galleggianti rientrassero all'interno della definizione di nave ai sensi dell'art.1 libro 8 del codice civile olandese («per navi si intende qualsiasi cosa, ad eccezione degli aeromobili, che, secondo la loro costruzione, sono destinati a galleggiare o hanno galleggiato.»³³, ricadendo in questa categoria sono quindi considerate come beni mobili. Pertanto, secondo l'art.5(3) del codice civile olandese, sarebbero soggette al principio di unità, per il quale il proprietario di un bene, possiede anche le sue parti componenti, solo nel caso in cui si tratti di un bene immobile. Ciò vuol dire che non è possibile essere il proprietario di una componente di un bene mobile.³⁴

Ne consegue, che più edifici costruiti su una stessa piattaforma, non potranno essere divisi ma verranno considerati come un unico bene mobile con la struttura sottostante, e pertanto non sarà possibile godere di alcuni diritti, quali:

la possibilità di essere gravati dal diritto di superficie o di essere soggetti ad un contratto di locazione; la possibilità di stabilire un diritto di servitù (passaggio di proprietà), e non potrà essere applicata la suddivisione in diritti di appartamento.

Inoltre, non sarà possibile trasferire uno degli edifici a terzi, o stabilire un diritto di ipoteca o pegno su uno di essi per conto di una banca o di un possibile finanziatore, da ciò ne consegue che il finanziamento di una piattaforma con più edifici al di sopra risulterà molto più difficile³⁵.

Quanto descritto fin ora, spiega il motivo per cui i Paesi Bassi, nonostante abbiano una forte tradizione con le strutture flottanti, non si siano mai estesi dal punto di vista urbano, ad una scala più ampia delle singole unità.

³³ Burgerlijk Wetboek Boek 8, n.d;

³⁴ Flikkema et al., 2021, op. cit.;

³⁵ Flikkema et al., 2021, op. cit.;

Il progetto WATERBUURT

Tuttavia, un'iniziativa in questa direzione è stata presa con il progetto di IJburg: si tratta infatti di un quartiere galleggiante nato nella zona di Steigereiland ad est di Amsterdam. Questa zona durante il progetto di espansione urbana è stata designata come area sperimentale: il quartiere, infatti, sorge sulle isole artificiali di IJmeer. In questo intervento di bonifica si è scelto di non utilizzare le dighe di contenimento ad anello, tipiche in questi tipi di progetti, facendo sì che l'acqua sia presente in tutta la zona. Ad oggi questo progetto costituisce il primo esempio di complesso di case galleggianti su larga scala: comprende infatti quasi un centinaio di abitazioni, progettate in parte su progetto comunale ed in parte su commissione privata. Le case qui presenti differiscono dalle tipiche case di Amsterdam, per il fatto che poggiano completamente sull'acqua e non su palafitte.

Per le ragioni prima spiegate, fin da subito, i costruttori delle case di IJburg hanno scelto di considerare le abitazioni come beni immobili. Per questo motivo, gli edifici sono stati ancorati a due pali di ormeggio: così da avere la sola libertà di adattarsi ai cambiamenti del livello dell'acqua, ma non consentire uno spostamento di posizione. Il quartiere, anche definito Waterbuurt, fa parte del piano di sviluppo urbano di IJburg. Per garantire che IJburg diventasse una nuova parte di Amsterdam, ci si è concentrati su una programmazione coerente, ciò significava anche prevedere un collegamento logico con le aree di città circostanti. Con questo obiettivo, avere edifici che sono considerati beni immobili acquista importanza su più fronti: permetterebbe infatti al comune, mediante un piano di zonizzazione, di avanzare richieste relative al numero di case, alla loro realizzazione e al loro aspetto. Permetterebbe inoltre agli edifici di essere soggetti alla legge sull'edilizia, grazie alla quale sarebbero stabiliti requisiti in materia di sicurezza, utilizzabilità e sostenibilità.

Nonostante gli sforzi dei costruttori per far riconoscere gli edifici come beni immobili, anche in questo caso sono sorte alcune problematiche. Ciò è sempre dovuto alla poca chiarezza, ancora presente in giurisprudenza, su ciò che possa ricadere all'interno della definizione di immobile.

L'art. 3(3) del Codice civile olandese riconosce come immobili gli edifici e le costruzioni permanentemente attaccati al terreno, direttamente o attraverso un collegamento con altri edifici o costruzioni. Pertanto, se per case costruite su pali o palafitte nel terreno non sorgano controversie, le autorità riservano invece dei dubbi nel caso dei pali da ormeggio. Nel caso di Waterbuurt, ciò ha portato a problematiche inerenti alla cessione dei mutui. In quanto normalmente la casa costituisce la garanzia del mutuo, ma nel caso in questione, gli edifici sono riconosciuti come maggiormente soggetti a rischi rispetto alle normali abitazioni su terreno. Le banche, pertanto, si sono mosse richiedendo una doppia garanzia: una associata al fondale ed una all'edificio galleggiante, che viene considerato invece come nave. Ciò ha portato i residenti a dover registrare le abitazioni in due registri differenti: uno fondiario ed uno navale.³⁶

³⁶ Witsen, 2012;

Attraverso questo caso studio, risulta ancora più evidente l'impellente necessità di chiarire le definizioni, ed il quadro normativo rispetto alle piattaforme galleggianti.

Infatti, questa mancanza di chiarezza sta ostacolando anche potenziali sviluppatori e investitori che non hanno chiare le implicazioni politiche, legali e pratiche del trattamento di tali costruzioni.

Per intraprendere qualsiasi progetto di costruzione galleggiante, come quello proposto da Sea Form, è necessario prima comprendere come tale progetto possa essere definito dal punto di vista legale. Attraverso l'analisi e lo studio delle implicazioni delle attuali definizioni disponibili, come piattaforme, impianti, isole artificiali o navi risulta evidente che nessuna definizione, nella forma attuale, è adatta al nostro scopo. Ciò è dovuto al fatto che molte di queste definizioni prevedono una sola destinazione d'uso per le piattaforme, materiali naturali o come nel caso delle navi hanno implicazioni importanti per uno sviluppo urbano.

Risulta quindi necessario generare una chiara definizione delle strutture che potrebbero ospitare nuove città, in modo da poter emanare norme, regolamenti e leggi adeguate e pertinenti.



Immagine del progetto Waterbuurt, Olanda (Tobia, 2016)

Possibili proposte di etichetta

Tuttavia si evidenzia che tra quelle oggi esistenti, l'etichetta di isole artificiali, con alcune modifiche, potrebbe rispondere agli obiettivi e funzioni del progetto SeaForm. Quest'ultima infatti dovrebbe includere anche elementi che non presentino natura di terra o presentare la specifica di "isola artificiale galleggiante", quest'ultima avrebbe le stesse caratteristiche normative della precedente etichetta ma con la specifica del galleggiamento includerebbe anche strutture che non presentano la sola natura di terra.

Anche in letteratura sono state avanzate diverse proposte a riguardo. Sulla base delle definizioni ad oggi disponibili, si propone che una città situata su una piattaforma galleggiante sia considerata una nave quando è in movimento e un'isola artificiale o installazione/struttura quando è ormeggiata.³⁷

In alternativa, è stata proposta una valutazione funzionale. Le piattaforme dovrebbero essere valutate con un approccio funzionale che varia a seconda dello scopo. Pertanto, ciascuna funzione richiede standard giuridici diversi e una propria definizione. Un possibile approccio è quello di utilizzare i termini piattaforme mobili e immobili per distinguerle. Le piattaforme mobili comprendono tutte le strutture in grado di attraversare l'oceano, da sole o trainate, e che hanno come scopo primario il movimento. Le piattaforme immobili, invece, comprendono strutture che possono essere fissate permanentemente o temporaneamente al fondale marino o ad un ormeggio e il cui scopo primario è quello di non muoversi.

Una volta stabilite le qualifiche generali di una piattaforma, sarebbe necessario fare ulteriori distinzioni riguardo alle sue specificità. Le piattaforme possono variare in base alla categoria. Esempi: energia, stile di vita, tempo libero, ecc.³⁸

In generale, nella prospettiva di uno sviluppo urbano su vasta scala, emerge l'importanza di attribuire un'etichetta che implichi il riconoscimento della struttura come un bene immobile, e che possa essere utilizzata per diverse attività e scopi. Nel contesto di Seaform, la condizione ottimale risiederebbe nell'equiparazione delle piattaforme galleggianti al concetto di terraferma. Attualmente, dall'analisi della letteratura svolta, tale equiparazione sembra al di là delle possibilità. Tuttavia, introdurre nella normativa una definizione specifica di suolo galleggiante, corredata da dettagli e caratteristiche, potrebbe rappresentare una svolta decisiva per lo sviluppo definitivo in mare, abbracciando non solo finalità economiche e di ricerca.

Quali approcci si stanno seguendo per integrare le strutture galleggianti nei regolamenti?

Il contesto legale che circonda le strutture galleggianti è stato oggetto di dibattito e cambiamento negli ultimi anni. La definizione giuridica di queste strutture e la loro inclusione nella legislazione sono temi che stanno guadagnando sempre più rilevanza.

Al fine di mostrare quali sono le azioni e gli approcci che si stanno seguendo in materia, verrà preso come esempio nuovamente il caso dell'Olanda. Quest'ultima, infatti, avendo una storica tradizione con le costruzioni galleggianti, sembra essere tra gli stati più attivi nel cercare di includere la possibilità di nuovi sviluppi galleggianti.

Nonostante non sia ancora chiaro se vi siano stati cambiamenti significativi nella legislazione olandese riguardo alla possibilità per una struttura galleggiante di acquisire un titolo diverso da quello di nave, sembra che ci sia un chiaro movimento verso l'inclusione e la regolamentazione più dettagliata di tali strutture.

Questa evoluzione è evidente nel rapporto pubblicato nel 2008 dal Ministero olandese della pianificazione territoriale e dell'ambiente ("Case galleggianti e regolamenti edilizi: una guida per sviluppatori, costruttori e ispettori di progetti di costruzione municipale"), che ha sottolineato l'importanza di applicare la normativa edilizia alle case galleggianti. In particolare, a partire dal 2014, sono state apportate modifiche ai regolamenti edilizi per includere le strutture galleggianti e le autorità statali hanno stabilito che queste devono essere considerate strutture edili in conformità con leggi specifiche (Woningwet - legge sugli alloggi e legge Wabo - legge ambientale con clausole generali).

Questa trasformazione normativa si applica non solo alle abitazioni galleggianti, ma anche ad hotel, uffici, ristoranti e altre strutture galleggianti che soddisfano i criteri definiti di struttura edile («se un oggetto è ancorato e fissato orizzontalmente, ma può muoversi verticalmente, ed è destinato a funzionare e rimanere sul posto, è considerato una "struttura"»).

Di conseguenza, tali strutture devono rispettare una serie di regolamenti edilizi, definendo un quadro normativo più chiaro e definito, particolarmente rilevante nell'ambito di uno sviluppo urbano su larga scala.³⁹

37 Lin, Spijkers and van der Plank, 2022, op. cit.;

38 Galea, 2009, op. cit.;

39 Lin et al., n.d.;

I recenti sviluppi normativi descritti sopra evidenziano una chiara tendenza nell'approccio alla regolamentazione delle strutture galleggianti nei Paesi Bassi. Questo approccio sembra orientato verso l'assimilazione delle strutture galleggianti nei tradizionali strumenti e regolamenti urbanistici terrestri. Tuttavia, la letteratura ha proposto diverse prospettive alternative, tra cui l'integrazione degli standard di pianificazione urbana terrestre con quelli dell'industria offshore in termini abitativi e costruttivi. Di seguito analizziamo tre approcci distinti e i relativi aspetti positivi e negativi:

A. Creare una nuova serie di norme e regolamenti, integrando le legislazioni offshore con quelle urbane.

Questo approccio consentirebbe di considerare entrambe le prospettive. Tuttavia, presenta anche alcuni svantaggi, come la difficoltà di integrare le norme di due mondi diversi senza riferimenti precedenti, il che richiederebbe molto tempo. Inoltre, dovremmo adattare un regolamento (offshore) a un altro (urbano) che attualmente è in fase di revisione e modifica.

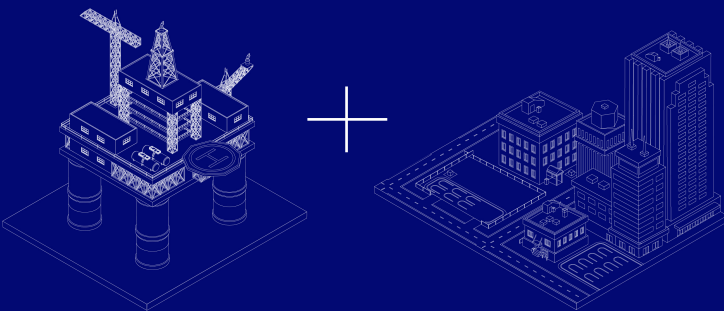
B. Utilizzare come punto di partenza le leggi e i regolamenti del mondo offshore.

Questo approccio tiene già conto degli aspetti legati all'idrodinamica. Tuttavia, i regolamenti offshore sono estremamente stringenti e differiscono in molti aspetti dagli standard di vita urbani.

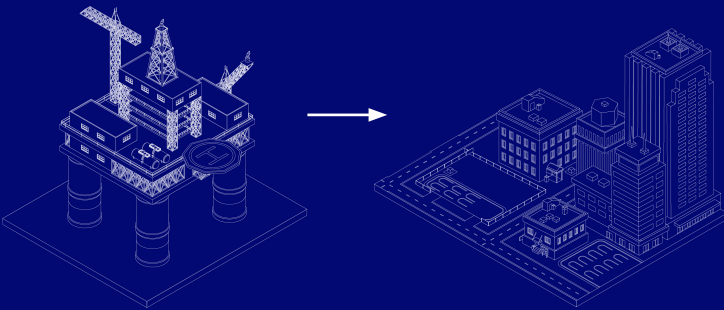
C. Utilizzare come punto di partenza le leggi e i regolamenti del mondo urbano.

Adattare i regolamenti urbani al contesto offshore sembra essere la strategia che richiede meno tempo; poiché già tiene in considerazione le condizioni e gli standard della vita urbana, potrebbe adattarsi durante il processo di integrazione.

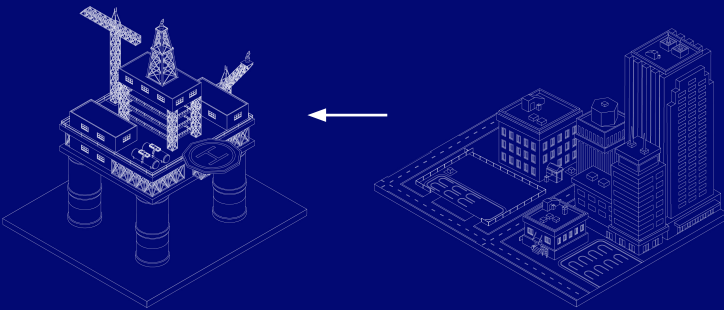
A.



B.



C.



Quali sono le conseguenze legali delle posizioni delle città galleggianti?

Come accennato nell'introduzione, verrà ora trattato il tema della posizione delle piattaforme. Risulta infatti importante affrontare anche tale tematica in quanto da essa dipendono la giurisdizione che si avrà sulla struttura e altre implicazioni.

Infatti, la giurisdizione, per le costruzioni artificiali, è stabilita in funzione della posizione e quindi delle differenti zone marittime che la UNCLOS riconosce. Per questo motivo si procederà analizzando le diverse zone marittime al fine di comprendere sia le implicazioni giuridiche di costruire una piattaforma nelle differenti aree ma anche la giurisdizione a cui queste sarebbero soggette a seconda che si trovino all'interno **delle acque territoriali, della zona contigua, della piattaforma continentale, della ZEE o in alto mare.**

In questa sezione, si dimostrerà che, analizzando la situazione e le implicazioni giuridiche delle costruzioni galleggianti nelle diverse zone marittime definite dalla UNCLOS, attualmente il mare territoriale emerge come la zona più idonea per uno sviluppo urbano galleggiante. Questo perché presenta una situazione normativa più chiara e definita. Tuttavia, si evidenzia una lacuna nella normativa per lo sviluppo urbano offshore al di fuori del mare territoriale, poiché attualmente non contempla la possibilità di uno sviluppo con scopi diversi da quelli economici o di ricerca.

Questo deficit normativo è attribuibile, come precedentemente menzionato, alla mancanza di aggiornamenti nella Convenzione riguardanti tali questioni. Pertanto, si ribadisce la necessità di estendere e adeguare la normativa per contemplare queste nuove prospettive di sviluppo, che si dimostrano sempre più utili e realizzabili.

Mare territoriale

il mare territoriale di uno stato si estende fino a un limite massimo di 12 miglia marine (22,2 km; 13,8 mi), a partire dalle linee di base.

-Giurisdizione vigente

All'interno del mare territoriale lo stato costiero ha piena sovranità. Ha quindi piena autorità sulla decisione di ciò che viene costruito o ubicato in tale area marittima, compreso il fondo marino ed il sottosuolo⁴⁰.

• Vincoli e possibilità

Pertanto, qualsiasi stato straniero non può costruire o gestire una costruzione in questa area, previa autorizzazione o consenso dello stato costiero in questione.

Tuttavia, anche lo stesso stato costiero, nel posizionamento di una costruzione in tale area deve prestare attenzione a non limitare il passaggio inoffensivo delle navi degli stati non costieri e a non costituire ostacolo per le rotte marittime in quella zona.

• implicazioni

Anche in questo caso bisogna porre attenzione alla definizione che viene data alla costruzione, in quanto una costruzione di un altro stato potrà muoversi liberamente all'interno dell'area solo se verrà riconosciuta come nave e quindi potrà godere della possibilità di passaggio inoffensivo ai sensi dell'art. 90 della UNCLOS. In caso diverso dovrà richiedere il consenso allo stato costiero in questione⁴¹.

• La tecnologia galleggiante in questa zona

Decidere di sviluppare un'area urbana galleggiante all'interno del mare territoriale presenta diversi vantaggi e considerazioni da fare. La scelta di questa posizione può essere motivata da diversi fattori, tra cui la vicinanza alle aree costiere, che faciliterebbe l'accesso a risorse e servizi terrestri; anche la presenza della sovranità dello stato costiero potrebbe costituire un beneficio: semplificando alcuni aspetti legali e amministrativi e garantendo la sicurezza dalle forze di sicurezza dello Stato costiero. Infine la presenza di una città galleggiante in quest'area, potrebbe rappresentare un beneficio anche per lo stato, contribuendo allo sviluppo economico della regione costiera e offrendo opportunità di lavoro e investimento.

Tuttavia, è necessario prestare attenzione a diverse considerazioni: come la necessità di ottenere le autorizzazioni e consensi dalle autorità statali e locali al fine di evitare controversie legali, rispettare la sovranità e le leggi dello Stato costiero in questione ed infine, nel caso in cui la costruzione venga classificata diversamente da una nave, è importante assicurarsi che non costituisca un ostacolo per le rotte marittime nella zona.

40 UNCLOS, Part II, Article 2;
41 Galea, 2009, op. cit.;

Zona contigua

una zona di mare che si estende oltre il limite esterno del mare territoriale: La zona contigua non può estendersi oltre 24 miglia marine dalla linea di base da cui si misura la larghezza del mare territoriale⁴².

- **Giurisdizione vigente**

La zona contigua fa parte della ZEE, all'interno di quest'area vi è il controllo dello stato costiero, che ha i soli diritti di prevenzione delle violazioni delle proprie leggi e regolamenti doganali, fiscali, sanitari e di immigrazione entro il suo territorio o mare territoriale ⁴³. Tuttavia, se la ZEE non viene rivendicata dallo stato, le acque della zona contigua, fanno parte a tutti gli effetti delle acque dell'alto mare; pertanto tutti gli stati godrebbero di libertà all'interno di esse. ⁴⁴

- **Vincoli e possibilità**

Si evince pertanto che, nel caso in cui una zona contigua e una zona economica esclusiva (ZEE) non siano rivendicate da uno Stato, gli altri Stati potrebbero avere il diritto di effettuare liberamente attività come la costruzione di isole artificiali o installazioni in queste aree, rispettando gli obblighi e le norme generali del diritto internazionale marittimo.

In caso contrario, se uno Stato desidera costruire un'isola artificiale o un'installazione all'interno della zona contigua rivendicata di un altro Stato, dovrebbe ottenere il consenso o l'autorizzazione dal paese costiero interessato.

In sintesi, mentre gli Stati hanno il diritto di adottare misure per proteggere i loro interessi legittimi nella zona contigua, la costruzione di isole artificiali o installazioni deve essere effettuata nel rispetto del diritto internazionale e dei diritti sovrani degli altri Stati costieri interessati.

- **La tecnologia galleggiante in questa zona**

Nel nostro caso, la scelta di questa zona per lo sviluppo urbano potrebbe risultare strategica nell'ottica di un graduale distacco dalla costa e per la realizzazione di una città completamente offshore. Trovandosi già a una distanza considerevole dalla costa, ma in una posizione ancora riparata, sarebbe possibile esplorare le possibilità di connessione e mobilità con la città costiera.

Tuttavia, ugualmente a quanto già detto per l'area del mare territoriale, la vicinanza alla costa potrebbe offrire un vantaggio significativo, consentendo una più agevole interazione con la città costiera e i suoi servizi e risorse. In questo scenario, la costruzione potrebbe rappresentare un'opportunità di lavoro e investimento per i cittadini della città principale, offrendo un ulteriore elemento di collegamento tra le due realtà urbane.

⁴² UNCLOS, Part II, Section 4 – Contiguous zone - , Article 33;

⁴³ Ibid.;

⁴⁴ Galea, 2009, op. cit.;

Zona economica esclusiva (ZEE)

una zona economica esclusiva che si estende dalla linea di base fino a 200 miglia marine (370,4 km; 230,2 mi).

- **Giurisdizione vigente**

All'interno di tale area, nel caso in cui sia rivendicata, lo stato costiero ha totale giurisdizione: ciò vuol dire che ha diritti sovrani sia sulle acque, che sul fondale ed il sottosuolo di tale area.

- **Vincoli e possibilità**

In quest'area gli altri stati, sia costieri sia privi di litorale, possono godere solo delle libertà di navigazione e di sorvolo, di posa in opera di condotte e cavi sottomarini.

Gli Stati tengono in debito conto i diritti e gli obblighi dello Stato costiero, e rispettano sia le leggi e i regolamenti emanati da quest'ultimo. ⁴⁵

- **implicazioni**

In questa circostanza, è fondamentale prestare attenzione alla definizione attribuita alla costruzione, poiché la sua libertà di navigazione e accesso all'area dipenderà dalla sua classificazione come nave ai sensi dell'art. 58 della UNCLOS. Nel caso in cui la struttura sia ormeggiata, fissata o non funzioni più come nave, perderà il suo status ai sensi dell'art. 58 e sarà considerata un impianto o una struttura, rientrando quindi nell'ambito dell'art. 60. Ciò comporterà la sottomissione esclusiva alla giurisdizione dello stato costiero, che detiene diritti sovrani sull'area, inclusi gli impianti, le strutture e la regolamentazione in materia doganale, fiscale, sanitaria, di sicurezza e di immigrazione. ⁴⁶

Anche in questo caso, come già evidenziato nell'analisi precedente delle diverse etichette, le installazioni e le strutture realizzabili in questa zona sono ammesse esclusivamente per gli scopi delineati dall'art. 56, come la ricerca scientifica o altri fini economici. ⁴⁷

- **La tecnologia galleggiante in questa zona**

Pertanto, secondo la normativa attuale, la realizzazione di uno sviluppo urbano in questa zona sarebbe possibile solo nel caso in cui la costruzione galleggiante venga designata come isola artificiale. Tuttavia, resta ancora inesplorata la possibilità di inserire un insediamento urbano all'interno dell'area, a condizione che possieda le capacità e le tecnologie necessarie per sfruttare le risorse marine, rientrando così nelle categorie di installazione o struttura. Considerando l'obiettivo di uno sviluppo su larga scala che sia autosufficiente, si potrebbe valutare la possibilità di destinare a questa zona solo piattaforme focalizzate sulla produzione di energia per l'insediamento e sull'utilizzo delle risorse marine per il sostentamento della comunità.

⁴⁵ ART. 58 UNCLOS;

⁴⁶ Galea, 2009, op. cit.;

⁴⁷ Art. 60 UNCLOS;

Piattaforma continentale

si estende fino all'orlo esterno del margine continentale, ma per almeno 200 miglia marine (370 km; 230 mi) dalle linee di base del mare territoriale di uno Stato costiero.

