

Pianificazione intelligente nell'era dell'incertezza: decisioni, conoscenza, complessità e tecnologie emergenti

Smart Planning in the Age of Uncertainty: Decisions, Knowledge, Complexity, and Emerging Technologies

Domenico Camarda

Politecnico di Bari

domenico.camarda@poliba.it

ORCID ID: 0000-0001-6311-3289

Received: September 2025 / Accepted: December 2025 | © 2025 Author(s).

This article is published with Creative Commons license CC BY-SA 4.0 Firenze University Press.

DOI: 10.36253/contest-15647

Abstract

Traditional spatial planning shows increasing limitations in addressing the complexity and dynamism of real contexts, often resulting in plans that are abstract and difficult to implement. The advent of emerging technologies, in particular Artificial Intelligence (AI), offers new perspectives to manage complex data and support informed decisions, but also shows risks of amplification of inequalities and persistence of existing biases. The text explores these issues in a framework of historical and theoretical evolution of planning, highlighting the dialectic between traditional top-down models and the need for multi-agent and knowledge-based approaches, more collaborative and adaptive. Through the analysis of experiments with generative AI and applied ontologies, some potential and limits of current technologies in the construction of future scenarios and in the management of diffused knowledge are outlined. A central epistemological challenge emerges, consisting in integrating advanced tools with inclusive participatory processes, shifting the emphasis towards collaborative knowledge structures capable of responding to the changing needs of communities and promoting more equitable and sustainable decisions.

Keywords: Intelligent planning, Artificial intelligence, Knowledge-based decision-making, Urban digital twins, Scenario building

1. Introduzione

Negli ultimi decenni, la critica agli approcci tradizionali di pianificazione e decisione è cresciuta significativamente, riflettendo una crescente disconnessione tra teorie/metodologie formali e le realtà operative. La pianificazione spaziale, originariamente concepita come un processo razionale e lineare, si dimostra sempre più spesso inadatta a gestire la complessità e la dinamica dei contesti reali, portando a piani spesso astratti - se non irrealizzabili. I suoi limiti risultano spesso ben evidenti, soprattutto nella difficoltà di definire e poi raggiungere obiettivi condivisi in ambienti tipicamente caratterizzati da interessi e bisogni diversificati e mutevoli.

Con l'avvento delle tecnologie emergenti, l'Intelligenza Artificiale (AI) sembra porre nuove prospettive per la pianificazione, offrendo strumenti avanzati per l'analisi, l'interpretazione, la gestione dei dati e il supporto decisionale. Certamente, nonostante le potenzialità, l'AI presenta anche rilevanti aspetti critici - come la sua dipendenza da dati e modelli preesistenti, che possono non riflettere pienamente la complessità e la mutevolezza delle situazioni reali. In un processo decisionale inclusivo e a base cognitiva, ciò rischia di amplificare le disuguaglianze, perpetuare bias esistenti e prefigurare scenari inappropriati.

La sfida, quindi, non è solo tecnologica ma anche epistemologica: come utilizzare l'AI e altre tecnologie emergenti per costruire una conoscenza collettiva e dinamica, capace di adattarsi ai cambiamenti e di promuovere decisioni più eque e sostenibili? La difficile risposta dipende dalle capacità di combinare l'uso di strumenti avanzati con la inclusione fine delle comunità, garantendo che le decisioni siano informate, condivise e attuabili. Questo potrebbe richiedere un importante ripensamento delle pratiche di pianificazione, spostando l'enfasi da modelli top-down a strutture modellistiche più collaborative e adattive, capaci di integrare prospettive diverse e di rispondere alle esigenze in evoluzione delle comunità. In questa sede non si propone un modello normativo o prescrittivo, ma si indica la necessità di una revisione critica delle pratiche, fondata su considerazioni epistemologiche e sulla crescente distanza tra strumenti formali e dinamiche operative reali.

In questo quadro generale, il testo oltre la presente introduzione si compone di altre quattro sezioni. La seconda esplora una evoluzione storica e teorica dei piani spaziali, evidenziando la dialettica tra modelli tradizionali e dinamicità di comportamenti e bisogni. La terza affronta la complessità delle decisioni collettive, sottolineando l'importanza della conoscenza collaborativa nelle sfide reali della pianificazione, con un focus specifico sull'esempio dell'Italia. La quarta sezione esplora le potenzialità delle tecnologie emergenti nella gestione della conoscenza diffusa e il supporto alla realizzazione dinamica di strategie di pianificazione possibilmente inclusive dei bisogni mutevoli delle comunità, evidenziando alcune potenzialità e limiti dell'uso di intelligenza artificiale. Brevi riflessioni concludono il testo, riassumendo i punti chiave e riflettendo sulla necessità di approcci innovativi e sinergici per la pianificazione e la decisione spaziale.

