



UNIVERSITÀ
DI TRENTO

www.xydigitale.it

Year XI, January - June 2026
Anno XI, Gennaio - Giugno 2026

*Critical review of studies
on the representation
of architecture
and use of the image
in science and art*

*Rassegna critica di studi
sulla rappresentazione
dell'architettura
e sull'uso dell'immagine
nella scienza e nell'arte*

17

**ARTIFICIAL
EXAPTATION**

**EXATTAMENTO
ARTIFICIALE**

Cover. *Exaptation as a logic of resignification*, image synthetically generated by

Le Chat (Mistral AI), 2026. © Fabrizio Gay.

Charles Darwin in a natural history museum of artefacts, surrounded by genealogies of technical artefacts in evolutionary order, under Steampunk chandeliers; the image offers a visual interpretation of the concept of artificial exaptation, where objects and tools are reused and given new meaning in new functional contexts.

In copertina. *L'exattamento come logica di risignificazione*, immagine generata sinteticamente da

Le Chat (Mistral AI), 2026. © Fabrizio Gay.

Charles Darwin in un museo di storia naturale degli artefatti, circondato da genealogie di artefatti tecnici in ordine evolutivo, sotto lampadari Steampunk; l'immagine offre un'interpretazione visiva del concetto di exattamento artificiale, dove oggetti e strumenti vengono riutilizzati e risignificati in nuovi contesti funzionali.

XY: rassegna critica di studi sulla rappresentazione dell'architettura e sull'uso dell'immagine nella scienza e nell'arte = Critical review of studies on the representation of architecture and use of the image in science and art – A. 11, n. 17 (gen.-giu. 2026) = Y. 11, no. 17 (Jan.-Jun. 2026)

Trento: Università degli Studi di Trento; 2016 - . - v. : ill.; 30 cm. – Semestrale

ISSN (online): 2499-8346

ISBN (online): 978-88-5541-176-9

DOI: <http://dx.doi.org/10.15168/xy.v11i17>

Università degli Studi di Trento
via Calepina, 14 - 38122 Trento
tel. +39 0461 283016 - 281722
casaeditrice@unitn.it

© 2026 the Authors / le Autrici e gli Autori



Except where otherwise noted, contents on this journal are licensed with a
Creative Commons Attribution – Share Alike 4.0 International License

Eccetto ove diversamente specificato, i contenuti della rivista sono rilasciati con
Licenza Creative Commons Attribuzione – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

Cover. Exaptation as a logic of resignification, image synthetically generated by Le Chat (Mistral AI), 2026. © Fabrizio Gay.
Charles Darwin in a natural history museum of artefacts, surrounded by genealogies of technical artefacts in evolutionary order, under Steampunk chandeliers; the image offers a visual interpretation of the concept of artificial exaptation, where objects and tools are reused and given new meaning in new functional contexts.

In copertina. L'exattamento come logica di risignificazione, immagine generata sinteticamente da Le Chat (Mistral AI), 2026. © Fabrizio Gay.
Charles Darwin in un museo di storia naturale degli artefatti, circondato da genealogie di artefatti tecnici in ordine evolutivo, sotto lampadari Steampunk; l'immagine offre un'interpretazione visiva del concetto di exattamento artificiale, dove oggetti e strumenti vengono riutilizzati e risignificati in nuovi contesti funzionali.

XY: rassegna critica di studi sulla rappresentazione dell'architettura e sull'uso dell'immagine nella scienza e nell'arte = Critical review of studies on the representation of architecture and use of the image in science and art – A. 11, n. 17 (gen.-giu. 2026) = Y. 11, no. 17 (Jan.-Jun. 2026)
Trento: Università degli Studi di Trento; 2016 - . - v. : ill.; 30 cm. – Semestrale
ISSN (online): 2499-8346

ISBN (online): 978-88-5541-176-9
DOI: <http://dx.doi.org/10.15168/xy.v11i17>

Università degli Studi di Trento
via Calepina, 14 - 38122 Trento
tel. +39 0461 283016 - 281722
casaeditrice@unitn.it



Except where otherwise noted, contents on this journal are licensed with a Creative Commons Attribution – Share Alike 4.0 International License
Eccetto ove diversamente specificato, i contenuti della rivista sono rilasciati con Licenza Creative Commons Attribuzione – Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

Contents / Indice		
4	Edoardo Dotto Francesco Maggio	Editorial. An Other Intelligence Editoriale. Un'altra intelligenza
8	Fabrizio Gay	Techno-Aesthetic Exaptation: A Letter on Drawing from 2051 Exaptation tecno-estetica: una lettera sul disegno dal 2051
40	Irene Cazzaro	Exaptation as a Criterion for Modelling Complex Ecosystems. The Case of the Venice Lagoon / Exaptation come criterio per la modellazione di ecosistemi complessi. Il caso della laguna di Venezia
60	Michela Rossi Sara Conte Cecilia Santacroce Giorgio Buratti	Italo Calvino's Algorithms in Representing the DNA of Urban Complexity Gli algoritmi di Italo Calvino e la rappresentazione del DNA della complessità urbana
78	Cesare Battelli	From Traces to the Mythopoietic Co-Optation of AI Dalle tracce alla co-optazione mitopoietica dell'IA
98	Angela Cicala	Text-to-Form: Artificial Exaptation in Algorithmic Design Text-to-form: exaptation artificiale nella progettazione algoritmica
116	Paola Raffa	Ordered Fragments. From Forms to Form: A Conversation with Demetrio Di Grado / Frammenti ordinati. Dalle forme alla forma: colloquio con Demetrio Di Grado
130	Roberto de Rubertis	Notes on a Similarity Note su una somiglianza

Italo Calvino's Algorithms in Representing the DNA of Urban Complexity

Michela Rossi, Sara Conte, Cecilia Santacroce, Giorgio Buratti



The reference to natural models has historically guided creative processes as the result of reinterpreting structures and principles observed in reality. Over time, imitation has evolved from formal reproduction, to the application of mechanical principles, and ultimately to the assimilation of the complexity of biological processes in the design of responsive systems. With the advancement of scientific knowledge, attention has shifted from the aesthetics of form (eurhythmy), to the relationships between parts (*concinntas*), to processes of adaptation and transformation (evolution), and finally to the interaction among factors within complex systems (interaction). Within this trajectory lies the concept of exaptation, understood as the reuse and reconfiguration of pre-existing elements in new functional contexts. The city itself can be interpreted as a complex evolutionary system, in which relationships, conflicts, events, and transformations accumulate over time, contributing to the definition of the *genius loci* as the result of the recombination of heterogeneous elements. In the combinatorial structure of *Invisible Cities*, Italo Calvino constructs a narrative device in which the city emerges as the outcome of permutations of material and immaterial components, representing urban complexity through an open system of relationships and meanings. In this context, generative AI tools make it possible to translate textual descriptions into visual representations, making explicit the constitutive elements of Calvino's cities and enabling their recombination according to formal and semantic logics. Building on these premises, the research proposes an operational model of exaptation, in which generated visual configurations are analyzed through automated recognition techniques in order to identify recurring urban elements, both physical and immaterial. These elements are then related to institutional indicator systems for the evaluation of urban well-being, thus establishing a bridge between unstructured data and consolidated quantitative metrics. The objective is to develop a hybrid system capable of translating visual signals into proxies interpretable as indicators of urban quality, contributing to the definition of innovative tools for the analysis and representation of the complexity of contemporary cities¹.

Keywords: urban analysis, urban wellness, visual proxy.

1. Introduction. Reading the City

The invitation to reconsider Roberto de Rubertis' reflections on the evolution of architecture as the result of the interaction of contingent and accidental environmental factors, rather than of a predetermined design (de Rubertis 2012), in relation to the new frontiers opened by Artificial Intelligence, sheds new light on the validity of the natural model as the primary source of inspiration for architecture. The biological analogy, together with the mechanisms governing evolution through the hereditary transmission of traits, effectively interprets the evidence of phenomena and conditions of pseudo-exaptation that characterize the transformations accompanying the life of architecture, and particularly that of the contemporary city, understood as a complex system in unstable equilibrium, resulting from the continuous interaction of multiple and constantly changing factors.

The enduring relevance of the classical myth of nature as a model finds further confirmation when considered alongside the power of mathematics and its ability to provide answers to any problem by developing models (Penrose 2005) consistent with the scientific knowledge of a given historical period. Today, within this biological perspective, it is therefore inevitable to associate the city – which has progressively lost the regular form of an urban layout designed according to principles of order and symmetry – with the new patterns of chaotic systems and the matrices of cybernetics. Throughout the centuries, following the refinement of the natural and mathematical sciences, imitation has evolved from the geometries of lower organisms employed in ornamentation, to the structural and mechanical principles of skeletons, and finally to the complexity of biological processes inspiring the design of responsive systems. Consequently, attention has shift-

1. Section 1 was written by Michela Rossi, sections 2 and 3 by Sara Conte, section 4 by Cecilia Santacroce, section 5 by Giorgio Buratti, and the conclusions were co-authored.



Gli algoritmi di Italo Calvino e la rappresentazione del DNA della complessità urbana

Michela Rossi, Sara Conte, Cecilia Santacroce, Giorgio Buratti

Il riferimento al modello naturale ha storicamente orientato i processi creativi come esito della reinterpretazione di strutture e principi osservati nella realtà. Nel tempo, l'imitazione si è evoluta dalla riproduzione formale, all'applicazione dei principi meccanici, fino all'assimilazione della complessità dei processi biologici nella progettazione di sistemi responsivi. Con il progresso della conoscenza scientifica, l'attenzione si è spostata dall'estetica delle forme (euritmia), alle relazioni tra le parti (*concinntas*), ai processi di adattamento e trasformazione (evoluzione), fino all'interazione tra fattori nei sistemi complessi (interazione). In questa traiettoria si inserisce il concetto di exattamento, inteso come riuso e riconfigurazione di elementi preesistenti in nuovi contesti funzionali. Anche la città può essere interpretata come un sistema evolutivo complesso, nel quale si stratificano nel tempo relazioni, conflitti, eventi e trasformazioni che contribuiscono a definire il *genius loci* come risultato della ricombinazione di elementi eterogenei. Nella struttura combinatoria de *Le città invisibili*, Italo Calvino costruisce un dispositivo narrativo in cui la città emerge come esito di permutazioni di componenti materiali e immateriali, restituendo la complessità urbana attraverso un sistema aperto di relazioni e significati. In questo contesto, gli strumenti di AI generativa consentono di tradurre le descrizioni testuali in rappresentazioni visive, rendendo espliciti gli elementi costitutivi delle città calviniane e permettendone la ricombinazione secondo logiche formali e semantiche. A partire da tali presupposti, la ricerca propone un modello di “exattamento operativo”, nel quale le configurazioni visive generate vengono analizzate tramite tecniche di riconoscimento automatico al fine di individuare ricorrenze di elementi urbani, sia fisici sia immateriali. Tali elementi vengono poi messi in relazione con sistemi di indicatori istituzionali per la valutazione del benessere urbano, costruendo un ponte tra dati non strutturati e metriche quantitative consolidate. L'obiettivo è sviluppare un sistema ibrido capace di tradurre segnali visivi in *proxy* interpretabili come indicatori di qualità urbana, contribuendo alla definizione di strumenti innovativi per l'analisi e la rappresentazione della complessità delle città contemporanee¹.