- **-Giurisdizione vigente**

La piattaforma continentale di uno stato comprende il fondo marino ed il sottosuolo. Pertanto, in quest'area si hanno giurisdizioni differenti. Lo stato costiero infatti ha diritti sovrani ed esclusivi sulla zona solo allo scopo di esplorarla e sfruttarne le risorse naturali⁴⁸. Tuttavia i diritti dello stato costiero sulla piattaforma non pregiudicano il regime giuridico delle acque e dello spazio aereo sovrastanti.⁴⁹

- **Vincoli e possibilità**

L'articolo 79 dell'UNCLOS che tratta della posa di cavi e condotte sottomarine sulla piattaforma continentale menziona le isole artificiali, gli impianti e le strutture, specificando che nulla in tale disposizione impedisce la costruzione di tali elementi. Tuttavia, è importante notare che la costruzione di tali strutture è consentita solo per scopi legati all'esplorazione e allo sfruttamento della piattaforma, e non per altri utilizzi.

- **implicazioni**

Come evidenziato nei paragrafi precedenti, questa condizione rappresenta una significativa sfida per il nostro oggetto di studio. Tale vincolo limiterebbe le piattaforme a un'unica finalità e funzione, impedendo di conseguenza la realizzazione di uno sviluppo urbano, il quale per sua natura è caratterizzato da diversità e complessità. Inoltre, la coesistenza di due regimi giuridici distinti per la piattaforma continentale e le acque sovrastanti solleva una questione di rilevanza finora inesplorata: quale sarebbe il regime prioritario tra la legge dell'alto mare e quella della piattaforma continentale nel caso in cui una costruzione sia costruita sulla piattaforma continentale senza sfruttare le risorse del fondo marino. Nel nostro caso infatti, potrebbe presentarsi il caso in cui una piattaforma galleggiando sull'acqua, rientri quindi nella giurisdizione dell'alto mare, ma sia attaccata attraverso il sistema di ancoraggio alla piattaforma continentale, ricadendo per questa parte sotto la sua giurisdizione.

- **La tecnologia galleggiante in questa zona**

La scelta di questa zona per lo sviluppo di una città galleggiante implicherebbe diverse sfide, sia dal punto di vista tecnologico, considerando la maggior profondità dei fondali e le condizioni climatiche potenzialmente più impegnative; sia dal punto di vista organizzativo, considerando la maggiore distanza dalla costa. Tuttavia, ciò comporterebbe una maggiore autonomia giurisdizionale, poiché non sarebbe completamente sottoposta alla giurisdizione dello stato costiero. Va notato, però, che, come già evidenziato in precedenza, ci sono ancora questioni in sospeso che richiedono un'ulteriore approfondimento. Allo stato attuale quest'area, come la ZEE, potrebbe essere considerata per il nostro progetto, limitandola solamente alle piattaforme destinate alla produzione di

⁴⁸ Art.77 UNCLOS;
⁴⁹ Art.78 UNCLOS;

energia per l'insediamento e all'utilizzo delle risorse marine a beneficio della comunità.

Alto mare

mare aperto, specificatamente quello che non rientra in nessuna giurisdizione nazionale.»⁵⁰

- **-Giurisdizione vigente**

L'articolo 89 dell'UNCLOS afferma chiaramente che “Poiché l'alto mare è aperto a tutte le nazioni, nessuno Stato può legittimamente dichiarare soggetta alla sua sovranità qualsiasi parte di esso”, dichiarando illegittima ogni pretesa degli Stati.⁵¹

- **Vincoli e possibilità**

La sovranità territoriale si articola in due aspetti: il controllo di uno Stato sulla sua terra, comprese le aree aeree e idriche, e la capacità di escludere gli altri Stati da tali territori. Il meccanismo giurisdizionale relativo alle isole artificiali in alto mare è caratterizzato da un'alternanza tra la giurisdizione dello Stato di bandiera e l'applicazione dei principi estensivi di giurisdizione.

- **implicazioni**

A causa di questo meccanismo di alternanza, a cui si aggiunge una mancanza di chiarezza nello status della legge, gli Stati possono scegliere di registrare le strutture mobili come “navi”. Queste strutture saranno quindi considerate come aventi lo status di “bandiera” e oltre a potersi muovere liberamente all'interno dell'area, ciascuno Stato sarà in grado di esercitare un controllo sulle strutture mobili all'interno dell'alto mare⁵².

- **La tecnologia galleggiante in questa zona**

Dall'analisi della letteratura emerge che, al momento attuale, la prospettiva di realizzare uno sviluppo urbano all'interno di questa zona presenta ancora delle complessità dal punto di vista giuridico. Questa complessità deriva dalla impossibilità di attribuire la giurisdizione su porzioni di acqua o fondale ad un'autorità specifica. Ciò sarebbe possibile solo nel caso in cui si attribuisse alla costruzione la definizione di nave. Tuttavia, come è stato già mostrato in precedenza, tale definizione potrebbe presentare conflitti significativi per uno sviluppo urbano su vasta scala. Questa sfida giuridica sottolinea ancora una volta la necessità di una riflessione approfondita e di un chiarimento normativo per affrontare adeguatamente la complessità legata a uno sviluppo urbano in tale contesto.

⁵⁰ Pur in assenza di un'espressa definizione, la nozione di «alto mare» si può ricavare dall'art. 86 dell'UNCLOS, nella parte in cui stabilisce che le disposizioni della Convenzione in materia di alto mare si applicano «a tutte le aree marine non incluse nella zona economica esclusiva, nel mare territoriale o nelle acque interne di uno Stato, o nelle acque arcipelagiche di uno Stato-arcipelago».

⁵¹ Art. 89 UNCLOS;

⁵² Galea, 2009, op. cit.;

In conclusione, lo studio della posizione delle piattaforme galleggianti nelle diverse zone marittime definite dalla UNCLOS come il mare territoriale, la zona contigua, la Zona Economica Esclusiva (ZEE), la piattaforma continentale e l’alto mare rivela una serie di implicazioni giuridiche e considerazioni rilevanti per uno sviluppo urbano galleggiante.

E’ emerso infatti che, attualmente, sarebbe estremamente difficoltoso pensare ad uno sviluppo urbano su delle piattaforme in zone marittime diverse dal mare territoriale per vari motivi come, le sfide legali legate alla necessità di ottenere consensi per la costruzione di isole artificiali nella zona contigua, limitazioni sulle finalità delle piattaforme nella ZEE oppure la presenza di vincoli e possibili conflitti di giurisdizione come nella piattaforma continentale. Per quanto riguarda l’alto mare, la mancanza di sovranità territoriale complica la giurisdizione, indicando la necessità di una riflessione approfondita e di un chiarimento normativo per uno sviluppo urbano in questa vasta area senza giurisdizione specifica.

Complessivamente, la scelta della posizione per uno sviluppo urbano galleggiante deve bilanciare le opportunità giurisdizionali con le sfide tecniche e organizzative, considerando attentamente le normative internazionali e le relazioni con gli stati costieri circostanti.

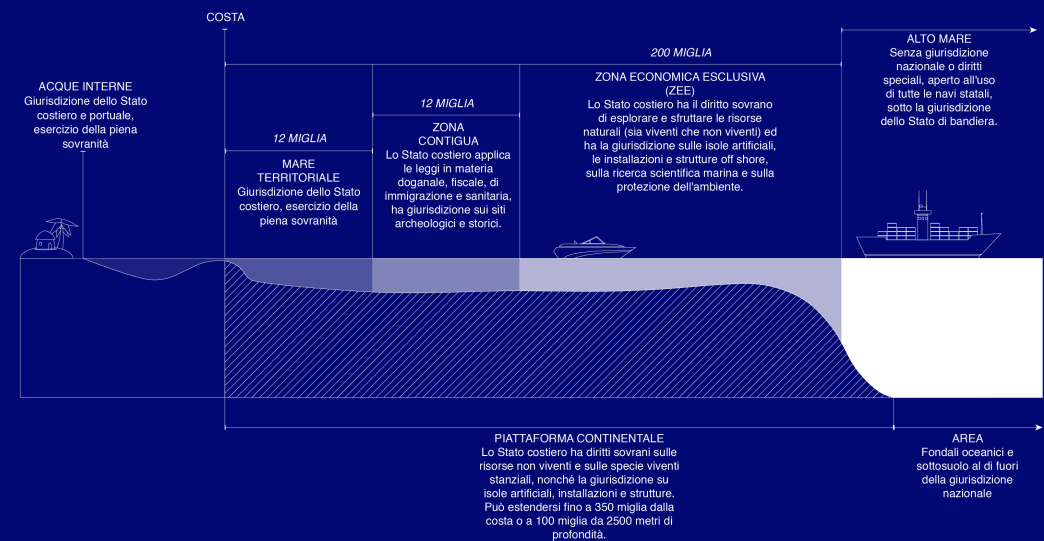
In quest’ottica la posizione che si rivela attualmente più idonea sarebbe quella del mare territoriale, in quanto oltre ad avere una situazione più chiara e definita dal punto di vista della giurisdizione, offre numerosi vantaggi come la vicinanza alle aree costiere e la presenza della sovranità dello stato costiero che può costituire un beneficio, semplificando aspetti legali e amministrativi e garantendo la sicurezza dalle forze di sicurezza del medesimo stato.

Tuttavia, nello studio di tutte le zone marittime ciò che emerge chiaramente è la necessità di rispettare le rotte marittime al fine di evitare intralci alle attività e ai percorsi nell’area. Pertanto, nell’ambito di uno sviluppo urbano galleggiante in mare, si consiglia vivamente di prendere in considerazione la pianificazione dello spazio marittimo (MSP). Quest’ultima è stata istituita dalla direttiva 2014/89/UE, ed ha l’obiettivo di promuovere la coesistenza delle varie attività e dei relativi usi che ricadono sul mare e sulle coste. Questi piani, implicano l’organizzazione e la regolamentazione delle diverse attività marittime, ciò permetterebbe quindi di creare un’armonia tra lo sviluppo urbano galleggiante e le esigenze delle attività marittime , contribuendo così a un approccio integrato.

La prospettiva di sviluppo urbano galleggiante rappresenta una strategia adattativa ai cambiamenti climatici, offrendo soluzioni alle sfide del 21° secolo, come la limitata disponibilità di suolo, l’aumento del livello del mare, l’urbanizzazione e la sovrappopolazione. La fattibilità di questo approccio è evidenziata dai vari prototipi di città galleggianti attualmente in fase di sperimentazione nel mondo. Poiché questa possibilità è concreta, dallo studio condotto in questo capitolo, si è evidenziato come sia essenziale sviluppare un quadro giuridico più robusto che possa fornire linee guida, agevolando così uno sviluppo sostenibile delle città galleggianti.⁵³

Infatti, dall’analisi effettuata, risulta che molti degli ambiti necessari a definire e regolamentare un possibile sviluppo urbano in mare sono attualmente carenti in materia.

53 Lin et al., 2022; op. cit.;



In primis, la normativa in materia(UNCLOS), nonostante la sua importanza nel fornire un quadro giuridico per le questioni legate al mare, si è dimostrata inadatta nel definire alcuni concetti relativi al nostro oggetto di studio. Questa inadeguatezza può essere attribuita a diversi fattori.

In primo luogo, la UNCLOS è stata concepita in un periodo in cui ancora non era possibile pensare uno sviluppo urbano in mare, pertanto la mancanza di previsione riguardo a tali possibilità ha reso difficile adattare i suoi principi a situazioni emergenti come le città galleggianti.

In secondo luogo, la complessità intrinseca alle città galleggianti, con la loro varietà di luoghi, progetti e utilizzi, rende difficile applicare in modo efficace le disposizioni generiche della UNCLOS. La convenzione potrebbe risultare troppo ampia e generica per affrontare in modo adeguato le sfide giuridiche uniche poste dalle città galleggianti.

Sarebbe pertanto necessario esplorare e sviluppare approcci giuridici più specifici e adattati a queste nuove realtà.

A tal proposito, è stato mostrato che alcuni paesi si stanno muovendo al riguardo. L'approccio in materia sembra orientato verso l'incorporazione delle strutture galleggianti nei consueti strumenti e regolamenti urbanistici terrestri. Nonostante ciò, in letteratura sono state avanzate diverse prospettive alternative, suggerendo, ad esempio, l'integrazione degli standard della pianificazione urbana terrestre con quelli propri dell'industria offshore, sia in termini abitativi che costruttivi.

Anche per quanto riguarda lo status giuridico delle piattaforme, è emersa la necessità di maggiori approfondimenti. Infatti dall'analisi delle attuali definizioni disponibili, come piattaforme, impianti, isole artificiali o navi, è emerso che nessuna di esse è attualmente idonea al nostro scopo. Questa inadeguatezza è dovuta al fatto che molte di queste definizioni presuppongono un'unica destinazione d'uso per le piattaforme, utilizzo di materiali naturali o, nel caso delle navi, hanno implicazioni troppo rilevanti per lo sviluppo urbano.

Tuttavia si nota che, tra le definizioni attualmente esistenti, l'etichetta di "isole artificiali", con alcune modifiche, potrebbe adattarsi agli obiettivi e alle funzioni del progetto del Floating Solutions Research Group. Si suggerisce l'introduzione della specifica di "isola artificiale galleggiante", che conserva le caratteristiche normative della precedente etichetta ma include anche strutture che non presentino la natura di terra.

In una prospettiva di sviluppo urbano su vasta scala, emerge l'importanza di assegnare un'etichetta che implichi il riconoscimento della struttura come un bene immobile, utilizzabile per diverse attività e scopi. Nel contesto del Floating Solutions Research Group, l'ideale sarebbe equiparare le piattaforme galleggianti al concetto di terraferma, ma al momento sembra oltre le possibilità. Tuttavia, l'introduzione di una definizione specifica di "suolo galleggiante" nella normativa, corredata da dettagli e caratteristiche, potrebbe rappresentare una svolta cruciale per un definitivo sviluppo in mare, includendo non solo obiettivi economici e di ricerca.

Anche l'analisi della posizione delle piattaforme galleggianti nelle diverse zone marittime ha rivelato implicazioni giuridiche e considerazioni significative. Infatti uno sviluppo galleggiante in zone diverse dal mare territoriale presenta delle complessità legate a sfide legali, come l'ottenimento di consensi nella zona contigua, limitazioni nella Zona Economica Esclusiva (ZEE) e vincoli nella piattaforma continentale. L'alto mare, privo di sovranità territoriale, richiede ancor di più una riflessione e un chiarimento normativo nell'ottica di uno sviluppo urbano.

Pertanto, il mare territoriale risulta attualmente l'area marittima più adatta, avendo una chiara giurisdizione, vicinanza alle aree costiere e accesso agevolato a risorse e servizi terrestri.

Inoltre dalle analisi condotte è emerso come in ogni zona definita dalla UNCLOS, sia essenziale rispettare rotte e attività marittime non costituendo intralcio nell'area, pertanto nell'ottica di uno sviluppo urbano galleggiante, si consiglia durante la fase di progettazione la consultazione dei piani dello spazio marittimo (MSP), così da integrare lo sviluppo urbano all'interno degli altri usi del mare e promuovere la coesistenza delle attività marittime.

5.2 La pianificazione dello spazio marittimo

Dalla ricerca condotta in precedenza era già emerso come in ogni zona definita dalla UNCLOS, sia essenziale rispettare rotte e attività marittime non costituendo intralcio nelle differenti aree. Inoltre, dall'analisi della letteratura, è emerso come mari e oceani siano sempre più soggetti agli effetti negativi dei cambiamenti climatici e ai danni del loro eccessivo sfruttamento. Per queste ragioni, nell'ottica di uno sviluppo urbano galleggiante in queste aree, risulta di estrema importanza prendere in considerazione la pianificazione dello spazio marittimo (MSP). Quest'ultima viene infatti definita come “un processo di analisi e allocazione della distribuzione spaziale e temporale delle attività umane negli spazi marini per raggiungere obiettivi ecologici, economici e sociali che vengono solitamente specificati attraverso un processo politico.”¹

Pertanto la MSP rappresenta uno strumento cruciale per gestire in modo sostenibile le risorse marine e armonizzare le attività umane in queste aree delicate. In questa sezione, quindi, verrà esplorata l'evoluzione storica e le ragioni che hanno portato alla formulazione di tale strumento, con i relativi obiettivi, funzionamento, vantaggi e, talvolta, problematiche. A seguire, verrà evidenziata la sua utilità e le implicazioni che potrebbe avere per un possibile sviluppo urbano galleggiante in mare.

Infine per rendere più chiaro l'utilizzo e le implicazioni di questo strumento verranno forniti alcuni esempi, quale il caso del Mar Mediterraneo, della Slovenia e dei paesi nordeuropei.

L'analisi evidenzia l'importanza di bilanciare i vantaggi economici con la protezione a lungo termine degli ecosistemi marini, richiedendo l'adozione di nuovi strumenti per sostenere lo sviluppo marittimo e garantire la sostenibilità ambientale. A tale scopo, la MSP risulta uno strumento cruciale: essa infatti massimizza il potenziale economico dei mari in modo sostenibile, considerando la distribuzione temporale e spaziale delle attività marine e le valutazioni ambientali.

A conclusione, l'analisi sottolinea l'importanza della pianificazione dello spazio marittimo nel contesto di uno sviluppo urbano galleggiante, poiché offre l'opportunità di regolare tali sviluppi, sia nell'ambiente urbano che offshore. La PSM permette di sfruttare lo stesso spazio per scopi multipli, ottimizzando l'uso delle risorse e riducendo i potenziali conflitti. Questo approccio riflette la natura delle città galleggianti, consentendo loro di crescere in modo organico e sostenibile nel tempo.

¹ UNESCO-IOC, 2021;

Quando e perchè è stata introdotta la PSM?

Ragioni normative

Il quadro normativo per la pianificazione dello spazio marittimo nell'Unione Europea si è cristallizzato con l'approvazione dal Parlamento Europeo e del Consiglio della Direttiva 2014/89/UE, il 23 luglio 2014².

Tuttavia l'introduzione della Pianificazione dello Spazio Marittimo (MSP) nel panorama dell'Unione Europea ha richiesto un arco temporale di oltre dieci anni, anche in forza della complessità dello strumento giuridico e dell'importanza che esso ha a livello europeo. Infatti, la sua introduzione è, uno strumento preliminare di attuazione delle strategie di Politica Marittima Integrata (PMI) dell'UE. Un elemento fondamentale della PMI è la “Crescita Blu”, un approccio mirato a promuovere la crescita sostenibile nei settori marino e marittimo, che coinvolge lo sviluppo di settori che offrono un notevole potenziale di crescita sostenibile, tra cui l'acquacoltura, l'energia oceanica, la biotecnologia marina, il turismo costiero e l'estrazione mineraria dei fondali marini.³ Tale politica entra a pieno titolo nell'ordinamento dell'unione europea con l'approvazione del “Libro Blu”. Dall'analisi di quest'ultimo, si evince un sostanziale approccio coordinato delle politiche dell'Unione Europea legate ai mari, alle attività interconnesse relative agli oceani e alle coste, che consenta quindi all'Unione di trarre maggiori rendimenti dal proprio spazio marittimo con un minore impatto sull'ambiente.

Ciò che infatti appare dalla Comunicazione COM(2007)575 del 10 ottobre 2007 è l'importanza vitale che i mari hanno per l'Europa, per il benessere, la prosperità e la diversità delle risorse del continente. Tuttavia, pur riconoscendo i benefici derivanti dalle attività marine, emerge anche la crescente pressione che queste esercitano sull'ambiente marino, portando a conflitti di utilizzazione e al degrado ambientale.

² La base giuridica che giustifica l'intervento a livello europeo viene individuata negli articoli 43, paragrafo 2, TFUE in materia di politica agricola comune, e art. 100, paragrafo 2, TFUE in materia di trasporti marittimi, art. 192, paragrafo 1, TFUE in materia di ambiente e, ancora, art. 194, paragrafo 2, TFUE in materia di energia. La Direttiva, piuttosto snella, è composta da ventisette considerando e diciassette articoli che rappresentano, rispettivamente, la parte motivazionale e quella dispositiva dell'atto normativo.

³ European MSP Platform and Enet, 2022;

Ragioni ambientali

Il crescente impiego delle aree marine emerge come un aspetto rilevante nell'attuale contesto economico e ambientale. Questo fenomeno è influenzato dalle attuali sfide, quali il cambiamento climatico, la diminuzione della diversità biologica, l'eccessivo inquinamento e il deterioramento ambientale causato dalle attività umane lungo le coste e nelle acque.⁴

Ad alimentare maggiormente l'interesse e l'utilizzo di questi spazi è anche la stessa "Economia Blu", con la sua domanda sempre maggiore di risorse marine per soddisfare esigenze quali cibo, energia, trasporti e attività ricreative. Tuttavia, tale aumento dell'attività economica ha generato una significativa carenza di spazio marittimo, soprattutto in certe regioni dell'Unione Europea (UE), richiedendo una gestione più oculata e coordinata degli suoi utilizzi.⁵

L'analisi dettagliata degli ambiti marittimi rivela un'ampia gamma di settori destinati a subire una crescente pressione spaziale. In primo luogo, le risorse marine naturali viventi sono sottoposte a gravi minacce a causa delle pressioni antropiche e dei cambiamenti climatici, che impatteranno sulla biodiversità e sulla disponibilità di pesce.⁶

Parimenti, lo sfruttamento delle risorse marine non viventi, come l'energia rinnovabile offshore e l'estrazione mineraria, che è già aumentato negli ultimi dieci anni e si prevede che aumenterà ulteriormente, richiedendo quindi ulteriore spazio marino e infrastrutture adatte.⁷

Anche il settore del trasporto marittimo, vitale per l'economia e il commercio dell'UE, è destinato a crescere esponenzialmente, si prevede infatti che con l'aumento globale della domanda di merci il volume del commercio marittimo sia destinato a triplicare entro il 2050, imponendo quindi la necessità di predisporre corridoi sicuri e spazi adeguati per il traffico.⁸ Oltre a questo settore anche quello alimentare marittimo, in particolare l'acquacoltura, sarà in competizione per l'accesso allo spazio con altre attività.⁹

A richiedere un ulteriore spazio in mare, si aggiungono anche i settori emergenti, come l'estrazione di aggregati, le energie rinnovabili offshore e la biotecnologia blu, per i quali si prevede un rapido sviluppo volto a rispondere e soddisfare i requisiti del Green Deal europeo. Questo scenario accentua la necessità di una gestione oculata dello spazio marittimo per bilanciare la crescita economica con la sostenibilità ambientale.¹⁰

4 European MSP Platform and Enet, 2023;

5 ibid., op. cit.;

6 ibid., op. cit.;

7 ibid., op. cit.;

8 ibid., op. cit.;

9 ibid., op. cit.;

10 ibid., op. cit.;

Il caso studio del Mar Mediterraneo

A supporto di quanto appena descritto si prende in considerazione il contesto del Mar Mediterraneo.

Il Mar Mediterraneo è un bacino ad alta industrializzazione, che infatti ospita numerose industrie operanti nella regione. L'economia blu della zona è prevalentemente dominata dal turismo costiero, che esercita una notevole pressione sulle zone litoranee, la quale è destinata ad aumentare nei prossimi anni a causa degli impatti negativi derivanti dai cambiamenti climatici. Anche settori economici come il trasporto marittimo e le attività portuali rivestono un ruolo significativo, con alcuni dei porti più grandi di Europa per capacità di carico. Attualmente, vi è un interesse crescente nell'estrazione del gas nelle Zone Economiche Esclusive (ZEE) di Cipro e della Grecia, mentre si sta esplorando la possibilità di generare energia tramite dispositivi galleggianti per l'energia eolica offshore.

Inoltre la limitata estensione della piattaforma continentale nel Mediterraneo ha portato gran parte del bacino ad essere caratterizzato da acque profonde. Di conseguenza, sono in fase di esplorazione diverse iniziative per la realizzazione di parchi eolici offshore galleggianti al largo delle coste francesi (nel Golfo del Leone) e italiane (nello Stretto di Sicilia).

Allo stesso tempo, sono in corso alcune sperimentazioni per combinare in modo innovativo la desalinizzazione e il riutilizzo delle risorse idriche al fine di fornire acqua dolce per uso potabile e irriguo a una vasta percentuale della popolazione residente nelle aree circostanti il Mar Mediterraneo.¹¹

Da questo esempio appare chiaro come uno stesso bacino sia fortemente sfruttato e come quindi nei decenni a venire, l'importanza dell'utilizzo multiplo dello spazio marittimo aumenterà a causa della crescente richiesta di risorse per scopi energetici e naturali. Di conseguenza, si prevede che i paesi saranno sempre più incentivati a integrare e combinare differenti usi dello spazio marino quando possibile.

Dalle analisi appena condotte appare evidente l'attenzione che bisogna porre nei confronti di mari e oceani, al fine di garantire una coesistenza tra i profitti economici e il perseguimento di prosperità e salute a lungo termine dell'ambiente marino. Affrontare le sfide globali e sfruttare le opportunità di crescita nell'economia blu richiede l'implementazione di nuove tecnologie per sostenere lo sviluppo delle industrie marittime, ridurre l'impatto ambientale e promuoverne il potenziale contributo alla sostenibilità ambientale.