2. Tra storia e teoria, le evoluzioni di un piano debole

Nelle lezioni tenute agli studenti dei corsi di pianificazione territoriale negli anni 1980-90, il professor Giovanni Maciocco anticipava una linea di riflessione che si andava sviluppando in quei tempi (Maciocco, 1991). Essa parlava di una crescente e dirompente separazione tra gli strumenti formali della pianificazione e la realtà della loro implementazione. Il piano ne appariva sempre più delegittimato, orientandosi a diventare un mero dipinto astratto, se non uno strumento di pressione politica o di beneficio per singoli privilegiati, a svantaggio della più ampia collettività. Da questo, appunto, la sua continua delegittimazione. Successivamente, questa presa di coscienza si è evoluta e puntualizzata in molti casi. Ne hanno sviluppato ragionamenti strutturati e puntuali lo stesso Maciocco ed Enzo Scandurra (2001), per citare i referenti dei nostri studenti, e naturalmente i grandi studiosi internazionali da John Forester (1998) a John Friedman (1993), passando per Patsy Healey (1997) e tanti altri. Più recentemente ha avuto una certa eco un editoriale di Mike Batty di UCL, che ha recuperato in parte ragionamenti di questo tipo per segnalare la preoccupante deriva di separazione tra teoria e pratica in ambito di pianificazione spaziale (Batty, 2022). A ben vedere, peraltro, questa linea di riflessione pare avere origini ben più lontane.

Se solo pensiamo al dibattito attorno all'approccio razionale nella teoria delle decisioni degli anni 1950 e 1960, troviamo un inquadramento più strutturato di una parte consistente di queste problematiche. Gli economisti del secolo scorso si concentravano infatti sulla necessità di elaborare modelli per poter aiutare decisioni che perseguissero obiettivi positivi di collettivo beneficio se non di profitto (McLoughlin, 1969; Nozick, 1993). È noto che Herbert Simon (1955) mise in guardia sulle necessità di conoscenza minuta e diffusa dei bisogni e dei comportamenti quando la decisione sia orientata a benefici collettivi e non individuali. Conoscenza che peraltro include la mutevolezza in termini temporali, testimoniando la continua evoluzione dei bisogni e dei comportamenti di una comunità che è soggetta a contingenze e a continue dinamiche evolutive - come per esempio quelle tecnologiche. Un piano strutturalmente orientato al futuro di medio o lungo periodo si addossa tutte le responsabilità di questo tipo.

Spesso gli autori di riflessioni sulla teoria della pianificazione si sono concentrati sulle preesistenze culturali di ogni contesto nazionale rispetto alla reale possibilità di convergere in maniera diffusa, se non unanime, verso obiettivi condivisi per un futuro lontano (Sandercock, 1998; Hall, 1999). Si tratta di un argomento scivoloso, con rischi di retorica a ogni angolo. Tuttavia la condivisione delle regole che una comunità si attribuisce per poter rendere realistico questo percorso ad ostacoli rappresenta evidentemente una condizione critica verso quel nucleo di

obiettivi. Inoltre, il riconoscimento di queste regole come basi essenziali non è condizione automaticamente innata in ogni comunità. Autori specialmente nel campo dell'economia evidenziano per esempio che i contesti con più presenza di povertà diffusa sono meno propensi alla condivisione di regole comuni, giacché hanno meno accesso a risorse e a informazioni. Si vedano in questo caso le seminali riflessioni di Stiglitz che gli valsero il premio Nobel per l'economia (Stiglitz et al., 2008). Quindi certamente esiste un bisogno di regole per garantire la reale implementabilità di futuri condivisi, ma nasce d'altro canto l'esigenza di condivisione attorno alla costruzione di queste regole - il che rappresenta uno sforzo spesso notevolmente complesso.

3. Complessità, interazione cognitiva, sfide

3.1. Complessità e razionalità nelle decisioni collettive

Certo questa condizione di complessità dipende probabilmente da radici di tipo anche culturale, come prima sottolineato, ma soprattutto da variabili e indicatori di conoscenza verso comportamenti e bisogni variegati nello spazio e nel tempo. Dopo l'interesse suscitato dalla riscoperta dell'approccio razionale nella teoria delle decisioni, infatti, è proprio su queste variabili che si appunta l'attenzione degli autori che tentavano di ricucire il modello razionale in termini più adatti ai contesti decisionali collettivi (Arrow, 1963; Simon, 1982). Quanto questi studiosi si siano misurati con questa problematica è evidente nella paradigmatica riflessione di John Forester sui diversi limiti situazionali legati alle decisioni nei contesti collettivi (1984).