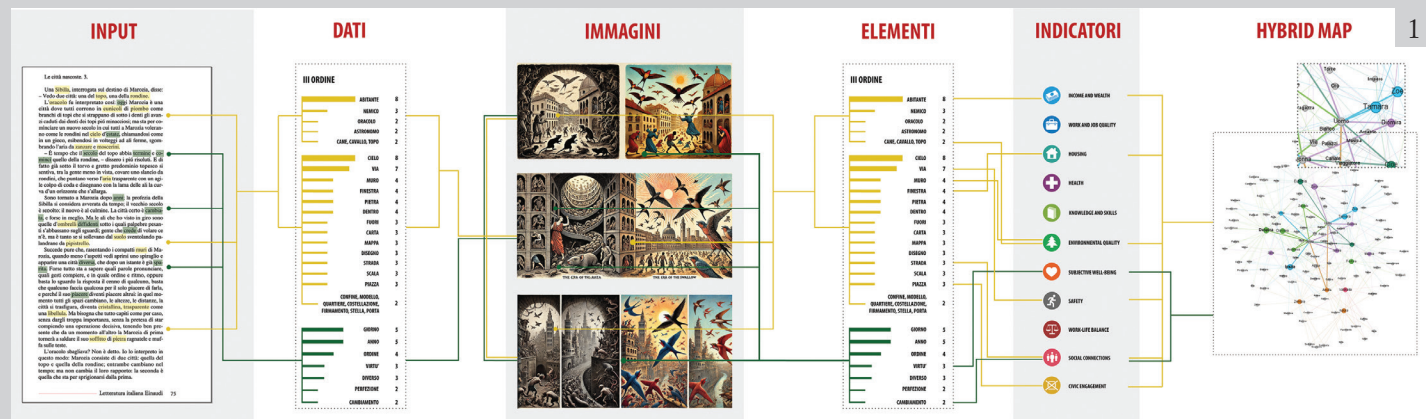
Parole chiave: analisi urbana, benessere urbano, *proxy* visivi.

1. Introduzione. Leggere la città

L'invito a riprendere le riflessioni di Roberto de Rubertis sull'evoluzione dell'architettura come risultato dell'interazione di una serie di fattori ambientali contingenti e accidentali, piuttosto che da un disegno preordinato (de Rubertis 2012), in relazione alle frontiere aperte dall'intelligenza artificiale, mette in nuova luce la validità del modello naturale come prima ispirazione dell'architettura. Il riferimento biologico e il parallelo con i meccanismi che mediano l'evoluzione con la trasmissione ereditaria dei caratteri, ben si adattano infatti all'evidenza di fenomeni e condizioni di pseudo-esattamento nelle trasformazioni che accompagnano la vita dell'architettura e in particolare quella della città contemporanea, sistema complesso in equilibrio instabile, risultato delle azioni e reazioni di fattori molteplici e mutevoli. La millenaria attualità del mito classico del riferimento alla natura trova una conferma in pa-

rallelo con la grandezza della matematica e della sua capacità di dare una risposta a qualsiasi problema, sviluppando modelli (Penrose 2005) adeguati alle conoscenze scientifiche dell'epoca. Così oggi è inevitabile associare, nel riferimento biologico, la città, che ha perso la forma regolare di un impianto disegnato secondo regole di ordine e simmetria, ai nuovi pattern dei sistemi caotici e alle matrici della cibernetica. Lungo i secoli, assecondando l'affinamento delle scienze naturali e matematiche, l'imitazione è passata dalle geometrie degli organismi inferiori nell'ornamento, ai principi strutturali e meccanici degli scheletri, alla complessità dei processi biologici nel design di sistemi responsivi. L'attenzione si è spostata dai fattori formali di “euritmia” e *concinntas*, all'estetica decostruttivista, fatta di adattamento e trasformazione, secondo un'interazione di fattori come nei sistemi complessi (Rossi 2020). Oggi che la sfida del progetto, d'architettura in senso lato e

1. Giorgio Buratti ha redatto il paragrafo 5, Sara Conte i paragrafi 2 e 3, Michela Rossi il paragrafo 1, Cecilia Santacroce il paragrafo 4; le conclusioni sono state scritte congiuntamente.



ed from the formal principles of ‘eurhythmia’ and *concinntitas* to a deconstructivist aesthetics based on adaptation and transformation, according to the interaction of multiple factors characteristic of complex systems (Rossi 2020). Today, as the challenge of architectural design – understood in its broadest and multiscale sense – primarily concerns strategies for rebalancing human habitation, from territorial systems to the domestic microcosm, the development of Artificial Intelligence complements and responds to the need to manage the complex systems from which *Chaos Theory* itself emerged. The city is the most significant of these systems, and concerns us on several levels:

- directly, because today it accommodates more than half of the world’s population; this percentage has doubled over the last fifty years and is expected to approach 70% within the next twenty-five years²;
- ecologically, because of its fundamental role in maintaining the environmental balance of the planet, whose long-term fragility is now widely acknowledged.

The city, which connects the territorial dimension with the house – the elementary cell of the individual within the basic social structure – was originally conceived according to the precise rules of an ordered design based on symmetry. As it expanded, however, it adapted to historical contingencies that generated new forms because they responded to different, yet equally natural, laws. Like every living organism, the city has grown and evolved according to efficient models that have survived processes of natural selection, gradually accumulating contacts, conflicts, historical events, political

and climatic changes, cultures and customs within the enduring traces of the *genius loci* (Norberg-Schulz 1979). Here, heterogeneous elements are arbitrarily recombined, much like amino acid sequences within the DNA of living organisms. Managing urban development appropriately, while pursuing a sustainable balance between human and environmental needs, therefore requires the refinement of new methods of survey, analysis, and representation of the factors involved through the continuous advancement of digital technologies.

If Artificial Intelligence represents the new frontier, reflecting on the city inevitably leads to Italo Calvino and the suggestions generated by *Invisible Cities*, where urban complexity is described as the result of the interaction between material and immaterial factors and their effects on the dynamics of the built environment. The sophisticated mathematical structure through which the author organizes a seemingly random succession of 55 cities, grouped into 11 thematic categories, conceals the repeated recombination of heterogeneous elements within a cybernetic system that starts from a rhetorical representation of urban complexity, ranging from the relationship between the city and its environment to interpersonal relationships, and finally to the contradictions generated by human behaviour and social customs (Conte, Rossi 2026). Rhetorical figures and symbolic references open multiple interpretative possibilities, while the combinatorial nature of the narrative structure allows these elements to be reorganized freely, much like the amino acids of an artificial protein, within a cyclical narrative lacking both beginning and

2. ONU, *World Urbanization Prospects. The 2018 Revision*, <https://population.un.org/wup/assets/WUP2018-Report.pdf> (last access 1/5/2026).

Figure 1
Methodological framework of the research. Graphic processing by Sara Conte and Cecilia Santacroce.

2. ONU, *World Urbanization Prospects. The 2018 Revision*, <https://population.un.org/wup/assets/WUP2018-Report.pdf> (ultima consultazione 1/5/2026).

multiscala, riguarda soprattutto le strategie di riequilibrio dell’abitare, dal territorio al microcosmo domestico, lo sviluppo dell’AI si affianca e risponde alle necessità di gestire i sistemi complessi da cui si è sviluppata la *Teoria del Caos*. La città è il più significativo e ci riguarda su più livelli:

- in termini diretti perché oggi coinvolge oltre la metà della popolazione mondiale, la percentuale è raddoppiata in 50 anni e si prevede che arrivi a sfiorare il 70% tra meno di 25²;
- in termini ecologici, ovvero in relazione all’equilibrio ambientale del pianeta, perché oggi sappiamo bene quanto sia delicato nel lungo periodo. La città, che connette la dimensione territoriale alla casa – cellula minima dell’individuo nella sua aggregazione sociale di base – è nata seguendo le regole precise di un disegno ordinato secondo regole di simmetria, crescendo si è adattata a contingenze che hanno imposto altre forme, perché rispondono ad altre leggi e sono sempre leggi naturali. Come gli altri organismi viventi, anche la città è cresciuta e si è sviluppata secondo modelli efficienti, che nel tempo hanno superato processi di selezione naturale, sedimentando contatti, conflitti, avvenimenti, cambiamenti politici e climatici, culture e costumi nei segni indelebili del *genius loci* (Norberg-Schultz 1980), nel quale si ricombinano arbitrariamente elementi diversi, come le combinazioni di aminoacidi nei geni del DNA dei viventi. Gestire in modo corretto lo sviluppo urbano, perseguendo un equilibrio sostenibile tra necessità umane e ambientali è una priorità che richiede di affinare nuovi strumenti di rilievo, analisi e rappresentazione dei fattori coinvolti attraverso il perfezionamento degli strumenti che ci offre l’evoluzione delle tecnologie digitali. Se la nuova frontiera è l’AI, pensando alla città non possiamo che pensare a Italo Calvino e alle suggestioni che è stato capace di innescare con *Le città invisibili*, che raccontano la complessità urbana come il risultato di un assortimento di fattori materiali e immateriali e dei loro effetti sulla dinamica del costruito. L’articolata struttura matematica con cui l’autore organizza una successione solo apparentemente casuale di 55 città associate in 11 gruppi tematici nasconde la ricombinazione ripetitiva di elementi eterogenei in un sistema cibernetico che

Figura 1
Immagine di sintesi della metodologia adottata. Elaborazione a cura di Sara Conte e Cecilia Santacroce.

parte da una rappresentazione retorica della complessità urbana, spaziando dal rapporto con l’ambiente alle relazioni tra individui, sino alle contraddizioni derivate dal comportamento e dai costumi sociali (Conte, Rossi 2026). Figure retoriche e riferimenti simbolici lasciano spazio a molteplici chiavi di lettura, che la natura combinatoria della struttura permette di riordinare a piacere, come gli aminoacidi di una proteina artificiale, in un racconto ciclico, senza un inizio e una fine, incentrato sulla simmetria rispetto alle distinte fasi del progetto (Conte, Rossi 2025). Applicando i presupposti matematici della cibernetica, che a sua volta si basa sui concetti linguistici della parola che anima il linguaggio naturale, il racconto diventa una rappresentazione analoga a quello dei meccanismi linguistico-matematici sui quali si fonda l’architettura dei sistemi di intelligenza artificiale. Gli stessi strumenti di AI che si sono dimostrati capaci di tradurre in immagini anche i significati astratti e mediati della rappresentazione che Calvino offre della città contemporanea con forme poetiche del linguaggio naturale, permettono di selezionarne i “geni” e di ricomporli secondo innumerevoli figurazioni traducendo in immagini visibili agli occhi i significati dell’accostamento disordinato di segni eterogenei (Rossi, Buratti, Conte et al. 2025). Così, una sperimentazione nata quasi per gioco, ma rivelatasi ricca di serendipità, ha suggerito l’ipotesi di modellare una struttura di dati in un sistema in grado di quantificare in modo matematico la qualità percettiva dello spazio urbano, determinata dalla interazione di innumerevoli fattori della complessità urbana come percorso inverso del *text-to-image*.

