Roberta Barbieri

LA SMART CITY NELLA NUOVA GOVERNANCE URBANA

STRATEGIE PER IL VALORE PUBBLICO E LO SVILUPPO SOSTENIBILE

FrancoAngeli

Università Pegaso

Collana di Studi e Ricerche Aziendali

UNIVERSITÀ TELEMATICA PEGASO

Collana di Studi e Ricerche Aziendali

diretta da *Giuseppe Paolone*

La *Collana di Studi e Ricerche Aziendali* è ideata per offrire un "prodotto editoriale" in grado di soddisfare le esigenze conoscitive e di rafforzare le competenze specifiche dei soggetti – ricercatori ed operatori del settore – interessati allo studio ed all'approfondimento delle tematiche aziendalistiche.

I volumi che di essa fanno parte rappresentano uno strumento rigoroso e, nel contempo, agile e pragmatico, di studio e di riscontro operativo; e ciò per rispondere all'esigenza di fornire una documentazione snella ed attuale che, partendo da una base teorico-metodologica, si estende all'esame dei contenuti operativi individuabili nell'ambito del sistema aziendale.

Tali volumi presentano, inoltre, la caratteristica di esprimere un contenuto scientifico traducibile in pratica operativa, attraverso un linguaggio chiaro e semplice per la comprensione dei fenomeni aziendali.

L'obiettivo primario della *Collana* è pertanto quello di coniugare la cultura teorico-scientifica di base con quella pragmatico-empirica, in un approccio che sia in grado di proporre uno strumento operativo utile a tutti coloro che agiscono in contesti professionali, manageriali e imprenditoriali, oltre a quelli che intendono incanalarsi nei faticosi percorsi della ricerca scientifica.

È noto che ogni acquisizione di elementi teorici di base presenti implicazioni di ordine pratico e che, viceversa, ogni abilità pratica trovi la sua origine in un determinato contesto teorico.

Il connubio tra teoria e pratica si presenta, pertanto, in modo reversibile ed inscindibile, per cui il "sapere scientifico" separato dalle "abilità pratiche", pur costituendo un importante patrimonio culturale del singolo soggetto, non concorre pienamente allo sviluppo ed alla crescita del sistema aziendale. Ne consegue che il "sapere" va affrontato partendo dalle competenze ed avviando un percorso circolare teso a migliorare la qualità dei livelli che lo caratterizzano (teoria-pratica-teoria), determinando così il successo di qualsiasi attività economica.

Condivisi i principi teorici di base, sostenuti dalla prevalente comunità scientifica di riferimento, i contributi dei vari studiosi e ricercatori, finalizzati alla migliore riuscita della *Collana*, saranno incentrati su tematiche operative che consentiranno di reintervenire su tali principi, procedendo così alla revisione ed all'avanzamento della ricerca scientifica.

La *Collana* presenta, in definitiva, la caratteristica di trattare argomenti di cultura aziendale in generale, di approcci organizzativi, di tematiche professionali, di strategie operative, in una prospettiva interdisciplinare fruibile dai soggetti interessati, sia in chiave di ricerca scientifica che di concrete applicazioni.

Gli Autori chiamati a collaborare con propri contributi monografici nella macroarea aziendale sono tutti consapevoli di fornire uno strumento utile, sia per coloro che ne fanno oggetto di studio e di ricerca, che per quelli che si confrontano nella realtà operativa.

In buona sostanza, la *Collana* vuole essere un utile strumento per una fruttuosa ricerca scientifica e, nel contempo, un prezioso supporto per una efficace didattica; ma vuole anche agevolare l'operatore nell'affrontare i problemi che si pongono alla sua attenzione, portandoli a corretta soluzione.

Il coordinamento della *Collana* è affidato all'Università Telematica Pegaso, prestigioso Ateneo operante nel campo della didattica avanzata e della ricerca scientifica, in ambito nazionale e in quello internazionale.

Colgo l'occasione per ringraziare i Colleghi aziendalisti che hanno manifestato il proprio consenso a comporre il Comitato Scientifico della *Collana*, nonché gli Autori che vorranno fornire il proprio contributo per il successo dell'iniziativa editoriale.