Anche sforzi verso modelli più operativi sono stati messi in atto, introducendo approcci ibridi di razionalità limitata (Lindblom, 1959; Etzioni, 1967).

Un percorso misto di razionalità incrementale a stadi nel breve periodo e razionale puro nel lungo periodo precorre in realtà gran parte del dibattito sulla pianificazione strategica che dagli anni Settanta è poi arrivata ai giorni nostri (Friend, Jessop, 1969; Friend, Hickling, 1997). Come noto, si tratta fondamentalmente di approcci per strategie sviluppate a partire da considerazioni soprattutto esperte nel tempo attuale, verso il raggiungimento di finalità future. È evidente quanto la forza propulsiva che spinge al raggiungimento di obiettivi futuri sia garantita dalla attualità, dal ruolo svolto da manager e comunità insieme, nel momento di ideazione della strategia di piano. È altrettanto evidente che la forza propulsiva è tanto più potente quanto più condivise sono linee guida, regole e principi che animano lo spirito della comunità. Non è certo un caso che le esperienze di pianificazione strategica di questo tipo abbiano avuto origine nel contesto britannico dalla lunga tradizione democratica del bene comune (Burns, 2004). Il modello però resta comunque piuttosto attrattivo in generale, perché consente di legare conoscenza e opinioni attuali ad un processo di raggiungimento di obiettivi di benessere futuri.

Molto di questo ragionamento è evidentemente radicato in quella prospettiva incrementale mista di derivazione razionalista. Come ricordato, questa prospettiva nasce dal tentativo di superamento dei limiti dell'approccio razionale, introducendo fattori di conoscenza di comportamenti e bisogni presenti e futuri. Tuttavia nel passaggio oltre frontiera del modello strategico verso il resto del pianeta l'elemento critico della conoscenza viene emulato con poca consapevolezza del tradizionale contesto di condivisione sociale, comunitaria da cui era scaturito (Albrechts et al., 2003). D'altra parte, l'evidenza storica degli approcci strategici nelle decisioni nel resto dell'Europa aveva altre e antiche radici, per esempio in ambito militare dove l'origine del termine si colloca sin dalla antica civiltà ellenistica. L'ispirazione è quindi di tipo fondamentalmente dirigistico, tradizionalmente top-down e ignara del ruolo centrale della conoscenza diffusa, in un contesto di decisione collettivo. Nei processi di pianificazione strategica gemmati dall'originale tronco nordeuropeo, il ruolo della condivisione di prospettive e strategie di sviluppo assume in realtà una rilevanza ex-post. L'interesse scaturisce soprattutto dalla ricerca di consenso, in generale per obiettivi di efficacia implementativa oppure (alcuni dicono soprattutto) in termini di gestione del potere (Suskind, Cruikshank, 1987; Kunzmann, Wegener, 1991; Forester, 1998).

3.2. Conoscenza collaborativa e futuri condivisi

Ma i decenni di fine secolo scorso sono caratterizzati da elementi di riflessione sulla problematica ambientale, sull'insorgere di situazioni di complessità ambientale e socioeconomica difficili da gestire attraverso strategie che non coinvolgano strutturalmente una conoscenza di comunità allargata. Resta difficile l'adattamento di un processo fondamentalmente nato in ambiti di conoscenza esperta, formale, disciplinare alle non sempre formalizzabili, quantificabili o addirittura ignote sfumature di questa complessità (Fischer, 2000). A questo si aggiunge la difficoltà di definire obiettivi strategici condivisi, come già messo in guardia ormai da decenni dall'approccio razionale alle decisioni collettive (Etzioni, 1967; Habermas, 1984). In questo contesto si sviluppano metodologie che tendono a orientare questi modelli di pianificazione strategica verso una dimensione allargata di conoscenza. Vi trovano posto probabilmente per la prima volta tentativi di strutturazione di questa conoscenza

multidimensionale e dinamica, con l'obiettivo di trarne una sostanza qualitativa/quantitativa di dati cognitivi emergenti dal basso. Le linee di ricerca che approfondiscono queste metodologie sotto l'etichetta di *futures studies* (Bell, 2003) esplorano la possibilità di realizzare ambienti di apprendimento collaborativo, di scambio di conoscenza, per la costruzione di strategie orientate a futuri condivisi a partire da gruppi di comunità. Sono note in questo quadro le esperienze sviluppate da studiosi *futuristi* (Khakee, Strömberg, 1993; Inayatullah, 2008; Sardar, 2010).