2. Metodologia. Dal processo validato allo sviluppo della ricerca

La ricerca proposta si articola con un processo metodologico che mette in relazione linguaggio testuale, rappresentazione visiva e struttura dati (fig. 1). Tale processo si sviluppa in due fasi distinte: una prima fase, già sperimentata e validata, che conduce dalla parola all’immagine (Conte, Rossi 2026) e una seconda fase, attualmente in corso di definizione, che propone un percorso inverso, dall’immagine al dato, finalizzato alla costruzione di indicatori di qualità urbana proposti

end and organized around the distinct phases of the design process (Conte, Rossi 2025). By applying the mathematical principles of cybernetics – which are themselves grounded in the linguistic mechanisms of natural language – the narrative becomes structurally analogous to the linguistic-mathematical mechanisms underlying the architecture of Artificial Intelligence systems. The same AI tools that have demonstrated the ability to translate into images the abstract and mediated meanings through which Calvino represents the contemporary city using the poetic forms of natural language also make it possible to isolate its ‘genes’ and recombine them into countless visual configurations, translating into visible images the meanings emerging from the apparently disordered juxtaposition of heterogeneous signs (Rossi, Buratti, Conte et al. 2025). Thus, an experiment that originated almost playfully, yet proved remarkably rich in serendipitous outcomes, suggested the hypothesis of modelling a data structure capable of mathematically quantifying the perceptual quality of urban space, understood as the result of the interaction of the innumerable factors that constitute urban complexity, through a process that reverses the conventional text-to-image paradigm.

2. Methodology. From a Validated Process to the Development of the Research

The proposed research is articulated through a methodological process that establishes a relationship between textual language, visual representation, and data structure (fig. 1). The process develops through two distinct phases: a first phase, already tested and validated, which proceeds from word to image (Conte, Rossi 2026), and a second phase, currently under development, which proposes the reverse path – from image to data – with the aim of constructing urban quality indicators presented through a dynamic, multi-layered infographic system. The first phase starts from the analysis of *Invisible Cities* by Italo Calvino, considered as a complex linguistic system capable of describing the city through a network of relationships between material and immaterial elements. Through the decomposition of the text, recurring elements – including words, adjectives, and dominant se-

mantic fields – were identified and subsequently organised into thematic clusters (first-, second-, and third-order categories). This process enabled the construction of a structured urban vocabulary, in which words assume the role of descriptive units representing the characteristics of the city. These elements were translated into a database organised according to orders, categories, and attributes. On the one hand, this database constituted the basis for developing prompts addressed to text-to-image generation systems; on the other, it revealed a possible organisation of the 55 cities into clusters that can be related to the different phases of the design process. The formalisation of natural language (the literary text) into structured inputs (the database) made it possible to control the generative process and to obtain images consistent with the semantic contents of the original text. The resulting images represent the outcome of a translation from verbal to visual language, in which the literary description is reinterpreted through Artificial Intelligence models capable of rendering both the material and the symbolic dimensions of the city.

Building upon these initial results, the research now moves towards a second phase, currently under development, which proposes a reversal of the process: no longer from word to image, but from visual representation to information extraction. The objective is to verify whether, and to what extent, images of real cities and urban contexts can be analysed in order to extract significant elements that can be associated with and compared to established indicators of urban quality and well-being.

Within this perspective, the real image of the city becomes an informational device capable of synthesising the complexity of urban dynamics into a visual representation. Through a systematic reading of urban images, it becomes possible to identify recurring meaningful elements by distinguishing between physical components – such as urban morphology, density, the relationship between built and open spaces, the presence of public open spaces, and infrastructures – and immaterial components, including the perception of order, accessibility, vitality, and the quality of public space.

The elements recognised by Artificial Intel-

Figure 2
AI-generated images of the 55 invisible cities by Italo Calvino, produced from the original text (ROSSI, CONTE 2025, p. 497).



Figura 2
Immagini delle 55 città invisibili di Italo Calvino generate dalla rielaborazione del testo originale (ROSSI, CONTE 2025, p. 497).

in una veste infografica dinamica e multilivello. La prima fase prende avvio dall’analisi del testo de *Le città invisibili* di Italo Calvino, considerato come sistema linguistico complesso capace di descrivere la città attraverso un insieme di relazioni tra elementi materiali e immateriali. Attraverso la scomposizione dei brani, sono state individuate delle ricorrenze (parole, aggettivazioni e campi semantici dominanti), a loro volta organizzati in *cluster* tematici (I, II, III ordine), che hanno consentito la costruzione di un vocabolario urbano strutturato, in cui le parole assumono il ruolo di unità descrittive dei caratteri della città. Tali elementi sono stati tradotti in un database organizzato per ordini,

categorie e attributi, che ha costituito, da una parte, la base per la realizzazione dei *prompt* destinati ai sistemi di generazione *text-to-image*, dall’altra ha evidenziato la possibile organizzazione delle 55 città in *cluster* relazionabili con le diverse fasi del progetto. La formalizzazione del linguaggio naturale (testo letterario) in *input* strutturati (database) ha permesso di controllare il processo generativo e di ottenere immagini coerenti con i contenuti semantici del testo. Le immagini prodotte sono l’esito di una traduzione dal linguaggio verbale al linguaggio visivo, in cui la descrizione letteraria viene reinterpretata attraverso modelli di intelligenza artificiale, capaci di restituire sia gli aspetti materiali sia quelli simbolici della città. A partire da questi primi risultati ottenuti, la ricerca si avvia verso una seconda fase in corso di elaborazione, che propone un’inversione del processo: non più dalla parola all’immagine, ma dalla rappresentazione visuale alla selezione di informazioni. L’obiettivo è verificare se e in che misura sia possibile analizzare immagini di città e contesti urbani reali, per estrarre elementi significativi riconducibili e confrontabili con indicatori consolidati di qualità e benessere urbano. In questa prospettiva, l’immagine reale della città diventa un dispositivo informativo capace di condensare in forma sintetica la complessità delle dinamiche urbane; attraverso una lettura sistematica delle immagini reali è così possibile individuare elementi significativi ricorrenti, distinguendo tra componenti fisiche (morfologia urbana, densità, relazioni tra lo spazio costruito e il vuoto, presenza di spazi aperti, infrastrutture) e componenti immateriali (percezione di ordine, accessibilità, vitalità, qualità dello spazio pubblico).

Gli elementi riconosciuti da sistemi di intelligenza artificiale vengono quindi tradotti in variabili descrittive, qualitative e, ove possibile, quantitative. Questo passaggio consente di costruire un secondo livello di dati, derivato direttamente dall’osservazione visiva e integrato con sistemi di indicatori consolidati, da enti istituzionali per la valutazione del benessere urbano, che rende confrontabili le immagini tra loro e con altri sistemi di analisi urbana.

Il modello esplorativo sperimentale si muove per “exattamento” a partire dall’analisi condotta sulla generazione di immagini dal testo

ligence systems are subsequently translated into descriptive variables, both qualitative and, where possible, quantitative. This step makes it possible to construct a second level of data derived directly from visual observation and integrated with consolidated indicator systems developed by institutional organisations for the assessment of urban well-being, thereby enabling comparisons both among images themselves and with other systems of urban analysis. The proposed exploratory model develops through a process of exaptation, starting from the analysis conducted on the generation of images from Calvino's text (fig. 2), considering these images as useful devices for investigating the characteristics of cities. The underlying hypothesis is that, although generated from literary descriptions, these images are capable of condensing elements related both to the physical and to the immaterial dimensions of urban space. Starting from these images, the method proposes a process of reading and decomposition aimed at extracting meaningful elements, organised into two main domains: physical elements and immaterial elements. These extracted components are subsequently systematised through a process of classification and grouping, making it possible to define an initial set of indicators derived from visual observation rather than from predefined statistical data.

Words and concepts assume the role of semantic mediators, contributing to the definition of the indicators themselves. The outcome of this phase is the construction of a system of qualitative indicators capable of describing urban quality through categories emerging from the relationship between text and image. The second phase applies the indicator system developed during the exploratory stage to images of real cities in order to verify both its validity and its transferability. In this stage, the analysis of real urban images follows a process analogous to that previously tested on AI-generated images, based on the identification and coding of physical and immaterial elements. Unlike the previous phase, however, this analysis is integrated with established indicator systems, such as those developed by Eurostat and other institutional organisations for the assessment of urban well-being.

The objective is to establish a correspondence between:

- qualitative indicators derived from the image, expressing a visual and perceptual reading of the city;
 - institutional quantitative indicators, based on statistical data and standardised measurements.
- This integration process makes it possible to relate two complementary forms of knowledge: on the one hand, a synthetic, immediate, and visually accessible reading of the city; on the other, a complex analytical structure that is often difficult to interpret.