11 ibid., op. cit.;

A cosa serve la PSM?

E' proprio in risposta alle sfide sopra citate, che la Commissione europea ha adottato la politica marittima integrata (PMI). Con la quale sono stati individuati tre strumenti: la sorveglianza marittima per un uso sicuro e controllato dello spazio marittimo; la pianificazione spaziale marittima che costituisce uno strumento di pianificazione fondamentale ai fini del processo decisionale sostenibile e una fonte completa accessibile di dati e informazioni. Infatti prima dell'approvazione del Libro Blu, i quadri di pianificazione esistenti erano principalmente concentrati sulla terraferma e sulle zone costiere e non tenevano conto delle difficoltà che derivano da usi sempre più concorrenziali del mare come il trasporto marittimo, la pesca, l'acquacoltura, le attività ricreative, la produzione di energia *offshore* e lo sfruttamento dei fondali marini.

Quindi tra gli strumenti della PMI, la MSP emerge come uno strumento in grado di collegare gli usi e assegnare lo spazio marino in modo efficiente, al fine di accogliere e coordinare adeguate strategie di pianificazione, mitigazione e adattamento.

Considerando l'aumento della congestione e della competizione nello spazio marino dovuto alla sovrapposizione delle attività settoriali, e tutte le altre sfide sopra citate, il libro blu e le altre politiche dell'ue diventano fondamentali per conservare lo spazio per le future utilizzazioni delle aree marine e marittime e di gestire in maniera responsabile le risorse marine attuali e future.¹²

La graduale diminuzione della disponibilità di spazio in mare suscita una tensione tra la spinta alla crescita economica nei settori marittimi e la necessità di conservare un ambiente marino sano. Ed è proprio di fronte a tale problematica che la pianificazione dello spazio marittimo, improntata su approcci integrati e prospettive a lungo termine, si propone di massimizzare il potenziale economico dei mari in modo sostenibile e senza danneggiarli.

Infatti, gli obiettivi principali di questo strumento sono: promuovere lo sviluppo sostenibile, determinare l'utilizzo dello spazio per i diversi usi del mare, gestire i conflitti che tali usi possono generare, individuare e incoraggiare l'utilizzo multifunzionale del mare.

¹² ibid., op. cit.;

Come funziona la PSM?

La pianificazione dello spazio marittimo ha preso forma attraverso l'adattamento di metodologie e approcci provenienti dalla pianificazione terrestre e dai concetti della gestione integrata delle zone costiere (ICZM)¹³: gestisce quindi le attività marittime tramite un approccio globale considerando i tipi di attività, previste o esistenti, ed il loro impatto ambientale.

Ad esempio, l'espansione e lo sviluppo su larga scala di impianti di energia rinnovabile offshore richiedono una piena integrazione nella pianificazione dello spazio marittimo, quest'ultima infatti potrebbe stabilire aree destinate ai parchi eolici, talvolta limitando il traffico marittimo o le attività di pesca in tali aree. Tuttavia, c'è la possibilità che queste aree vengano estese ulteriormente, potenzialmente generando conflitti con le crescenti esigenze di altri settori, come la produzione alimentare e la conservazione degli ecosistemi. Per affrontare questa sfida, potrebbe essere necessario considerare approcci di multiuso dello spazio marino, come l'integrazione di pannelli eolici con attività di acquacoltura.¹⁴

All'interno della Direttiva 2014/89/UE si prevede l'obbligo per gli Stati membri di introdurre un processo di pianificazione dello spazio marittimo che si traduca nell'elaborazione di uno o più piani di gestione. In particolare, si afferma, esplicitamente, che mentre l'Unione Europea è competente a stabilire un quadro comune per la pianificazione dello spazio marittimo, gli Stati membri continuano a essere gli unici responsabili della determinazione del contenuto del Piano di gestione. Il recepimento e l'applicazione della Direttiva per gli stati devono avvenire, nella misura del possibile, sulla base delle norme e dei meccanismi nazionali, regionali e locali già esistenti, inclusi quelli stabiliti nella raccomandazione 2002/14 13/5 del Parlamento del consiglio o nella decisione 2010/631/UE del Consiglio, in conformità con gli scopi dichiarati per la pianificazione (promuovere lo sviluppo sostenibile, determinare l'utilizzo dello spazio per i diversi usi del mare, gestire i conflitti che tali usi possono generare, individuare e incoraggiare l'utilizzo multifunzionale del mare, in conformità alle politiche e normative nazionali).

¹³ Schultz-Zehden, Gee and Scibior, 2008;

¹⁴ European MSP Platform and Enet, 2022, op. cit.;

Si prevede quindi che la pianificazione sia attuata attraverso l'elaborazione di Piani di gestione che individuino la distribuzione spaziale e temporale delle pertinenti attività e dei pertinenti usi delle acque marine, presenti e futuri, che possono includere¹⁵: zone di acquacoltura, zone di pesca, impianti e infrastrutture per la prospezione, lo sfruttamento e l'estrazione di petrolio, gas e altre risorse energetiche, di minerali aggregati alla produzione di energia da fonti rinnovabili, rotte di trasporto marittimo e flussi di traffico, zone di addestramento militare, siti di conservazione della natura e di specie naturali e zone protette, zone di estrazione di materie prime, ricerca scientifica, tracciati per cavi e condutture sottomarine, turismo e patrimonio culturale sottomarino.

Per ogni area marittima individuata deve essere redatto un piano di gestione dello spazio marittimo che includa la valutazione ambientale strategica e la valutazione di incidenza, ove previste. Nella definizione di tali piani di gestione l'MSP non impone una scala spaziale specifica. Come sulla terraferma, i dettagli possono aumentare man mano che ci si avvicina al livello locale, garantendo quindi nel complesso, una pianificazione più coesa.¹⁶

In definitiva, l'utilizzo di questi piani di gestione rappresenta un importante passo in avanti nella gestione sostenibile delle risorse marine e nella promozione dello sviluppo marittimo equilibrato e resiliente nel lungo termine. L'utilizzo della MSP e dei relativi piani di gestione permetterà di avere sia una prospettiva generale a lungo termine di ciò che avverrà in determinate aree e quali effetti avrà su di esse, ma anche una pianificazione di dettaglio delle differenti aree marine e marittime.

Immagine a destra: Mappa degli usi SUB-AREA M0/7

¹⁵ L'utilizzo della locuzione possono includere è significativa del fatto che si tratta di un elenco non tassativo, il che conduce a ritenere che i Piani possano, ma non debbano necessariamente, includere tutte le attività o usi ivi elencati e che lo stesso elenco possa essere integrato con attività o usi non presenti.

¹⁶ Schultz-Zehden, Gee and Scibior, 2008, op. cit.;



Quali sono i vantaggi e gli svantaggi di questo strumento?

Già da quanto è stato visto in precedenza, si può affermare che la pianificazione dello spazio marittimo emerge come uno strumento di notevole importanza nel panorama della gestione delle risorse marine.

In quest'ottica quindi il psm presenta numerosi vantaggi, in particolare:

uno dei principali benefici della MSP è la sua capacità di proteggere la biodiversità marina, stabilendo una rete coerente di aree protette a livello nazionale e internazionale. Questo approccio può attribuire alle esigenze di conservazione e tutela una priorità spaziale, facilitando quindi la creazione di reti di aree protette, particolarmente efficaci se integrate con la suddivisione dell'uso del mare. Nel caso della Slovenia, per esempio, la capacità di bilanciare le esigenze di conservazione con altre attività marine è risultata fondamentale. Qui una costa relativamente piccola, è altamente valorizzata sia per la sua biodiversità e patrimonio culturale, sia per il suo significato economico, ed è per questo soggetta a una serie di pressioni legate alla navigazione, al turismo, alla pesca e allo sviluppo portuale. In questo caso quindi l'introduzione dell'MSP, mediante un approccio olistico, permetterebbe di affrontare la complessità che caratterizza tale area, considerando le pressioni cumulative e i relativi conflitti.

Inoltre, la MSP si distingue per la sua natura proattiva nella gestione delle risorse marine. A differenza delle pratiche passate, spesso reattive agli impatti indesiderati, infatti si propone di definire obiettivi futuri per l'uso dello spazio marittimo, agendo quindi in modo preventivo nella pianificazione.¹⁷

La natura proattiva di tale strumento risulta estremamente utile anche per affrontare le attuali sfide poste dal cambiamento climatico. Quest'ultimo infatti, è un fenomeno in continua evoluzione, che richiede una pianificazione e una gestione dei mari e degli oceani flessibili e adattive.

Esso infatti, modificando le condizioni degli oceani, richiederà una ridistribuzione delle attività marittime.¹⁸

¹⁷ Schultz-Zehden, Gee and Scibior, 2008, op. cit.;
¹⁸ UNESCO-IOC, 2021

Un approccio di pianificazione climaticamente intelligente tiene conto di come il cambiamento climatico potrebbe influenzare le diverse aree e di conseguenza la pianificazione di quest'ultime. La PSM rispettosa del clima può contribuire a una migliore analisi e allocazione delle attività umane nelle aree marine, ripristinando efficacemente la salute degli oceani e sostenendo la resilienza agli impatti dei cambiamenti climatici.¹⁹

In conclusione la PSM, specialmente se implementata con sforzi coordinati tra nazioni, può svolgere un ruolo cruciale nel collegare settori e bacini marittimi per affrontare le sfide globali, contribuendo così anche al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile (obiettivo 13: "Azione per il clima" e obiettivo 14 "La vita sott'acqua") dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite.²⁰

Tuttavia, vi sono anche possibili criticità legate alle strumento, come il rischio di favorire utilizzi "fissi" (ex: impianti energetici offshore) a discapito di quelli "mobili" (ex: la pesca) e l'effetto di mappatura, che potrebbe causare una distribuzione non uniforme degli impatti positivi e negativi, compromettendo il sostegno pubblico ai piani spaziali marittimi.²¹

¹⁹ ibid., op. cit.;
²⁰ ibid., op. cit.;
²¹ Wageningen Research, Ramboll and Deloitte, 2022;

Esempi di applicazione: implementazione pratica della pianificazione marittima

La pianificazione dello spazio marittimo è stata implementata con successo in diverse regioni del mondo.

Dopo l'approvazione della Direttiva 2014/89/UE, tutti e ventidue gli Stati membri marittimi hanno almeno avviato un processo di pianificazione²².

Stati come il Belgio, l'Olanda e Germania²³, che condividono l'affaccio sul Mare del Nord, sono stati i primi in Europa a sperimentare la pianificazione dello spazio marittimo, avendo approvato i loro piani nel 2003, il Belgio, e nel 2005, Olanda e Germania.

In particolare, nel marzo 2014, il Belgio ha approvato il proprio nuovo piano di gestione relativo al Mare del Nord; il piano, che ha ad oggetto tanto il mare territoriale quanto la ZEE del Paese e contiene principi, obiettivi strategici e specifici e una *visione* di lungo periodo²⁴. Anche i Paesi Bassi hanno redatto il documento politico sul Mare del Nord 2016-2021, il quale compendia la visione a lungo termine (2050) del paese e include un piano di spazio marittimo (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2015).

All'interno del documento politico, è stato creato e definito un framework di valutazione per le attività nel Mare del Nord, che il governo centrale può impiegare per verificare la conformità delle attività in mare. Tale framework costituisce una normativa politica e impegna l'autorità competente ad agire in conformità con esso durante il rilascio delle autorizzazioni (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2015). All'interno del documento, appare come ancora siano state prese in considerazione solo le tradizionali attività previste in mare, come la navigazione, la difesa, la pesca, l'acquacoltura, la maricoltura, la preservazione del patrimonio culturale subacqueo, il turismo e le attività ricreative. Infatti, l'unico riferimento presente alle strutture galleggianti riguarda i "trasbordi galleggianti" come possibile mezzo di trasporto, senza invece menzionare alcunché riguardo alla vita su piattaforme galleggianti. Tuttavia, secondo De Vrees (2019), è dovuto alle discussioni sulla pianificazione dello spazio marino, avvenute nei Paesi Bassi, e nelle quali, per molti anni sono prevalse la libertà industriale e le forze di mercato.²⁵

²² Friess and Gremaud-Colombier, 2021;

²³ Cfr. <https://www.mspglobal2030.org/msp-roadmap/msp-around-the-world/europe/germany/> La Germania è interessante perché possiede uno dei primi piani di gestione riguardanti le acque territoriali del Mare del Nord che sono stati approvati a livello di Länder (Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein e Lower Saxony) nella prima metà degli anni 2000 e sono stati già oggetto di una prima revisione. Il Governo Federale, per il tramite Agenzia, ha elaborato due piani di gestione riguardanti la Zona Economica Esclusiva ubicata, rispettivamente, nel Mare del Nord e nel Mar Baltico, entrambi entrati in vigore nel 2009 e aggiornati nel 2017

²⁴ Si v. <https://www.mspglobal2030.org/msp-roadmap/msp-around-the-world/europe/belgium/> ove si chiarisce che detto piano già regolamentava tutte le attività e gli usi del mare ed era giuridicamente vincolante, è stato sostituito nel 2020 da una nuova versione esitata alla scadenza dei sei anni previsti dalla legge belga per l'aggiornamento obbligatorio di ciascun piano.

²⁵ Flikkema et al., 2021, op. cit.;

In che modo la PSM è legata allo sviluppo urbano galleggiante?

Già dalle analisi condotte in precedenza (vedi sezione componente giuridico normativa) è emerso come in alcuni paesi, a livello normativo, ci si stia muovendo per cercare di includere le strutture galleggianti all'interno dei tradizionali strumenti urbanistici. In quest'ottica, sia piani di zonizzazione che la pianificazione dello spazio marittimo acquistano rilevanza nel caso di uno sviluppo urbano galleggiante nell'ambiente urbano e offshore. Infatti, entrambi gli strumenti hanno lo scopo di promuovere l'uso efficiente, sicuro e sostenibile dell'acqua e delle aree terrestri.

In particolar modo, i piani di zonizzazione determinano le zone in cui è consentita la costruzione, definiscono le tipologie di edifici ammissibili, specificano le dimensioni delle strutture e indicano gli usi consentiti.²⁶ In modo simile la pianificazione dello spazio marittimo, mediante la creazione di Piani di gestione, delinea la disposizione spaziale e temporale delle attività e degli usi delle acque marine, sia attuali che futuri.

In quest'ottica appare chiaro come la coesistenza e la coordinazione tra questi due strumenti possa risultare utile per il nostro oggetto di studio: questi infatti permetterebbero una regolamentazione su più fronti degli eventuali sviluppi galleggianti. In particolar modo riconoscere le strutture galleggianti all'interno dei piani di zonizzazione e della pianificazione terrestre permetterebbe di regolamentarli quando posti all'interno delle acque interne, mentre includerli all'interno della pianificazione dello spazio marittimo e dei relativi piani di gestione permetterebbe di regolamentare le strutture qualora siano poste al di fuori dell'urbano.

D'altronde uno sviluppo urbano in mare si configura come un'attività umana che insiste in aree marine, pertanto, nell'ottica di salvaguardare l'ecosistema ambientale, di garantire uno sviluppo sostenibile ed una coesistenza degli usi e delle attività marittime, non potrebbe che non essere inserito all'interno di tale strumento.

In ultimo, uno sviluppo urbano si presenterebbe come un esempio di utilizzo statico e intensivo dello spazio. Una volta istituiti, tali utilizzi risultano difficili da trasferire altrove, sia a causa della loro dipendenza da risorse chiave, come specifici habitat, sia a causa degli investimenti infrastrutturali, come ad esempio le piattaforme.

²⁶ ibid., op. cit.;

Questi utilizzi richiedono non solo vaste aree, ma anche una certa durata nel tempo. Pertanto, è essenziale garantire che possano occupare tali spazi senza interruzioni per periodi prolungati.²⁷

Attualmente, dalla lettura della relativa normativa, non appaiono usi simili al nostro oggetto di studio, ma dalla stratificazione normativa emerge che la PSM, ha la possibilità di operare in tre dimensioni: il fondale marino, la colonna d'acqua e la superficie. Queste suddivisione garantirebbe la possibilità di pianificare lo stesso spazio per scopi diversi (c.d. *multi-use*)²⁸, che emerge come un elemento cruciale nel contesto di uno sviluppo urbano galleggiante in mare. Ad esempio, un'area marina potrebbe essere utilizzata contemporaneamente per scopi residenziali, commerciali, ricreativi e ambientali.

La possibilità di integrare diverse attività e funzioni nello stesso spazio marino permette di ottimizzare l'uso delle risorse disponibili, favorendo allo stesso tempo la creazione di comunità marittime dinamiche e resilienti. Attraverso una pianificazione olistica e integrata, è possibile armonizzare le esigenze e le priorità delle diverse parti interessate, riducendo al contempo i potenziali conflitti e massimizzando i benefici reciproci. E' da notare che il concetto di multiuso è una caratteristica intrinseca delle città, che devono essere in grado di rispondere in modo flessibile alle mutevoli condizioni e alle esigenze delle comunità.

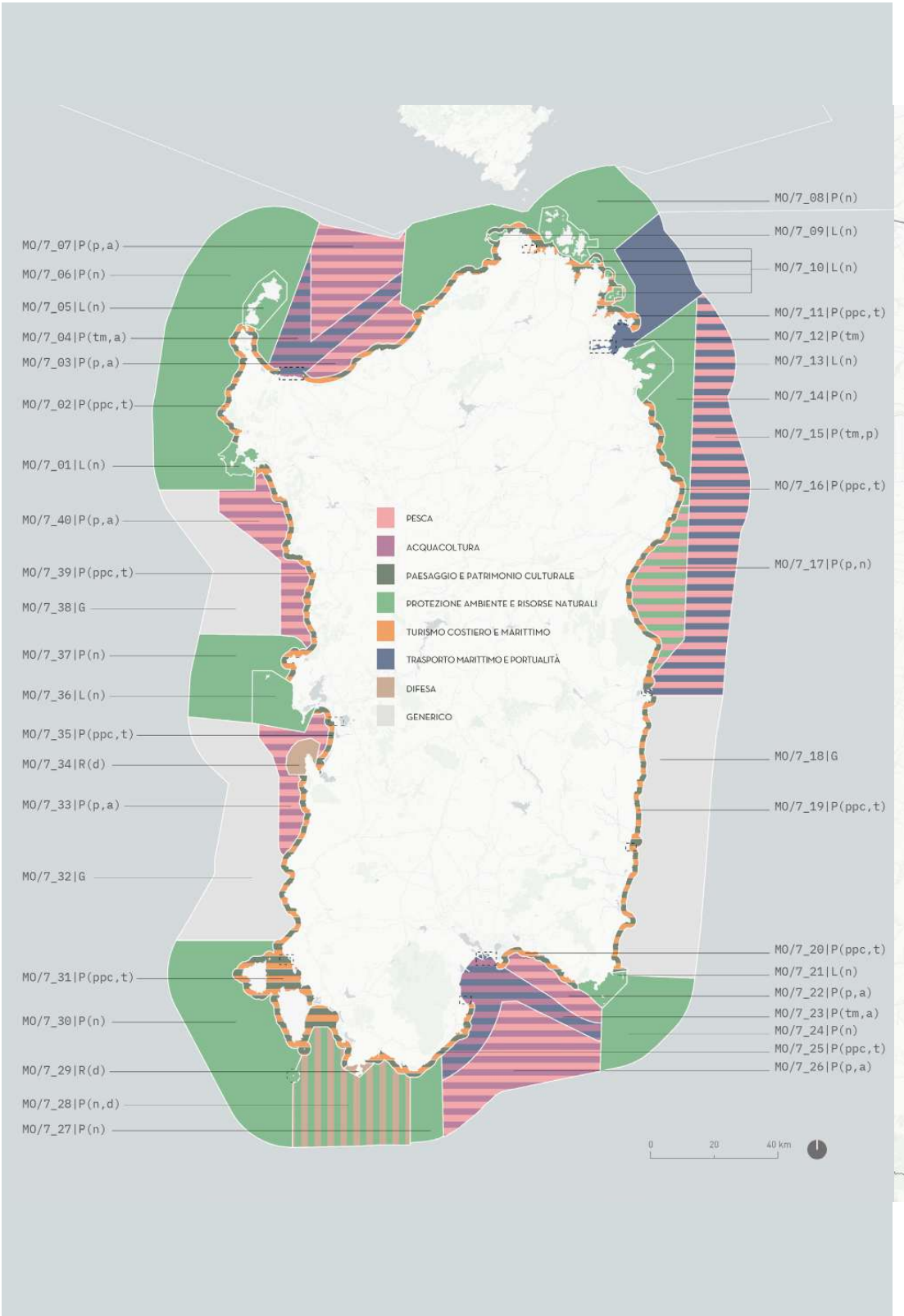
L'obiettivo di questa analisi era quello di studiare il progresso nel tempo e le motivazioni alla base della creazione di questo strumento, i suoi scopi, il modo in cui opera, i benefici e talvolta le difficoltà associate ad esso, concentrandosi in particolare sull'importanza e sulle possibili implicazioni che potrebbe avere per un potenziale sviluppo di comunità galleggianti in mare.

Le analisi condotte hanno messo in luce, l'importanza di bilanciare i vantaggi economici con la conservazione a lungo termine degli ecosistemi marini, proponendo l'MSP come essenziale per sostenere lo sviluppo delle industrie marittime in modo sostenibile e ridurre l'impatto ambientale. La Commissione europea adotta la politica marittima integrata (PMI), con l'MSP come strumento chiave per coordinare le attività marine e promuovere una gestione responsabile e sostenibile. Tuttavia, evidenzia anche le criticità potenziali, come il rischio di favorire usi stazionari a scapito di quelli mobili come la pesca, e la necessità di integrare le nuove attività marine e le strutture galleggianti nelle pianificazioni esistenti. Conclude sottolineando i progressi significativi nell'implementazione dell'MSP nei paesi dell'UE, ma anche la necessità di affrontare sfide emergenti per adattare le pianificazioni alle mutevoli esigenze e innovazioni tecnologiche, inclusi i cambiamenti climatici.

Immagine a destra: Esempio di unità di pianificazione risultante

²⁷ Schultz-Zehden et al., 2008, op. cit.;

²⁸ Si v. <https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/practices/multi-use-seasustainable-development-instrument-five-eu-sea-basins>





LINEE GUIDA PER UNO SVILUPPO URBANO GALLEGGIANTE

6.1 Manifesto urbano

6.2 Strategie urbane

6.1 Manifesto urbano

Il fenomeno dell'urbanizzazione galleggiante, come visto nei capitoli precedenti, emerge come una soluzione innovativa ed interessante per affrontare le sfide future delle città costiere, come la crescita demografica, la scarsità di suolo e l'impatto dei cambiamenti climatici. Questo capitolo esaminerà i fattori fisici ed ambientali e le strategie fondamentali per guidare lo sviluppo delle città galleggianti in mare, sottolineando l'importanza di considerare le caratteristiche specifiche dell'ambiente marino e di promuovere la sostenibilità. In primis, verranno quindi esplorate le caratteristiche delle città galleggianti ed i nuovi approcci richiesti nella pianificazione urbana. Successivamente, saranno delineate alcune strategie progettuali, tra cui: come adattare la progettazione al contesto marino, come organizzare e far crescere gli insediamenti, come garantire una qualità spaziale nell'insediamento, e come promuovere l'ecologia di quest'ultimo.

Inoltre per chiarire l'approccio progettuale necessario e le strategie da adottare, alla fine del capitolo, verrà fornito un elenco di linee guida e buone pratiche per la progettazione.

