

The Resilience Assessment: a Multicriteria Methodology Proposal for the Urban Contexts

LA VALUTAZIONE DELLA RESILIENZA: PROPOSTA DI UNA METODOLOGIA MULTICRITERIALE PER I CONTESTI URBANI

Debora Anelli^a, Rossana Ranieri^b

^aDICATECh - Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Territoriale, Edile e Chimica, Politecnico di Bari,
Via Orabona 4, 70125 - Bari, Italia

^bDiAP - Dipartimento di Architettura e Progetto, Sapienza Università di Roma, via Flaminia 359, 00185 - Roma, Italia
debora.anelli@poliba.it; rossana.ranieri@uniroma1.it

Abstract

The environmental-climate changes and the Covid-19 emergency have highlighted the weakness for multi-events resilience. The social, natural and economic features that characterize the urban environment, make it a complex system that need to be comprehensively assessed. Aim of the work is to define a multicriteria-based methodology able to create an Urban Resilience Index (IUR) that represents the capacity of the territory to face socio-economic diseases and natural disaster. The proposed protocol consists of a step-by-step guide with the adoption of the Analytic Hierarchy Process technique aggregating the system of indicators and the geographic information system for the visualization of the different spatial distribution of the resilience. The proposed methodology can be used as a decision support tool for public-private partnership's urban intervention aimed at achieving the Sustainable Development Goals of the Agenda 2030 and the European Green Deal targets. Its flexibility makes it implementable for several sustainable urban planning decision at different scale.

KEY WORDS: *Urban Resilience, Real Estate Market, Multicriteria Technique, AHP, Sustainable Development, Indicators System.*

1. Introduzione

Il XXI secolo pone nuove sfide alla città a causa della pressione antropica generata dall'aumento del numero di individui che, in tutto il mondo, vivono in ambienti costruiti e in particolare all'interno delle aree urbanizzate [1, 2]. I cambiamenti climatici, le pandemie e la crisi economica sono stati affrontati in modo diverso dai sistemi urbani in base alla loro complessità strutturale, al numero di persone e al livello di incertezza associato ai relativi eventi esogeni [3, 4]. La resilienza delle città descrive la capacità dei contesti urbani socio-ecologici complessi di adattarsi, cambiare e trasformarsi in risposta a stress e sollecitazioni.

La resilienza è un termine emerso nel campo dell'ecologia negli anni '70 per descrivere in modo specifico la capacità di un sistema di mantenere o recuperare la funzionalità in caso di perturbazioni o disturbi. Pertanto, tale concetto è concepito per essere applicato a un sistema di elementi diversi e interdipendenti, di cui il contesto urbano è la rappresentazione più esemplare [5, 6]. La nozione di città resiliente diventa concettualmente rilevante quando shock improvvisi minacciano disastri diffusi o la struttura urbana esistente collassa, evidenziando l'incapacità di affrontare i cambiamenti [7,

8], allontanandosi dall'approccio tradizionale di gestione del rischio di catastrofi che, invece, si basa su pericoli specifici. La resilienza contempera la possibilità che si verifichi un'ampia gamma di eventi di disturbo, non necessariamente prevedibili [9, 10]. In letteratura è possibile individuare differenti approcci per inquadrare o valutare la resilienza. Essi si concentrano o su specifici asset urbani o, su interi sistemi e considerano le infrastrutture, l'ambiente naturale, la gestione del territorio e il comportamento umano in misura diversa.

L'approccio sistemico è più aderente al concetto di resilienza e alla nozione, spesso consolidata, di aree urbane come "sistemi all'interno del sistema": l'assetto sociale è determinato dal comportamento umano, che è anche influenzato dalla distribuzione degli elementi naturali tra infrastrutture, servizi e beni nell'ambiente urbano.