3. From *Invisible Cities* to the Interpretation of Urban Qualities

Within the broader reflections on the well-being of the contemporary city, urban well-being is frequently associated with a set of measurable parameters that, in defining urban spaces and living conditions, contribute to determining quality of life and urban well-being. Such an approach, however, tends to overlook a range of less tangible – and sometimes difficult to formalize – factors that significantly influence the livability of places. These dimensions emerge in *Invisible Cities* by Italo Calvino, where, through an elaborate system of metaphors and rhetorical constructions, the characteristics, contradictions, and critical issues of imaginary cities are brought to light, while ultimately referring to real urban conditions. Within Calvino's reflections on urban complexity, the city is interpreted as the outcome of a unique combination of material and immaterial factors: built forms, memories, uses, symbols, behaviors, perceptions, and the relationships between individuals and their environment. In his literary work, the city is not reduced to a framework of standards, as its identity emerges from the specific configuration of these heterogeneous elements, akin to a genetic heritage that distinguishes each place from every other. Building upon these premises, previous experiments (Rossi, Conte 2025) sought to assign a visual identity to Calvino's cities through the use of text-to-image generative AI systems, by constructing prompts directly derived from the literary text.

calviniano (fig. 2), considerandole come dispositivi utili per l'indagine dei caratteri delle città. L'ipotesi alla base è che le immagini generate, pur derivando da descrizioni letterarie, siano in grado di condensare elementi riconducibili sia alla dimensione fisica sia a quella immateriale dello spazio urbano. A partire da tali immagini, il metodo prevede un processo di lettura e scomposizione finalizzato all'estrazione di elementi significativi, articolati in due macro-ambiti: elementi fisici e elementi immateriali. Gli elementi individuati vengono successivamente sistematizzati attraverso un processo di classificazione e raggruppamento, che consente di definire un primo insieme di indicatori costruiti a partire dall'osservazione visiva e non da dati statistici predefiniti.

Le parole e i concetti assumono il ruolo di mediatori semantici, contribuendo a orientare la definizione degli indicatori stessi. L'esito di questa fase è la costruzione di un sistema di indicatori qualitativi, capace di descrivere la qualità urbana attraverso categorie emergenti dalla relazione tra testo e immagine.

La seconda fase prevede l'applicazione del sistema di indicatori costruito nella fase esplorativa a immagini di città reali, con l'obiettivo di verificarne la validità e la trasferibilità. In questo passaggio, l'analisi delle immagini urbane reali segue un processo analogo a quello sperimentato sulle immagini generate, basato sull'individuazione e sulla codifica di elementi fisici e immateriali. Tuttavia, a differenza della fase precedente, tale analisi deve essere integrata con sistemi di indicatori consolidati, come ad esempio quelli sviluppati da Eurostat e altri enti istituzionali per la valutazione del benessere urbano. L'obiettivo è costruire una corrispondenza tra:

- indicatori qualitativi derivati dall'immagine, espressione di una lettura visiva e percettiva della città;
 - indicatori quantitativi istituzionali, basati su dati statistici e misurazioni standardizzate.
- Questo processo di integrazione consente di mettere in relazione due modalità di conoscenza complementari: da un lato una lettura sintetica, immediata e visivamente accessibile; dall'altro una struttura analitica complessa, spesso difficilmente interpretabile.

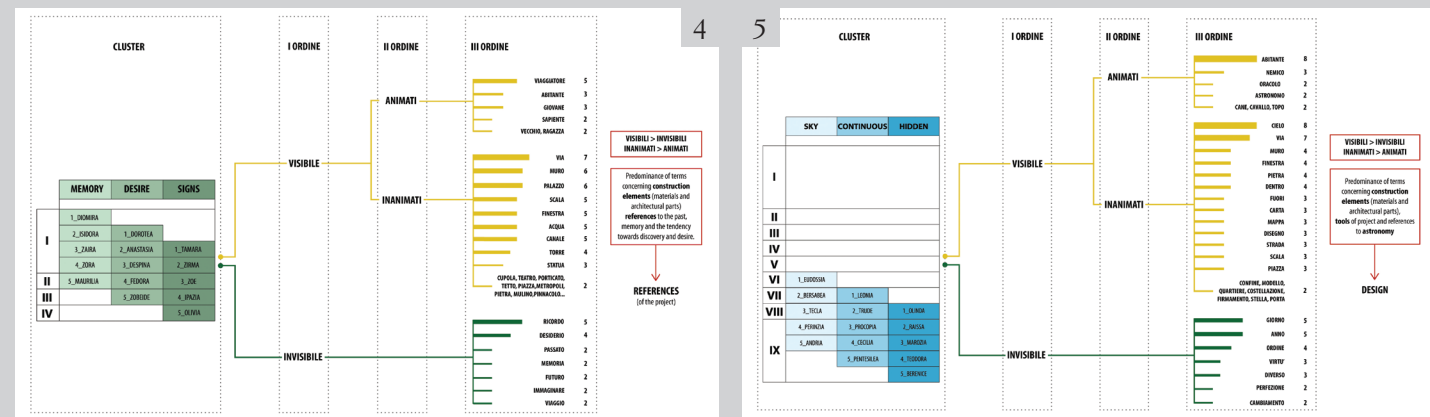
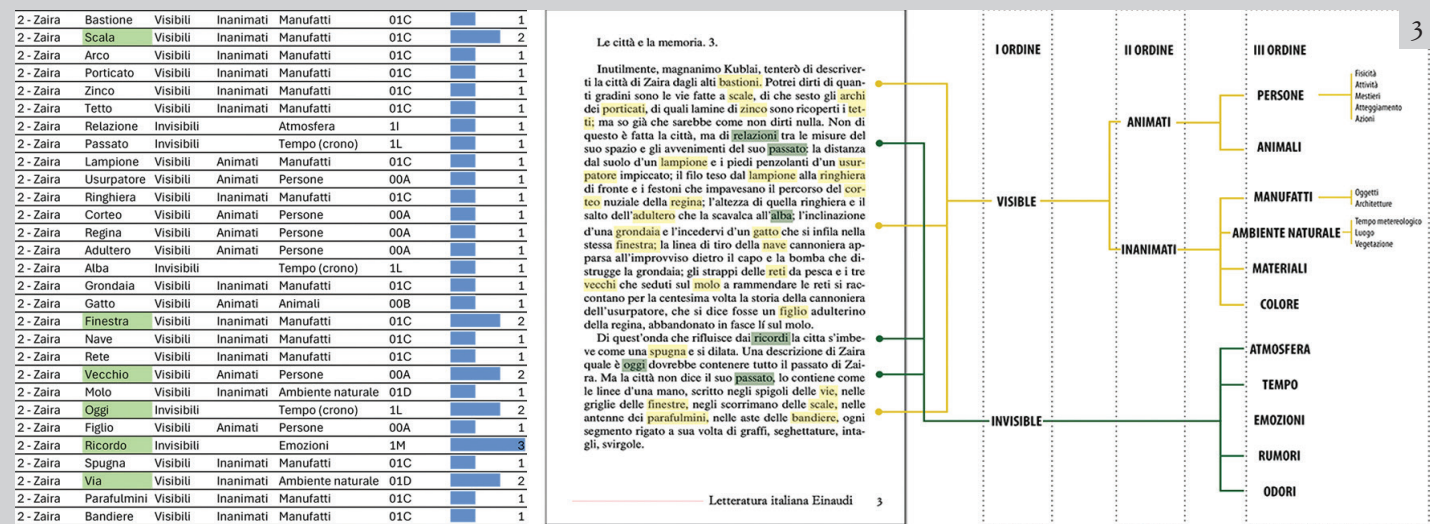
3. Da *Le città invisibili* alla lettura delle qualità urbane

Nel quadro delle riflessioni sul benessere della città contemporanea, esso è frequentemente ricondotto a un insieme di parametri misurabili che, nel definire gli spazi e le condizioni dell'abitare urbano, concorrono a determinare la qualità della vita e il benessere urbano. Una simile impostazione, tuttavia, tende a trascurare una serie di fattori meno tangibili – e talvolta difficilmente formalizzabili – che incidono in modo significativo sulla vivibilità dei luoghi. Tali dimensioni emergono nell'opera *Le Città invisibili* di Italo Calvino in cui, attraverso un articolato sistema di metafore e costruzioni retoriche, vengono messi in luce caratteri, contraddizioni e criticità di città immaginarie, riconducibili a condizioni reali.

All'interno delle riflessioni sulla complessità urbana sviluppate da Calvino, la città è infatti interpretata come esito di una combinazione irripetibile di fattori materiali e immateriali: forme costruite, memorie, usi, simboli, comportamenti, percezioni e rapporti tra individui e ambiente. La città nell'opera letteraria non è ridotta a una griglia di standard, poiché la sua identità nasce dalla specifica configurazione di elementi eterogenei, simile a un patrimonio genetico che distingue ogni luogo dagli altri.

Su tali presupposti si innestano precedenti sperimentazioni (Rossi, Conte 2025) finalizzate all'attribuzione di un'identità visiva alle città calviniane mediante l'impiego di sistemi di AI generativa *text-to-image*, attraverso la costruzione di *prompt* derivati direttamente dal testo letterario.

La sperimentazione condotta ha previsto un processo di trasposizione e, in alcuni casi, di riscrittura controllata dei brani originali, finalizzata a rendere esplicite le configurazioni spaziali e relazionali implicite, così da garantirne una più efficace interpretazione da parte dei modelli generativi adottati. Le immagini prodotte restituiscono assetti urbani complessi, nei quali elementi architettonici, oggetti e figure umane – colte nelle loro interazioni – concorrono a rappresentare tanto le componenti fisiche quanto quelle immateriali dello spazio, queste ultime espresse attraverso azioni, relazioni e atmosfere percettive.



The experimental process involved the translation and, in some cases, the controlled rewriting of the original passages in order to make their implicit spatial and relational configurations explicit, thereby ensuring a more effective interpretation by the adopted generative models. The resulting images depict complex urban settings in which architectural elements, objects, and human figures – captured in their interactions – contribute to representing both the physical and immaterial dimensions of space, the latter being conveyed through actions, relationships, and perceptual atmospheres. The dual nature of the resulting representations – at times oriented toward a more defined material and spatial characterization, at others toward conveying the atmospheric and emotional qualities of places – prompted the research to undertake a systematic analysis of the lexical patterns found in the original texts. In particular, adjectives, nouns, and adverbs were exam-

ined and organized into a hierarchical system of categories (fig. 3), distinguishing between visible elements (animate and inanimate) and invisible elements (atmospheres, temporal dimensions, and sensory experiences). The frequency analysis was conducted by normalizing morphological variants (gender, number, and modified forms) in order to produce a consistent and comparable dataset. Applied both to the individual cities and to the thematic groups identified by the author – Memory, Desire, Signs, Thin, Trading, Eyes, Names, the Dead, the Sky, Continuous Cities, and Hidden Cities – the analysis revealed significant lexical patterns capable of expressing not only spatial characteristics, but also modes of inhabitation and the relational dynamics between inhabitants and their environment. The recurrence of both physical and abstract lexical elements, analyzed across individual cities as well as throughout the series as a whole, revealed a set of recurring urban qualities. The

Figure 3
Systematic analysis of lexical recurrences in the original text describing the city of Zaira. Graphic processing by Sara Conte and Cecilia Santacroce.