Carattere: URBANO/MIXITE'

urbano agg. [dal lat. urbanus, der. di urbs urbis "città"]. - 1. a. [che è proprio della città: la cerchia muraria u.] ≈ cittadino, civico, (non com.) urbano.¹

Lo scopo di questa ricerca è quello di definire una città galleggiante che presenti le caratteristiche tipiche di una città. Queste includono un design compatto e la presenza di spazi multifunzionali, come residenze, attività commerciali e spazi pubblici, che favoriscono l'interazione sociale tra gruppi diversi.²

L'alta densità permette di creare una città compatta. Ciò favorisce un uso misto del suolo ed un'agevole fruibilità di esso, forme urbane compatte, spazi pubblici accattivanti e diverse opzioni di trasporto. Servizi come strutture sanitarie, biblioteche, negozi e servizi governativi sono organizzati intorno ai principali nodi dei trasporti pubblici per garantire la massima comodità e promuovere gli incontri e gli scambi tra gli abitanti, ottimizzando l'uso dello spazio limitato disponibile.³

Carattere: INCLUSIVA

inclusivo /'inkluzivo/ agg. [dal lat. mediev. inclusivus]. - [che include, che comprende in sé qualche cosa, con la prep. di: il prezzo è i. della tassa erariale] ≈ comprensivo.⁴

Per realizzare una città sull'acqua, in cui la diversità sia insita, è necessario che quest'ultima sia accessibile a tipologie differenti di utenti e residenti. Questo implica ragionamenti relativi all'organizzazione e alla tipologia degli spazi offerti e alla loro fruibilità. Per realizzare un ambiente urbano inclusivo e vario è essenziale che gli spazi pubblici e privati siano facilmente accessibili e che vi sia un'offerta spaziale differente. Anche in questo caso un design compatto, permetterebbe di limitare spostamenti, rendendo più facilmente fruibile lo spazio.⁵

Carattere: ATTRAENTE

attraente /at:ra'ente/ agg. [part. pres. di attrarre]. - [che attrae, che seduce] ≈ affascinante, (non com.) attrattivo, avvenente, bello, piacente, piacevole, seducente. Il allettante, intrigante, invitante, stuzzicante.⁶

Affinchè una città si possa considerare attraente, quest'ultima dovrà avere una forte qualità ed identità spaziale. Ciò vuol dire progettare spazi vivibili e funzionali caratterizzati da una forte identità. In questo caso l'elemento identitario della città sarà dato dall'acqua. Gli spazi di una città galleggianti si caratterizzano per la loro vicinanza all'elemento naturale: l'acqua è sempre visibile ed accessibile. Nel vivere gli spazi della città si ha un continuo rapporto con l'acqua: da una continuità visiva, allo svolgimento di attività in acqua o all'utilizzo di mezzi di trasporto acquatici.⁷

¹ Urbano, n.d.;

² PosadMaxwan et al., 2023;

³ United Nations Human Settlements Programme, 2009; op. cit.;

⁴ Inclusivo, n.d.;

⁵ PosadMaxwan et al., 2023, op. cit.;

⁶ Attraente, n.d.;

⁷ PosadMaxwan et al., 2023, op. cit.;

Carattere: INSERITA NEL CONTESTO TERRESTRE

integrato agg. [part. pass. di integrare]. - 1. (soc.) [che partecipa pienamente alla vita di una comunità: sentirsi, non sentirsi i.] ≈ inserito.⁸

In un'ottica di sviluppo progressivo delle città galleggianti, l'integrazione con la città terrestre viene vista da due punti di vista.

In primis, all'inizio, gli interventi saranno concepiti come quartieri/ distretti galleggianti, considerati come estensioni delle città esistenti.

Questi distretti galleggianti dovranno quindi essere integrati con le reti e le infrastrutture esistenti e future. Questo metodo impedisce alle città galleggianti di portare ad altro trasporto e perdita di natura e paesaggio. Sviluppandosi vicino e all'interno degli ambienti urbani esistenti, la città galleggiante può trarne vantaggio e valorizzare le strutture esistenti inserendo nuove tipologie residenziali.

In secondo luogo, per integrazione verrà inteso la possibilità di commerciare, scambiare valori con la città terrestre, così da non creare comunità remote ed isolate.

In entrambi i casi i due fattori che risultano importanti da considerare nella progettazione sono la posizione ed i trasporti.

Infatti risulta importante scegliere la posizione corretta: preferibilmente, andranno selezionati luoghi già circondati dal tessuto urbano (ad alta densità). Il collegamento con la città richiede buoni collegamenti per i trasporti pubblici, ciclabili e pedonali.⁹

Carattere: ECOLOGICO

ecologico /eko'loɖʒiko/ agg. [der. di ecologia] (pl. m. -ci). - 1. (biol.) [dell'ecologia, che si riferisce all'ecologia: disastro e.] ≈ ambientale, ecologista. 2. (estens.) [che salvaguarda l'ambiente e l'equilibrio naturale: prodotto e.] ≈ ecologista, [di pelliccia e sim.] sintetico. Il biologico, naturale, verde.¹⁰

Ogni progetto architettonico dovrebbe valutare attentamente il suo impatto sull'ambiente. Questa considerazione è particolarmente importante per i progetti di sviluppo urbano. Questi infatti, non solo dovrebbero evitare di danneggiare l'ambiente, ma dovrebbero essere progettati in modo da apportare benefici ad esso. Questo principio guida la progettazione di una città galleggiante ecologica.

Per realizzare questo obiettivo, l'ecologia deve essere un elemento chiave del processo di progettazione fin dall'inizio. Le decisioni progettuali dovrebbero mirare a minimizzare l'impatto ambientale e a introdurre nuovi elementi naturali nell'ambiente circostante.

Il successo nel raggiungimento di questi obiettivi stabilisce un collegamento tra l'ambiente naturale e quello costruito. Questo si traduce nell'integrazione delle preoccupazioni dei due diversi gruppi dell' "agenda verde" e dell' "agenda marrone", che rappresentano rispettivamente l'ambiente naturale e l'ambiente umano.

⁸ Integrato, n.d.;

⁹ PosadMaxwan et al., 2023, op. cit.;

¹⁰ Ecologico, n.d.;

L'agenda marrone è fondamentale per il funzionamento di una città, per creare un ambiente sano e vivibile e per creare opportunità umane ed economiche. Tuttavia, le funzioni marroni di una città tendono a consumare e degradare le sue risorse e i suoi processi verdi, a meno che la città non intervenga attraverso processi come la pianificazione urbana e la gestione ambientale.

Per ridurre l'impronta ecologica di una città e migliorare la sua vivibilità, è necessario limitare l'espansione urbana, creando città più dense. È anche necessario controllare il consumo di risorse non rinnovabili e non esaurire quelle rinnovabili. A questo scopo, è essenziale la gestione dei trasporti, limitando la crescita delle automobili, che è associata al consumo di combustibili fossili. Investire in sistemi di trasporto pubblico sostenibili e accessibili è la componente più importante per rendere le città resilienti all'esaurimento delle risorse petrolifere e per minimizzare il loro contributo al cambiamento climatico.

I sistemi di trasporto pubblico e condiviso sono anche essenziali per creare un effetto di densità attorno alle stazioni, che può aiutare a fornire centri focalizzati cruciali per superare la dipendenza dai mezzi di trasporto privati.¹¹

Nel tentativo di migliorare l'eco-efficienza, le città e le regioni stanno passando da sistemi lineari a sistemi circolari o a circuito chiuso, in cui una parte sostanziale del loro fabbisogno energetico e materiale è soddisfatta dai flussi di rifiuti. Le città eco-efficienti riducono la loro impronta ecologica riducendo i rifiuti e il fabbisogno di risorse e possono anche incorporare le questioni dell'agenda verde nel processo. Un'idea più integrata di energia e acqua implica vedere le città come sistemi metabolici complessi con flussi e cicli e dove, idealmente, gli output tradizionalmente visti come negativi (ad esempio rifiuti solidi, acque reflue) sono reconsiderati come input produttivi per soddisfare altri bisogni urbani, tra cui l'energia.

¹¹ United Nations Human Settlements Programme, 2009; op. cit.;

Nell'ambito dell'“agenda verde”, l'ampliamento delle infrastrutture verdi può apportare benefici sia all'ecosistema che alla comunità umana. Le infrastrutture verdi comprendono una serie di elementi e sistemi ecologici, come le zone umide e le foreste urbane, che forniscono vari vantaggi alle città e ai loro residenti. Questi sistemi possono generare nuovi habitat per la fauna selvatica e attenuare gli effetti dannosi dell'inquinamento (agenda marrone), come le isole di calore urbane (UHI).

Le città, con la loro alta densità di costruzioni, favoriscono la formazione dell'UHI attraverso l'interazione tra la geometria urbana e la radiazione solare. Diversi studi hanno evidenziato che l'incremento delle aree verdi urbane può attenuare l'UHI, mantenendo la temperatura superficiale al di sotto dei 20°C e riducendo la temperatura dell'aria di 5-7°C grazie all'ombreggiatura fornita dagli alberi, migliorando così il microclima urbano.¹²

Gli alberi, infatti, con le loro chiome, forniscono ombra che mitiga l'effetto della radiazione solare diretta. Inoltre, la vegetazione contribuisce a ridurre la temperatura dell'aria attraverso i processi di evapotraspirazione.¹³

Nuovo approccio alla pianificazione

In conclusione, se la pianificazione urbana intende svolgere un ruolo efficace e significativo nello sviluppo di città vivibili, sostenibili, produttive dal punto di vista economico e inclusive dal punto di vista sociale, è necessario considerare alcuni elementi fondamentali.

Innanzitutto, la pianificazione deve essere specifica per il luogo in cui viene applicata. Non esiste un modello universale di pianificazione urbana, poiché l'efficacia è determinata dai fattori locali. Pertanto, i sistemi di pianificazione devono essere in grado di adattarsi al contesto locale e alle sue specifiche esigenze.¹⁴

In secondo luogo, è necessario rivedere le linee guida per la pianificazione urbana. Quest'ultima infatti, dovrebbe abbandonare gli obiettivi tradizionali di estetica e prestigio; ed essere invece mossa da obiettivi quali la sostenibilità, l'inclusione sociale e l'equità.

In terzo luogo, si riconosce che una città equa e sostenibile dovrebbe presentare specifiche caratteristiche spaziali, come usi misti del suolo, un sistema di trasporto pubblico efficiente, spazi aperti protetti, una densità elevata con edifici di altezza ridotta e confini urbani per limitare l'espansione.¹⁵

Da ciò deriva che l'approccio alla pianificazione, invece di concentrarsi su una visione globale e definitiva, dovrebbe essere strategico, flessibile e orientato all'azione e all'implementazione.¹⁶

¹² Gerundo, 2018, op. cit.;

¹³ ibid., op. cit.;

¹⁴ United Nations Human Settlements Programme, 2009; op. cit.;

¹⁵ ibid., op. cit.;

¹⁶ ibid., op. cit.;

6.2 Strategie urbane

Segue un insieme di principi di progettazione per progetti galleggianti, che sono stati sviluppati e dedotti dall'autore o suggeriti direttamente dalla letteratura. Ogni principio è citato, brevemente spiegato e, se necessario, illustrato con un semplice schema per facilitare la comprensione.

Strategie per contesto

L'installazione di una struttura galleggiante in un corpo idrico comporta cambiamenti nelle condizioni ambientali esistenti. Questa struttura, con la sua massa, intercetta venti, correnti e onde, influenzando la sedimentazione e la miscelazione delle acque. Inoltre, costituisce un ostacolo per lo scambio di sostanze tra aria e acqua, vitale per l'ecosistema, e diminuisce l'illuminazione solare, compromettendo la fotosintesi. La presenza della struttura può anche provocare variazioni termiche nell'acqua, bloccando la radiazione solare o trasferendo calore dagli ambienti interni.

Le superfici sommerse della struttura ospitano organismi che possono abbassare i livelli di ossigeno e depositare materiale organico. Inoltre, gli oggetti galleggianti favoriscono l'insediamento di specie invasive e possono modificare la composizione degli organismi acquatici. Gli impatti ambientali dipendono da numerose variabili, rendendo difficile prevedere le conseguenze specifiche di una struttura galleggiante in un determinato corpo idrico. Tuttavia, la letteratura fornisce indicazioni generali basate su tendenze e osservazioni comuni.¹⁷

Prediligere piattaforme dalle forme strette ed allungate.

È preferibile utilizzare piattaforme con forme strette e allungate rispetto a quelle più ampie e compatte, poiché permettono una maggiore illuminazione del fondale. Infatti, i raggi di luce diretta possono percorrere solo una distanza limitata nell'acqua, che si riduce ulteriormente nel caso di luce diffusa; quindi le forme strette, come i rettangoli allungati, avendo una distanza minore dal centro della superficie ai bordi, assicurano una maggiore illuminazione nell'acqua sottostante. Al contrario, le forme compatte, come cerchi, quadrati ed esagoni, massimizzano questa distanza, riducendo significativamente l'illuminazione e aumentando la

¹⁷ Porporato, 2023;

possibilità di creare zone d'ombra. (Burdick et al., 1999, Härtwich, 2016).

Preferire un orientamento da NS a WE per l'asse principale delle piattaforme.

L'orientamento ideale per l'asse principale della struttura dovrebbe essere da nord a sud. Infatti le piattaforme con l'asse principale orientato da nord a sud producono un'ombra più piccola nell'acqua rispetto a quelle orientate da est a ovest (Burdick et al., 1999). Questo è dovuto all'interazione delle strutture con il percorso del sole (da est a ovest). I lati esposti a nord ricevono meno luce solare, quindi posizionare i lati più corti a nord-sud permette di minimizzare le zone d'ombra sotto le piattaforme. Data la forma rettangolare, orientare l'asse principale lungo la direzione nord-sud garantisce una migliore illuminazione dell'acqua. Infatti, più l'acqua è profonda, più diffusa è l'ombra proiettata sul fondo del corpo idrico durante le ore diurne (Burdick et al., 1999). Un orientamento nord-sud per l'asse principale permette di ridurre al minimo la dimensione della parte nord dell'edificio, e quindi l'area potenzialmente scarsamente illuminata.¹⁸

Prediligere corpi idrici più ampi e profondi.

I corpi idrici più profondi tendono a essere meno influenzati dalle variazioni delle correnti causate da oggetti estranei presenti nell'acqua: infatti, le correnti d'acqua sembrano essere influenzate solo in superficie, mentre al di sotto dei 4-5 metri non sembrano subire gli effetti anche di grandi strutture galleggianti. Inoltre, i bacini d'acqua più vasti e profondi sono meno sensibili alle variazioni nella composizione dell'acqua e al deterioramento della sua qualità: una stessa quantità di inquinanti può essere estremamente dannosa per uno stagno di piccole dimensioni, ma risulta trascurabile se diluita in un oceano. In aggiunta, nei grandi corpi d'acqua si verifica una migliore miscelazione della colonna d'acqua e una maggiore dispersione dei sedimenti, il che attenua gli impatti negativi causati dalla mancanza di ossigeno, dal riscaldamento e dall'accumulo di materia organica sul fondo. Inoltre, i movimenti e gli scambi d'acqua tendono a uniformare la qualità dell'acqua locale con quella delle aree circostanti. (de Lima et al., 2022).

Garantire un'adequata quantità di interfaccia aria-acqua.

Nell'ambito di un progetto di sviluppo urbano galleggiante, è fondamentale preservare l'interazione tra aria e acqua. Questo perché la superficie di contatto tra questi due elementi permette il trasferimento di sostanze da un sistema all'altro. In particolare, favorisce la diffusione e la dissoluzione di ossigeno e altri gas: se l'aria è più ricca di ossigeno (o di altri elementi), il gas tende a dissolversi nell'acqua e viceversa, assicurando un equilibrio.

I progetti galleggianti hanno un impatto negativo su questo fenomeno, poiché riducono localmente la superficie di scambio tra i due elementi. Questo comporta bassi livelli di ossigeno nell'acqua, limitando le attività fotosintetiche (Foka et al., 2015; de Lima et al., 2022). Inoltre, ostacola

¹⁸ ibid., op. cit.;

l'evaporazione di sostanze dannose, generando concentrazioni crescenti di inquinanti e biocidi nell'acqua.

Pertanto, mantenere una bassa percentuale di copertura e, di conseguenza, una grande quantità di interfaccia aria-acqua disponibile, è un aspetto cruciale per un progetto galleggiante, poiché influisce direttamente sulla capacità degli ambienti acquatici di adattarsi naturalmente alle condizioni alterate.

Preservare una bassa percentuale di copertura locale ed evitare aree d'acqua chiuse all'interno del progetto garantirebbe al progetto di avere un impatto ambientale complessivo minore e fornirebbe all'ecosistema strumenti migliori per adattarsi e rispondere alle condizioni mutate. Questo fattore è essenziale da considerare nella fase preliminare, per la disposizione generale delle piattaforme. Infatti, le piattaforme densamente connesse hanno un effetto maggiore sugli ecosistemi rispetto alle stesse piattaforme posizionate su un'area più ampia. In questo contesto, si consiglia di lasciare tra 10 e 25 metri dal centro della piattaforma prima di collegare altri elementi, per permettere il mescolamento delle acque.

Mantenere contenuti i volumi immersi delle piattaforme.

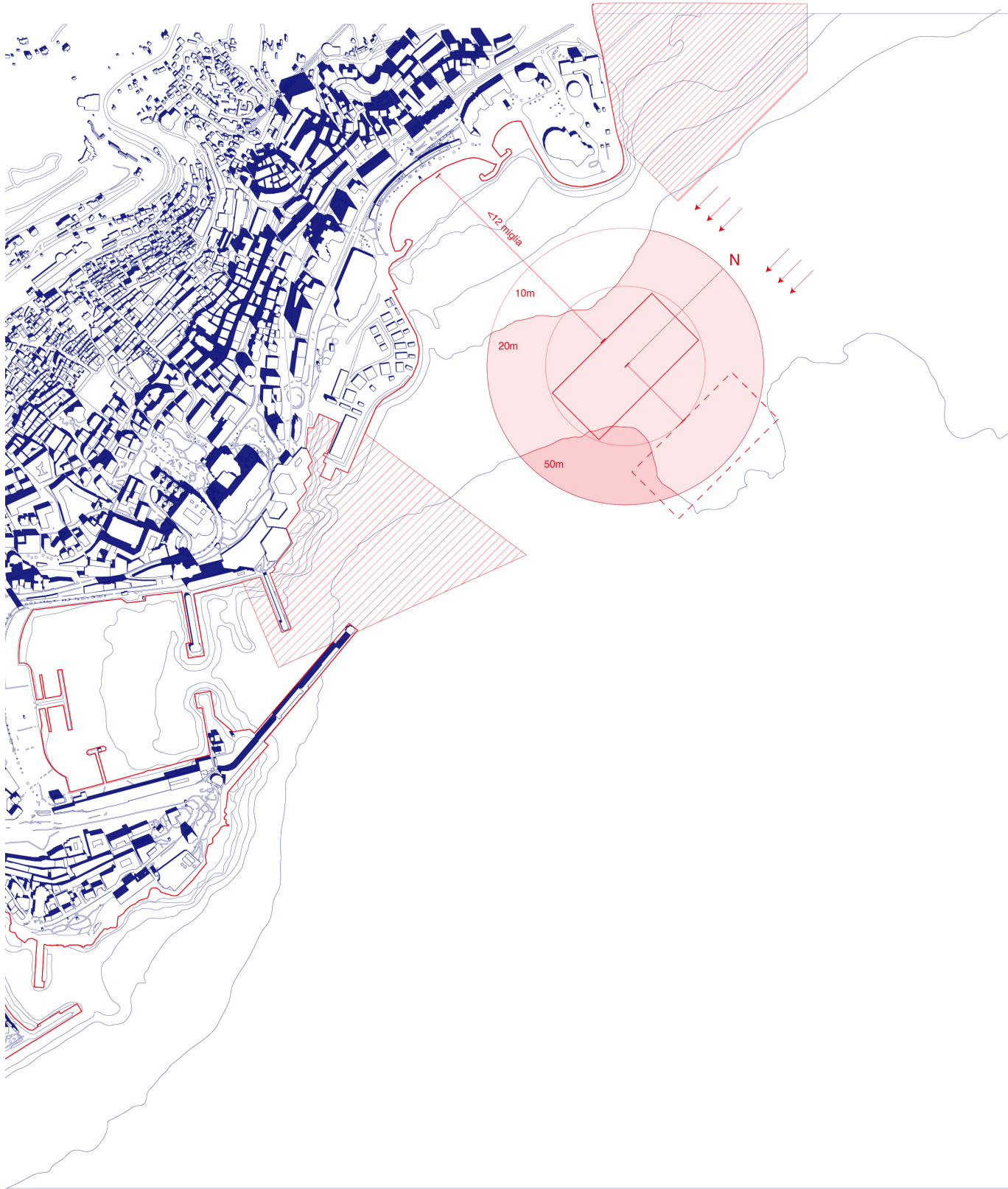
Le strutture galleggianti hanno un impatto sulle onde e sui modelli di corrente nell'acqua. Anche se questo effetto sembra essere di piccola scala e confinato agli strati superiori dell'acqua (Kyozuka et al., 2001), l'intensità delle modifiche è direttamente proporzionale alla dimensione del progetto. Volumi più ridotti tendono a produrre impatti meno significativi. In questo contesto, le dimensioni dipendono principalmente dalla profondità dell'acqua. Una piattaforma alta 2 metri potrebbe causare cambiamenti significativi in stagni poco profondi, dove le variazioni delle correnti potrebbero influire sui modelli di deposizione del fondo dell'acqua e alterarne la composizione, lavando via la componente organica più superficiale del suolo. Al contrario, la stessa piattaforma avrebbe un effetto minimo o inesistente sulle correnti di una baia profonda 10 metri.

Orientare le piattaforme in modo che esercitino un impatto minimo sulle correnti d'acqua, sulle onde e maree.

Posizionare le piattaforme in linea con la direzione predominante delle correnti può diminuire notevolmente l'effetto sulla velocità e sulla miscelazione dell'acqua, riducendo anche le modifiche ai processi di sedimentazione. Questa strategia dovrebbe essere implementata solo dopo aver considerato la possibilità di allineare la piattaforma in base alle direttive sull'illuminazione dell'acqua.¹⁹

Strategie per la progettazione

¹⁹ ibid., op. cit.;



Aggregazione

Un elemento fondamentale da considerare in un progetto galleggiante è la scelta del diverso tipo di aggregazione tra le piattaforme. Questo infatti influenza diversi fattori, quali ad esempio la possibilità di movimento all'interno o all'esterno dell'insediamento con la singola piattaforma o con gruppi di piattaforme; o ancora sugli effetti che l'insediamento ha sull'ambiente marino, o sulla fruizione che gli abitanti possono avere di esso, sulle modalità future di accrescimento o modifica futura della configurazione dell'insediamento ma anche sull'esperienza fisica e visiva con l'acqua.

La prima esperienza riguarda principalmente la capacità dei residenti di vedere l'acqua. La seconda esperienza prevede invece la possibilità di svolgervi attività.

Di seguito vengono esaminate 3 diverse tipologie di aggregazione delle piattaforme, evidenziando i loro vantaggi e svantaggi rispetto ai fattori sopra menzionati.

L'isola

Questa tipologia prevede che ogni edificio sia collocato su una singola piattaforma. Le piattaforme sono collegate tra loro tramite ponti o collegamenti. Questa configurazione permette la massima flessibilità di movimento delle piattaforme, caratteristica ottimale nell'ottica di un insediamento molto flessibile alle diverse esigenze dei cittadini e del luogo. Tuttavia, questa tipologia richiede un elevato numero di piattaforme, dei relativi ancoraggi al fondo marino ed elementi di collegamento, e presenta una minore stabilità generale dell'insediamento.²⁰ Tra le varie tipologie di aggregazione, questa risulta essere la tipologia che consente maggiormente di avere un'esperienza con l'acqua; tuttavia, a causa della minore stabilità dell'insediamento, necessita di un frangiflutti che potrebbe costituire un ostacolo a ciò.²¹

Ramificata

Questa tipologia prevede invece più edifici sulla stessa piattaforma. Le piattaforme sono collegate tra loro tramite connessioni ma mantenendo 4 o 5 dei loro lati liberi. Questa configurazione permetterebbe comunque una buona flessibilità nello spostamento delle piattaforme, avrebbe un risparmio nel numero delle strutture necessarie e delle relative connessioni. Tuttavia, avendo ancora dei lati liberi, che incidono sulla stabilità generale dell'insediamento, sarebbe necessario, anche in questo caso, prevedere un frangiflutti, che potrebbe intaccare l'esperienza con l'acqua che in questa tipologia risulta essere ancora molto buona.²²

Struttura composita

²⁰ Blue21 et al., 2013;

²¹ ibid., op. cit.;

²² ibid., op. cit.;

Questa tipologia è composta da piattaforme unite tra loro mediante connessioni su tutti i lati, andando a formare un'unica grande struttura. Diversamente dalle precedenti tipologie, in questo caso risulta più complicata una flessibilità di forma e lo spostamento delle singole piattaforme. Tuttavia rispetto ai casi precedenti, in questo caso sono necessari meno ancoraggi al fondale e risulta nel complesso una struttura più stabile. In questa tipologia l'esperienza con l'acqua è fortemente ridotta: infatti solo gli edifici sui bordi possono goderne. Questa tipologia inoltre avrebbe maggiori impatti sul fondale, in quanto creerebbe un'ombra maggiore proiettata a causa delle sue maggiori dimensioni.