Sulla base di una approfondita analisi della letteratura sul tema, è stato possibile identificare otto fattori critici che influenzano il livello di resilienza: soddisfare i bisogni di base, salvaguardare la vita umana, preservare e valorizzare i beni, facilitare le relazioni umane e l'identità, promuovere la conoscenza, difendere la giustizia e l'equità, sostenere i mezzi di sussistenza, stimolare la prosperità economica [11]. Per misurare questi fattori, appaiono utili alcuni indicatori, la cui quantificazione è di supporto ai decisori politici poiché consente di assegnare un punteggio, stilare una classifica e monitorare i progressi compiuti nell'ambito delle diverse strategie politiche, sia a livello locale di comunità, sia a livello nazionale.

I ricercatori hanno sviluppato strumenti quantitativi, principalmente indicatori e indici, per misurare la resilienza attraverso un'ampia gamma di prospettive disciplinari (ad esempio, impatti dei cambiamenti climatici, economia politica, ecologia, sostenibilità, esigenze sociali, ambientali, ecc.) e su diverse scale spaziali [12-14].

Fleischhauer [15] ha introdotto diversi indicatori che possono essere utilizzati per valutare la resilienza dei processi di pianificazione territoriale. Frazier e Thompson [16] hanno condotto uno studio che definisce una serie di indicatori per valutare e quantificare gli aspetti spaziali e temporali della resilienza alla scala della comunità nella contea di Sarasota, in Florida, ponderandoli in modo diverso, al fine di considerare l'effettivo contributo per ogni indicatore. Joerin et al. [17] hanno sviluppato un "indice di resilienza ai disastri climatici" per Chennai, in India, che presenta cinque dimensioni: fisica, sociale, economica, naturale e istituzionale. Ciascuna di queste dimensioni è successivamente suddivisa in cinque parametri, a loro volta composti da cinque variabili.

Sebbene il risultato sia un elenco ragionevolmente completo di criteri legati alla resilienza, lo studio risulta specifico per il contesto per cui è stato sviluppato e altri criteri utili potrebbero essere stati non considerati.

Ulteriormente, l'inclusione delle dinamiche di mercato nello studio della resilienza urbana può contribuire ad

ampliare l'analisi dei problemi di urbanizzazione.

Antoniucci e Marella [18], infatti, hanno studiato il mercato immobiliare italiano, scoprendo che le città meno dense hanno una maggiore capacità di resilienza.

Sharifi et al. [19] hanno evidenziato che l'adozione di tecniche di costruzione avanzate e l'applicazione delle normative specifiche possono migliorare la resilienza urbana nelle aree a più alta densità e quindi incrementare i benefici economici. Ciò dimostra che il mercato immobiliare risulta un indicatore sensibile rispetto al tema, essendo influenzato da una moltitudine di fattori che correlati con la resilienza urbana. Tuttavia, non esiste, ad oggi, una definizione condivisa sul significato di resilienza per le aree urbane ed anche su come introdurre elementi per migliorarla nel processo di pianificazione urbana.

Nel complesso, sono ancora poche le ricerche che contemperano i molteplici aspetti della resilienza urbana e che riconoscono la sua rilevanza nel modificare le condizioni del mercato immobiliare in un quadro di valutazione completo [20-22].

2. Obiettivi

Nel contesto delineato, la ricerca intende definire una metodologia in grado di indirizzare passo dopo passo i processi di pianificazione sostenibile e di trasformazione urbana nella valutazione del livello di resilienza.

In particolare, la metodologia proposta si articola in un protocollo finalizzato alla costruzione di un indice multicriteriale - Indice di Resilienza Urbana (IUR) - basato su un sistema di indicatori e tre macro-categorie di criteri, riferiti alle caratteristiche economiche, ambientali e sociali rilevanti, che possono influenzare il livello di resilienza urbana. Attraverso l'applicazione di una tecnica multicriteriale, quale l'Analytic Hierarchy Process (AHP), gli indicatori sono ponderati in modo diverso e poi aggregati in un indice sintetico spaziale, in grado di rappresentare immediatamente il livello e la distribuzione spaziale della resilienza relativa al contesto urbano considerato.