In questo nuovo contesto di pianificazione, la dimensione cognitiva collaborativa si propone come carattere strutturante per la costruzione di strategie di sviluppo o di assetto del territorio di una comunità. Essa offre una pagina nuova alle prospettive della pianificazione spaziale. Queste arene collaborative e orientate alla costruzione di strategie future hanno il merito di definire finemente percorsi di identificazione di obiettivi lontani nel tempo eppure condivisi. Infatti, l'approccio incrementalista misto, che cercava di conservare la gestibilità di decisioni utilizzando il modello razionale, aveva l'elemento vincolante di dover identificare un obiettivo futuro condiviso. Si trattava di un vincolo pesante in quanto futuri condivisi per una comunità non sono facili da identificare, in presenza di bisogni tipicamente differenziati e dinamici (Etzioni, 1967, 2014). Peraltro, come detto precedentemente, la attitudine di una comunità verso regole condivise non è sempre un carattere innato né comune (Healey, 1997; Sandercock, 1998). Con un percorso multiagente, interattivo, programmato e strutturato questi obiettivi futuri appaiono ora più individuabili, con diffusa consapevolezza e accordo. Accordo 'soddisfacente' e non ottimale, per dirla alla Simon (1955), ma più diffusamente riconosciuto dalla comunità.

D'altra parte, la costruzione delle strategie orientate a tali obiettivi, pur anch'essa cooperativa, risente giocoforza delle contingenze, degli ostacoli, delle opportunità contestuali - spaziali e temporali. L'esperienza dei *future workshops* (Jungk, Mullert, 1996), per esempio, ci riporta linee strategiche consapevoli di stati e dinamiche in atto, ma pur nel presente ignare di possibili evoluzioni contingenti o future. Nei casi dal nostro stesso gruppo affrontati nel Maghreb ad inizio millennio, la Primavera Araba rispecchiava speranze e prospettive nei percorsi di interazione di piano a Tunisi, ma non prevedeva p.es. gli sviluppi ostili che si sarebbero poi verificati (Khakee et al., 2002b). Seguendo lo stesso filo critico di Lindblom, si potrebbe vedere in quell'arguto stratagemma di ricerca di obiettivi di lungo periodo la fallacia del considerare la stessa strategia come altrettanto stabile nel tempo. Essa infatti mal si presta agli assiomi di razionalità in quanto fragile rispetto alla dimensione dinamica delle situazioni. Una linea di costruzione strategica rintracciata e rimodulata periodicamente consentirebbe di collimare la contingenza con gli obiettivi prefissati - in linea con la cosiddetta politica del *muddling through* (Lindblom, 1959; Forester, 1984).

3.3. Le sfide della pianificazione intelligente, in Italia e oltre

Oggi, un decisore pubblico che si impegni nella redazione di un piano adatto a identificare obiettivi di sviluppo condivisi con la comunità trova davanti a sé sforzi notevolmente complessi. Da un lato esiste la necessità di delineare obiettivi futuri cognitivamente costruiti e condivisi con la comunità. Con l'approccio suddetto, i futuri possono emergere come risultato consapevole di un coinvolgimento collettivo, magari riducendo il rischio di realizzare dipinti astratti di tipo top-down scarsamente implementabili. Tuttavia la conoscenza che contribuisce a costruire questi obiettivi e le strategie per raggiungerli è mutevole, essendo generata da dinamici bisogni e comportamenti della comunità specialmente nel lungo periodo. Di fronte a questa incerta efficacia politico-gestionale, non fa meraviglia la riluttanza pianificatoria in alcuni contesti nel pianeta - quello italiano ne soffre ormai da decenni (Clementi et al., 1996; Properzi, Ombuen, 2020). Nelle 8000 municipalità italiane, quei sindaci illuminati che riescono con fatica ad avviare percorsi di piano attraverso scenari futuri, che comportano un dispiego di tempo e risorse notevole, spesso riescono a utilizzarne i risultati solo come leva di azione politica contingente. L'attività effettiva di pianificazione invece continua spesso a mostrarsi un esercizio di applicazione discrezionale di politiche e decisioni di tipo top-down (p.es. Borri et al., 2020). Le (infrequenti) esperienze sviluppate sul campo, riguardanti la messa in atto del processo di costruzione di strategie orientate a un dato scenario futuro, restano così una specie di snapshots, di istantanee incoerenti in condizioni socioambientali ed economiche mutate. Davanti a questa situazione è evidente che quegli stessi amministratori volenterosi finiscono per essere un numero esiguo, di fronte ad una soverchia presenza di quadri di pianificazione essenzialmente formali, disegnati e privati di modelli di supporto operativo.