Giuseppe Paolone

Collana accreditata AIDEA

Direttore Scientifico:

Giuseppe Paolone (Università Telematica Pegaso)

Comitato Scientifico:

Stefano Adamo (Università del Salento); Paolo Andrei (Università di Parma); Valerio Antonelli (Università di Salerno); Berardino Benito (University of Murcia); Massimo Ciambotti (Università di Urbino); Stefano Coronella (Università Parthenope di Napoli); Lidia D'Alessio (Università Roma Tre); Luciano D'Amico (Università di Teramo); Francesco De Luca (Università di Chieti-Pescara); Alfredo De Massis (University of Lancaster); Roberto Di Pietra (Università di Siena); Giovanni Fiori (Università LUISS Guido Carli di Roma); Michele Galeotti (Università La Sapienza di Roma); Stefano Garzella (Università Parthenope di Napoli); Francesco Giunta (Università di Firenze); Claudio Lipari (Università di Palermo); Stefano Marasca (Università Politecnica delle Marche); Luciano Marchi (Università di Pisa); Alessandro Mechelli (Università della Tuscia);Stefania Migliori (Università di Chieti-Pescara); Rosa Alba Miraglia (Università di Catania); Tiziano Onesti (Università Roma Tre); Antonella Paolini (Università di Macerata); Aldo Pavan(Università di Cagliari); Luisa Pulejo (Università di Messina); Paolo Ricci (Università del Sannio); Gianfranco Rusconi (Univeristà di Bergamo); Claudia Salvatore (Università di Napoli "Federico II"); Daniela M. Salvioni (Università di Brescia); Marco Sorrentino (Università Telematica Pegaso); Raffaele Trequattrini (Università di Cassino); Michelina Venditti (Università di Chieti-Pescara); Riccardo Viganò (Università di Napoli "Federico II ")

Procedura relativa alla accettazione dei volumi per la pubblicazione

La procedura relativa alla accettazione dei volumi da pubblicare nella Collana di Studi e Ricerche Aziendali, si articola in due fasi: accettazione provvisoria e accettazione definitiva.

Accettazione provvisoria.
Prima della presentazione del lavoro monografico, l'Autore dovrà inviare al Di-rettore Scientifico l'indice analitico e una breve sintesi, evidenziando gli obiettivi, la base scientifica di partenza, la metodologia adottata ed i risultati attesi. Dette informazioni dovranno essere trasmesse a due componenti del Comitato Scientifico che, d'accordo con il Direttore Scientifico, potranno accettare il lavoro o rifiutarlo. In caso di accettazione, verranno individuati due referees che dovranno esprimersi en-tro venti giorni dall'invio della documentazione, indicando, in forma anonima, eventuali rilievi di cui l'Autore dovrà tener conto nella rivisitazione del lavoro. Il Direttore Scientifico, sulla base del giudizio espresso dai referees, deciderà se accettare il lavoro, chiedendo, in caso contrario, all'Autore di revisionare la proposta da sottoporre di nuovo al loro insindacabile giudizio.

Accettazione definitiva.
Nella fase finale, l'Autore dovrà far pervenire al Direttore Scientifico la bozza del volume da pubblicare, da trasmettere ai due referees che si sono già pronunciati all'inizio della procedura. Entro trenta giorni, questi ultimi dovranno esprimere un motivato giudizio per l'accettazione del volume nella Collana, nel pieno rispetto della metodologia di ricerca dichiarata nella fase iniziale. Il Direttore Scientifico, tenendo conto del giudizio espresso dai referees, deciderà di accettare o meno l'inserimento del volume nella Collana.

Roberta Barbieri

LA SMART CITY NELLA NUOVA GOVERNANCE URBANA

STRATEGIE PER IL VALORE PUBBLICO E LO SVILUPPO SOSTENIBILE



Collana di Studi e Ricerche Aziendali
diretta da Giuseppe Paolone

FrancoAngeli

Università Pegaso

Isbn e-book: 9788835199724

Copyright © 2026 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

L’opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d’autore.
Sono riservati i diritti per Text and Data Mining (TDM), AI training e tutte le tecnologie simili.
L’Utente nel momento in cui effettua il download dell’opera accetta tutte le condizioni della licenza d’uso dell’opera previste e comunicate sul sito *www.francoangeli.it*.

Gli eventuali link attivi e QR code inseriti nel volume sono forniti dall’autore. L’editore non si assume alcuna responsabilità sui link attivi e QR code ivi contenuti che rimandano a siti non appartenenti a FrancoAngeli. L’autore dichiara che, nella fase di stesura del presente volume, non ha utilizzato strumenti di IA generativa.