Figure 4
Lexical analysis of the cities belonging to the Memory, Desire, and Signs clusters. The results show a predominance of terms related to the built environment. Graphic processing by Sara Conte and Cecilia Santacroce.

Figure 5
Lexical analysis of the Sky, Continuous Cities, and Hidden Cities. The results show a predominance of terms associated with abstract concepts and astronomy. Graphic processing by Sara Conte and Cecilia Santacroce.

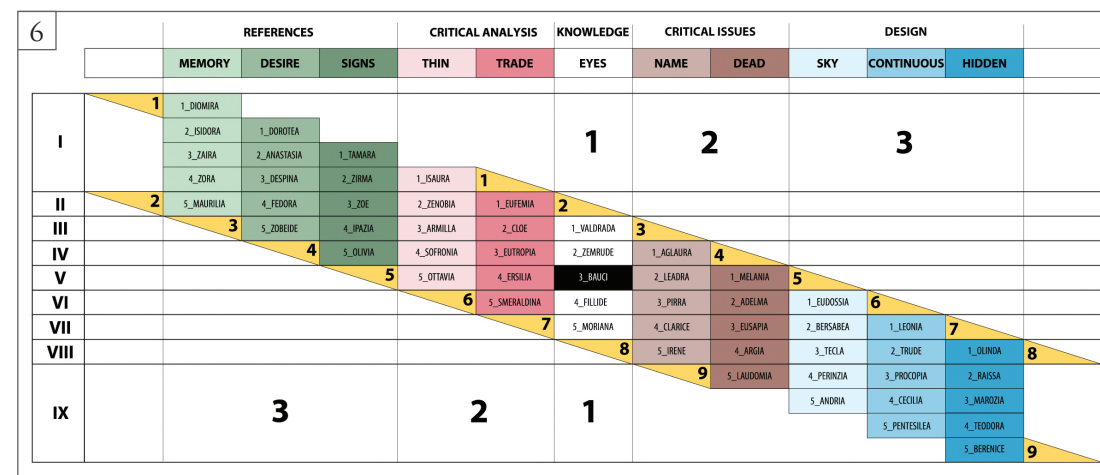


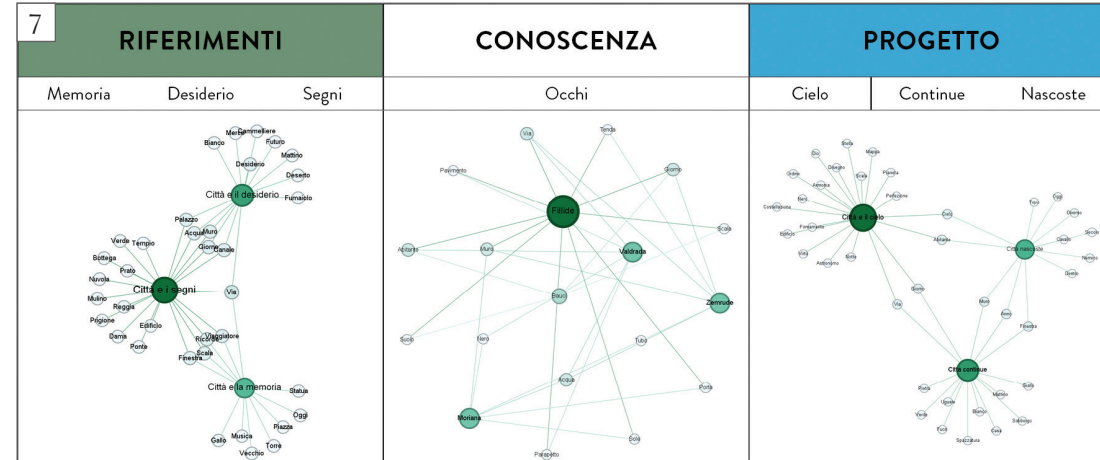
Figure 3
Analisi sistematica delle ricorrenze lessicali presenti nel testo originale della città di Zaira. Elaborazione a cura di Sara Conte e Cecilia Santacroce.

Figure 4
Analisi lessicale per le città della Memoria, del Desiderio e dei Segni: i risultati emersi mostrano una prevalenza dei termini riconducibili alla dimensione costruita. Elaborazione a cura di Sara Conte e Cecilia Santacroce.

Figure 5
Analisi lessicale per le città del Cielo, Continue e Nascoste: i risultati emersi mostrano una prevalenza dei termini riconducibili alla dimensione astratta e all'astronomia. Elaborazione a cura di Sara Conte e Cecilia Santacroce.

Figure 6
Diagramma delle 55 città di Calvino raggruppate nei cluster "riferimenti", "analisi critica", "conoscenza", "criticità", "progetto". Elaborazione a cura di Sara Conte.

Figure 7
Diagrammi prodotti col programma Gephi 0.10 dei termini in comune all'interno dei cluster "riferimenti", "conoscenza", "progetto". Ciascun nodo corrisponde a una città e a un termine, mentre gli archi evidenziano le connessioni tra le parole: tanto maggiori sono le connessioni, tanto più grande sarà il nodo verso il quale convergono. Elaborazione a cura di Sara Conte e Cecilia Santacroce.



La duplice natura delle rappresentazioni ottenute – talvolta orientate verso una maggiore definizione materico-spaziale, talaltra verso la restituzione di qualità atmosferiche ed emozionali dei luoghi – ha orientato l'indagine verso un'analisi sistematica delle ricorrenze lessicali presenti nei testi originali di partenza. In particolare, sono stati considerati aggettivi, sostantivi e avverbi, organizzati in un sistema di categorie gerarchiche (fig. 3) in grado di distinguere tra elementi visibili (animati e inanimati) ed elementi invisibili (atmosfera, temporalità, dimensioni sensoriali). Il conteggio dei termini è stato condotto normalizzando le varianti morfologiche (genere, numero e forme alterate), al fine di ottenere una base dati coerente e comparabile. L'analisi, estesa sia alle singole città sia ai raggruppamenti tematici individuati dall'autore – Memoria, Desiderio, Segni, Sottili, Scambi, Occhi, Nomi, Morti, Cielo, Continue, Nascoste – ha evidenziato la presenza di ricorrenze significative, capaci di restituire non

solo caratteri spaziali, ma anche modalità d'uso e dinamiche relazionali tra abitanti e ambiente. Tale ricorrenza lessicale di elementi fisici e astratti, analizzata sia nelle singole città che all'interno della serie, ha fatto emergere qualità urbane costanti. Infatti i risultati emersi mostrano, ad esempio, come nelle serie della Memoria, del Desiderio e dei Segni prevalgano termini riconducibili alla dimensione costruita (quali "viaggiatore", "finestra", "muro", "palazzo", "scala"; fig. 4), mentre nelle città del Cielo, Continue e Nascoste emergano lessici maggiormente orientati verso dimensioni astratte e ordinarie ("disegno", "armonia", "firmamento"; fig. 5). Tale lettura comparativa ha consentito di proporre una riorganizzazione interpretativa delle serie calviniane in cluster riconducibili a specifiche fasi dell'iter progettuale: dai "riferimenti progettuali" (Memoria, Desiderio, Segni), all'"analisi critica" (Sottili, Scambi), alla "conoscenza" (Occhi), fino alle "criticità" (Nomi, Morti) e alla fase di "pro-

findings show, for instance, that the series Memory, Desire, and Signs are characterized by a predominance of terms related to the built environment (such as 'traveler', 'window', 'wall', 'palace', and 'staircase'; fig. 4) whereas the series the Sky, Continuous Cities, and Hidden Cities display a vocabulary more strongly oriented toward abstract and ordering dimensions, including terms (such as 'design', 'harmony', and 'firmament'; fig. 5). This comparative reading made it possible to propose a reinterpretation of Calvino's thematic series by reorganizing them into clusters corresponding to specific stages of the design process: from 'design references' (Memory, Desire, Signs), to 'critical analysis' (Thin Cities, Trading Cities), to 'knowledge' (Eyes), to 'critical issues' (Names, the Dead), and finally to the 'design phase' (The Sky, Continuous Cities, Hidden Cities; figs. 6, 7).

This classification represents a first verification framework for the generated images and, at the same time, establishes the basis for hypothesizing an inverse process aimed at identifying urban well-being indicators from visual representations of real contexts. If, in fact, the urban qualities expressed in the literary text and subsequently translated into images through AI systems can be traced back to parameters interpretable as urban performance indicators (KPIs), it is plausible to assume that similar recurring patterns could also be identified in images of existing cities, thus configuring a hybrid language that is simultaneously descriptive and operative.

In order to test this hypothesis, the research experiment involved the analysis of a selected set of AI-generated images depicting several cities – including Tecla, Melania, Zirma, Leonia, Moriana, Zoe, Olivia, and Cecilia – chosen for the clarity and recognizability of their urban features (fig. 8). The investigation focused on the possibility of identifying, within the representations, elements attributable to real urban conditions, both physical – such as the presence of green spaces, productive areas, public squares, infrastructural systems, or degraded environments – and immaterial components related to users' perception and experience, interpreted as visual signals of urban well-being,