Al contrario, abbastanza paradossalmente, linee di ricerca, didattica e tanta pubblicistica di approccio tradizionale continuano a prosperare e a generare per la pianificazione spaziale prospettive vaghe e aggregate di difficile ausilio operativo - specialmente in Europa meridionale (Kunzmann, Koll-Schretzenmayr, 2015; Sharifi et al., 2023). Si tratta di approcci disciplinarmente orientati, p.es. normativi, o descrittivi, o market-led, o mutuanti 'buone pratiche' i quali, pur coerentemente argomentabili nei domini di origine (p.es. giurisprudenziali, finanziari, geografici) vengono estensivamente introitati in altri domini scientifici con pochi interrogativi di coerenza e

reflexivity in action scientifica (Friedmann, 1993; Schön, 1993; Scandurra, 2001). Un esempio sono le scuole italiane di architettura e ingegneria, storiche pur controverse fucine di planners, nelle quali corsi, studi e ricerche su architetture di supporto decisionale operativamente orientate vengono svolti da un manipolo statisticamente irrilevante di studiosi. Quelle scuole continuano dunque a declinare i temi di piano e gestione del piano veicolando concetti ad esse spesso alieni, largamente abdicando alle proprie prerogative tecniche/tecnologiche – e così privando il settore e le arene operative di un contributo invece essenziale (ANVUR, 2017; Olesen, 2018; ANVUR, 2022; Kennora, 2023). Qualcuno si è pure interrogato sull'etica di atteggiamenti di questo tipo, sulle sovrastrutture istituzionali che continuano a offuscare l'evidenza delle difficoltà implementative mantenendo in vita sistemi di ricerca e di azione di mera forma politica (Healey, 1997; Mazza et al., 2012; Alexander, 2016). Invero, da un punto di vista strettamente scientifico, la realtà comunque mostra incombente la forte esigenza di una ricerca sostantiva su modelli e architetture operativamente orientati. Gli attuali contesti territoriali richiedono attività di pianificazione e gestione spaziale non reticenti verso una conoscenza complessa. Anche perché la domanda di sostegno, di supporto verso decisioni informate da parte di manager e amministratori pubblici persiste ed è sempre rilevante (Pelzer, 2017; Poli et al., 2024).

4. Tecnologie emergenti e pianificazione intelligente

Questa sezione approfondisce le questioni introdotte nelle parti precedenti, collocando le tecnologie emergenti entro un contesto caratterizzato da dinamiche conoscitive sempre più articolate e da una crescente difficoltà nel ricondurre bisogni e comportamenti entro percorsi decisionali informati. In questo scenario, gli strumenti AI-based appaiono non come semplici innovazioni tecniche, ma come modalità nuove di organizzazione, lettura e trattamento della conoscenza distribuita. Senza evocare funzioni sostitutive o automatismi risolutivi, essi possono agevolare la gestione della frammentazione di conoscenza, della variabilità situazionale e delle riformulazioni iterative che caratterizzano sempre più spesso i processi decisionali di piano.