A mio padre
La tua assenza si fa custode silenziosa
di ogni mio passo

Indice

Introduzione pag. 11

1. Il paradigma della Smart City: fondamenti teorici e analisi empirica » 15
1.1. L'evoluzione del concetto di Smart City » 15
1.2. Approcci teorici e modelli interpretativi della Smart City » 20
1.3. Gli strumenti della governance urbana » 23
1.4. Il quadro istituzionale multilivello delle Smart Cities » 25
1.5. Il ruolo delle istituzioni locali nella pianificazione strategica urbana » 27
1.6. Misurare la Smartness urbana » 30
1.6.1. Obiettivi e approccio metodologico » 33
1.6.2. Le performance delle città italiane » 42
1.6.3. Discussione e implicazioni » 56
Appendice metodologica al Capitolo 1 » 58

2. Smart City e Valore Pubblico: prospettive integrate di innovazione amministrativa » 71
2.1. La teoria del Valore Pubblico » 71
2.2. La Smart City come leva strategica di Valore Pubblico » 75
2.2.1. Obiettivi e approccio metodologico » 78
2.2.2. Un quadro teorico sistematico e integrato » 80
2.2.3. Discussione e implicazioni » 96
2.3. Trasformazione digitale e e-government nella creazione di valore » 99
2.4. Criticità e rischi dell'e-government » 102
2.5. Strategie di mitigazione degli effetti distorsivi » 105
Appendice metodologica al Capitolo 2 » 107

3. Smart City e Sviluppo Sostenibile: traiettorie evolutive dell'innovazione urbana pag. 111
3.1. Smart City e Sostenibilità nella prospettiva del Valore Pubblico » 111
3.2. L'Agenda 2030 e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile » 112
3.3. Il ruolo della Smart City nel conseguimento degli SDGs » 114
3.3.1. Obiettivi e approccio metodologico » 117
3.3.2. Analisi dei cluster delle città italiane » 119
3.3.3. Discussione e implicazioni » 132
3.4. Le tensioni tra Smart City e Sostenibilità » 133
3.5. Strategie di mitigazione dei trade-off » 135
Appendice metodologica al Capitolo 3 » 136

Conclusioni » 139

Bibliografia » 143

Introduzione

Il mondo contemporaneo è attraversato da sfide interconnesse di crescente complessità – demografiche, ambientali, economiche e sociali – che impongono un ripensamento sistematico dei modelli di sviluppo urbano tradizionali (Bibri e Krogstie, 2017). Le città si trovano al centro di questa transizione: secondo le proiezioni delle Nazioni Unite, entro il 2050 circa il 70% della popolazione mondiale vivrà in aree urbane, rendendo tali contesti al tempo stesso i principali teatri delle criticità globali e i laboratori più promettenti per la sperimentazione di soluzioni integrate (United Nations, 2019). In questo scenario, il paradigma Smart City si è affermato come uno degli approcci più rilevanti per coniugare innovazione tecnologica e sostenibilità urbana, con l'obiettivo di migliorare la qualità della vita dei cittadini e rafforzare la capacità delle amministrazioni pubbliche di rispondere ai bisogni collettivi (Albino et al., 2015).

L'innovazione tecnologica – alimentata dai progressi in Intelligenza Artificiale, Internet of Things, Big Data Analytics e digitalizzazione dei servizi – offre strumenti avanzati per ottimizzare l'uso delle risorse, migliorare l'efficienza dei processi e affrontare con soluzioni creative le grandi sfide urbane (Ahad et al., 2020). La sostenibilità, d'altra parte, non rappresenta soltanto un obiettivo da raggiungere, ma si configura come principio regolativo fondamentale per orientare l'innovazione verso finalità inclusive, eque e compatibili con i limiti ambientali del pianeta (Yigitcanlar et al., 2019). L'integrazione tra questi due paradigmi – innovazione e sostenibilità – costituisce oggi una delle sfide più promettenti e complesse dell'azione pubblica contemporanea. Sebbene spesso trattate come dimensioni distinte, esse possono attivare sinergie virtuose capaci di generare benessere collettivo e Valore Pubblico nel lungo periodo (Blasi et al., 2022).