8	CITTÀ	PROMPT	PAROLE	ELEMENTI	INDICATORI
TECLA		Chi arriva a Tecla, poco vede della città, dietro gli steccati di tavole, i ripari di tela di sacco, le impalcature, le armature metalliche, i ponti di legno sospesi a funi o sostenuti da cavalletti, le scale a pioli, i tralicci.	Impalcatura, Armatura, Ponte, Cavalletto, Scala, Gru, Trave, Progetto	Infrastrutture	Qualità ambientale
MELANIA		A Melania, ogni volta che si entra nella piazza, ci si trova in mezzo a un dialogo [...]. Chi s'affaccia alla piazza in momenti successivi sente che d'atto in atto il dialogo cambia, anche se le vite degli abitanti di Melania sono troppo brevi per accorgersene.	Piazza, Dialogo, Cambiamento, Rinnovo	Spazi aperti	Connessione sociale
ZIRMA		In realtà molti dei ciechi che battono il bastone sui selciati di Zirma sono negri, in ogni grattacielo c'è qualcuno che impazzisce, tutti i pazzi passano le ore sui cornicioni, non c'è puma che non sia allevato per un capriccio di ragazza. La città è ridondante.	Ridondanza, Folla, Grattacielo, Disegno	Densità abitativa	Housing
LEONIA		L'opulenza di Leonia si misura dalle cose che ogni giorno vengono buttate via per far posto alle nuove. Tanto che ci si chiede se la vera passione di Leonia sia il godere delle cose nuove e diverse, o non piuttosto l'espellere, l'allontanare da sé [...]. Il risultato è questo: che più Leonia espelle roba più ne accumula.	Opulenza, Plastica, Spazzatura, Accumulo, Nuovo, Vecchio	Rifiuti e consumo di risorse	Qualità ambientale
MORIANA		Città come questa hanno un rovescio: basta percorrere un semicerchio e si avrà in vista la faccia nascosta di Moriana, una distesa di lamiera arrugginita, tela di sacco, assi irte di chiodi, tubi neri di fuliggine, mucchi di barattoli, muri ciechi con scritte stinte, telai di sedie spagliate, corde buone solo per impiccarsi a un trave marcio.	Alabastro, Sole, Corallo, Rugine, Chiodi, Travi, Marcio	Condizione sociale	Qualità del lavoro e dell'impiego
ZOE		La città di Zoe è il luogo dell'esistenza indivisibile.	Reggia, Mulino, Canale, Palazzo, Tempio	Spazi verdi	Qualità ambientale
OLIVIA		Olivia, città ricca di prodotti e guadagni [...] subito comprende come Olivia è avvolta in una nuvola di fuliggine e d'unto che s'attacca alle pareti delle case.	Ricchezza, Guadagno, Prosperità, Fuliggine, Unto, Menzogna	Industria e produttività	Qualità ambientale
CECILIA		Non so da quando, sono entrato in una città e da allora ho continuato ad addentrarmi per le sue vie. Ma come ho fatto ad arrivare dove tu dici, se mi trovavo in un'altra città, lontanissima da Cecilia, e non ne sono ancora uscito? I luoghi si sono mescolati, Cecilia è dappertutto.	Via, Muro, Uguale, Fuori, Verde, Mescolato, Ovunque	Espansione e consumo del suolo	Housing

in both positive and negative terms. These elements were identified through an automated image analysis process (fig. 9) and subsequently correlated with institutional indicators codified for the assessment of urban well-being, through an integration between qualitative recognition and quantitative parameters. This step made it possible to refine the definition of urban quality levels by combining perceptual and measurable dimensions. The consistency of the results obtained within the experimental context suggests the potential transferability of the method to real-world cases, paving the way for its application to the analysis of photographic images of urban environments and opening up new perspectives for a complex and innovative interpretation and evaluation of urban quality.

Figure 6
Diagram of Calvino's 55 cities grouped into the clusters 'design references', 'critical analysis', 'knowledge', 'critical issues', and 'design project'. Graphic processing by Sara Conte and Cecilia Santacroce.

Figure 7
Network diagrams produced with Gephi 0.10, showing the terms shared within the 'references', 'knowledge', and 'design project' clusters. Each node represents either a city or a lexical term, while the edges indicate semantic connections. The larger the node, the greater the number of connections converging on it. Graphic processing by Sara Conte and Cecilia Santacroce.

3. Eurostat, ufficio europeo di statistica che coordina e rende confrontabili i dati provenienti dai diversi istituti statistici nazionali (es. ISTAT per l'Italia) e ministeri e autorità pubbliche, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/statistical-themes> (ultima consultazione 1/5/2026).

4. L'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) è un'organizzazione internazionale che coordina politiche pubbliche tra paesi (38) per migliorare economia e benessere, <https://www.oecd.org/en/data/tools/well-being-data-monitor.html> (ultima consultazione 1/5/2026).

getto" (Cielo, Continue, Nascoste; figg. 6, 7).

Questa classificazione costituisce un primo dispositivo di verifica delle immagini generate e, al contempo, pone le basi per l'ipotesi di un processo inverso, volto all'individuazione di indicatori di benessere urbano a partire da rappresentazioni visive di contesti reali. Se, infatti, le qualità urbane espresse nel testo letterario, e successivamente tradotte in immagini attraverso sistemi di AI, possono essere ricondotte a parametri interpretabili come indicatori di *performance* urbana (KPI), è plausibile ipotizzare che analoghe ricorrenze possano essere individuate anche in immagini di città esistenti, configurando un linguaggio ibrido, al contempo descrittivo e operativo.

Al fine di testare tale ipotesi, la sperimentazione ha previsto l'analisi di un insieme selezionato di immagini generate tramite AI relative ad alcune città – tra cui Tecla, Melania, Zirma, Leonia, Moriana, Zoe, Olivia e Cecilia – scelte per la chiarezza e riconoscibilità dei caratteri urbani (fig. 8). L'indagine si è focalizzata sulla possibilità di individuare, all'interno delle rappresentazioni, elementi riconducibili a condizioni urbane reali, sia fisici quali la presenza di spazi verdi, ambiti produttivi, piazze, sistemi infrastrutturali o situazioni di degrado, sia componenti immateriali legate alla percezione e all'esperienza degli utenti, interpretati come

segnali visivi di benessere urbano, in termini sia positivi sia negativi. Tali elementi sono stati riconosciuti attraverso un processo di lettura automatizzata (fig. 9) e successivamente messi in relazione con gli indicatori codificati istituzionali per la valutazione del benessere urbano, mediante un'ibridazione tra riconoscimento qualitativo e parametri quantitativi. Questo passaggio ha consentito di affinare la definizione del livello di qualità urbana, integrando dimensioni percettive e misurabili. La coerenza dei risultati ottenuti nel contesto sperimentale suggerisce la trasferibilità del metodo a casi reali, prospettando la sua applicazione all'analisi di immagini fotografiche di contesti urbani, aprendo a prospettive di lettura articolata e innovativa per l'interpretazione e la valutazione della qualità urbana.

4. Sistema di ibridazione con indicatori istituzionali

A partire dalla struttura metodologica delineata, si rende necessario definire un sistema di integrazione tra gli indicatori qualitativi derivati dall'analisi delle immagini e i sistemi di indicatori quantitativi consolidati per la valutazione del benessere urbano. In questo contesto, i *framework* sviluppati da Eurostat³ e OCSE⁴ rappresentano un riferimento fondamentale per la definizione di parametri standardizzati,

Figura 8
Selezione delle città di Calvino per l'estrapolazione di elementi fisici e immateriali riconducibili a condizioni reali dei contesti urbani. Le immagini sono realizzate con Microsoft Designer (Copilot 2025). Elaborazione a cura di Sara Conte e Cecilia Santacroce.

Figura 9
Città di Cecilia con individuazione degli elementi dei caratteri urbani, da cui ricavare gli indicatori. Immagine realizzata con ChatGPT Free 5, mediante il *prompt*: «C'è una città illustre che si chiama Cecilia, un pastore con il suo gregge di pecore e un viaggiatore parlano. Il pastore è smarrito perché dove prima c'era il verde ora c'è la città, che si confonde con i campi e non si capisce dove finisce». Elaborazione a cura di Sara Conte e Cecilia Santacroce.



4. Hybridization System with Institutional Indicators

Starting from the methodological framework outlined above, it is necessary to define an integration system between the qualitative indicators derived from image analysis and the established quantitative indicator systems used for the assessment of urban well-being. In this context, the frameworks developed by Eurostat³ and the OECD⁴ represent a fundamental reference for the definition of standardized parameters that can be compared across different territorial scales (fig. 10).

In particular, Eurostat provides a methodological structure based on comparable data, organized into thematic domains that describe the main dimensions of urban reality (housing conditions, environment, mobility, safety, and social inclusion). The OECD, on the other hand, proposes a conceptual well-being framework structured around dimensions that encompass both material aspects and immaterial and perceptual components of quality of life.

Within the integration process, the elements identified in the image (for example, urban density, the presence of open spaces, accessibility, the vitality of public space, and perceptual quality) are progressively associated with interpretative categories compatible with the macro-areas of established indicators. For instance, the widespread presence of urban vegetation can be included among environmental indicators, while infrastructures, suggesting accessibility and connections, can be associated with dimensions related to mobility or the vitality of public space. This operation does not imply a simple direct translation, but rather an interpretative construction in which qualitative components are related to quantitative parameters through a logic of functional equivalence. The aim is not to replace statistical data, but to complement it with an alternative mode of interpretation, capable of making the relationships that structure urban phenomena visible and understandable. Furthermore, the informational value of a single element extracted from an image does not lie solely in its presence, but rather in the relationship it establishes with other elements and/or with the specific conditions of a given context. The

same spatial configuration may acquire different meanings depending on its distribution, frequency, and the overall framework in which it is embedded: the presence of a natural element, for example, may represent a condition of quality in contexts characterized by a lack of green spaces, whereas it may play a marginal role in areas where this component is already widespread and structurally integrated.

From this perspective, the process of hybridization with institutional indicators requires a further level of elaboration, based not only on the recognition of components, but also on their quantification and on the definition of their reciprocal relationships. The identified elements must be interpreted as parts of a system, whose significance emerges through comparative logics, densities, proportions, and spatial distributions.

From this perspective, the process of hybridization with institutional indicators requires a further level of elaboration, based not only on the recognition of components, but also on their quantification and on the definition of their reciprocal relationships. The identified elements must be interpreted as parts of a system, whose significance emerges through comparative logics, densities, proportions, and spatial distributions.

The indicators derived from the image act as mediators between the perceptual and analytical levels, contributing to the construction of a hybrid language that is simultaneously visual and numerical. The aim of this process is to define an integrated system for representing urban well-being, in which quantitative data are translated into accessible visual and narrative configurations while preserving the complexity of urban dynamics. This system is conceived as a tool to support the interpretation and communication of the city, capable of establishing relationships among indicators, images, and design processes.