Dall'analisi generale, emerge che le piattaforme più piccole sono più influenzate dal moto ondoso, ma offrono una migliore esperienza con l'acqua e sono più adatte alla crescita e alla flessibilità dell'insediamento. Inoltre, richiedono minori investimenti rispetto a quelle più grandi. Di conseguenza, grandi strutture come quelle composite sono escluse per motivi di comfort, esperienza dell'acqua e strategia di crescita. L'opzione che risulta essere migliore è quella ramificata, in quanto consente un buon compromesso tra esperienza con l'acqua e flessibilità di forma, e grazie all'utilizzo di un frangiflutti permetterebbe anche di avere una buona stabilità.²³

Modalità di accrescimento dell'insediamento

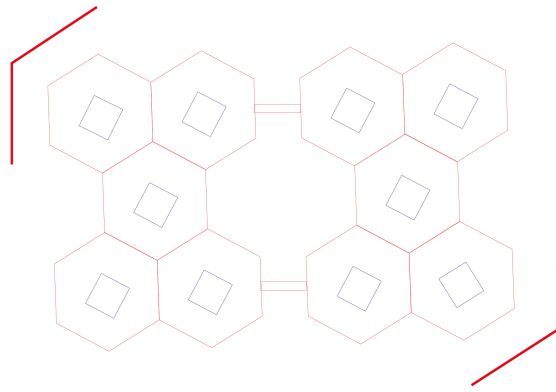
Osservando le sezioni precedenti si possono distinguere grosso modo due tipologie di strutture: grandi strutture sviluppate contemporaneamente e strutture modulari che crescono gradualmente. Le strutture più piccole, che possono essere protette da un frangiflutti o combinate in un'unica grande struttura, consentono una crescita molto più graduale e strategica rispetto alle diverse esigenze dei cittadini e dell'insediamento. Per una strategia graduale, un sistema modulare composto da parti più piccole è più adatto rispetto a strutture di grandi dimensioni costruite in una sola volta.²⁴

Strategie x qualità urbana

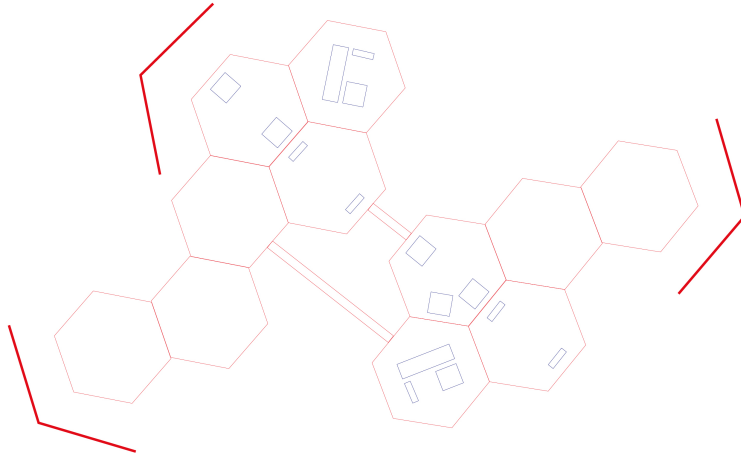
²³ ibid., op. cit.;

²⁴ ibid., op. cit.;

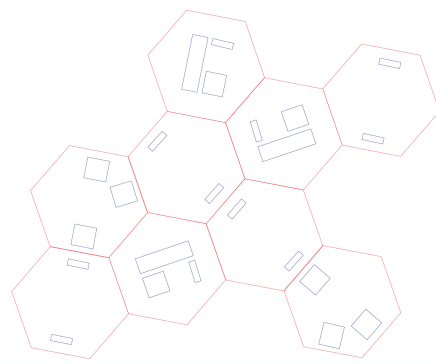
ISOLA



RAMIFICATA



COMPOSITA



Principio: qualità spaziale

Quando si parla di qualità spaziale, non ci si riferisce solo all'aspetto estetico, ma soprattutto alla capacità della città di garantire una buona qualità di vita per i suoi abitanti. Questo implica considerare la vivibilità, l'inclusione sociale e l'equità come fattori cruciali.

La vivibilità e l'inclusività di una città sono influenzate dall'accesso a una vasta gamma di strutture, spazi e servizi infrastrutturali. Quindi, per creare luoghi di alta qualità, la pianificazione urbana dovrebbe mirare a creare spazi che soddisfino le esigenze quotidiane di gruppi diversificati di persone, inclusi uomini, donne, anziani, giovani e persone con disabilità, con una varietà di strutture ed edifici.

Per ottenere una qualità spaziale ottimale nelle città galleggianti, è necessario cercare la compattezza, la densità urbana e un forte contatto con l'acqua. Nonostante l'espansione urbana sia comune nella maggior parte delle città, molti esperti ritengono importante promuovere città più compatte. Queste sono considerate più efficienti, inclusive e sostenibili. I costi infrastrutturali sono inferiori, l'accesso ai servizi e alle strutture è migliore, si promuove il sostentamento delle fasce più deboli della popolazione urbana e si riduce la segregazione sociale.

Le città compatte offrono anche vantaggi in termini di tempo e costi di viaggio, dipendono meno dalle automobili, riducono le distanze percorse e il consumo di carburante, e hanno un impatto minore sulle risorse ambientali e sui terreni agricoli. Di conseguenza, sono teoricamente più resilienti ai cambiamenti climatici e hanno minori impatti dannosi.²⁵

Creare una densità elevata con diverse funzioni significa progettare spazi ed edifici in modo compatto e funzionale, ad esempio collocando le principali strutture intorno agli incroci e ai nodi stradali e definendo gli spazi aperti come spazi pubblici. Questo darebbe vita a un ambiente urbano galleggiante caratterizzato da spazi intimi e facilmente accessibili, ottimizzando l'esperienza di vivere vicino all'acqua, che dovrebbe essere accessibile e visibile da tutti gli spazi pubblici e le abitazioni.

Principio: mobilità

Le reti e i sistemi di trasporto sono elementi di infrastruttura urbana che hanno un forte impatto sulla configurazione spaziale delle città.

Questi sistemi sono cruciali per garantire l'accessibilità, un aspetto ricercato dagli insediamenti residenziali. Pertanto, lo sviluppo di nuovi percorsi e sistemi di trasporto è fondamentale per la strutturazione a lungo termine delle città.²⁶

²⁵ United Nations Human Settlements Programme, 2009; op. cit.;
²⁶ ibid., op. cit.;

Nel contesto di una città galleggiante, sia le abitazioni che le strutture dovrebbero essere facilmente accessibili a piedi o in barca, promuovendo così la mobilità sostenibile e la coesione sociale. Tuttavia, è importante che una città galleggiante sia adeguatamente integrata con le esistenti città terrestri, garantendo l'accessibilità anche per i residenti e i visitatori che dipendono dall'auto. Questa accessibilità è fondamentale non solo per i civili, ma anche per i servizi di emergenza.

Considerando questi fattori nella progettazione, si potrebbero adottare diverse strategie. Queste includono la limitazione dell'uso dell'auto favorendo la camminata, la bicicletta e gli spostamenti in barca; la creazione di un hub di mobilità che fornisce diverse modalità di trasporto; il collegamento dei pontili galleggianti alle reti terrestri; la garanzia dell'accesso ai veicoli di emergenza; la progettazione di una gerarchia nei corsi d'acqua, con canali più grandi per un traffico maggiore e spazi più intimi per la navigazione a remi; e l'assicurazione che ogni abitazione abbia un accesso diretto all'acqua.

La gestione della mobilità sostenibile non si limita a considerare le strade, come semplici luoghi di passaggio; ma considera anche altri aspetti. Esse, infatti, non sono solo percorsi per i veicoli, ma servono a molteplici scopi. Questa politica include l'idea di considerare le infrastrutture di trasporto come spazi pubblici. Gli approcci alternativi, come le strategie pedonali e ciclabili, sono molto efficaci per migliorare l'economia delle città e per integrare le politiche ambientali.²⁷

²⁷ ibid., op. cit.;

Strategie per ecologia

Il risultato finale della ricerca indica l'architettura galleggiante come una pratica architettonica

generalmente più virtuosa rispetto ad altre tecniche di costruzione acquatiche e metodi di bonifica del territorio. Come per qualsiasi altra pratica, tuttavia, affinché questa affermazione sia vera, è necessario dedicare grande impegno e attenzione alla fase di progettazione, assicurandosi che i progetti galleggianti seguano le linee guida raccomandate e includano misure di mitigazione.²⁸

Costruire una città sull'acqua non è necessariamente vantaggioso per l'ecologia. La costruzione galleggiante, se non si prendono determinate accortezze, può avere effetti negativi per la vita sott'acqua: come ad esempio il cambiamento nel flusso delle correnti e nella sedimentazione o creando basse condizioni di ossigeno che non permettono la vita della flora e della fauna marina. Inoltre, avvicinare persone e macchine all'acqua crea rischi crescente per l'inquinamento locale.

Affinché però la città galleggianti soddisfi il requisito di essere "ecologica" dovrà valorizzare la natura e l'ambiente locale in cui si inserisce aggiungendo superficie ecologica e quindi contribuendo alla biodiversità. Inoltre, poiché ciascuna specie ha il proprio tipo specifico di habitat, esso rende fondamentale tenere in considerazione negli aspetti ecologici anche le specificità dell'ambiente locale.

Le accortezze che si possono prendere in sede di progettazione al fine di soddisfare il requisito di ecologico possono essere:

- sviluppare la superficie ecologica su diversi livelli: tetti, spazi pubblici, sulla superficie dell'acqua, sotto la superficie dell'acqua.
- Creare percorsi verdi all'interno della città
- Creare percorsi ecologici al di sotto delle strutture
- Consentire la circolazione dell'acqua (naturalmente e/o meccanicamente);
- Limitare la quantità di superficie dell'acqua coperta per consentire il passaggio della luce nell'acqua; affinché le specie possano prosperare sott'acqua.
- mantenere 1 m tra il fondo del pontile e il fondo dell'acqua per consentire il passaggio dei flussi d'acqua

Privilegiare materiali senza componenti e finiture inquinanti.

L'acqua piovana (piogge acide in particolare) e l'acqua di mare possono interagire con i componenti esterni danneggiandoli e degradandoli. Il deflusso dell'acqua riversa poi in mare tutta la sostanza prelevata. Biocidi e finiture, se applicati ai materiali da costruzione per proteggerli, possono facilmente finire nell'acqua, conservando i loro effetti antibiotici, con il potenziale di danni significativi agli organismi acquatici e agli ecosistemi.

²⁸ Porporato, 2023;

Le miscele di calcestruzzo, in particolare quelle che contengono scorie e ceneri di fornace, possono rilasciare grandi quantità di metalli pesanti nell'acqua in cui galleggiano, durante la vita del componente.

Fenomeni simili possono verificarsi anche per altri materiali da costruzione.

I progettisti devono selezionare attentamente quelli che sono il più inerti e non reattivi possibile.

Evitare il deflusso dell'acqua piovana in mare.

Una certa dose di lisciviazione ed emissione di sostanze è inevitabile. Gli inquinanti rilasciati dai componenti edilizi possono però essere intercettati, raccogliendo l'acqua piovana per poi trattarla opportunamente, prima di scaricarla nel corpo idrico.

Questo problema può essere parzialmente risolto con il sistema di drenaggio. Grondaie perimetrali su ciascun lato raccolgono l'acqua che scende dalla cupola e la convogliano nella cisterna delle acque piovane, per essere successivamente utilizzata per lo scarico dei servizi igienici. Qualsiasi inquinante contenuto si sposterebbe semplicemente con l'acqua e, successivamente, potrebbe essere adeguatamente smaltito, grazie al trattamento delle acque reflue. Il volume di questo serbatoio, però, è estremamente limitato, se paragonato alla quantità prevista di pioggia che cadrebbe sulla piattaforma. La maggior parte delle acque

meteoriche confluiranno invece direttamente in laguna, senza essere raccolte. Ciò significa che

anche una parte significativa delle sostanze emesse verrebbe dilavata direttamente nell'acqua. Un aspetto positivo è che l'acqua piovana raccolta sarà sempre la prima pioggia di ogni precipitazione. Questa sarebbe anche l'acqua che raccoglierebbe tutti i possibili inquinanti rilasciati prima della pioggia, il che significa che gran parte di essi rimarrebbe intrappolata nel sistema fognario.²⁹

Prevenire la formazione di colonie filtratrici o dare la possibilità di rimuoverle.

La formazione di colonie filtratrici sulle superfici sommerse (biofouling) è una delle principali sfide per l'ambiente circostante gli edifici galleggianti.

Ridurre la proliferazione di questi organismi sulle piattaforme potrebbe avere notevoli effetti positivi sul contenuto di ossigeno dell'acqua, limitando la deposizione di materia organica (cozze morte e depositi organici) sul fondale sotto le strutture.

Se non viene praticato alcun tipo di controllo, è molto probabile che le condizioni insolite fornite dagli edifici galleggianti favoriscano la crescita di organismi alieni, che normalmente non farebbero parte del mix di specie locali. Il risultato finale sarebbe spesso una riduzione della biodiversità e

²⁹ ibid., op. cit.;

persino un danneggiamento della biostruttura preesistente.

L'utilizzo di materiali particolari (ad esempio legno) come finitura delle superfici sommerse e semisommerse delle piattaforme può aiutare a prevenire la formazione di queste colonie. Un'altra possibile risposta potrebbe essere quella di prevedere un sistema per la rimozione veloce e gestibile delle formazioni organiche, ad esempio con la sostituzione di componenti di finitura, o l'utilizzo di superfici facili da pulire.

Favorire la crescita degli organismi fotosintetici.

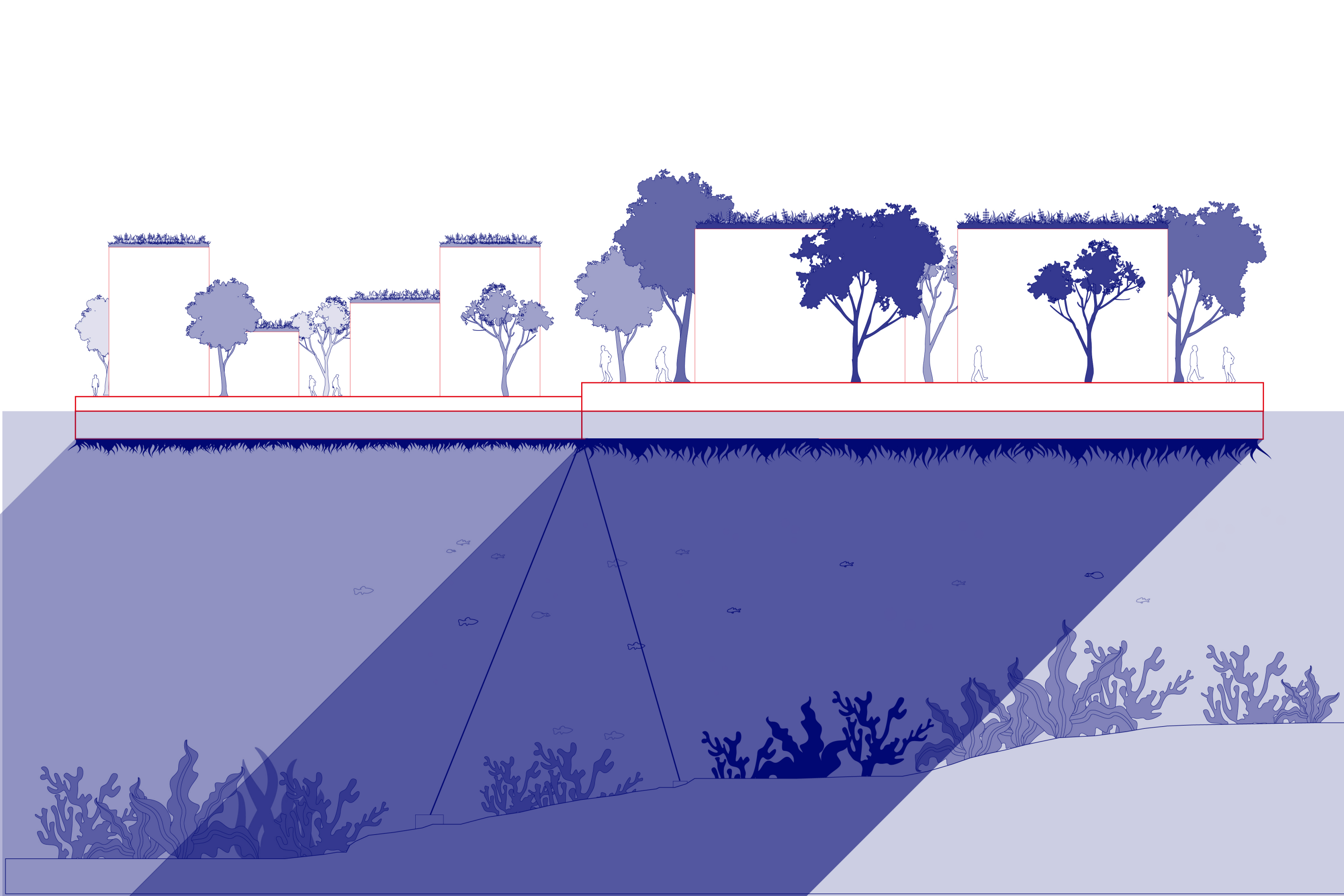
La presenza di oggetti galleggianti può limitare notevolmente la reazione fotosintetica nell'acqua e sui fondali, a causa dell'intercettazione della luce. Ciò può portare a importanti riduzioni della produzione di ossigeno, fino al punto di privazione dell'ossigeno disciolto nell'acqua. È importante scegliere un design che intercetta una quantità limitata di radiazione solare, ma ciò è possibile solo fino a un certo punto.

Fornire substrati di supporto e punti di ancoraggio in zone non ombreggiate dell'acqua e del fondale può essere importante per favorire la crescita di alghe e fitoplancton attorno alla struttura galleggiante, compensando parzialmente la perdita di ossigeno.

Favorire la crescita della flora e della fauna locale.

La maggior parte delle strutture offshore tendono ad essere collegate a concentrazioni più elevate di flora e fauna, rispetto alle aree circostanti. Questo perché rappresentano un punto di riferimento ricco di nutrienti in un paesaggio alquanto piatto e uniforme, dove gli organismi possono trovare sostentamento e riparo. Presentando condizioni diverse dalle acque libere locali (ad esempio offrendo strutture di ancoraggio verticali o galleggianti su un fondo di acqua piatta), queste strutture tendono ad attrarre una diversa composizione di specie, spesso promuovendo la crescita di specie aliene invasive. Per limitare l'influenza sugli ecosistemi potrebbe essere importante fornire nuovi habitat che favoriscano la crescita degli organismi locali e limitino la diffusione di specie aliene invasive, che potrebbero alterare significativamente gli equilibri locali³⁰

³⁰ ibid., op. cit.;



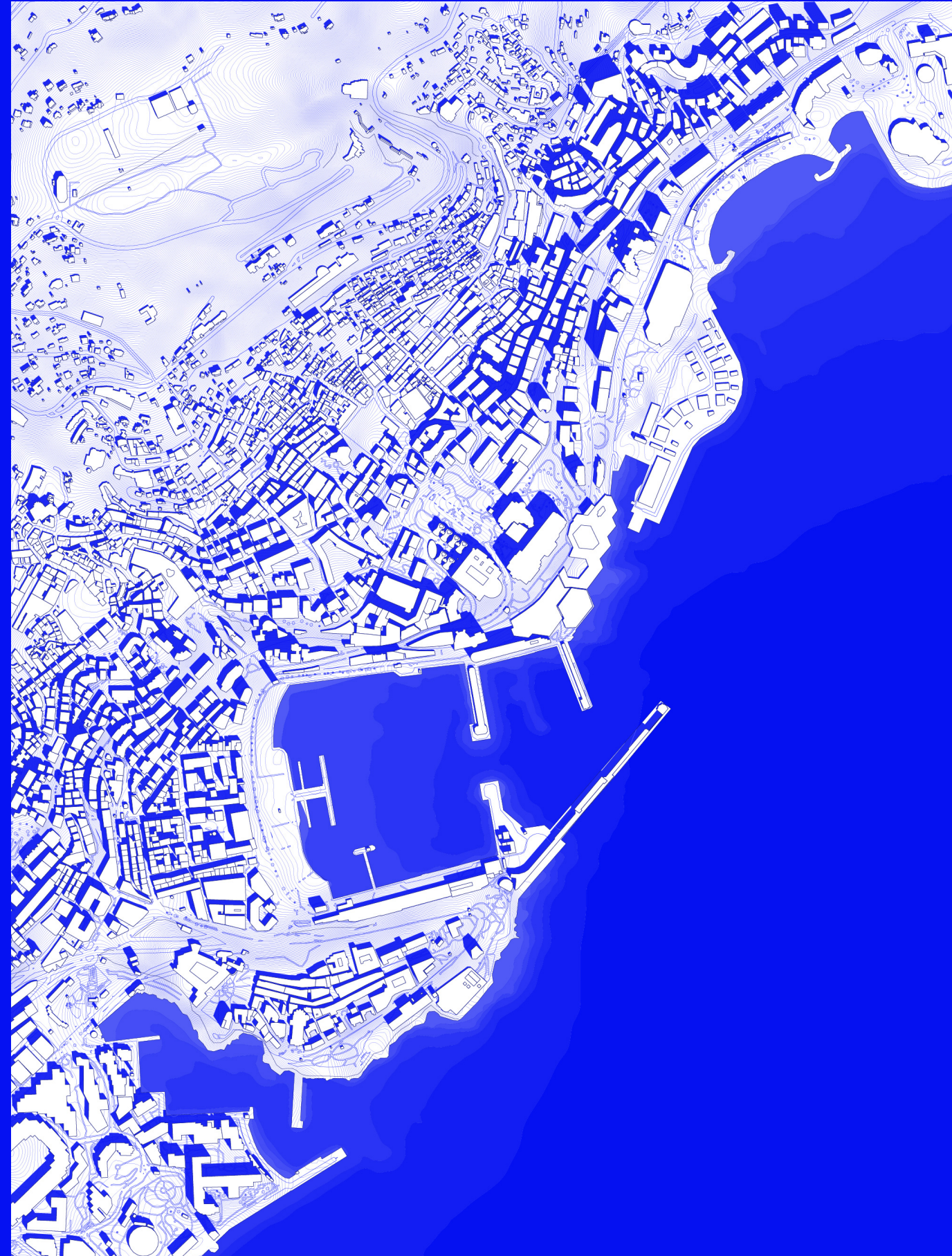
7

IL PRINCIPATO DI MONACO COME CASO STUDIO PER UNO SVILUPPO URBANO GALLEGGIANTE

7.1 Le caratteristiche del Principato di Monaco

7.2 Le problematiche del Principato di Monaco

7.3 Lo sviluppo urbano galleggiante come soluzione
alle problematiche del Principato



7.1 Le caratteristiche del Principato di Monaco

Il Principato di Monaco è una città-stato indipendente, completamente circondata dalla Francia e situata sulla costa mediterranea del Mar Ligure, nella regione della Provenza-Alpi-Costa Azzurra. Occupa una superficie di soli 2,02 chilometri quadrati, ed ha una popolazione di 39.000 abitanti, il che lo rende uno dei più piccoli e densamente popolati stati del mondo.

Il territorio è caratterizzato da una topografia accidentata con colline ripide che si affacciano sul mare.

La famiglia reale dei Grimaldi, governa Monaco dal 1297, imponendo la monarchia come sistema di governo predominante.¹



¹ Principato di Monaco, 2024

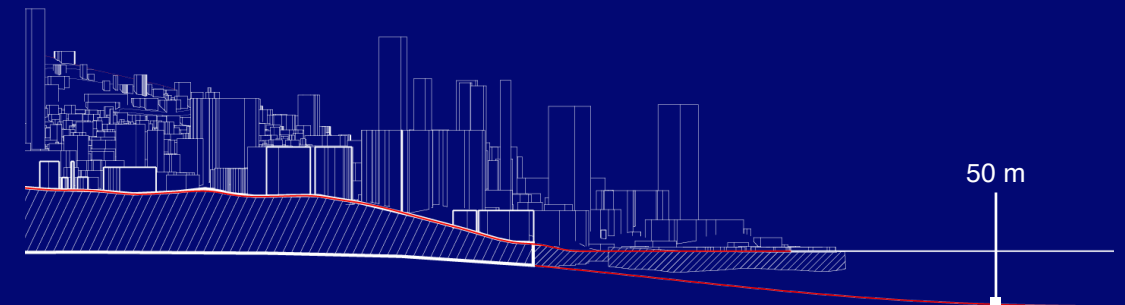
Il paesaggio del Principato di Monaco è contraddistinto da una conformazione del terreno irregolare, con pendici scoscese che si affacciano ripidamente sul mare.

Il paesaggio marino si estende per 4,1 km.²

Una delle caratteristiche dell'area, è il fondale, che scende in maniera decisa raggiungendo profondità elevate.

Lungo la costa del Principato si nota un rapporto differente con il mare: si alternano topografie più dolci che scendono verso il mare a scogliere a picco.

Questa diversità di paesaggi permette di avere differenti esperienze e contatti con l'acqua.