È proprio il concetto di Valore Pubblico a costituire il filo conduttore dell'intera monografia. Esso consente di superare letture riduttive della

Smart City come mero fenomeno tecnologico (Hollands, 2020), riconducendo l'innovazione urbana alla sua finalità ultima, ovvero la generazione di benefici socialmente rilevanti, equamente distribuiti e coerenti con le aspettative collettive (Meijer e Bolívar, 2016). In questa prospettiva, la Smart City rappresenta uno spazio di interazione tra dimensioni tecnologiche, sociali e ambientali nella produzione di valore: al tempo stesso esito atteso delle politiche urbane e criterio guida per la loro progettazione e valutazione (Barrutia et al., 2022).

A fronte delle opportunità offerte dal paradigma Smart City, la sua concreta attuazione incontra ancora numerosi ostacoli di natura tecnologica, economica, istituzionale e sociale (Ruhlandt, 2018). Tra le principali criticità rientrano: le disuguaglianze nell'accesso alle tecnologie digitali, gli elevati costi associati all'adozione delle infrastrutture più avanzate, le questioni etiche connesse alla raccolta e all'utilizzo dei dati, la difficoltà di reperire risorse finanziarie adeguate, la frammentazione delle competenze istituzionali, la limitata partecipazione dei cittadini, e, non da ultimo, la complessità della valutazione dei risultati conseguiti (Nam e Pardo, 2011). Si tratta di elementi che mettono in evidenza alcune possibili fragilità del modello Smart City. Qualora non vengano adeguatamente governate, esse possono ridurne sensibilmente la capacità di produrre i benefici attesi e, in alcuni casi, generare effetti indesiderati (Hollands, 2020).

La capacità delle iniziative smart di produrre risultati duraturi dipende, pertanto, dall'adozione di una prospettiva integrata, in grado di ricomporre la frammentazione che spesso caratterizza attori, competenze e processi decisionali (Chourabi et al., 2012). In questa prospettiva, la collaborazione tra i diversi soggetti coinvolti rappresenta una condizione essenziale per attivare meccanismi di co-creazione del valore e tradurre il modello Smart City in benefici effettivi per il sistema urbano (Castelnovo et al., 2016).

Un ruolo particolarmente rilevante è svolto dalle amministrazioni locali, alle quali compete una parte sostanziale della gestione urbana e dell'attuazione delle politiche sul territorio (Angelidou, 2014). La conoscenza diretta delle caratteristiche – economiche, sociali e infrastrutturali – della città consente loro di adattare gli interventi alle specificità locali e di favorire il coinvolgimento della comunità nei processi di trasformazione urbana (Mora et al., 2019). I livelli di governo nazionale e sovranazionale intervengono, invece, soprattutto nella definizione del quadro regolatorio, nell'individuazione degli indirizzi strategici e nella predisposizione delle risorse finanziarie necessarie a sostenere interventi di maggiore scala, garantendo la coerenza con gli obiettivi definiti a livello nazionale e internazionale (Neuroni et al., 2019).

La governance della Smart City, inoltre, deve riguardare l'intero ciclo di vita degli interventi. Ciò implica, in primo luogo, la definizione di politiche e

strategie sufficientemente chiare e inclusive, capaci di costruire una visione condivisa degli obiettivi tra i diversi stakeholder (Mora et al., 2019). A questa fase deve seguire una gestione operativa efficace, orientata alla realizzazione di soluzioni che possano essere adattate all'evoluzione dei bisogni urbani e, ove necessario, estese a una scala più ampia (De Jong et al., 2015). Assume infine particolare importanza la misurazione sistematica dei risultati, necessaria per verificare il raggiungimento degli obiettivi, ma anche per individuare eventuali criticità, correggere gli interventi e alimentare processi continui di apprendimento e miglioramento (Dameri, 2017).

Nonostante il potenziale trasformativo delle iniziative smart, persistono importanti lacune teoriche ed empiriche nel dibattito scientifico. Si rileva, in primo luogo, la mancanza di strumenti che valutino complessivamente il percorso delle città italiane verso il modello Smart City, secondo definizioni multidimensionali e scientificamente validate in letteratura (Sharifi, 2019; Huovila et al., 2019). Inoltre, si evidenzia l'assenza di un quadro teorico integrato che colleghi in modo coerente il concetto di Smart City alla creazione di Valore Pubblico, evidenziandone potenziali benefici e criticità (Kummitha, 2018; Komninos et al., 2021). In terzo luogo, emerge una carente analisi empirica sul contributo effettivo delle città intelligenti agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, in particolare nel contesto italiano (Battarra et al., 2018; Sharifi et al., 2024).