Nella costruzione dell'IUR, è possibile individuare le seguenti 9 fasi:

- 1) definizione di resilienza urbana;
- 2) identificazione della scala territoriale di riferimento;
- 3) identificazione delle caratteristiche più rilevanti che caratterizzano il concetto di resilienza nell'area considerata e strutturazione dell'AHP;
- 4) raccolta dei dati;
- 5) normalizzazione e analisi delle correlazioni;
- 6) individuazione dell'intervallo di intensità e determinazione dei relativi pesi locali;

7) determinazione dei pesi locali degli indicatori e dei criteri;

8) aggregazione degli indicatori nell'IUR e valutazione del livello di resilienza della scala territoriale considerata;

9) analisi di sensitività e georeferenziazione del valore di IUR ottenuto.

L'utilizzo della metodologia proposta risulta efficace per sostenere ed indirizzare le decisioni dei soggetti pubblici e privati coinvolti nel processo della pianificazione urbana sostenibile. La pubblica amministrazione, ad esempio, può utilizzare tale metodologia per identificare e successivamente monitorare le criticità evidenziate dall'indice. In tal modo, si favorisce l'incremento della consapevolezza sul tema, al fine di effettuare interventi specifici necessari per migliorare la resilienza per il raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030 e degli obiettivi europei del Green Deal.

La chiara struttura dell'AHP rende il protocollo proposto immediatamente applicabile, senza richiedere conoscenze software elevate o specifiche. Inoltre, risulta flessibile e utilizzabile a diverse scale territoriali e di sviluppo urbano, consentendo di identificare prontamente il livello di resilienza più critico e per il quale sono necessari interventi specifici e urgenti.

Il soggetto privato può beneficiare dell'indice nelle fasi di negoziazione dei parametri urbanistici con la pubblica amministrazione, in quanto la valutazione attraverso l'IUR permette di tenere conto delle condizioni del mercato immobiliare locale, fornendo anche una misura del rischio di una potenziale operazione di trasformazione urbana. Ad esempio, in un'area con un IUR elevato, il soggetto privato coinvolto in un intervento di trasformazione, conoscendo le condizioni del mercato immobiliare locale, incluse nella componente economica dell'indice, può richiedere un contributo corrispondente al livello di rischio a suo carico. Inoltre, l'attenta calibrazione dei vincoli morfologici e strutturali dell'intervento consente di valutare le attuali condizioni ambientali e sociali rappresentate all'interno del valore dell'indice risultante.

Il lavoro è strutturato in due parti: la prima (Paragrafo 3) spiega e descrive tutti i passaggi della metodologia proposta; la seconda, invece, prevede la conclusione e gli approfondimenti futuri del lavoro (Paragrafo 4).

3. Metodologia

La metodologia proposta si articola in un protocollo di 9 fasi in cui, a ciascuna di esse, corrisponde una specifica operazione e tecnica di valutazione da adottare per la costruzione dell'indice di resilienza.

Nella figura (vedi Fig. 1) è rappresentata la sintesi di tutte le fasi che costituiscono la procedura.

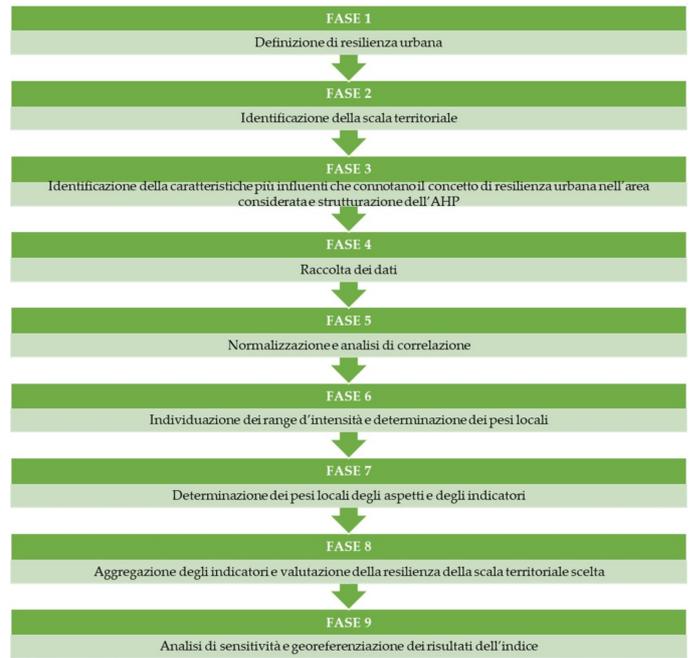


Fig. 1 - Fasi della metodologia proposta.
(fonte: propria elaborazione)