5. Relationships, Thresholds and Configurations in the Definition of Well-Being

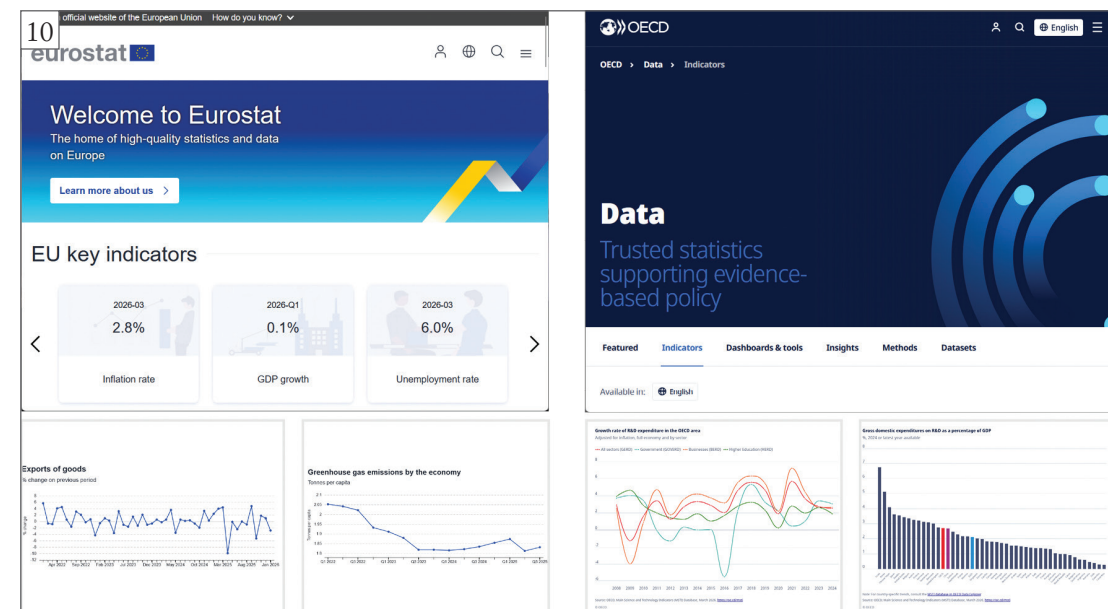
When moving toward a concrete interpretation of urban space, the crucial point does not lie in the mere identification of individual parameters, but rather in understanding the rela-

3. Eurostat, the European Union's statistical office, coordinates and harmonizes data collected by national statistical institutes (e.g., ISTAT for Italy), as well as by ministries and public authorities, ensuring their comparability across different territorial contexts, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/statistical-themes> (last access 1/5/2026).

4. The OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) is an international organization that coordinates public policies among its 38 member countries with the aim of improving economic performance and well-being, <https://www.oecd.org/en/data/tools/well-being-data-monitor.html> (last access 1/5/2026).

Figure 8
Selection of Calvino's cities used to extract physical and immaterial elements associated with real urban conditions. Images generated with Microsoft Designer (Copilot 2025). Graphic processing by Sara Conte and Cecilia Santacroce.

Figure 9
The city of Cecilia, with the identification of physical and immaterial urban elements used for the definition of urban quality indicators. Image generated with ChatGPT Free 5, using the prompt: "There is a famous city called Cecilia. A shepherd with his flock and a traveller are talking. The shepherd is confused because where there was once open countryside there is now the city, blending into the fields so that it is impossible to tell where one ends and the other begins". Graphic processing by Sara Conte and Cecilia Santacroce.



10 EUROSTAT	OECD
General and regional statistics - Regions and cities - Land cover and use - International cooperation	Income and Wealth - Disposable income - Net wealth - Financial difficulties - Inequality
Economy and finance - National accounts - ESA supply - Institutional sector accounts - Government finance and excessive deficit procedure (EDP) - Exchange and interest rates - Harmonised indices of consumer prices (HICP) - Housing price statistics - Purchasing Power Parities (PPPs) - Civil servants remuneration - Balance of payments (BOP)	Work and Job Quality - Employment - Unemployment - Wages - Job insecurity - Safety - Work stress
Population and social conditions - Population and demography - Migration and asylum - Health - Disability - Education and training - Labour market	Housing - Housing costs - Overcrowding - Housing quality - Access to services
Income and living conditions - Social protection - Household budget surveys (HBS) - Children and youth - Culture - Sport - Crime and criminal justice - Gender-based violence	Health - Life expectancy - Self-reported health - Mental health - Access to healthcare
Quality of life - Equality and non-discrimination - Skills - Harmonised European time use survey (HETUS)	Knowledge and Skills - Education level - Student skills - Adult skills - Lifelong learning
Industry, trade, and services - Short-term business statistics (STS) - Structural business statistics (SBS)	Environmental Quality - Air quality - Pollution - Green spaces - Water quality
Business demography - Globalisation of businesses - Statistics business registers - Tourism - Manufactured goods (Prodcum)	Work-life Balance - Working hours - Leisure time - Care time - Flexibility
Agriculture, fisheries, and forestry - Agriculture - Fisheries - Forestry	Social Connections - Social support - Frequency of interactions - Loneliness - Trust
International trade - International trade in goods - International trade in services	Civic Engagement - Voter participation - Trust in institutions - Public consultation
Transport Transport	Safety - Homicide rate - Perceived safety - Victimisation
Environment and energy - Energy - Environment - Waste - Climate change	Subjective Well-being - Life satisfaction - Emotions - Meaning in life
Science, technology, and digital society - Science, technology, and innovation - Digital economy and society	

Figura 10
Eurostat (Ufficio europeo di statistica) e OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) sono assunti come fonti ufficiali per l'acquisizione degli indicatori consolidati sul benessere urbano da integrare con quelli ricavati dalle immagini artificiali. Elaborazione a cura di Sara Conte e Cecilia Santacroce.

Figura 11
Elenco degli indicatori consolidati estratti dai siti ufficiali di Eurostat e OCSE. Elaborazione a cura di Sara Conte e Cecilia Santacroce.

comparabili su scala territoriale (figg. 10, 11).

In particolare, Eurostat fornisce una struttura metodologica fondata su dati comparabili, organizzati in ambiti tematici che descrivono le principali dimensioni della realtà urbana (condizioni abitative, ambiente, mobilità, sicurezza, inclusione sociale). L'OCSE, invece, propone un *framework* concettuale del benessere, articolato in dimensioni che includono sia aspetti materiali sia componenti immateriali e percettive della qualità della vita.

Nel processo d'integrazione gli elementi individuati nell'immagine, quali densità urbana, presenza di spazi aperti, accessibilità, vitalità dello spazio pubblico, qualità percettiva, vengono progressivamente ricondotti a categorie interpretative compatibili con le macro-aree degli indicatori consolidati: ad esempio, la presenza diffusa di vegetazione urbana può essere inserita negli indicatori ambientali, così come le infrastrutture, che suggeriscono accessibilità e connessioni, possono essere associate a dimensioni legate alla mobilità o alla vitalità dello spazio pubblico. Tale operazione non implica una semplice traduzione diretta, ma una costruzione interpretativa, nella quale le componenti qualitative vengono messe in relazione con parametri quantitativi attraverso una logica di equivalenza funzionale. L'obiettivo non è sostituire il dato statistico, ma affiancarlo con una modalità di lettura alternativa, capace di

tionships they establish with one another. The quality of the built environment is not simply the sum of services, facilities, or open spaces, nor of their quantity considered in isolation; rather, it emerges from the way these elements are distributed, interconnected, and capable of constructing effective conditions of proximity among people, practices, and places. From this perspective, urban parameters do not describe a static set of amenities, but rather a dynamic system of interactions. Perceived well-being therefore depends on an ordered complexity (Salingaros 2014), capable of providing human perception with information that is legible, coherent, and articulated across different scales. The built form becomes welcoming when its parts cooperate to support orientation and emotional connection with space. Minimalist or excessively abstract environments, lacking perceptible articulations and recognizable elements, tend to weaken the emotional bond with places. An extensive park does not improve urban quality by itself; what matters is whether it is accessible on foot, connected to everyday routes, characterized by active edges, and integrated with residential areas and civic spaces. Likewise, when considered within a context where, within its proximity boundaries, areas already present a significant arboreal component, its perceived qualitative value necessarily decreases proportionally. Density, often interpreted in numerical terms, becomes meaningful only when related to functional integration, the permeability of open spaces, and the hierarchy of paths and thresholds that regulate the transition between private and public domains in a balanced way. In other words, any parameter produces quality only when it becomes part of a configuration capable of activating virtuous relationships. For this reason, the theme of thresholds assumes a central role. Between private and public, between inhabiting and moving, between staying and passing through, there are intermediate spaces that can either facilitate or hinder the construction of relationships. Arcades, sidewalks, open courtyards, active façades, and shared public spaces are not merely residual morphological elements, but urban devices that regulate the intensity of social interaction. As previously

mentioned, ambiguities arise from the contextualization and from the relationships established among the identified elements within the interpretation of urban spaces. It is therefore implicit that residential density does not always correspond either to well-being or to overcrowding; its meaning depends on the specific place and on the ways in which it is inhabited and used. The elements used to measure urban quality must be selected across three mutually interconnected levels. The first level is physical-material and concerns form and geometries, distances, the presence of facilities, and the continuity or fragmentation of the urban fabric. The second level is logical-functional and relates to the organization of uses, accessibility to services, the legibility of connections, and the compatibility between different urban temporalities. The third level, finally, is identity-based and symbolic: it concerns the capacity of places to generate a sense of belonging, orientation, recognition, and shared memory (Buratti, Conte, Rossi 2022). In this sense, the quality of urban life can be defined as an emergent property in which matter, information, use, and identity achieve a dynamic balance. Indicators remain necessary, but they must be calibrated according to the specific contexts in which they are applied and integrated into an interpretative framework capable of understanding interdependencies, feedback processes, scales, and forms of adaptation.

6. Conclusions

Complex systems appear to evolve along seemingly random trajectories, as they are governed by an equilibrium among factors that interact differently according to their combination with contingent elements that vary over time and space. It is therefore not the individual factors themselves that determine the character of a place, but rather their unique recombination, understood as the genetic heritage of each urban context. As suggested by Calvino's lesson, beyond the quantifiable indicators adopted by statistical institutions – defined in relation to measurable parameters such as quantity, surface area, frequency, distance, and services – the quality of a city is also, and perhaps above all, shaped by immaterial factors: the

Figure 10
Eurostat (Statistical Office of the European Union) and the OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) are the official sources adopted for the selection of consolidated urban well-being indicators. Graphic processing by Sara Conte and Cecilia Santacroce.

Figure 11
List of consolidated indicators extracted from the official Eurostat and OECD websites. Graphic processing by Sara Conte and Cecilia Santacroce.

rendere visibili e comprensibili le relazioni che lo strutturano. Il valore informativo di un singolo elemento estratto da un'immagine inoltre non risiede solo nella sua presenza, ma nella relazione che instaura con altri elementi e/o con le condizioni specifiche di un contesto. La stessa configurazione spaziale può assumere significati differenti in funzione della sua distribuzione, della sua frequenza e del quadro complessivo in cui è inserita: la presenza di un elemento naturale, ad esempio, può rappresentare una condizione di qualità in contesti caratterizzati da carenza di verde, mentre può assumere un ruolo marginale in ambiti in cui tale componente è già diffusa e strutturante. In questa prospettiva, il processo di ibridazione con gli indicatori istituzionali richiede un ulteriore livello di elaborazione, basato non solo sul riconoscimento delle componenti, ma anche sulla loro quantificazione e sulla definizione delle relazioni reciproche. Gli elementi individuati devono essere interpretati come parti di un sistema, la cui significatività emerge attraverso logiche comparative, densità, proporzioni e distribuzioni spaziali. Gli indicatori derivati dall'immagine assumono il ruolo di mediatori tra il livello percettivo e quello analitico, contribuendo alla costruzione di un linguaggio ibrido, al tempo stesso visivo e numerico. L'obiettivo di questo processo è la definizione di un sistema integrato di rappresentazione del benessere urbano, nel quale i dati quantitativi vengono tradotti in configurazioni visive e narrative accessibili, mantenendo al contempo la complessità delle dinamiche urbane. Tale sistema si configura come uno strumento di supporto alla lettura e alla comunicazione della città, capace di mettere in relazione indicatori, immagini e processi progettuali.