Questa monografia si propone di colmare tali lacune attraverso un approccio articolato e progressivo, che combina analisi teoriche ed empiriche, con l'obiettivo di offrire una visione integrata del rapporto tra Smart City, Sviluppo Sostenibile e Valore Pubblico nella nuova governance urbana. Il lavoro è strutturato in tre capitoli, ciascuno dei quali approfondisce una dimensione specifica di questo rapporto, costruendo un percorso analitico coerente.

Il primo capitolo fornisce le basi concettuali ed empiriche dell'intera monografia. Dopo aver ripercorso l'evoluzione del concetto di Smart City – dai suoi albori tecnologici fino ai modelli olistici più recenti – il capitolo esamina i principali approcci teorici disponibili in letteratura, con particolare attenzione al ruolo della governance urbana e delle politiche pubbliche multilivello. La sezione empirica propone un modello originale di misurazione della Smartness urbana. Esso si fonda su un approccio Multi-Criteria Decision-Making applicato a 72 indicatori distribuiti nelle sei dimensioni del modello di Giffinger et al. (2007) – Economy, Environment, Mobility, Governance, People e Living – per un campione di 21 capoluoghi di regione italiani.

Il secondo capitolo approfondisce il nesso tra il paradigma Smart City e la creazione di Valore Pubblico, esplorandolo su due piani complementari. Il primo è quello teorico-sistematico: attraverso una revisione della letteratura che combina analisi bibliometrica, di rete e di contenuto su un corpus di

483 documenti scientifici, il capitolo ricostruisce l'evoluzione del dibattito e identifica i principali driver, le traiettorie emergenti e le lacune del campo di studio. Il secondo piano è quello operativo: il capitolo esamina il ruolo della trasformazione digitale e dell'e-government come infrastrutture abilitanti della governance urbana intelligente, analizzandone sia il potenziale – in termini di efficienza, trasparenza, partecipazione e inclusione – sia le criticità strutturali – di carattere endogeno ed esogeno.

Il terzo capitolo completa il percorso analitico collocando il paradigma Smart City nel più ampio quadro dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite. Anzitutto, esso esplora il nesso concettuale tra Smart City, sostenibilità e Valore Pubblico. In seguito, il capitolo impiega una cluster analysis basata su 34 indicatori per analizzare empiricamente i progressi delle 21 città capoluogo italiane – il medesimo campione utilizzato per l'analisi del Capitolo 1 – verso gli SDGs più direttamente correlati al paradigma smart, ovvero l'SDG 9 (Imprese, innovazione e infrastrutture) e l'SDG 11 (Città e comunità sostenibili). Il capitolo si chiude poi con una rassegna delle principali tensioni strutturali tra innovazione smart e sostenibilità, nonché con le strategie di mitigazione necessarie per superarle, richiamando il Valore Pubblico come criterio guida ultimo dell'azione urbana.

I tre capitoli sono concepiti come un sistema integrato, piuttosto che come sezioni indipendenti. In sintesi, il Capitolo 1 costruisce il framework analitico e fornisce la misurazione empirica di base; il Capitolo 2 introduce la dimensione del Valore Pubblico e ne esplora le implicazioni per la governance digitale; il Capitolo 3 estende la prospettiva alla sostenibilità globale, verificando la coerenza tra Smartness urbana e obiettivi dell'Agenda 2030. Il filo che li attraversa è sempre il medesimo: la convinzione che le città intelligenti possano dispiegare il proprio pieno potenziale trasformativo soltanto se guidate da una visione strategica capace di tenere insieme innovazione tecnologica, equità sociale e tutela ambientale – in una parola, di creare Valore Pubblico duraturo.