4.1. Tecnologia, partecipazione, nuove prospettive di conoscenza diffusa

Da questo punto di vista, dell'approccio incrementale misto di Lindblom ed Etzioni resta l'essenziale importanza del percorso di adattamento delle strategie alle mutevolezze situazionali. Si tratta di una posizione scientifica interessante e oggi ancora più intrigante per molti versi. Infatti, la molteplicità e la multiformità di bisogni e comportamenti appaiono oggi meno incomputabili di quanto all'epoca sottolineato dal dibattito sull'approccio razionale. Da un lato un più strutturale riferimento alla teoria della probabilità nella gestione della conoscenza è oggi parte strutturante di molteplici attività operative. Inoltre, le crescenti capacità computazionali offerte dalla crescita tecnologica, assieme alla sempre maggiore disponibilità di informazioni e basi di dati puntuali e diffuse presentano oggi prospettive diverse dal passato. Come già suggerito da contributi recenti (p. es. Wagg et al., 2020; Deng et al., 2021; Borgo et al., 2022), l'evoluzione di AI, digital twins e ontologie computazionali sta ampliando la capacità di rappresentare strutturalmente dati, relazioni e conoscenza in domini complessi come quello urbano. Una recente rassegna sistematica (Karabulut et al., 2024) conferma il ruolo crescente delle ontologie nella strutturazione semantica dei digital twins, evidenziando come l'integrazione tra modelli computazionali, strutture logiche e rappresentazioni dinamiche stia maturando rapidamente. Questi lavori – che integrano aspetti computazionali, semantici e dinamici – confermano e approfondiscono le linee prospettiche già richiamate nel testo, mostrando come tali strumenti possano oggi offrire un quadro più maturo e articolato rispetto alle prime sperimentazioni. Tale cornice consente di rendere più esplicite alcune connessioni tra approcci emergenti e pratiche decisionali che nel dibattito recente vengono sempre più riconosciute come rilevanti per l'azione di piano. L'allestimento di arene multiagente di scambio cognitivo può oggi giovare di interazioni sostenute dalle reti informatiche in remoto con crescente affidabilità. Esse possono dunque venire sviluppate in modo esteso e reiterato, secondo una prospettiva appunto incrementale, con virtualmente minimale dispiego di tempo e risorse da parte delle amministrazioni, prospettando aggiornamenti dinamici dei database cognitivi (Camarda, 2018; Borri et al., 2020; Santoro et al., 2020; Santoro et al., 2021) generati. Certamente restano questioni aperte, anche sostantive, che legano questi esercizi ai noti problemi di quantità e qualità della partecipazione civile nei processi decisionali. Restano i problemi per esempio relativi alla reale disponibilità degli agenti partecipanti, al loro assortimento cognitivo ed esperienziale, ai diversi linguaggi usati in queste arene (Khakee et al., 2002a). Tuttavia forse per la prima volta si prospetta la possibilità di gestire basi di dati, di conoscenza complessa in modo sistematico e intelligente verso la generazione dinamica di decisioni, politiche, strategie.

Di fronte alla sempre più chiara difficoltà di disegnare piani 'legittimati' di tipo tradizionale è evidente che questa può rappresentare una prospettiva realistica e più operativamente utile per le amministrazioni. Da un lato viene

confermata la possibilità di identificare uno o più scenari futuri da considerare obiettivi per l'organizzazione e lo sviluppo di un territorio e una comunità. Un approccio inclusivo di agenti di conoscenza diffusi, di stakeholders, che allestisca arene tradizionali di scambio cognitivo per l'identificazione di quegli obiettivi di lungo periodo, può essere sviluppato con tempi e risorse ormai relativamente concentrati. Traguardando orizzonti lontani e livelli di astrazione elevati, come sosteneva Simon, tali arene potrebbero esprimere un contesto accettabile di ottimalità razionale, formulando obiettivi caratterizzati da maggiore solidità e bassa mutabilità in tempi lunghi (Simon, 1955; Etzioni, 1967).

Dall'altro lato, a queste arene multiagente, che pure possono costruire strategie ad hoc per il raggiungimento di quegli obiettivi, viene attribuita la possibilità di replicare dinamicamente se stesse in tempi spazi e agenti diversi, attraverso ambienti prevalentemente virtuali e ICT-based. Questo, nei lunghi tempi tipicamente auspicati per la pianificazione di sviluppo futuro, può essere in grado di stimolare evoluzioni di conoscenza multiagente in coerenza con contingenze e variabilità situazionali e comportamentali nel tempo (Ariza-Álvarez et al., 2023). La conoscenza così dinamicamente generata può costituire supporto informato dinamico per calibrare e riorientare decisioni strategiche verso il raggiungimento degli obiettivi futuri generati nella fase precedente.

4.2. – Modelli intelligenti per una pianificazione dinamica e complessa

La costruzione di architetture di sistemi che consentano il supporto operativo a tale processo decisionale strategico si avvia a divenire un obiettivo di ricerca scientifica molto più pressante della tradizionale riflessione sul planning. Davanti a prospettive di inquietudine e costante incertezza del/dei futuro/i, infatti, le amministrazioni sono sempre meno propense a vincolare lo sviluppo tramite politiche preordinate e statiche per il lungo periodo (Simon, 1945; van Dijk, 2021). Invece, molta ricerca scientifica in questo senso appare ancora presidiata da approcci pianificatori tradizionali, come più sopra detto. Il dinamismo dei bisogni e delle conoscenze produce scenari complessi e incerti verso i quali i planning scholars tradizionali faticano a misurarsi con innovazioni metodologiche adeguate. Essi tipicamente propongono approcci mutuanti buone pratiche cui ispirarsi, riluttanti verso esplorazioni in termini di modelli operativi strutturali (Cottineau et al., 2024). In questo quadro, capire come definire modelli di gestione dinamica della conoscenza complessa multiagente appare sempre più una frontiera da raggiungere ormai inevitabilmente.