5. Relazioni, soglie e configurazioni nella definizione del benessere

Nel passaggio alla lettura concreta dello spazio urbano, il punto decisivo non consiste nella semplice identificazione di singoli parametri, bensì nella comprensione delle relazioni che essi instaurano tra loro. La qualità dell'ambiente costruito non è mera sommatoria di servizi, attrezzature o spazi aperti, né della loro

quantità considerata isolatamente; essa emerge piuttosto dal modo in cui questi elementi si distribuiscono, si connettono e costruiscono condizioni effettive di prossimità tra persone, pratiche e luoghi. In questa prospettiva, i parametri urbani non descrivono un insieme statico di dotazioni, ma un sistema dinamico di interazioni. Il benessere percepito dipende quindi da una complessità ordinata (Salingaros 2014) capace di offrire alla percezione umana informazioni leggibili, coerenti e articolate a diversi livelli. La forma costruita risulta accogliente quando le sue parti cooperano a sostenere l'orientamento e la connessione emotiva con lo spazio. Ambienti minimalisti o eccessivamente astratti, privi di articolazioni percepibili e di elementi riconoscibili, tendono a ridurre il legame emozionale. Un parco esteso non migliora di per sé la qualità urbana; conta se è raggiungibile a piedi, se è connesso ai percorsi quotidiani, se i suoi margini sono attivi, se dialoga con le residenze e con gli spazi civici. Lo stesso se considerato in un contesto che presenta nei suoi limiti di prossimità aree con una significativa componente arborea la sua percezione qualitativa necessariamente diminuisce proporzionalmente. La densità, spesso letta in termini numerici, diventa significativa soltanto quando è rapportata all'integrazione funzionale, alla permeabilità degli spazi aperti e alla gerarchia dei percorsi e delle soglie che regolano in modo equilibrato il passaggio tra privato e pubblico. In altri termini, qualsiasi parametro produce qualità solo quando entra in una configurazione capace di attivare relazioni virtuose. Per questa ragione, il tema delle soglie assume un ruolo centrale. Tra il privato e il pubblico, tra l'abitare e il muoversi, tra lo stare e l'attraversare, esistono spazi intermedi che possono facilitare o ostacolare la costruzione di relazioni. Portici, marciapiedi, corti aperte, fronti attivi, spazi pubblici condivisi non sono semplici residui morfologici, ma dispositivi urbani che regolano l'intensità del contatto sociale. Esistono, come detto, delle ambiguità date dalla contestualizzazione e dalle relazioni degli elementi identificativi collocati nella lettura degli spazi urbani; è implicito che non sempre la densità abitativa sia sinonimo di benessere o sovraffollamento, di-

relationships among individuals and between people and their environment, which ultimately determine whether a place is experienced as liveable or perceived as inhospitable. The present contribution aims to lay the foundations for an experimental methodology of urban knowledge that extends beyond quantitative and measurable aspects, projecting the investigation towards what is not immediately visible. Just as text-to-image systems are capable of visualising the abstract meanings generated by linguistic combinations, the methodology proposed here builds, through a process of exaptation, upon the interpretation derived from the AI-generated images inspired by Calvino's work. Starting from this validated process, the research hypothesises the possibility of training Artificial Intelligence systems to perform the reverse operation: reading the quality of real urban spaces from images of places by recognising those combinations of physical and immaterial elements that generate conditions of

perceptual well-being. The proposed categories of indicators, derived from a transversal reinterpretation of data originating from different contexts and purposes, are reorganised according to the requirements of image-based urban analysis; in this perspective, they become applicable not only to consolidated urban fabrics but also to peri-urban environments and large metropolitan areas. The results achieved open the possibility of developing a method for analysing places that may constitute the basis for future guidelines supporting a more informed and conscious design of urban environments, where well-being is understood not as an intrinsic property of individual elements but as an emergent condition arising from the relationships among the different components of the urban system. Such a perspective would complement the traditional monitoring provided by urban indicators, restoring centrality to the ways in which users experience, perceive, and interpret urban space.

References / Bibliografia

- BURATTI G., CONTE S., ROSSI M. (2022), *Proposal for a data visualization and assessment system to rebalance landscape quality*, in GIORDANO A., RUSSO M., SPALLONE R., eds, *Representation challenges. New Frontiers of AR and AI Research for Cultural Heritage and Innovative Design*, Milano, FrancoAngeli, pp. 179-186.
- CONTE S., ROSSI M. (2026), *Txt2city. From the Prompt to the City's Image*, in GIORDANO A., RUSSO M., SPALLONE R., eds, *Representation Across Boundaries. Digital Innovations in Architecture, Engineering and Construction*, Cham, Springer, pp. 375-392.
- CONTE S., ROSSI M. (2025), *Disegnare (con le) parole. Calvino e la retorica della complessità*, in *èkphrasis. Descrizioni nello spazio della rappresentazione / èkphrasis. Descriptions in the space of representation*, atti del convegno (Roma, 11-13 settembre 2025), a cura di CARLEVARIS L., CALISI D., BAGLIONI L., BIANCHINI C., CANCIANI M., CIANCI M.G., FARRONI L. et al., Milano, FrancoAngeli, pp. 2679-2698.
- DE RUBERTIS R. (2012), *Darwin Architetto. L'evoluzione in architettura e oltre*, Torre del Greco, ESA.
- NORBERG-SCHULZ C. (1980), *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*, London, Academy Editions.
- PENROSE R. (2005), *The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe*, New York, Alfred A. Knopf.
- ROSSI M., BURATTI G., CONTE S., SANTACROCE C., SFORZI G. (2025), *Calvino's invisible cities: mathematical structures in cyberspace*, in WILLIAMS K., MONTELEONE C., a cura di, *Nexus 2025: Relationship Between Architecture and Mathematics*, atti di convegno (Vicenza, 3-6 giugno 2025), Torino, Kim Williams Books, pp. 235-240.
- ROSSI M., CONTE S. (2025), *Visual citytelling. Il collage come sintesi della complessità urbana*, in CICALÒ E., MENCHETELLI V., TRIZIO I., a cura di, *Linguaggi Grafici INFORMAZIONE*, Alghero, Publica, pp. 496-515.
- ROSSI M. (2020), *Organic Reference in Design. The Shape between Invention and Imitation*. in MAGNAGHI DELFINO P., MELE G., NORANDO T., eds, *Faces of Geometry. From Agnesi to Mirzakhani*, Cham, Springer, pp. 177-186.
- SALINGAROS N.A. (2014), *Complexity in Architecture and Design*, «Oz Journal», 36, pp. 18-25.

pende dal luogo e dall'uso che se ne fa. Gli elementi di misura della qualità urbana devono essere scelti su tre piani reciprocamente intrecciati. Un primo livello è fisico-materiale e riguarda la forma e le geometrie, le distanze, la presenza di attrezzature, la continuità o la frammentazione del tessuto urbano. Un secondo livello è logico-funzionale e riguarda l'organizzazione degli usi, l'accessibilità ai servizi, la leggibilità delle connessioni, la compatibilità tra tempi urbani differenti. Un terzo livello, infine, è identitario e simbolico: riguarda la capacità dei luoghi di generare appartenenza, orientamento, riconoscibilità e memoria condivisa (Buratti, Conte, Rossi 2022). In questo senso, la qualità del vivere in città può essere definita come una proprietà emergente in cui materia, informazione, uso e identità trovano un equilibrio dinamico. Gli indicatori restano necessari, devono essere tarati per i singoli contesti in cui vengono applicati e devono essere inseriti in una lettura capace di comprendere interdipendenze, retroazioni, scale e forme di adattamento.

6. Conclusioni

I sistemi complessi sembrano svilupparsi secondo traiettorie apparentemente casuali, in quanto soggetti a un equilibrio tra fattori che interagiscono in modo variabile a seconda della loro combinazione con elementi contingenti, mutevoli nel tempo e nello spazio. Non sono dunque i singoli fattori a risultare determinanti, bensì la loro irripetibile ricombinazione, intesa come patrimonio genetico di ogni singolo luogo. Come suggerisce la lezione calviniana, al di là degli indicatori quantificabili adottati dagli enti statistici – definiti in relazione a dotazioni misurabili in termini di quantità, superficie, frequenza, distanza e servizi – la qualità di una città è plasmata anche, e forse soprattutto, da fattori immateriali: le relazioni

tra gli individui e tra questi e il loro ambiente, capaci di segnare la differenza tra un luogo vissuto come felice e uno percepito come infelice. Il presente contributo intende porre le basi per una metodologia di conoscenza sperimentale che non si limiti agli aspetti quantitativi e misurabili, ma che si proietti verso ciò che non è immediatamente visibile. Analogamente a quanto il *text-to-image* consente di visualizzare i significati astratti di combinazioni linguistiche, acquisendo e trasferendo per esattezza la lettura proposta delle immagini calviniane, si ipotizza la possibilità di addestrare sistemi di intelligenza artificiale al percorso inverso: leggere la qualità degli spazi urbani reali a partire dall'immagine dei luoghi, riconoscendo le combinazioni capaci di generare stati di benessere percettivo. Le categorie di indicatori proposte, estrapolate da una rilettura trasversale di dati provenienti da contesti e finalità differenti, vengono reinterpretate in funzione del rilevamento dell'immagine della città, con un'applicabilità estesa tanto ai tessuti urbani consolidati quanto ai contesti periurbani e alle grandi aree metropolitane.

I risultati raggiunti aprono a un metodo di analisi dei luoghi che potrebbe costituire la base per linee guida orientate a una progettazione consapevole degli spazi urbani, in cui il benessere non è una proprietà intrinseca dei singoli elementi, ma emerge dalle relazioni tra le diverse parti. Tale prospettiva integrerebbe il monitoraggio tradizionale fornito dagli indicatori urbanistici, restituendo centralità alle modalità con cui l'utente vive e percepisce lo spazio. L'immagine non è solo una rappresentazione della città, ma diviene essa stessa uno strumento di conoscenza: un'interfaccia tra percezione e dato, capace di tradurre la complessità urbana in un sistema di indicatori interpretabili e di contribuire alla definizione di nuovi modelli di lettura del benessere della città.