I.
Il paradigma della Smart City: fondamenti teorici e analisi empirica

1.1. L'evoluzione del concetto di Smart City

Nel contesto contemporaneo, caratterizzato da rapidi processi di urbanizzazione, si stima che entro il 2050 il 68% della popolazione mondiale vivrà nelle città (United Nations, 2019). I centri urbani rappresentano i principali poli di crescita economica e sociale, ma concentrano al contempo una quota significativa delle criticità ambientali e infrastrutturali: sono responsabili di circa il 70% del consumo globale di risorse e di una parte rilevante delle emissioni di gas serra (Bibri e Krogstie, 2017). Intese come sistemi complessi e dinamici composti da individui, istituzioni, attività economiche, infrastrutture e risorse, le città esercitano dunque una pressione crescente sull'ambiente e sulle strutture amministrative che ne regolano il funzionamento (Bibri, 2021). Tale pressione si traduce in una molteplicità di sfide sistemiche di natura economica, sociale e ambientale, tra cui (Kummitha e Crutzen, 2017):

- l'esigenza di rigenerare e riqualificare le aree urbane;
- la sollecitazione su sistemi, infrastrutture, alloggi e servizi;
- le sfide della mobilità legate alla congestione stradale;
- il cambiamento climatico e l'inquinamento ambientale;
- la gestione dei rifiuti e delle acque reflue;
- l'energia e la sua produzione sostenibile;
- le disuguaglianze socio-economiche e il conseguente rischio di marginalizzazione;
- l'innovazione tecnologica e le sue applicazioni sempre più diffuse;
- la competitività territoriale e la capacità di attrarre talenti globali.

Queste sfide possono ostacolare lo sviluppo urbano, rendendo le città meno efficienti, meno inclusive e meno sostenibili nel lungo periodo (Johnson, 2008).

La crescente diffusione delle tecnologie digitali, unita alla progressiva maturazione della consapevolezza ambientale e alla crisi dei tradizionali modelli di governo urbano, ha favorito l'emergere di nuovi paradigmi per la gestione delle città (Chourabi et al., 2012). Tra questi, il modello Smart City si è affermato come uno degli approcci più promettenti per affrontare le sfide urbane contemporanee, integrando innovazione tecnologica, sostenibilità ambientale e miglioramento della qualità della vita (Albino et al., 2015).

Il concetto di Smart City ha conosciuto un'evoluzione pluridecennale. I primi riferimenti risalgono ai primi anni Novanta, nell'ambito delle riflessioni sul cambiamento tecnologico e sulla digitalizzazione degli ambienti urbani (Gibson et al., 1992). In una fase iniziale, il dibattito si è concentrato principalmente sul ruolo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) come strumenti per migliorare l'efficienza delle infrastrutture e dei servizi urbani. Nel tempo, tuttavia, il concetto si è progressivamente ampliato, fino a diventare un riferimento centrale nelle agende politiche internazionali, nei programmi di finanziamento pubblico e nella ricerca accademica (Masik et al., 2021).

Oggi la Smart City non rappresenta soltanto un obiettivo da raggiungere, ma un processo trasformativo continuo attraverso cui le città sperimentano e implementano soluzioni innovative per affrontare le sfide dello sviluppo urbano. La trasformazione intelligente delle città si configura pertanto come un percorso evolutivo dinamico, guidato da iniziative di innovazione capaci di ridefinire in modo adattivo le traiettorie di sviluppo dei contesti urbani (Nam e Pardo, 2011; De Jong et al., 2015).

La letteratura scientifica evidenzia come il concetto di Smart City sia intrinsecamente multidimensionale e sia stato associato nel tempo a una pluralità di visioni e approcci teorici. Termini quali "città digitale", "città della conoscenza", "città ubiqua", "città sostenibile" e "città resiliente" sono stati utilizzati per descrivere differenti aspetti del processo di trasformazione urbana (Cocchia, 2014). Sebbene ciascuna prospettiva enfatizzi dimensioni specifiche dello sviluppo urbano, esse possono essere considerate parte di una visione più ampia e integrata, in cui la città si configura come un ecosistema intelligente capace di valorizzare innovazione tecnologica, capitale umano e sociale, connettività infrastrutturale, sostenibilità e gestione del rischio (Albino et al., 2015; Marsal-Llacuna et al., 2015).

Dal punto di vista teorico, il concetto di Smart City non è definito in modo univoco, a causa della pluralità di attori coinvolti e delle numerose funzio-

ni che caratterizzano i sistemi urbani contemporanei (Mora et al., 2017). Non esiste un consenso condiviso su quali elementi siano indispensabili per qualificare una città come "intelligente", né su quali strumenti e approcci debbano guidare tale trasformazione (Meijer e Bolívar, 2016). Nonostante questa eterogeneità interpretativa, l'evoluzione della letteratura consente di individuare due principali filoni teorici.