3.1. Fase 1. Definizione di resilienza urbana

In accordo con la letteratura esistente, riguardante le caratteristiche che definiscono il concetto di resilienza urbana, i fattori più rilevanti non sono solo relativi agli aspetti ambientali, ma anche quelli sociali ed economici giocano un ruolo rilevante. La capacità delle città di resistere ad eventi imprevedibili definisce il grado di resilienza di tutti gli elementi che la costituiscono.

La dimensione socio-economica è misurata mediante dati socio-demografici come il reddito, l'occupazione, la copertura sanitaria, l'età ed il livello scolastico.

La dimensione fisica infrastrutturale fa riferimento alla resilienza del patrimonio edilizio e dei suoi servizi come acqua, elettricità e sistemi di comunicazione, e comprende anche le infrastrutture verdi e blu, che insieme al tessuto edilizio rappresentano la morfologia del territorio. La tipologia di edifici e le tecniche di costruzione sono fattori rilevanti che rendono possibile conoscere il grado di vulnerabilità. Gli stretti legami esistenti tra attività antropiche e la qualità della vita urbana rendono necessario tener conto delle componenti sociali, ambientali ed economiche nella valutazione della resilienza.

Quest'ultima è spesso associata alla capacità produttiva e alla dinamicità locale, tralasciando il contributo del mercato immobiliare. In teoria, infatti, è risaputo che la resilienza urbana può aumentare la confidenza delle persone nell'investire nel settore immobiliare.

Se, infatti, i governi locali hanno agito bene in termini di adattamento e rapida ripresa dopo il verificarsi di eventi disastrosi, ciò significa che la città è forte e stabile per gli investitori. Inoltre, stabilizzare le aspettative degli investitori locali attrae più imprenditori e consumatori esteri. Infine, la dinamicità del mercato immobiliare consente di

migliorare la capacità di ripresa dell'economia, considerata spesso il punto focale di una città resiliente. È pertanto possibile definire la resilienza urbana come somma pesata di tre criteri:

$$\text{RESILIENZA URBANA} = \text{ECONOMIA} + \text{AMBIENTE} + \text{SOCIETA'}$$

$$\text{INDICE DI RESILIENZA URBANA} = w_1 * \text{CRITERIO ECONOMICO} + w_2 * \text{CRITERIO AMBIENTALE} + w_3 * \text{CRITERIO SOCIALE}$$

Laddove w_n rappresenta i differenti pesi associati a ciascun criterio che a sua volta è composto da più indicatori, selezionati in accordo con la letteratura e le caratteristiche territoriali del contesto di riferimento.

3.2. Fase 2. Identificazione della scala territoriale

La scala territoriale deve essere scelta coerentemente con l'utilità finale dell'indice, per poter considerare gli aspetti rilevanti che determinano la resilienza urbana.

In particolare, quattro differenti scale territoriali possono essere individuate al variare degli obiettivi dell'analisi:

1. Scala di vicinato: può essere adottata se si intende conoscere la resilienza di un contesto ristretto, magari nelle valutazioni "ex ante" degli interventi di trasformazione urbana;
2. Scala urbana: è più ampia della precedente e può essere utile nelle valutazioni "ex ante", se devono essere realizzati servizi o infrastrutture che comprendono più quartieri o lotti urbani;
3. Scala della città: in caso di procedure di ranking o valutazioni che prevedono il confronto tra città può essere utile considerare l'intero sistema urbano presente;
4. Scala extra-urbana: è più ampia della precedente perché comprende più ambiti amministrativi e può supportare il monitoraggio del raggiungimento del livello di resilienza a scala maggiormente aggregata rispetto alle precedenti menzionate.

Nell'ambito delle decisioni di pianificazione urbana sostenibile, la scala del vicinato e quella urbana sono preferibili, in quanto maggiormente controllabili, analizzabili e conosciute dai decisori coinvolti nei processi di trasformazione urbana.