Monaco città' casino: le ragioni dietro la crescita demografica di Monaco e il suo cambiamento in una destinazione di prestigio nel contesto del gioco d'azzardo e del turismo.

Il Principato di Monaco, grazie a una serie di avvenimenti storici e decisioni strategiche, ha sperimentato una notevole crescita demografica e ha guadagnato una fama internazionale come rinomata meta turistica e finanziaria. La figura del Principe Carlo III di Monaco e la firma del trattato con la Francia nel 1861 hanno avuto un ruolo chiave nello sviluppo demografico e nell'identità di Monaco. Infatti dopo la stipula del trattato del 2 febbraio 1861 con la Francia, Carlo III ha rinunciato ai suoi diritti su Mentone e Roquebrune, ottenendo in cambio l'indipendenza di Monaco sotto la sua autorità. Tuttavia, la perdita di questi due territori ha comportato una significativa riduzione del territorio dei Grimaldi e delle loro entrate, poiché questi costituivano la parte rurale e produttiva della regione. Di conseguenza, il Principe ha dovuto cercare nuove fonti di finanziamento per mantenere il governo indipendente. Pertanto, sfruttando l'arrivo del treno e la costruzione di una strada carrozzabile, è stato costruito il primo Casinò. Questo risultato fu reso possibile grazie alla creazione della casa da gioco "Société des Bains de Mer", istituita nel 1863. Tale entità, in cambio del diritto esclusivo di gestire il gioco d'azzardo, era tenuta a versare pagamenti annuali alla famiglia reale e a fornire servizi pubblici quali strade, acqua, gas e trasporti tra Nizza e Mentone. Questo evento ha segnato l'inizio della trasformazione di Monaco in una prestigiosa meta turistica di fama mondiale.

L'iniziativa intrapresa da Carlo III e l'istituzione della Société des Bains de Mer hanno avuto un impatto significativo sulla struttura urbana di Monaco, adattandola alle esigenze emergenti e ai cambiamenti avvenuti nel corso della sua storia.³

7.1 Le problematiche del Principato di Monaco

Il Principato di Monaco si trova a dover fronteggiare una serie di problematiche che richiedono l'adozione di soluzioni innovative per il suo sviluppo urbano. Tra queste sfide, emerge come ostacolo significativo la limitata disponibilità di spazio per l'espansione delle aree urbane. Con una superficie di soli 2,02 km² e una posizione geografica che impedisce l'espansione oltre i confini terrestri, Monaco è vincolata nella sua capacità di sostenere la crescita urbana. Inoltre, l'alta densità demografica aggiunge ulteriori difficoltà nel trovare spazio per nuove infrastrutture e alloggi per una popolazione in continua crescita. Queste problematiche concorrono oggi, a creare un'ulteriore sfida: l'aumento esponenziale dei prezzi di terreni ed edifici.

Da sempre, Monaco ha cercato di affrontare queste sfide attraverso la riconquista di terreni dal mare, ma tali soluzioni, come visto nei capitoli precedenti, presentano alcuni limiti e svantaggi.

Inoltre, la posizione costiera del Principato lo rende vulnerabile al rischio di inondazioni, un'altra sfida da affrontare per garantire uno sviluppo urbano sostenibile e adatto alle esigenze della popolazione.

³ ibid., op. cit.;

Pressione demografica e scarsità di spazio per l'espansione urbana

Le decisioni riguardanti la pianificazione urbana di Monaco sono principalmente influenzate dalle limitate dimensioni del suo territorio. Con soli 2,02 km² di superficie, il Principato è fortemente limitato nel suo potenziale di sviluppo. Questa restrizione è dovuta alla sua posizione geografica, che ha già esaurito i confini terrestri disponibili. Di conseguenza, trovare spazio per nuove infrastrutture e alloggi per la crescente popolazione rappresenta una sfida significativa.

Il Principato, infatti, sperimenta una pressione demografica estremamente elevata. La sua consolidata attrattiva come rinomato centro finanziario e turistico ha portato ad un costante ed esponenziale aumento della popolazione nel corso degli anni, ad oggi infatti, il principato ha una densità di popolazione di 18 985 ab./km² ⁴, il che lo rende uno dei più piccoli e densamente popolati stati del mondo.

Storicamente, il Principato ha cercato di fronteggiare queste problematiche attraverso l'estensione del territorio, reclamando terre dal mare grazie a soluzioni di bonifica tecnicamente innovative.

Questi sforzi hanno portato a un aumento del territorio del Principato del 20,5%, con una superficie misurata di 195 ettari, di cui 39 ettari costituiscono spazi verdi aperti. Tuttavia, nonostante tali interventi, la pressione demografica continua a rappresentare una sfida significativa.⁵

Di conseguenza, potrebbe essere necessario esplorare alternative innovative come quella dello sviluppo urbano galleggiante. Questo approccio consentirebbe l'utilizzo dello spazio marino per la creazione di nuove aree residenziali, infrastrutture e zone commerciali. Tale iniziativa potrebbe portare a un'espansione urbana sostenibile e consentire al Principato di Monaco di continuare a crescere in modo equilibrato, offrendo soluzioni alternative e innovative per il futuro dello stato.

Immagine del Principato di Monaco, (Philip-Kistner)

⁴ Principato di Monaco, 2024;

⁵ ibid., op. cit.;



Prezzi degli immobili

Negli ultimi anni, il mercato immobiliare di Monaco ha visto una forte crescita dei prezzi, in netto contrasto con la tendenza osservata in molti altri centri residenziali globali, dove si è verificato un rallentamento o addirittura una diminuzione dei valori. A partire dal 2018, gli immobili hanno registrato un aumento del 18%, portando il prezzo medio al metro quadrato a 48.800 euro, segnando un notevole incremento rispetto all’anno precedente.

Questo trend è continuato nel tempo, superando la soglia dei 50.000 euro per metro quadrato, confermando Monaco come la località più costosa al mondo per l’acquisto di immobili residenziali. L’aumento rispetto al 2020 è stato del 9%, mentre nel corso del decennio il prezzo medio è aumentato del 74%.⁶

Questa tendenza è stata alimentata principalmente da una forte domanda di immobili, che ha superato di gran lunga l’offerta limitata sul mercato.⁷

Inoltre, questo aumento è supportato da un cambio nella politica di richiesta delle carte di soggiorno: infatti possedere un immobile è diventato una condizione necessaria per ottenere la residenza nel Principato.⁸

Anche la dimensione della proprietà deve ora corrispondere alla dimensione della famiglia richiedente la residenza, generando una maggiore domanda di immobili con metrature più grandi. La necessità di dimensioni maggiori è stata inoltre accentuata dalla pandemia, che ha portato a una rivalutazione globale delle esigenze abitative di molte persone.⁹

Questa tendenza è rintracciabile, analizzando le transazioni immobiliari in tutto il Principato: appare infatti che le transazioni di proprietà con un valore compreso tra 5 e 10 milioni di euro, che sono generalmente più grandi, hanno registrato un aumento del 38% rispetto al 2020; al contrario delle transazioni di proprietà con un valore inferiore a 5 milioni di euro, che hanno registrato solo un modesto aumento del 2% annuo.¹⁰ Gli acquirenti di Monaco, in generale, sono di età compresa tra i 40 e i 60 anni e spesso hanno figli in età scolare. Questi acquirenti, per lo più attivi nell’ambito degli affari, considerano Monaco come un luogo economicamente efficiente e sicuro per le loro famiglie. La maggior parte di essi proviene da Regno Unito, Italia, Belgio, Scandinavia e Sudafrica. Ultimamente, si è riscontrato anche un aumento degli acquirenti più giovani, soprattutto provenienti dai settori finanziario e tecnologico, desiderosi di stabilire una base in Europa.¹¹

6 Savills UK, 2024
7 Savills, 2019
8 ibid., op. cit.;
9 Savills, n.d.;
10 Savills UK, 2024
11 Savills UK, 2024

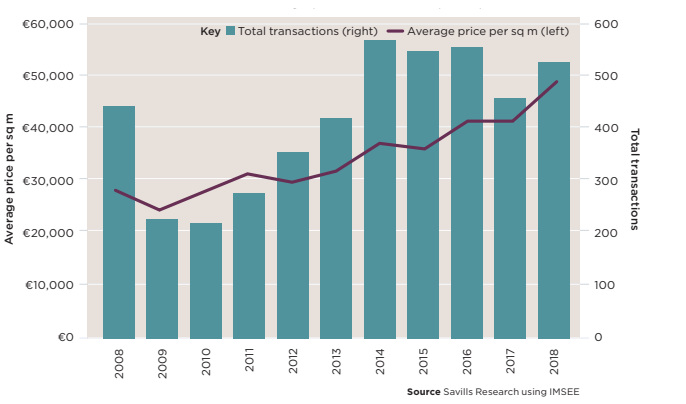


Figura 7.1. Crescita dei prezzi al metro quadro negli anni

Il grafico rappresenta la forte crescita avvenuta nel 2018. La forte domanda, soprattutto da parte delle famiglie, ha portato il prezzo medio a 48.800 euro al mq.

Fonte: Savills Research

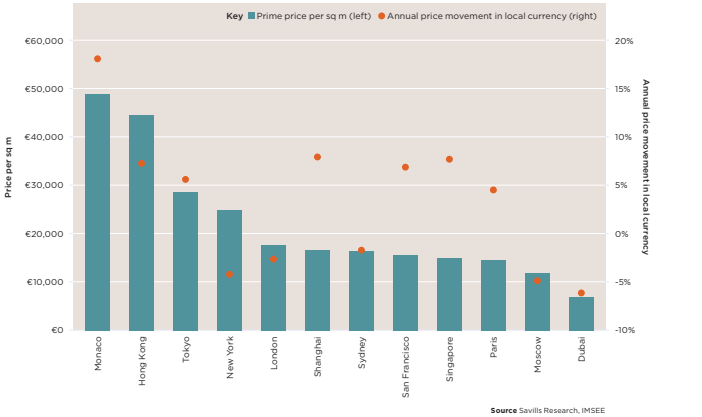


Figura 7.2. Crescita annua dei valori prime

Fonte: Savills Research

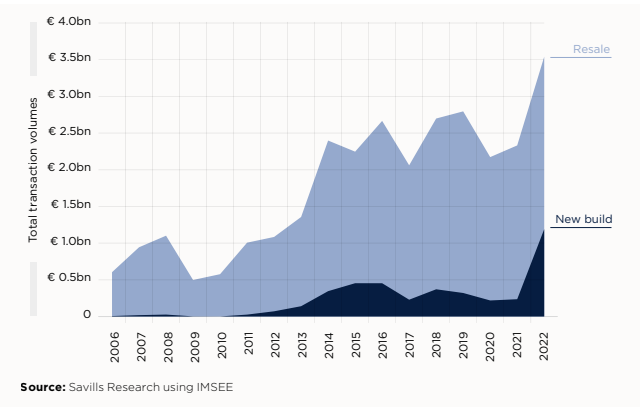


Figura 7.3. Volume totale delle transazione di vendite

Fonte: Savills Research

La costruzione di Monaco attraverso l'avanzamento in mare: gli esempi di Fontvieille e l'Anse du Portier

A partire dal 1860, il Principato ha dovuto acquisire terreno dal mare per sostenere la sua espansione. Il suo territorio è quindi progressivamente aumentato: da 150 ha nel 1800 a quasi 200 ha nel 1971. Alcuni dei progetti più importanti di espansione in mare sono il quartiere di Larvotto, creato negli anni 60 del 900, e poi la zona di Fontvieille, aumentando la superficie del principato di circa il 20 per cento.

Monaco si è sempre dovuto innovare nel settore della creazione di terra dal mare, a causa della rapida pendenza dei suoi fondali. Infatti mentre la maggior parte delle estensioni marittime e delle isole artificiali si trova a profondità inferiori di 20 metri, Monaco ha intrapreso progetti ambiziosi fin dal 1966: con la realizzazione di Fontvielle, ultimata nel 1971, che prevedeva la creazione di terreno su fondali che raggiungevano profondità di 30-35 metri. Questa opera ha richiesto la costruzione di una diga di 1000 metri di lunghezza, all'epoca una delle più profonde al mondo. La diga, di tipo misto, è composta da cassoni in cemento armato posati su un terrapieno sottomarino. I cassoni sono stati prefabbricati a Genova, trainati fino a Monaco e poi posati in loco.¹²

Attualmente, è in atto la costruzione di un nuovo distretto di Monaco "l'Anse du Portier", che si estenderà dal Grimaldi Forum al tunnel di Formula Uno, costituendo il progetto più ampio di estensione in mare, con una superficie totale lorda di 6 ettari.¹³ Il progetto è concepito come un'estensione della forma del terreno preesistente, già modificata negli anni '50, l'area infatti presenterà una linea di costa arrotondata e un'estensione di 35 metri in profondità, così da mantenere intatto il flusso naturale delle correnti marine.¹⁴

Le caratteristiche del progetto includono 19.000 metri di spazi pedonali, 600 metri di piste ciclabili, oltre 800 alberi piantati su quasi 27.000 mq di terreno, e un parco di 10.200 mq progettato dall'architetto paesaggista Michel Desvigne,¹⁵ oltre a 3.000 mq di spazio commerciale.¹⁶ Il quartiere includerà 120 proprietà residenziali, di cui quattro villette a schiera, 10 ville e 106 residenze principali,¹⁷ un parcheggio pubblico con 165 posti.¹⁸ È prevista inoltre la costruzione di un porto turistico con circa 15 posti barca,¹⁹ oltre alla struttura più grande del terreno di nuova concezione, chiamata Le Renzo, che accoglierà 47 appartamenti di lusso su 18 piani.²⁰

Il progetto rappresenta una sfida tecnica significativa, considerando che l'Anse-du-Portier rappresenterà il 3% della superficie totale del Principato di Monaco. E' stata infatti creata una cintura di cassoni , che una volta chiusa e svuotata dell'acqua di mare, è stata riempita con 450.000 metri cubi di sabbia importata dall'Italia.²¹

12 Bouchet and Cellario, 1995, op. cit.;

13 L'Anse du Portier, n.d.;

14 Tecnica, 2019;

15 Le Renzo, n.d.;

16 L'Anse du Portier, n.d.;

17 Mafi, 2022, op. cit.;

18 Esteve, 2022;

19 Federico, 2021;

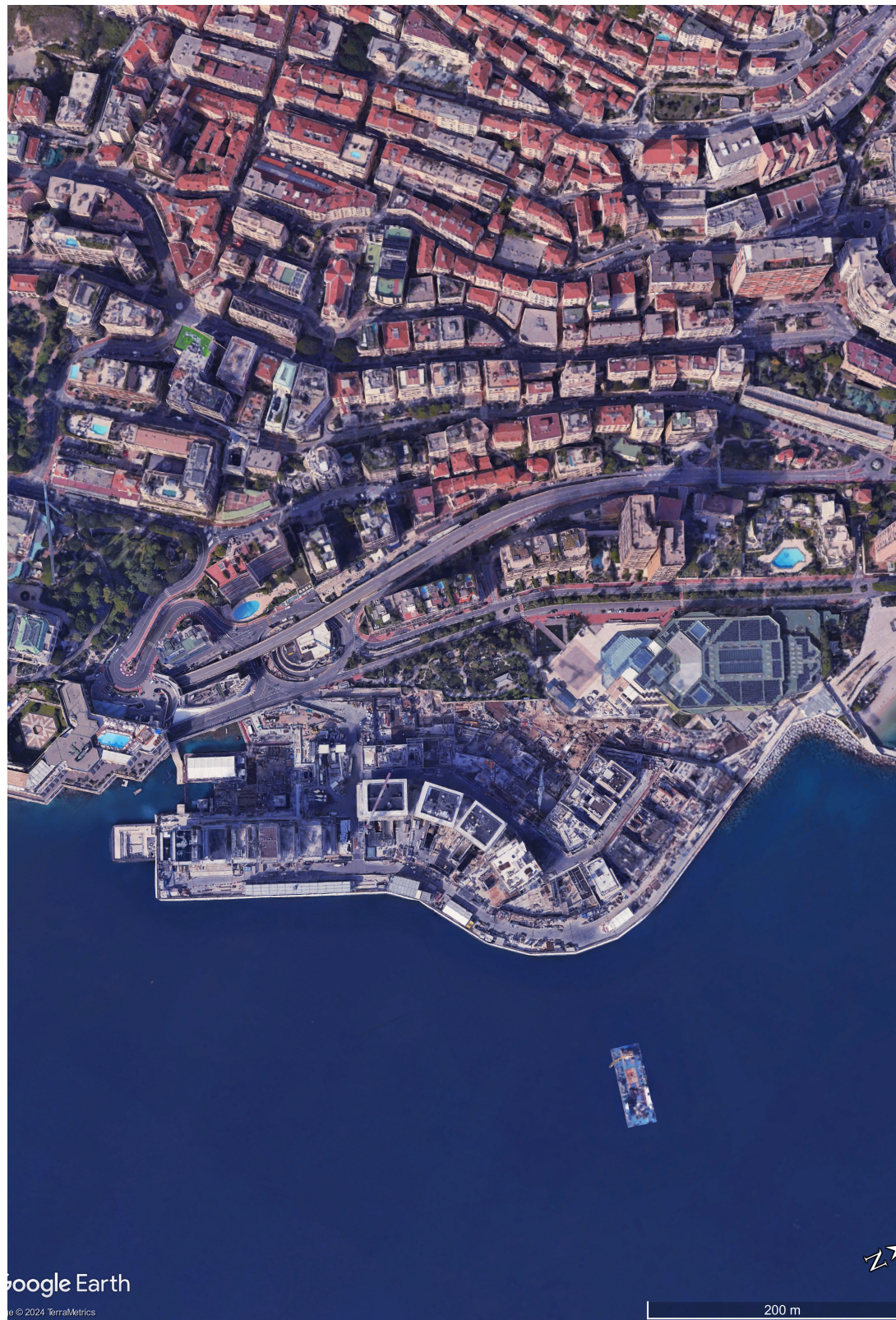
20 L'Anse du Portier, n.d.;

21 Monaco Tribune, 2020;



Il Palais Princier e l'Anse du Canton nel 1868 (Davanne, 1868)





7.3 Lo sviluppo urbano galleggiante come soluzione alle problematiche del Principato di Monaco

Il Principato di Monaco rappresenta un caso studio ideale per lo sviluppo urbano galleggiante. Quest'ultimo infatti, potrebbe affrontare le problematiche riscontrate nell'area: consentirebbe di superare la scarsità di spazio per l'espansione urbana, che affligge il territorio monegasco; contribuirebbe a gestire la pressione demografica elevata, fornendo nuove aree abitabili sulle acque. Questa soluzione presenterebbe anche vantaggi in termini di sostenibilità ambientale, poiché la costruzione in acqua potrebbe ridurre l'impatto ambientale preservando le risorse terrestri. Infine, il carattere flessibile e adattabile dello sviluppo galleggiante consentirebbe di modificare e ampliare le infrastrutture in risposta alle esigenze variabili del Principato. Ad esempio, sarebbe possibile aggiungere nuove unità abitative, uffici o spazi pubblici in modo relativamente rapido ed economico. Questo permetterebbe di gestire la crescita demografica e le esigenze economiche senza dover effettuare costosi interventi di espansione urbana con bonifica o di demolizione e ricostruzione. Inoltre, come visto in precedenza, il Principato di Monaco ha già esperienza nella realizzazione di opere di land reclamation in mare, quindi l'utilizzo di tecnologie marine per lo sviluppo potrebbe essere più agevole.

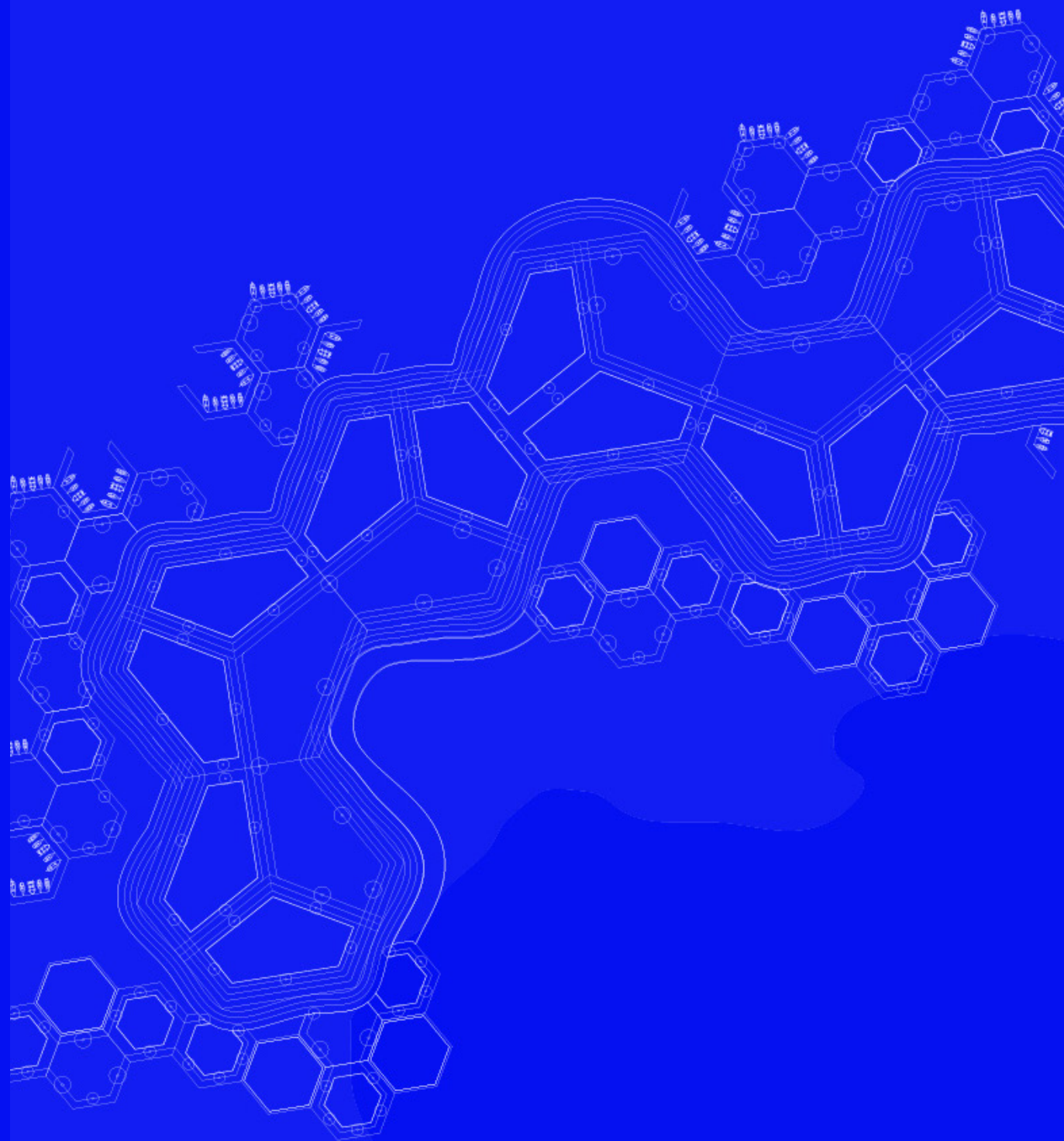
Sfide per l'implementazione

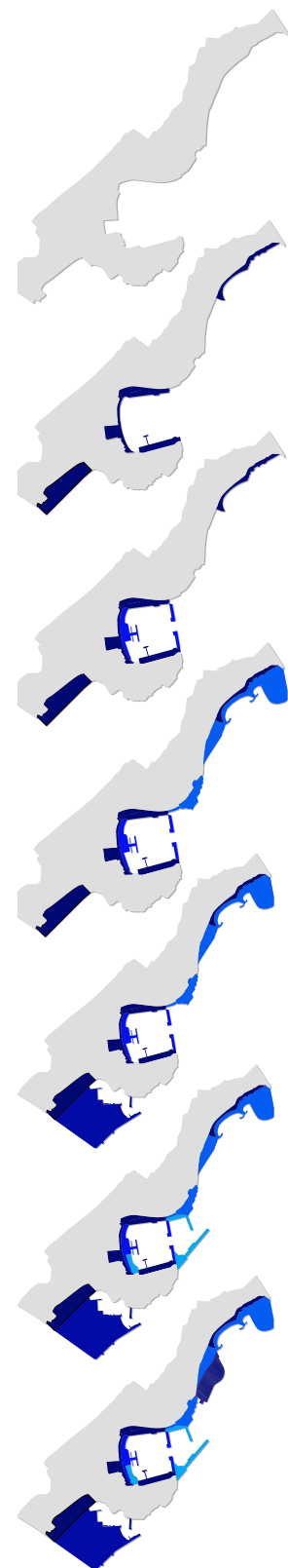
L'implementazione di progetti di sviluppo galleggiante nel Principato di Monaco presenta diverse sfide e opportunità. Tra le sfide principali vi sono la necessità di gestire le problematiche legate alla sicurezza e alla stabilità delle strutture galleggianti, garantire la sostenibilità ambientale e controllare l'espansione urbana in modo equilibrato. Inoltre l'introduzione di progetti di sviluppo galleggiante nell'area richiederebbe un'attenta considerazione delle infrastrutture e dei trasporti. Sarebbe necessario garantire la connettività e l'accessibilità ai nuovi siti galleggianti attraverso un sistema di trasporto efficace, come ad esempio il potenziamento dei servizi di navigazione e l'implementazione di barche elettriche o altri mezzi di trasporto ecologici. Inoltre, sarebbe importante sviluppare un sistema di approvvigionamento idrico ed energetico sostenibile per supportare i nuovi insediamenti galleggianti. Queste considerazioni infrastrutturali e di trasporto sono cruciali per garantire il successo e la sostenibilità dei progetti di sviluppo galleggiante nel Principato di Monaco.