Il primo filone – di matrice prevalentemente tecnologica – considera la trasformazione delle città come il risultato dell'integrazione di un insieme eterogeneo di tecnologie per la raccolta, l'elaborazione e l'utilizzo di grandi quantità di dati urbani. Le cosiddette "enabling technologies" costituiscono l'infrastruttura alla base delle Smart Cities, consentendo il monitoraggio in tempo reale dei sistemi urbani e il supporto a processi decisionali basati sui dati (Jin et al., 2014). Esse vengono impiegate per ottimizzare il funzionamento delle principali infrastrutture urbane – trasporto, energia, distribuzione idrica, gestione dei rifiuti, servizi pubblici digitali – costruendo ambienti più efficienti, interconnessi e adattivi. Secondo Ahad et al. (2020), le principali tecnologie abilitanti includono infrastrutture di calcolo distribuito, reti di sensori, sistemi di gestione dei dati e strumenti avanzati di analisi e automazione. La Tabella 1.1 sintetizza le principali tecnologie abilitanti dell'ecosistema Smart City, descrivendone le caratteristiche e i principali ambiti applicativi. Come emerge dalla sua lettura, lo sviluppo delle Smart Cities dipende non da una singola innovazione tecnologica, bensì dall'integrazione sinergica di molteplici tecnologie digitali. La combinazione tra infrastrutture ICT, dispositivi connessi, sistemi di analisi dei dati e strumenti di intelligenza artificiale consente di trasformare i dati generati in informazioni utili per il governo della città.

Sebbene le tecnologie rappresentino un elemento fondamentale per l'implementazione del modello Smart City, questo orientamento è stato oggetto di numerose critiche per la sua visione tecnocratica dello sviluppo urbano. Diversi studiosi hanno sottolineato come una trasformazione guidata esclusivamente dalla tecnologia rischi di trascurare le dimensioni sociali, politiche e istituzionali dei sistemi urbani (Hollands, 2020). È stato evidenziato, in particolare, il rischio che l'adozione di soluzioni digitali possa accentuare fenomeni di esclusione sociale e ampliare il divario digitale tra gruppi di cittadini con differenti livelli di accesso tecnologico (Caragliu e Del Bo, 2022). Ulteriori criticità riguardano le implicazioni etiche connesse alla raccolta e all'utilizzo dei dati urbani (Kitchin et al., 2015), nonché la possibile concentrazione dei processi decisionali nelle mani di attori tecnologici o privati, a scapito di modelli di governance più inclusivi e partecipativi (Kitchin, 2017).

Tab. 1.1 – Principali tecnologie abilitanti della Smart City

Cloud e Edge computing	Il cloud computing offre soluzioni rapide ed economicamente vantaggiose, poiché consente agli utenti di evitare ingenti investimenti per la realizzazione di piattaforme, software e infrastrutture fisiche, che possono invece essere acquisiti come servizi forniti da operatori specializzati (ad esempio Amazon, Microsoft o Google) (Mell e Grance, 2011). L'edge computing permette invece di effettuare elaborazioni più rapide e leggere direttamente ai margini della rete, evitando la necessità di trasferire l'intero volume di dati al cloud per la loro elaborazione (Mao et al., 2017) e consentendo ai sistemi di assumere decisioni in tempi prossimi al reale.
Cyber Physical Systems	I sistemi cyber-fisici rappresentano insiemi integrati di reti, dispositivi e infrastrutture (sia fisiche sia virtuali) che combinano processi computazionali, gestione dei dati e interazione con processi fisici. Essi comprendono attività di elaborazione, comunicazione, archiviazione e controllo e possono essere progettati per applicazioni generali oppure specifiche, ad esempio nei settori sanitario, robotico o dei trasporti (Baheti e Gill, 2011).
Dispositivi sensoriali e Internet of Things	Nei dispositivi e nelle componenti dei sistemi urbani vengono integrati microchip e sensori in grado di rilevare condizioni ambientali e operative e di trasmettere tali informazioni ai gateway di rete per ulteriori elaborazioni. Questi sensori raccolgono dati relativi a fenomeni quali temperatura, pressione, umidità o altre variabili fisiche. L'insieme dei dispositivi sensoriali interconnessi e capaci di comunicare tra loro e con l'ambiente esterno costituisce l'Internet of Things (IoT) (Gubbi et al., 2013).
Big data	L'elevato volume, la velocità e la varietà dei dati generati nei contesti urbani richiedono tecnologie avanzate per la loro gestione ed elaborazione. Le tecnologie di big data analytics consentono di estrarre informazioni rilevanti dai dati, individuare modelli ricorrenti, supportare processi decisionali basati su evidenze empiriche e prevedere comportamenti futuri in numerosi ambiti applicativi (Labrinidis e Jagadish, 2012).
Protocolli di sicurezza	Le tecniche di sicurezza tradizionali risultano spesso insufficienti a coprire l'ampia varietà di scenari presenti nelle Smart Cities, a causa di vincoli quali scalabilità, eterogeneità dei dispositivi, limitazioni energetiche e capacità di calcolo ridotte. Per tale ragione sono stati sviluppati nuovi meccanismi di sicurezza in grado di rispondere alle esigenze complesse e diversificate dei sistemi urbani intelligenti (Zhang et al., 2014).
Tecnologie dell'informazione e della comunicazione	Le ICT costituiscono l'infrastruttura portante per l'erogazione dei servizi e per la connessione tra i diversi attori dell'ecosistema Smart City. Esse comprendono tecnologie di rete, sistemi di autenticazione e autorizzazione, nonché meccanismi di gestione degli accessi, integrati con protocolli di sicurezza (Bifulco et al., 2016).