3.3. Fase 3. Identificazione delle caratteristiche più influenti e che connotano il concetto di resilienza nell'area considerata + struttura dell'AHP

Dopo aver scelto la scala territoriale da analizzare per la costruzione dell'indice di resilienza urbana, è necessario studiare e conoscere le caratteristiche che connotano la

scala considerata e che, allo stesso tempo, hanno relazioni e collegamenti con il grado di resilienza urbana. Leggibilità, robustezza, affidabilità, trasparenza e coerenza sono i criteri che guidano la scelta dei parametri che definiscono ciascun aspetto della resilienza. Di seguito (vedi Tab. 1) è riportata una lista di potenziali indicatori che rappresentano ciascun aspetto.

ASPETTO DELLA RESILIENZA URBANA	INDICATORE
Economico	<ul style="list-style-type: none"> • Trend dei prezzi di vendita/canoni di locazione del settore residenziale/ non residenziale • Volatilità dei prezzi di vendita/canoni di locazione del settore residenziale/ non residenziale • Numero medio di mesi per la vendita o locazione • Stato manutentivo •
Ambientale	<ul style="list-style-type: none"> • Tasso di consumo di suolo naturale • Temperatura media del suolo • Presenza di strutture verdi e blu • Livello di rischio sismico, di frane e alluvioni •
Sociale	<ul style="list-style-type: none"> • Numero di minori e anziani • Numero di giovani che non studiano e non lavorano • Numero di famiglie con bambini di 3 anni • Tasso di occupazione femminile/ maschile • Numero di fermate metro e bus •

Tab. 1 - Lista di possibili indicatori che costituiscono il sistema alla base della costruzione dell'indice di resilienza urbana. (fonte: propria elaborazione)

3.4. Fase 4. Raccolta dei dati

In questa fase si costruisce il database che raccoglie i valori degli indicatori a seconda della scala di misurazione che li caratterizza.

La scelta della scala territoriale incide su questa fase in quanto la disponibilità di dati, più o meno aggregati dalle fonti disponibili, è dettata da tale scelta.

La costruzione del database prevede quindi che per ciascuna unità territoriale che compone la scala considerata, si raccolgano i dati e le informazioni che afferiscono a ciascun indicatore. Questo passaggio è importante per creare un sistema di indicatori solido su cui basare la costruzione dell'indice.

3.5. Fase 5. Normalizzazione e analisi di correlazione

La comparazione ed aggregazione degli indicatori avviene previa normalizzazione dei dati raccolti, qualora compaiano differenti unità di misura. La tecnica di normalizzazione può influire sul risultato finale dell'indice, perciò deve essere scelta in maniera adeguata a seconda dell'obiettivo finale dell'analisi: dar maggior peso ai valori critici, restituire una visione globale o eliminare valori estremi che possono inficiare la valutazione sono tutti obiettivi a cui corrispondono specifiche tecniche di normalizzazione da adottare prima di aggregare gli indicatori [24].

Segue l'analisi di correlazione tra gli indicatori, per poter eliminare quelli maggiormente correlati ed evitare che fenomeni di ridondanza delle informazioni possano inficiare

la robustezza del risultato finale. Se dopo aver eliminato gli indicatori altamente correlati il numero è inferiore a 3 per ciascun aspetto della resilienza urbana, nuovi indicatori devono essere raccolti ed analizzati, altrimenti l'AHP non è utilizzabile.

3.6. Fase 6. Costruzione dei range d'intensità e determinazione dei relativi pesi locali

La distribuzione e variazione spaziale all'interno delle unità territoriali dei valori degli indicatori è presa in considerazione e valutata nella costruzione dell'indice attraverso i range d'intensità. Ciascuno di essi racchiude un range di valori osservabili negli indicatori; pertanto, le differenze possono così essere adeguatamente tenute in conto.