PROPOSTA PROGETTUALE

Una visione per il Principato di Monaco





Monaco nel 1800

Espansione territoriale: 1880

Espansione territoriale: 1955-60

Espansione territoriale: 1960-65

Espansione territoriale: 1970

Espansione territoriale: 2002

Espansione territoriale: 2025



Espansioni in mare

- 1880
- 1955-60
- 1960-65
- 1970
- 2022
- 2025: MARETERRA

Mareterra

Localizzazione

| | |
|-------|--------|
| Stato | Monaco |
|-------|--------|

Territorio

| | |
|------------|----------------------------|
| Coordinate | 43°44'27.58"N 7°25'54.25"E |
| Altitudine | 1 m s.l.m. |
| Superficie | 0,06 km² |
| Abitanti | 3 400 (previsti) |
| Densità | 56 666,67 ab./km² |

Altre informazioni

| | |
|-----------------------|--------|
| Tecnica di espansione | Infill |
|-----------------------|--------|

Render del progetto Mareterra (NiiProgetti, 2023).



Una visione per il Principato di Monaco

Proposta progettuale

Scopo del Progetto: un'alternativa alle tecniche tradizionali di creazione di terreno nel Principato di Monaco

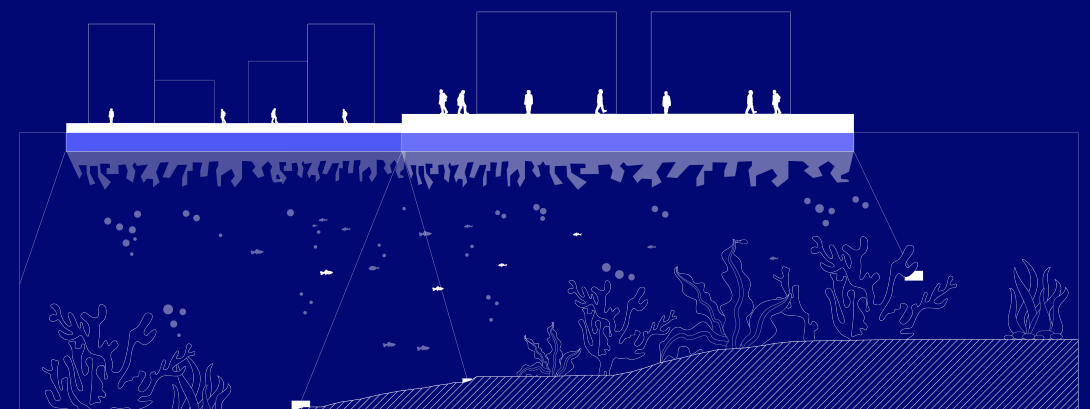
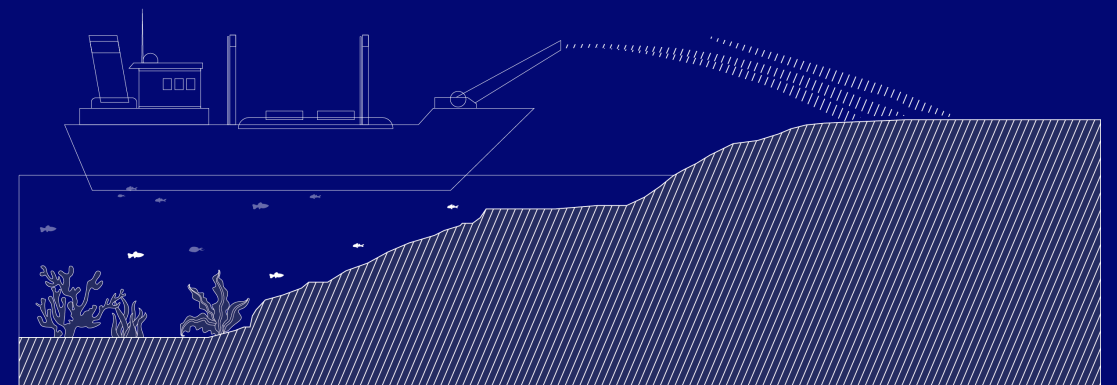
Il nostro progetto si propone di offrire una soluzione innovativa e sostenibile per la creazione di nuovo terreno nel Principato di Monaco, ponendosi come alternativa alle tecniche tradizionali. Questo intervento, in particolare, mira a confrontarsi direttamente con l'ultima espansione territoriale realizzata attraverso il progetto Mareterra, proponendo un'opzione flottante.

La tecnologia dell' infill

Le tecniche tradizionali di creazione di terreno, come quella utilizzata nel progetto Mareterra, si basano principalmente sul metodo dell'infill. Questo processo prevede il riempimento di aree marine con materiali di riporto, come sabbia, rocce e altri materiali di costruzione, per creare nuova terra solida. Il metodo dell'infill ha permesso a Monaco di espandere il proprio territorio terrestre in modo significativo, offrendo nuove opportunità per lo sviluppo urbano e residenziale.

La tecnologia flottante

In contrasto con l'infill, il nostro progetto propone un'alternativa flottante. Questa soluzione prevede la creazione di piattaforme galleggianti che possono essere ancorate al fondale marino, ma che non richiedono il riempimento delle aree marine con materiali di costruzione. Le piattaforme flottanti sono progettate per essere modulari e flessibili, consentendo un rapido assemblaggio e la possibilità di essere riconfigurate o spostate secondo necessità.

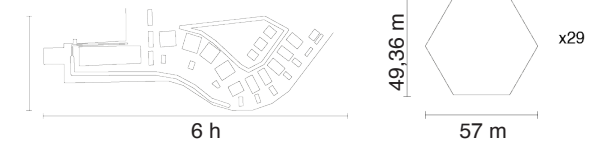




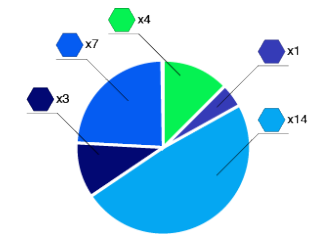
Uso di suolo progetto Mareterra

- Spazi portuali
- Spazi commerciali
- Altro
- Spazi verdi
- Spazi residenziali

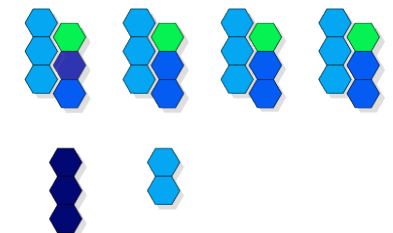
01I Traduzione nella tecnologia flottante



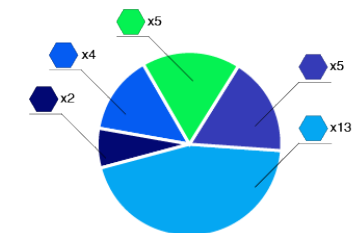
02I Distribuzione delle funzioni nella tecnologia flottante



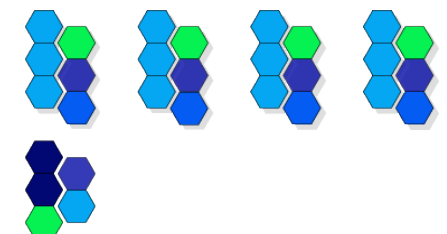
03I Elaborazione dei gruppi funzionali



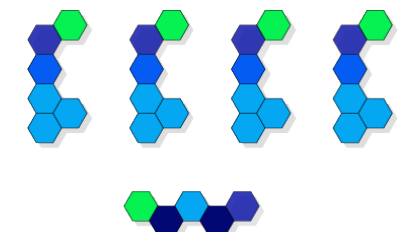
04I Ridistribuzione delle funzioni



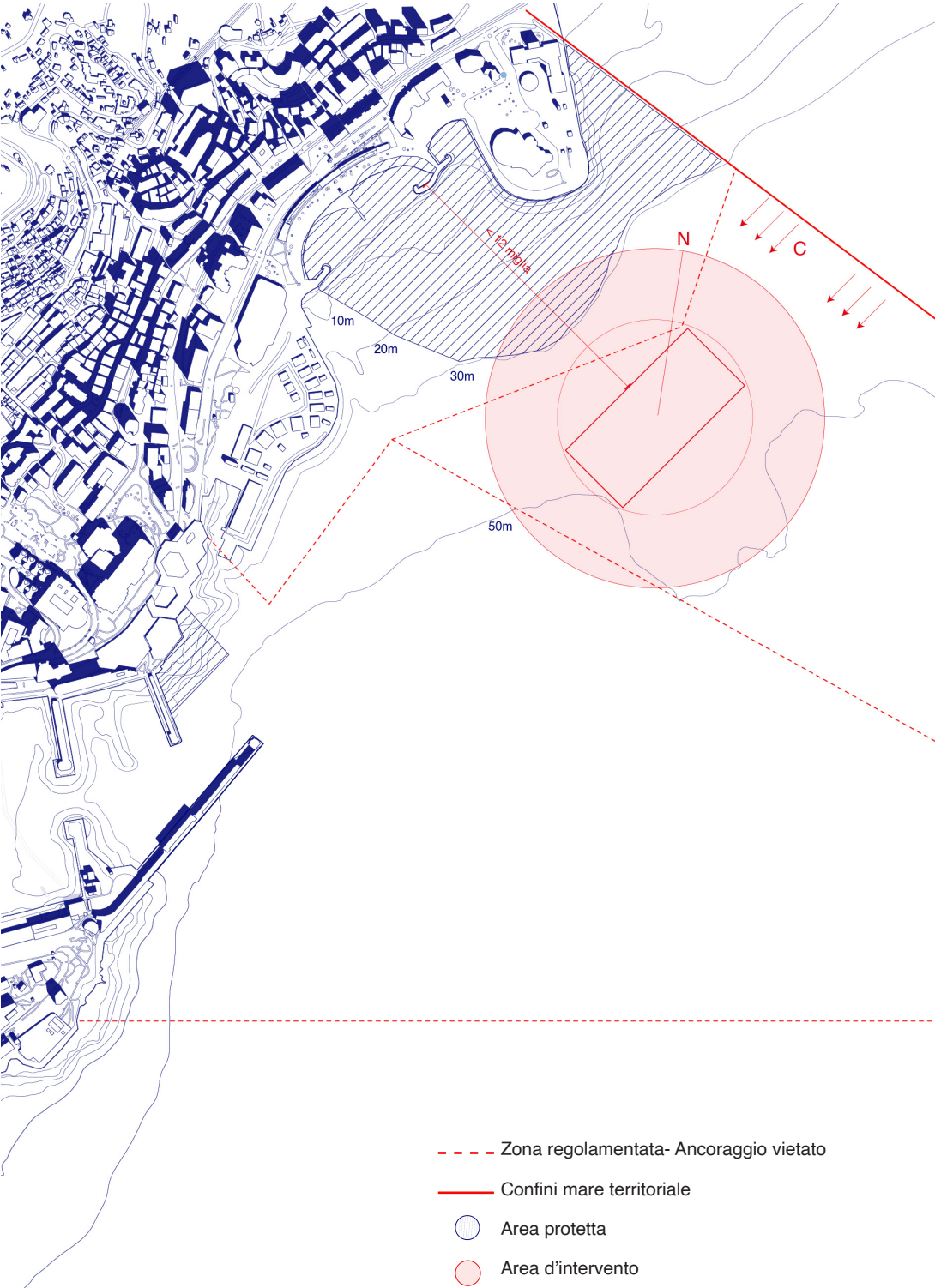
05I Rielaborazione dei gruppi funzionali



06I Aggregazione dei gruppi funzionali

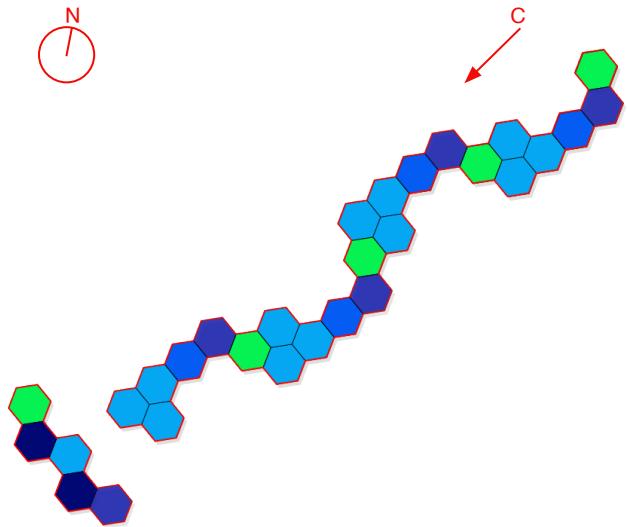


Applicazione delle linee guida

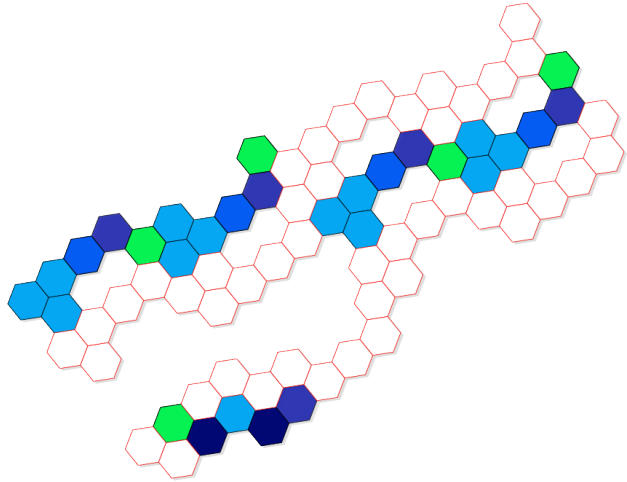


Linee guida per il contesto e la progettazione

- Organizzazione delle piattaforme in una forma stretta e allungata
- Orientamento della catena a NE e a corrente
- Organizzazione delle piattaforme nella tipologia di aggregazione “Ramificata”

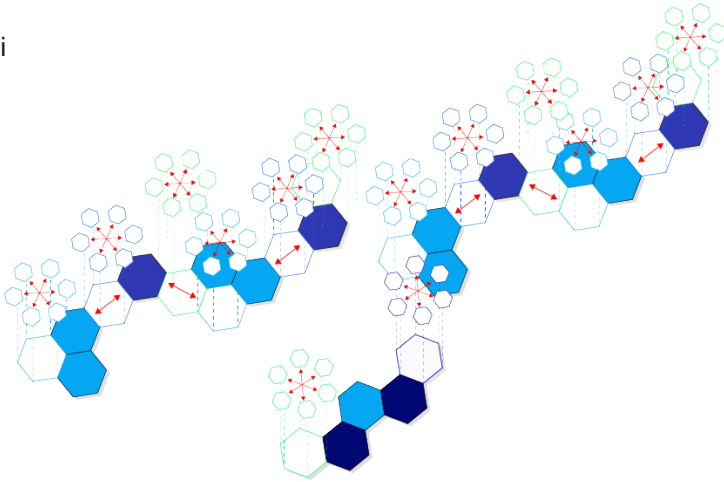


- Garantire interfaccia aria-acqua



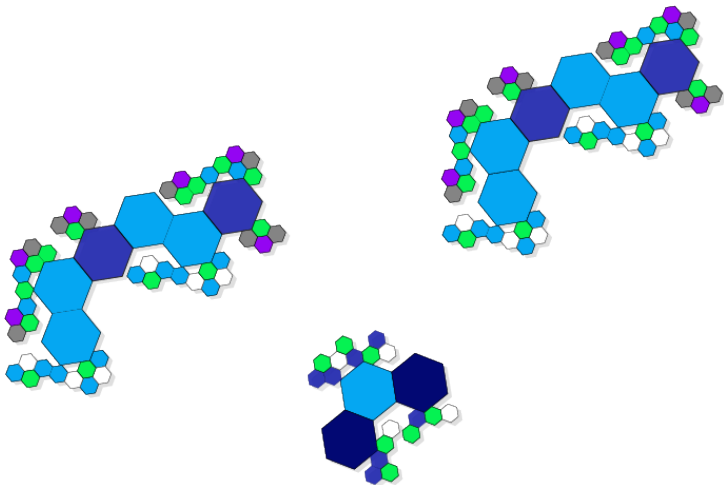
Linee guida per la qualità urbana

- Compattezza urbana
- Diversificazione degli spazi



- Diversificazione delle funzioni

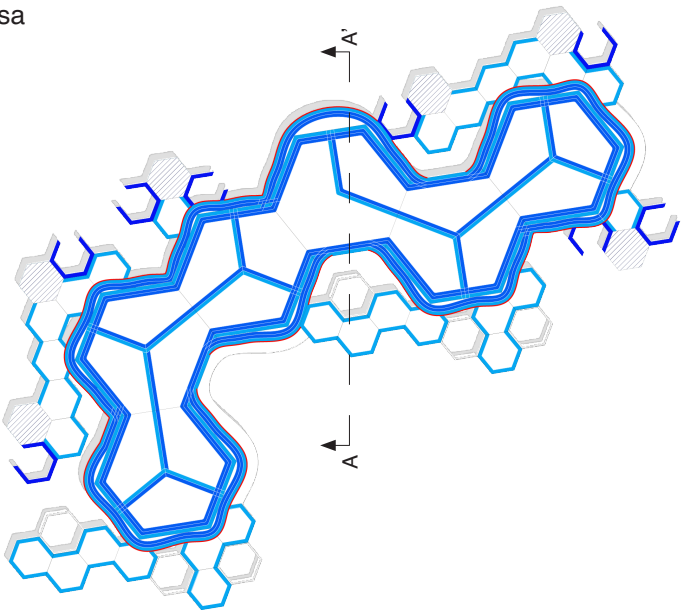
- Spazi portuali
- Spazi commerciali
- Spazi verdi
- Spazi residenziali
- Spazi sharing trasporti
- Spazi ormeggio barche
- Spazi acqua



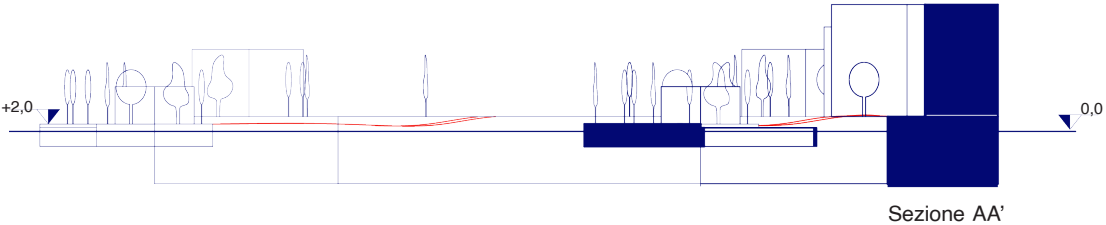
Linee guida per la qualità urbana

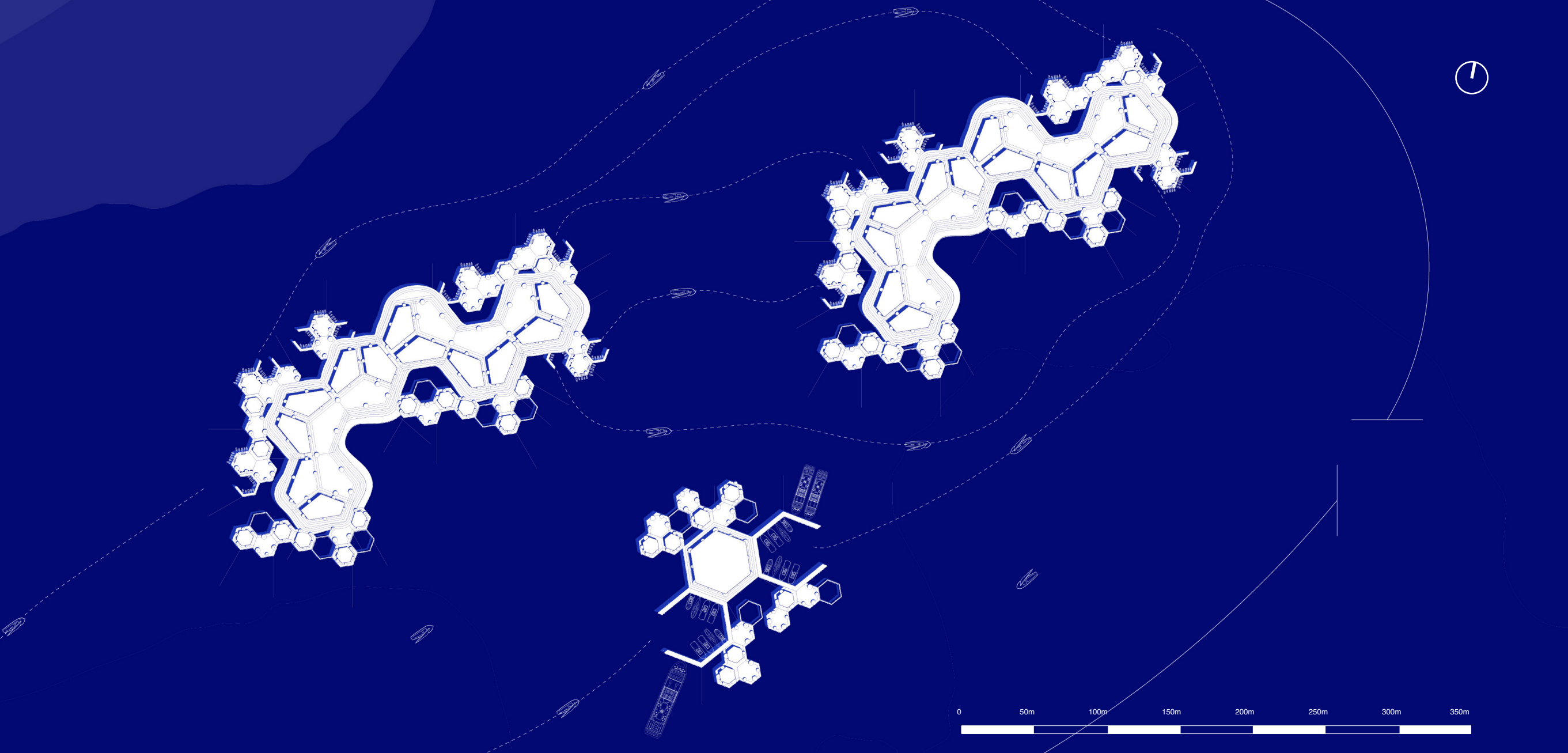
- Mobilità sostenibile e condivisa

- Pedonale
- Ciclabile
- Ormeggio barche
- Sharing trasporti
- Elemento di connessione