E in realtà oggi si prospettano diverse potenzialità utili per poter affrontare problemi di possibile strutturazione di database formali e informali, complessi. Interessanti sviluppi di queste prospettive analitiche sono per esempio fondati sulla recente evoluzione della intelligenza artificiale generativa. Quest'ultima si basa come è noto su una serie di metodologie di deep learning, di machine learning, di reti neurali (Wolfram, 2023). Anche i modelli commerciali generalisti che utilizzano questo tipo di approccio sono ormai sempre più raffinati e promettenti. Per esempio il sistema Gemini di Google è in grado di effettuare elaborazioni argomentate sintetiche su testi liberi, fino a identificare e classificare punti chiave del ragionamento con molta facilità. Il sistema GPT di OpenAI d'altra parte, giunto alla soglia della quinta versione, consente ormai fini elaborazioni argomentate le quali, oltre a riuscire a conservare una buona parte della complessità originale, riportano anche riferimenti specifici e plurimi alle fonti consultate.

Il nostro gruppo di ricerca ha recentemente sviluppato alcune sperimentazioni al riguardo (Camarda, Patano, 2023; Camarda, Patano, 2024). Un esperimento in particolare ha riguardato la simulazione di un processo di *scenario building* AI-based (AISB) per il futuro di Bari utilizzando il modello GPT Copilot con ChatGPT di OpenAI. I partecipanti sono stati dalla AI simulati, rappresentando diverse categorie di stakeholder, tra cui agricoltori, artigiani, imprenditori, ambientalisti, bambini, anziani e altri, che interagiscono attraverso cicli di interazioni strutturate. L'AI ha così articolato visioni generate per il futuro di Bari, identificando ostacoli da superare e proponendo strategie operative (fig.1).

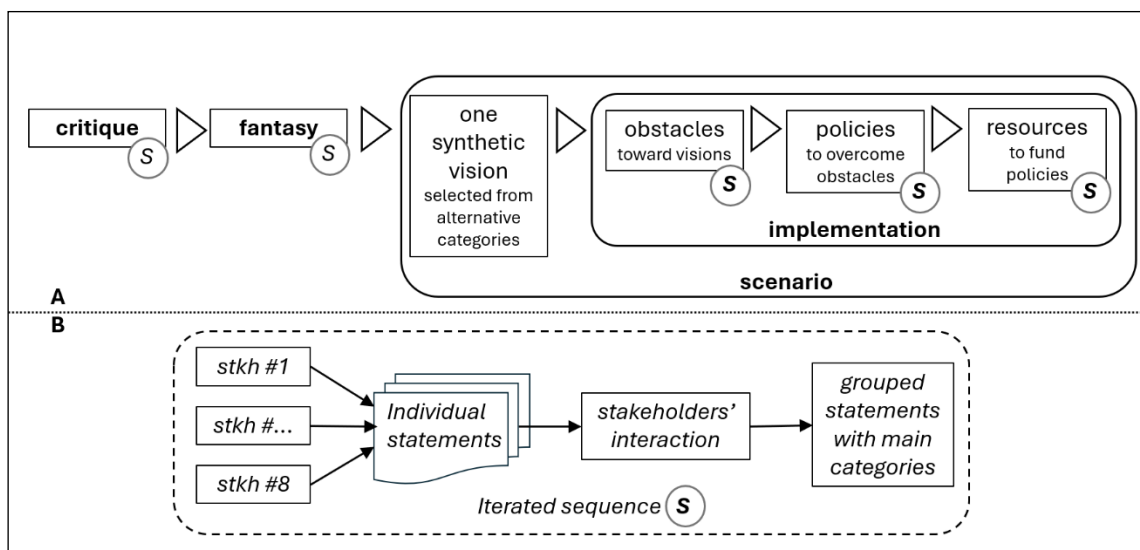


Fig.1. Layout di un approccio AISB (A), con la sequenza iterativa applicata per ogni fase (B) (Camarda, Patano, 2024)

I risultati dell'esperimento hanno rivelato scenari futuri apparentemente coerenti dal punto di vista logico, formale e sostanziale. L'AI ha mostrato la sua notevole capacità di elaborare grandi quantità di dati, coprendo una vasta gamma di tematiche, esibendo estreme rapidità entro un processo partecipativo invece tradizionalmente lungo e dispendioso, con un rilevante potenziale per la costruzione di scenari dinamici in tempo reale, adattandosi a nuove informazioni e a cambiamenti di contesto. Tuttavia, l'AISB ha mostrato anche limiti significativi, legati a una conoscenza non realmente interattiva e multiagente, ma simulata e basata su informazioni preesistenti, formali, documentali, private delle esperienze e opinioni degli stakeholder reali. Ciò si è riverberato in una basilica inabilità a generare nuove conoscenze o comprendere le sfumature del contesto locale, adombrando rischi di scenari manipolabili e tendenziosi, o comunque scollegati dalla realtà attuale o futura di Bari (Camarda, Patano, 2024).