Ad ogni range corrisponde un peso locale, maggiore o minore, a seconda della relazione funzionale che l'indicatore ha con la resilienza urbana, in termini di peggioramento o miglioramento. La determinazione dei pesi locali avviene mediante la costruzione di matrici di confronto a coppie di ordine pari al numero di indicatori del set finale, per quanto riguarda la determinazione dei pesi locali degli indicatori, al numero di range d'intensità creati per ciascun indicatore per quanto riguarda i pesi dei range ed infine al numero di aspetti considerati per quanto riguarda il peso che ognuno di essi ha nella costruzione dell'indice di resilienza urbana. Al fine di ridurre la soggettività dei giudizi di preferenza espressi per ciascuna matrice di confronto a coppie da un panel di esperti opportunamente selezionati, il Rapporto di Consistenza viene determinato per ogni matrice effettuata. Se il suo valore è inferiore allo 0.1, la consistenza dei giudizi di preferenza è ottimale, diversamente, se superiore allo 0.1, è necessaria la revisione dei giudizi con il panel di esperti [25-26].

La trasformazione da giudizi di preferenza verbali a valori è effettuata mediante la scala di Saaty.

3.7. Fase 7. Determinazione dei pesi locali degli indicatori e degli aspetti della resilienza urbana

Il peso locale degli indicatori (livello 2) e degli aspetti della resilienza urbana (livello 1) è determinato mediante la formazione di matrici di confronto a coppie, così come per i range d'intensità. Il panel di esperti selezionato, pertanto, fornisce i giudizi di preferenza verbale che saranno trasformati mediante la scala di Saaty in valori la cui consistenza sarà verificata attraverso il Rapporto di Consistenza.

3.8. Fase 8. Aggregazione degli indicatori nell'indice e valutazione del livello di resilienza urbana della scala territoriale considerata

Considerando con $w_{i,j}$ il peso locale dell' i -esimo range di intensità relativo al j -esimo indicatore, con $w_{j,k}$ il peso locale dell' j -esimo indicatore che fa riferimento al k -esimo

aspetto e con w_k il quelli determinati dal confronto a coppie dei tre aspetti, l'aggregazione dell'indice di resilienza (IUR) è data dalla seguente formula:

$$IUR = [w_{i,1} * w_{1,1} * w_1] + [w_{i,2} * w_{1,2} * w_2] + \dots + [w_{i,j} * w_{j,k} * w_k] \quad (2)$$

L'indice di resilienza fa riferimento alle condizioni economiche, ambientali e sociali della scala territoriale adottata per la valutazione e si basa sull'insieme di indicatori che si riferiscono alle caratteristiche di un sistema urbano, pertanto può essere considerato un indice territoriale.

3.9. Fase 9. Analisi di sensitività e georeferenziazione dei risultati dell'indice

Per verificare la robustezza dell'indice di resilienza ottenuto, la modifica del gruppo gerarchico dei pesi locali dei parametri considerati nella struttura AHP, quali ad esempio gli indicatori dell'aspetto economico o quello relativo al range di intensità del j -esimo indicatore, potrebbero portare a migliorare i risultati e fare in modo che l'indice tenga conto del contributo reale di ciascun parametro [27, 28].

Per una rapida evidenza del valore dell'indice ottenuto per ciascuna delle scale territoriali considerate, un sistema informativo geografico accessibile online come "My Maps" fornito da Google, può aiutare gli utenti finali a visualizzare la distribuzione spaziale dell'indice in un formato georeferenziato sottoforma di mappa dei valori.

4. Conclusioni

Gli eventi esogeni e impreveduti recentemente avvenuti nell'ultimo decennio, come la crisi economica, il cambiamento climatico e la diffusione del covid-19, hanno evidenziato la fragilità e il basso profilo di resilienza dei sistemi urbani. Le strutture economiche, ambientali e sociali che sono alla base della complessità delle città definiscono il livello di resilienza e, quindi, la loro capacità di adattamento a molteplici stress e tensioni.

Gli approcci sistemici sembrano essere adeguati e coerenti con il concetto di resilienza urbana nella valutazione della resilienza del sistema urbano complesso, influenzato da diversi fattori interconnessi che devono essere considerati per una valutazione complessiva.