Tab. 1.1 – Segue

Intelligenza Artificiale, Machine Learning e Deep Learning	Le tecnologie di artificial intelligence facilitano l'elaborazione e l'analisi dei dati generati dalle comunicazioni tra macchine e dispositivi nei sistemi urbani intelligenti. Attraverso tecniche di machine learning e deep learning è possibile sviluppare modelli predittivi e supportare decisioni preventive, ottenendo al contempo una visione integrata delle dinamiche interne ed esterne ai sistemi urbani (Allam e Dhunny, 2019).
Wireless Sensor Networks	Le reti di sensori wireless consentono il rilevamento, la trasmissione e l'elaborazione avanzata dei dati, rappresentando una componente fondamentale delle infrastrutture Smart City. Esse sono ampiamente utilizzate nei sistemi di supporto alle decisioni, ad esempio nella gestione del traffico, nel monitoraggio ambientale o nei sistemi di localizzazione (Wu et al., 2018).
Blockchain	La tecnologia blockchain consente la gestione distribuita dei dati e la connessione diretta tra dispositivi in modalità *peer-to-peer*. La sua integrazione negli ecosistemi urbani intelligenti offre notevoli potenzialità in termini di sicurezza, trasparenza, tracciabilità e immutabilità dei flussi informativi (Underwood, 2016).
Tecnologia 5G	Le reti 5G garantiscono una maggiore capacità di trasmissione dei dati e una maggiore flessibilità delle comunicazioni digitali, favorendo lo sviluppo di servizi urbani avanzati e la partecipazione civica. Esse rappresentano un importante catalizzatore dei processi di trasformazione digitale, migliorando accessibilità, efficienza delle infrastrutture e qualità dell'esperienza degli utenti (Lynggaard e Skouby, 2015).
Tecnologie geospaziali	Le tecnologie geospaziali supportano i processi di pianificazione urbana, consentendo la raccolta e l'analisi di dati geografici e di localizzazione con elevata precisione. Strumenti quali LiDAR, telerilevamento, Internet mapping, GPS e sistemi GIS svolgono un ruolo fondamentale nello sviluppo delle infrastrutture intelligenti e nell'implementazione di servizi come mobilità smart, parcheggi intelligenti, sistemi di navigazione e servizi sanitari avanzati (Li et al., 2020).

Fonte: rielaborazione da Ahad et al., 2020.

Per queste ragioni, un secondo filone di ricerca ha progressivamente enfatizzato le dimensioni sociali, partecipative e istituzionali della Smart City, concepita come un ecosistema capace di mobilitare capitale umano, risorse relazionali e intelligenza collettiva per affrontare le sfide dello sviluppo urbano (Bifulco et al., 2016). La tecnologia è qui intesa come strumento a supporto di processi più ampi di innovazione sociale e istituzionale, il cui impatto dipende dalla capacità di coordinamento verso obiettivi condivisi di sviluppo. Particolare attenzione è attribuita al ruolo dei cittadini, delle co-