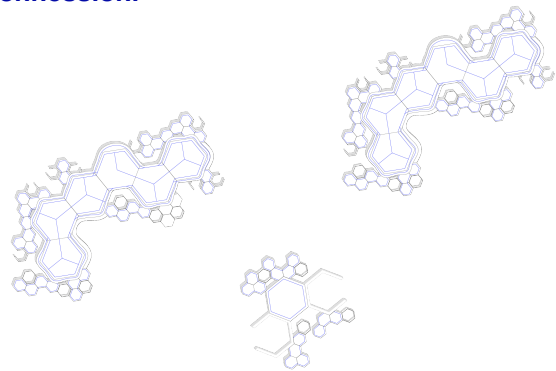


- Accessibilità e connessione tra le piattaforme

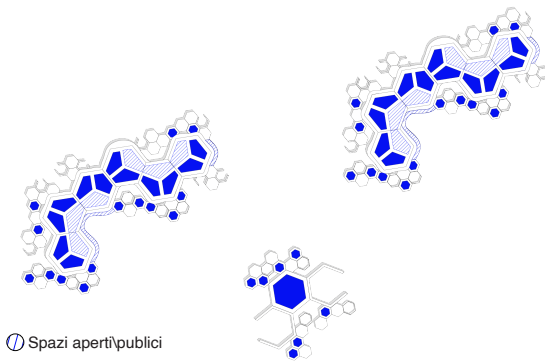




Connessioni

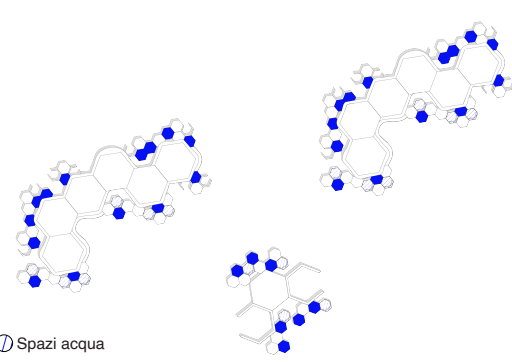


Spazi costruiti - spazi aperti\pubblici



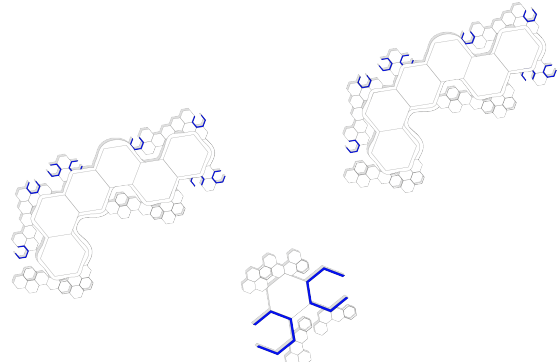
① Spazi aperti\pubblici

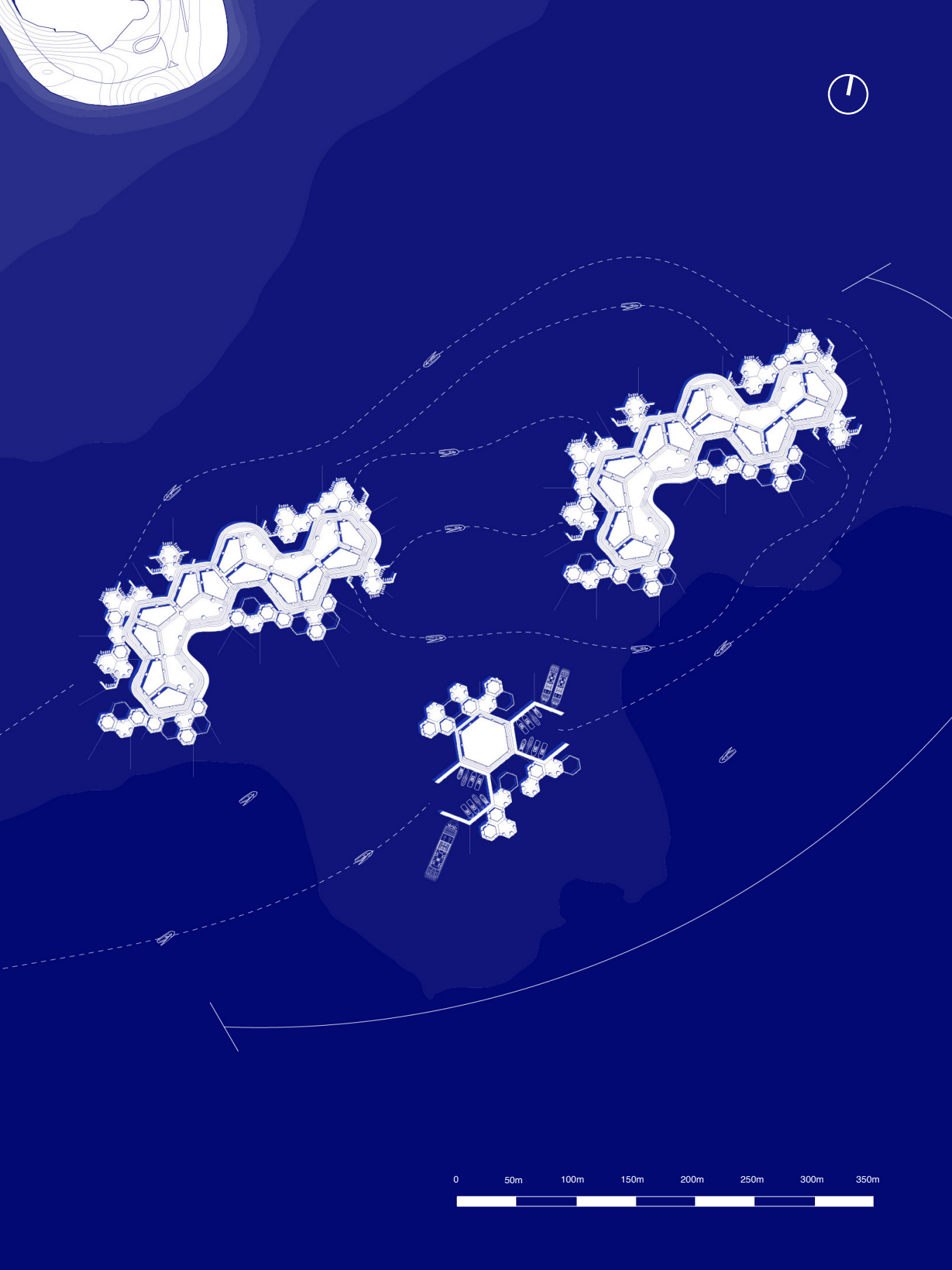
Spazi verdi - spazi acqua



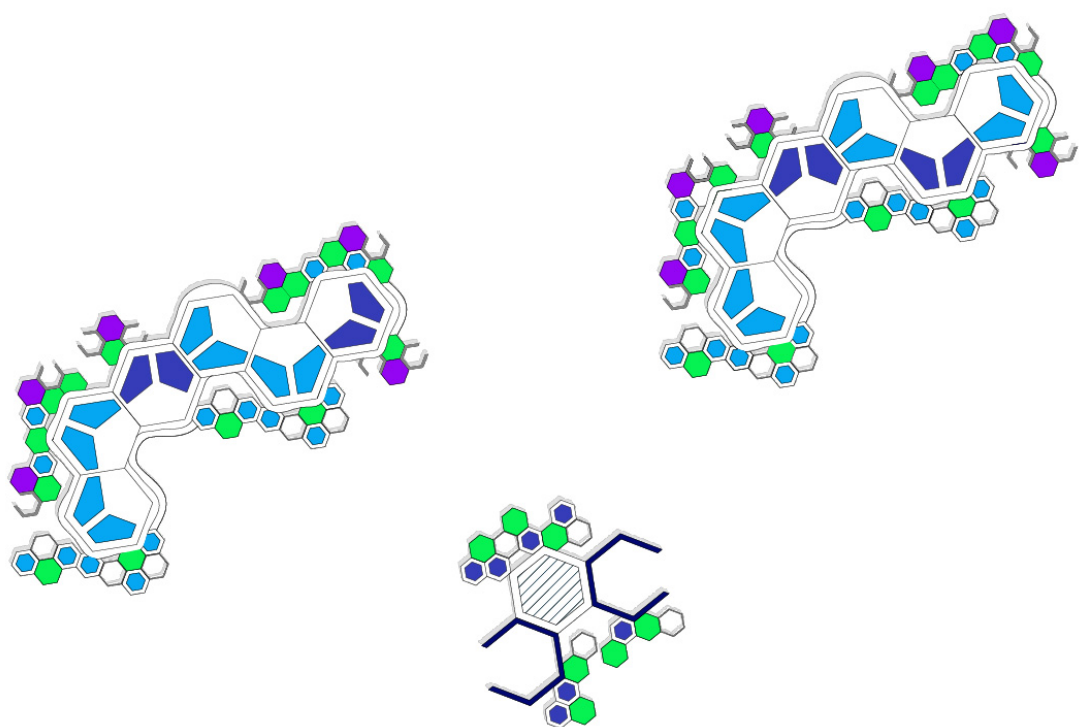
① Spazi acqua

Spazi portuali



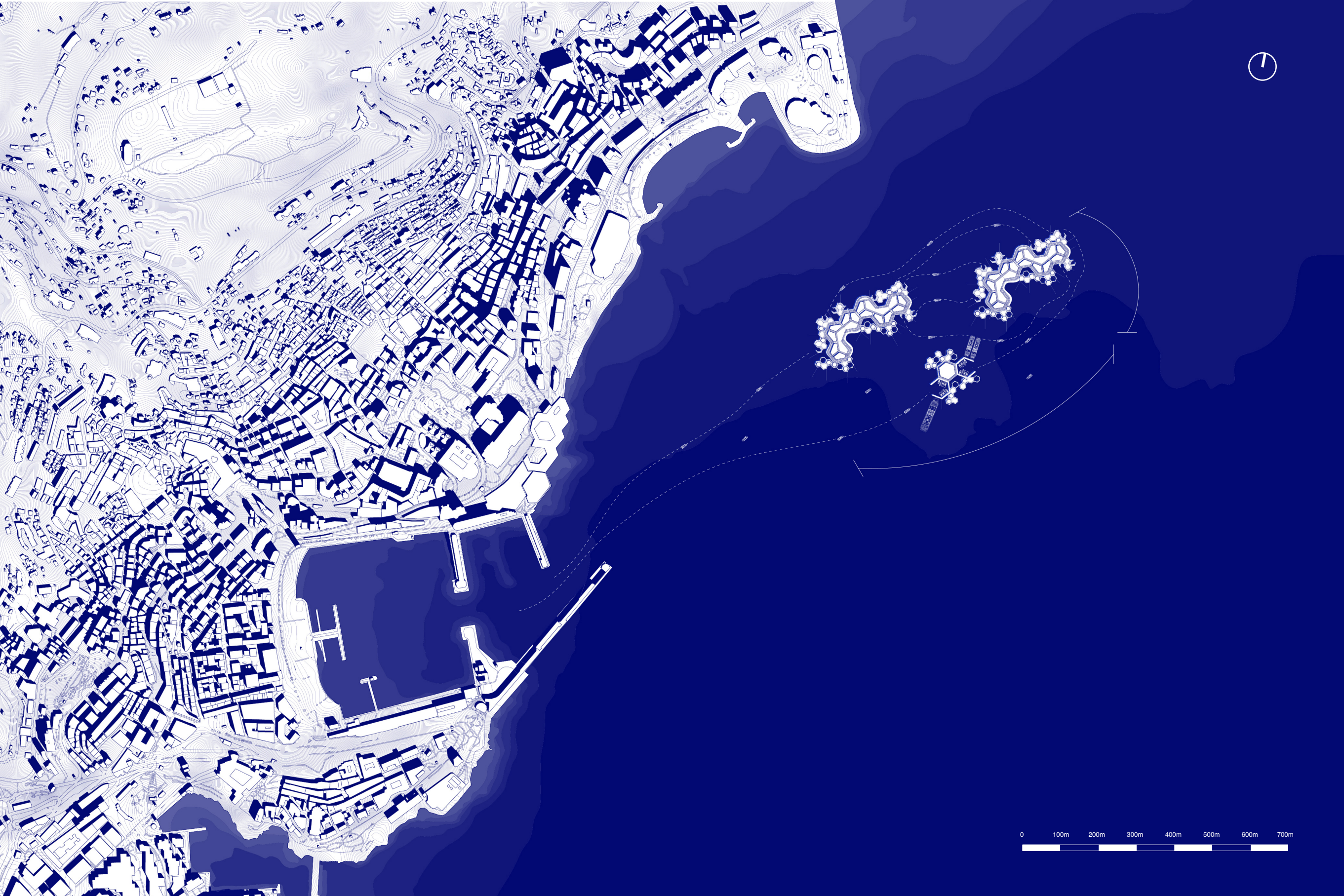


Funzioni



- Funzioni
- Porto
 - Edifici commerciali
 - Parchi
 - Edifici residenziali
 - Hub sharing trasporti
 - Ormeggio barche
 - Hotel





9

CONCLUSIONI

Conclusioni

L'analisi svolta ha evidenziato che le aree urbane, specialmente quelle costiere, sono sia i maggiori contributori al cambiamento climatico attraverso le emissioni di gas serra, sia le più vulnerabili agli impatti dello stesso. La necessità di adottare un approccio integrato che comprenda sia l'adattamento che la mitigazione è quindi fondamentale per costruire resilienza contro gli impatti climatici attuali e futuri. In questo contesto, la tecnologia flottante, sviluppata dal Floating Solutions Research Group, si propone come soluzione innovativa per affrontare la carenza di suolo e l'innalzamento del livello del mare, creando nuovi terreni utilizzabili per uno sviluppo urbano sostenibile e resiliente.

L'adozione di tecnologie galleggianti rappresenta un modo promettente per potenziare la resilienza urbana nelle città costiere, offrendo vantaggi come la capacità di adattarsi alle variazioni del livello del mare, la riduzione dei rischi di inondazione e la possibilità di fornire spazio per la crescente pressione demografica. Queste piattaforme non solo contribuiscono alla valorizzazione delle aree costiere e al turismo sostenibile, ma offrono anche la flessibilità necessaria per rispondere alle mutevoli esigenze della comunità e alle variazioni economiche e ambientali. Nonostante ciò, l'implementazione di queste tecnologie non è priva di sfide: richiede ingenti investimenti iniziali, lo sviluppo di nuove competenze tecniche e l'accettazione da parte delle comunità locali.

Sebbene lo sviluppo urbano galleggiante offra soluzioni concrete alle sfide del 21° secolo, è essenziale sviluppare un quadro giuridico robusto che possa fornire linee guida per uno sviluppo sostenibile di queste città. L'adozione di strumenti come la pianificazione dello spazio marittimo (PSM), parte della politica marittima integrata (PMI) della Commissione europea, è cruciale per coordinare efficacemente le attività marine e promuovere una gestione sostenibile delle risorse marine. Un quadro giuridico chiaro non solo facilita l'implementazione delle tecnologie galleggianti, ma garantisce anche che lo sviluppo urbano avvenga in armonia con l'ambiente marino. Tuttavia, creare un quadro regolamentare adeguato può essere complesso e richiede la collaborazione tra diversi livelli di governo e tra paesi.

Inoltre, l'analisi ha mostrato che le piattaforme più piccole, pur essendo maggiormente influenzate dal moto ondoso, offrono una migliore esperienza con l'acqua e sono più adatte alla crescita e alla flessibilità dell'insediamento, richiedendo minori investimenti rispetto a quelle più grandi. La soluzione ottimale sembra essere quella delle strutture ramificate, che offrono un buon compromesso tra esperienza con l'acqua, flessibilità di forma e stabilità grazie all'uso di frangiflutti. Questa configurazione non solo riduce l'impatto ambientale, ma ottimizza anche l'efficienza e la sostenibilità delle nuove aree urbane galleggianti.

Infine, ricerche future dovranno concentrarsi maggiormente sul miglioramento e lo sviluppo di quadri giuridici adeguati e l'implementazione di strategie integrate di adattamento e mitigazione. Solo attraverso un impegno congiunto e una visione a lungo termine, le città costiere potranno affrontare efficacemente le sfide del cambiamento climatico e creare un futuro sostenibile e resiliente per le generazioni future. È essenziale che gli sforzi di ricerca e sviluppo siano supportati da politiche pubbliche che incentivino l'innovazione e che promuovano la cooperazione internazionale per affrontare le sfide globali.

Bibliografia

- Antunes, L., Callico, L.D. and Hoffmann, T., 2022. What if we build cities on water? - European Parliament. Available at: <[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2022/729528/EPRS_ATA\(2022\)729528_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2022/729528/EPRS_ATA(2022)729528_EN.pdf)> [Accessed 2 July 2024].
- Oppenheimer, M., Glavovic, B.C., Hinkel, J., van de Wal, R., Magnan, A.K., Abd-Elgawad, A., Cai, R., Cifuentes-Jara, M., DeConto, R.M., Ghosh, T., Hay, J., Isla, F., Marzeion, B., Meyssignac, B., and Sebesvari, Z., 2019. Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In: H.-O. Pörtner, et al. (eds.) IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 321-445. Available at: <<https://doi.org/10.1017/9781009157964.006>>.
- De Graaf, R., Czapiewska, K., Dal Bo Zanon, B., Roeffen, B., 2013. Reducing global land scarcity with floating urban development and food production.
- Singh, S., 2022. Buoyant Scapes: Adaptation to sea-level rise (Dissertation). Available at: <<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-196620>> [Accessed 2 July 2024].
- De Graaf, R., 2012. Adaptive urban development: A symbiosis between cities on land and water in the 21st century.
- United Nations, 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Available at: <https://sdgs.un.org/2030agenda> [Accessed 6 July 2024].
- United Nations Human Settlements Programme, 2009. Planning Sustainable Cities: Policy Directions : Global Report on Human Settlements 2009.
- Galea, F., 2009. Artificial Islands in the Law of the Sea.

Sitografia

- Costa, H. et al., 2023. Sea level rise, Education. [online] Available at: <<https://education.nationalgeographic.org/resource/sea-level-rise/>> [Accessed 2 July 2024].
- NASA Sea Level Change Portal: Overview, 2022. NASA. [online] Available at: <<https://sealevel.nasa.gov/understanding-sea-level/global-sea-level/overview/>> [Accessed 2 July 2024].
- Masterson, V., 2022. 30 years of sea level rise in 2 charts, World Economic Forum. [online] Available at: <<https://www.weforum.org/agenda/2022/08/nasa-30-year-sea-level-rise/>> [Accessed 2 July 2024].
- Sea level, no date. Copernicus. [online] Available at: <<https://climate.copernicus.eu/climate-indicators/sea-level/>> [Accessed 2 July 2024].
- Masterson, V. and Hall, S., 2022. Sea level rise: Everything you need to know, World Economic Forum. [online] Available at: <<https://www.weforum.org/agenda/2022/09/rising-sea-levels-global-threat/>> [Accessed 2 July 2024].

- Carlon, O., 2022. SSP, Gli scenari dell'ipcc - IPCC - focal point italia, IPCC. [online] Available at: <<https://ipccitalia.cmcc.it/ssp-gli-scenari-dellipcc/>> [Accessed 2 July 2024].
- L'IPCC - IPCC - focal point italia, 2024. IPCC. [online] Available at: <<https://ipccitalia.cmcc.it/cose-ipcc/#:~:text=L%27IPCC%20esamina%20e%20valuta,e%20parametri%20correlati%20al%20clima>> [Accessed 2 July 2024].
- The Intergovernmental Panel on Climate Change, no date. IPCC. [online] Available at: <<https://www.ipcc.ch/>> [Accessed 2 July 2024].
- Scenari climatici per l'italia, 2021. CMCC. [online] Available at: <<https://www.cmcc.it/it/scenari-climatici-per-litalia>> [Accessed 2 July 2024].
- UNRIC, no date. Obiettivo 11: Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili. [online] Available at: <<https://unric.org/it/obiettivo-11-rendere-le-citta-e-gli-insediamenti-umani-inclusivi-sicuri-duraturi-e-sostenibili/>> [Accessed 2 July 2024].
- United Nations, no date. 2030 Agenda for Sustainable Development. [online] Available at: <<https://sdgs.un.org/2030agenda>> [Accessed 2 July 2024].
- United Nations, no date. Paris Agreement. [online] Available at: <<https://sdgs.un.org/frameworks/parisagreement>> [Accessed 2 July 2024].
- UNFCCC, no date. The Paris Agreement. [online] Available at: <<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>> [Accessed 2 July 2024].
- Wikipedia, no date. Obiettivi di sviluppo sostenibile. [online] Available at: <https://it.wikipedia.org/wiki/Obiettivi_di_sviluppo_sostenibile> [Accessed 2 July 2024].
- UNDRR, 2015. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. [online] Available at: <<https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>> [Accessed 2 July 2024].
- European Environment Agency, no date. Qual è la differenza tra mitigazione e adattamento?. [online] Available at: <<https://www.eea.europa.eu/it/help/domande-frequenti/qual-e-la-differenza-tra#:~:text=In%20sostanza%2C%20l%E2%80%99adattamento%20pu%C3%B2%20essere%20inteso%20come%20il,%E2%80%99emissione%20di%20gas%20a%20effetto%20serra%20%28GES%29%20nell%E2%80%99atmosfera>> [Accessed 2 July 2024].
- IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [online] Available at: <<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>> [Accessed 2 July 2024].
- World Economic Forum, 2022. Rising Sea Levels: A Global Threat. [online] Available at: <<https://www.weforum.org/agenda/2022/09/rising-sea-levels-global-threat/>> [Accessed 2 July 2024].
- World Economic Forum, 2019. The world's coastal cities are going under. Here's how some are fighting back. [online] Available at: <<https://www.weforum.org/agenda/2019/01/the-world-s-coastal->

cities-are-going-under-here-is-how-some-are-fighting-back/> [Accessed 2 July 2024].

- Yakubu, P., 2023. How Water Responds to Land Reclamation in Coastal Cities. ArchDaily. [online] Available at: <<https://www.archdaily.com/1002420/how-water-responds-to-land-reclamation-in-coastal-cities>> [Accessed 3 July 2024].
- SINTEF, no date. What are floating cities and do we need them?. [online] Available at: <<https://blog.sintef.com/sintefocean/what-are-floating-cities-and-do-we-need-them/>> [Accessed 2 July 2024].
- - Blue21, no date. FAQ - Blue21. [online] Available at: <<https://www.blue21.nl/faq/>> [Accessed 2 July 2024].
- C40 Cities, 2024. Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy. [online] Available at: <https://www.c40.org/it/case-studies/c40-good-practice-guides-rotterdam-climate-change-adaptation-strategy/#:~:text=Il%20sistema%20di%20adattamento%20di,e%20dighe%20lungo%20i%20fiumi> [Accessed 6 July 2024].
- Lovat, V., 2022. Di chi è il mare? Lastoria del diritto del mare. [online] Available at: <<https://decenniodelmare.it/di-chi-e-il-mare-diritto-del-mare/>> [Accessed 2 July 2024].

ICONOGRAFIA

- Figura 2.1: NASA, 2024. Sea level. Available at: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/?intent=121> [Accessed 2 July 2024].
- Figura 2.2: Lindsey, R., 2022. Climate change: Global sea level, NOAA Climate.gov. Available at: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level> [Accessed 2 July 2024].
- Figura 2.3: Copernicus, no date. Sea level. Available at: <https://climate.copernicus.eu/climate-indicators/sea-level> [Accessed 2 July 2024].
- Figura 2.4: NASA, 2023. IPCC AR6 Sea Level Projection Tool. Available at: https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool?type=global&data_layer=warming [Accessed 2 July 2024].
- Figura 2.5: NASA, 2023a. IPCC AR6 Sea Level Projection Tool. Available at: https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool?type=global&data_layer=scenario&info=true [Accessed 2 July 2024].
- Figura 2.6: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, no date. Future Water Challenges: Flooding. [online] Available at: <https://themasites.pbl.nl/future-water-challenges/flooding/> [Accessed 2 July 2024].
- Figura 2.7: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, no date. Future Water Challenges: Flooding. [online] Available at: <https://themasites.pbl.nl/future-water-challenges/flooding/> [Accessed

2 July 2024].

- Figura 2.8: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, no date. Future Water Challenges: Bending the Trend. [online] Available at: <https://themasites.pbl.nl/future-water-challenges/bending-the-trend/> [Accessed 2 July 2024].
- Figura 2.9: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, no date. Future Water Challenges: Bending the Trend. [online] Available at: <https://themasites.pbl.nl/future-water-challenges/bending-the-trend/> [Accessed 2 July 2024].
- Raedle, J., 2020. Flooding in Gulf Shores, Alabama, after Hurricane Sally in September 2020. Joe Raedle/Getty Images. Available at: <https://edition.cnn.com/2022/02/15/us/us-sea-level-rise-report-noa-a-climate/index.html> [Accessed 2 July 2024].
- NiiProgetti, 2023. La Mareterra di Montecarlo. [immagine] NiiProgetti. Disponibile a: <https://www.niiprogetti.it/la-mareterra-di-montecarlo/> [Accessed 5 July 2024].
- Tobia, J., 2016. Floating Humanity. [immagine] Medium. Disponibile a: <https://medium.com/@jtobia/floating-humanity-dbf384df211f> [Accessed 5 July 2024].
- Kistner, P., 2021. 'Principato di Monaco'. toposmagazine.com. Available at: <https://toposmagazine.com/wp-content/uploads/2021/10/Monaco-Philip-Kistner-09-min.jpg> [Accessed 10 July 2024].
- Alphonse Davanne – Archivi del palazzo di Monaco – Istituto Audiovisivo di Monaco, 1868. Il Palais Princier e l'Anse du Canton. Reperibile a: <https://www.monaco-tribune.com/it/2021/06/monaco-attraverso-le-immagini-dal-1860-a-oggi/> [Accessed 15 July 2024]
- As They Said, 2018. Maeslantkering. Available at: <https://astheysaid.com/innovators/2018/6/1/maeslantkering> [Accessed 15 July 2024].