Nel contesto delineato, il presente lavoro è finalizzato alla definizione di una metodologia in grado di costruire un Indice di Resilienza Urbana (IUR) multicriteriale e spaziale che rappresenti la vulnerabilità di una determinata scala territoriale, in termini di multi-pericoli/eventi.

Il sistema multicriterio su cui si basa la costruzione dell'indice consente di tenere conto dei fattori più rilevanti degli aspetti economici, ambientali e sociali di un territorio che contribuiscono a incidere sul livello di resilienza.

Attraverso l'implementazione dell'AHP l'indice tiene conto di tutto l'effettivo contributo apportato da ciascun aspetto, indicatore e range di intensità che costituiscono il sistema di valutazione proposto da cui deriva, in termini di pesi locali. In particolare, nell'aspetto economico viene riconosciuto il ruolo chiave delle dinamiche del mercato immobiliare nella determinazione della resilienza.

In questo modo, il protocollo che prevede la costruzione del IUR può supportare i soggetti pubblici e privati nelle: i) decisioni di pianificazione urbana sostenibile, ii) processo di monitoraggio del raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030, iii) scoring e ranking procedura, iv) la composizione morfologica più resiliente dell'intervento urbano, v) la determinazione dei bilanci e dei relativi rischi che possono manifestarsi nel territorio considerato, vi) la sensibilizzazione al dibattito pubblico e al policy-making.

Gli sviluppi futuri riguarderanno l'applicazione della metodologia proposta ad un caso studio reale, verificando i risultati ottenibili con l'implementazione di altre tecniche di valutazione [29-31].

Bibliografia

- [1] Dixon J. A., Fallon L. A.: *The concept of sustainability: origins, extensions, and usefulness for policy*. In: Society & Natural Resources, vol. 2(1), pp. 73 - 84, 1989
- [2] Spindler E. A.: *The history of sustainability the origins and effects of a popular concept*. In: Sustainability in tourism, pp. 9 - 31. Springer Gabler, Wiesbaden, 2013
- [3] Wade N.: *Edward Goldsmith: Blueprint for a de-industrialized society*. Science, vol.191(4224), pp. 270 - 272, 1976
- [4] Purvis B., Mao Y., Robinson D.: *Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins*. In: Sustainability science, vol.14(3), pp. 681 - 695, 2019
- [5] Calabrò F., Iannone L., Pellicanò R.: *The historical and environmental heritage for the attractiveness of cities. The case of the umbertine forts of Pentimele in Reggio Calabria, Italy*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: New Metropolitan Perspectives, pp. 1990 - 2000. Springer, Cham, 2020
- [6] Spampinato G., Malerba A., Calabrò F., Bernardo C., Musarella C.: *Cork oak forest spatial valuation toward post carbon city by CO₂ sequestration*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: New Metropolitan Perspectives, pp. 1321-1331. Springer, Cham, 2020
- [7] Massimo D. E., Del Giudice V., De Paola P., Forte F., Musolino M., Malerba A.: *Geographically weighted regression for the post carbon city and real estate market analysis: a case study*. In: International Symposium on New Metropolitan Perspectives, pp. 142 - 149. Springer, Cham, 2018
- [8] Del Giudice V., Massimo, D. E., De Paola P., Del Giudice F. P., Musolino M.: *Green buildings for post carbon city: Determining market premium using spline smoothing semiparametric method*. In: International Symposium on New Metropolitan Perspectives, pp. 1227 - 1236. Springer, Cham, 2020
- [9] Della Spina L., Giorno C., Galati Casmiro R.: *Bottom-up processes for culture-led urban regeneration scenarios*. In: International Conference on Computational Science and Its Applications, pp. 93 - 107. Springer, Cham, 2019
- [10] Della Spina L.: *Cultural heritage: A hybrid framework for ranking adaptive reuse strategies*. In: Buildings, vol.11(3), p.132, 2021
- [11] Index C. R.: *City resilience framework*. The Rockefeller Foundation and ARUP, p. 928, 2014
- [12] Brooks N., Adger W. N., Kelly P. M.: *The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation*. In: Global environmental change, vol.15(2), pp. 151 - 163, 2005
- [13] Schipper E. L. F., Langston L.: *A comparative overview of resilience measurement frameworks*. Analyzing Indicators and Approaches, p. 422. Overseas Development Institute: London, UK, 2015
- [14] Parris T. M., Kates R. W.: *Characterizing and measuring sustainable development*. In: Annual Review of environment and resources, vol. 28(1), pp. 559 - 586, 2003
- [15] Fleischhauer M.: *The role of spatial planning in strengthening urban resilience*. In: Resilience of Cities to Terrorist and other Threats, pp. 273 - 298. Springer, Dordrecht, 2008
- [16] Frazier T. G., Thompson C. M., Dezzani R. J., Butsick D.: *Spatial and temporal quantification of resilience at the community scale*. In: Applied Geography, n. 42, pp. 95 - 107, 2013
- [17] Joerin J., Shaw R., Takeuchi Y., Krishnamurthy R.: *Action-oriented resilience assessment of communities in Chennai, India*. In: Environmental Hazards, vol. 11(3), pp. 226 - 241, 2012
- [18] Antonucci V., Marella G.: *Small town resilience: Housing market crisis and urban density in Italy*. In: Land Use Policy, n. 59, pp. 580 - 588, 2016
- [19] Sharifi A., Chelleri L., Fox-Lent C., Grafakos S., Pathak M., Olazabal M., Yamagata Y.: *Conceptualizing dimensions and characteristics of urban resilience: Insights from a co-design process*. In: Sustainability, vol. 9(6), p. 1032, 2017
- [20] Meerow S., Newell J. P., Stults M.: *Defining urban resilience: A review*. In: Landscape and urban planning, n. 147, pp. 38 - 49, 2016
- [21] Morano P., Tajani F., Anelli D.: *Urban planning decisions: An evaluation support model for natural soil surface saving policies and the enhancement of properties in disuse*. Property Management, 2020
- [22] Della Spina L., Calabrò F., Rugolo A.: *Social Housing: An Appraisal Model of the Economic Benefits in Urban Regeneration Programs*. In: Sustainability, vol. 12(2), p. 609, 2020
- [23] Tian C., Peng X., Zhang X.: *COVID-19 Pandemic, Urban Resilience and Real Estate Prices: The Experience of Cities in the Yangtze River Delta in China*. In: Land, vol. 10(9), p. 960, 2021
- [24] Joint Research Centre-European Commission: *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. OECD publishing, 2008
- [25] Schoenherr T., Tummala V. R., Harrison T. P.: *Assessing supply chain risks with the analytic hierarchy process: Providing decision support for the offshoring decision by a US manufacturing company*. In: Journal of purchasing and supply management, vol. 14(2), pp. 100 - 111, 2008
- [26] Saaty T. L.: *The analytic hierarchy process: Decision making in complex environments*. In: Quantitative Assessment in Arms Control, pp. 285 - 308. Springer, Boston, MA, 1984
- [27] Orenco P. M., Fujii M.: *A localized disaster-resilience index to assess coastal communities based on an analytic hierarchy process (AHP)*. In: International Journal of Disaster Risk Reduction, n. 3, pp. 62 - 75, 2013
- [28] Chakhar S., Martel J. M.: *Enhancing geographical information systems capabilities with multi-criteria evaluation functions*. In: Journal of geographic information and decision analysis, vol. 7(2), pp. 47 - 71, 2003
- [29] Anelli D., Sica F.: *The financial feasibility analysis of urban transformation projects: an application of a quick assessment model*. In: International Symposium on New Metropolitan Perspectives, pp. 462 - 474. Springer, Cham, 2020

Rigenerazione Urbana, PPP, Smart Cities

[30] Locurcio M., Tajani F., Morano P., Anelli D.: *A multi-criteria decision analysis for the assessment of the real estate credit risks*. In: *Appraisal and Valuation*, pp. 327-337. Springer, Cham, 2021

[31] Morano P., Tajani F., Anelli D.: *Urban planning variants: A model for the division of the activated "plusvalue" between public and private subjects*. In: *Valori e Valutazioni*, n. 28, 2021