Come altre sperimentazioni in campi applicativi, anche i nostri esperimenti sembrano mostrare che non è ancora possibile una gestione davvero autonoma del processo di interpretazione dei dati testuali, essendo spesso necessarie reiterate interazioni adattative col sistema da parte dell'analista (Giray, 2023; White et al., 2023). Peraltro il funzionamento della intelligenza artificiale generativa, notoriamente basata su un modello di tipo stocastico, computazionalmente statistico-probabilistico, si mostra reticente verso la ricerca di espliciti nessi cognitivi tra concetti, che quindi rende difficile la logica interpretazione di processi complexity-based (Wolfram, 2023). Nonostante tali limiti, l'uso di strumenti computazionali avanzati può sostenere i processi collaborativi, soprattutto quando occorra mettere in relazione conoscenze distribuite o chiarire passaggi interpretativi spesso frammentati. La letteratura sul planning comunicativo e deliberativo (Healey, 1997; Innes, Booher, 2010; Forester, 1998) ha da tempo evidenziato la centralità di tali snodi, pur incontrando difficoltà nel tradurli in dispositivi operativi dinamici. In questa prospettiva, l'introduzione di strumenti intelligenti può contribuire a rendere più leggibili tensioni, connessioni e presupposti già presenti nelle arene multiagente. Può inoltre intervenire in circostanze in cui la dimensione deliberativa tenda a operare in modo eccessivamente discrezionale o poco trasparente. L'interesse non è introdurre vincoli acritici, ma facilitare una maggiore intelligibilità dei percorsi decisionali e delle loro premesse.

In un contesto cognitivo emerge invece l'utilità di un approccio che valorizzi concettualizzazioni semantiche e relazioni di legame logico, situazionale e dinamico. Esiti di questo tipo sono stati ricercati in vario modo, e recentemente attraverso metodologie ontologiche. In questo quadro, le ontologie applicate offrono un contributo radicalmente diverso rispetto ai modelli stocastici delle AI generative. Una ontologia, infatti, non si limita a riconoscere correlazioni statistiche tra termini, ma struttura esplicitamente classi, relazioni e vincoli logici che definiscono il dominio di conoscenza in modo rigoroso e formalizzato. Mentre i modelli generativi soffrono di indifferenza concettuale — poiché non distinguono tra correlazioni linguistiche e nessi causali — un modello ontologico permette di esplicitare tali nessi, imponendo dipendenze semantiche, gerarchie, proprietà e relazioni

che non derivano da probabilità ma da definizioni concettuali condivise. Questo consente di integrare conoscenza formale e informale, vincolando l'interpretazione e la generazione di scenari ai significati effettivi delle entità coinvolte. In altre parole, l'ontologia introduce una dimensione epistemicamente trasparente e controllabile che può guidare o correggere l'output dell'AI generativa, riducendone la tendenza a produrre associazioni spurie o localmente incoerenti. Nei contesti complexity-based della pianificazione, tale ibridazione tra logica ontologica e potenza computazionale dell'AI può costituire un passo essenziale verso modelli realmente capaci di rappresentare relazioni spaziali, sociali e comportamentali non puramente correlative ma concettualmente fondate. Molte sono state le esperienze in questo senso sviluppate nel corso degli ultimi anni. In particolare, le cosiddette *ontologie applicate* sono state utilizzate in modo formalizzato su molti campi di applicazione, attraverso il lavoro di alcuni gruppi di ricerca in particolare (Borgo et al., 2022). In questa prospettiva, un esempio particolarmente efficace della capacità dei modelli ontologici di rappresentare relazioni logiche complesse riguarda il dominio della smart city. In tali contesti, le componenti urbane vengono descritte non come insiemi separati ma come entità interrelate, caratterizzate da proprietà, vincoli e dipendenze formalizzate all'interno di una struttura concettuale coerente. Ciò consente di esplicitare legami che superano le semplici co-occorrenze statistiche tipiche dei modelli generativi, delineando un quadro semantico più stabile e interrogabile. A titolo esemplificativo, la figura seguente mostra una ontologia di smart city elaborata attraverso il software Protégé, nella quale l'organizzazione concettuale di servizi, attori e infrastrutture è definita secondo relazioni logiche che ne facilitano sia la lettura che l'implementazione operativa (fig. 2) (Komninos et al., 2015).

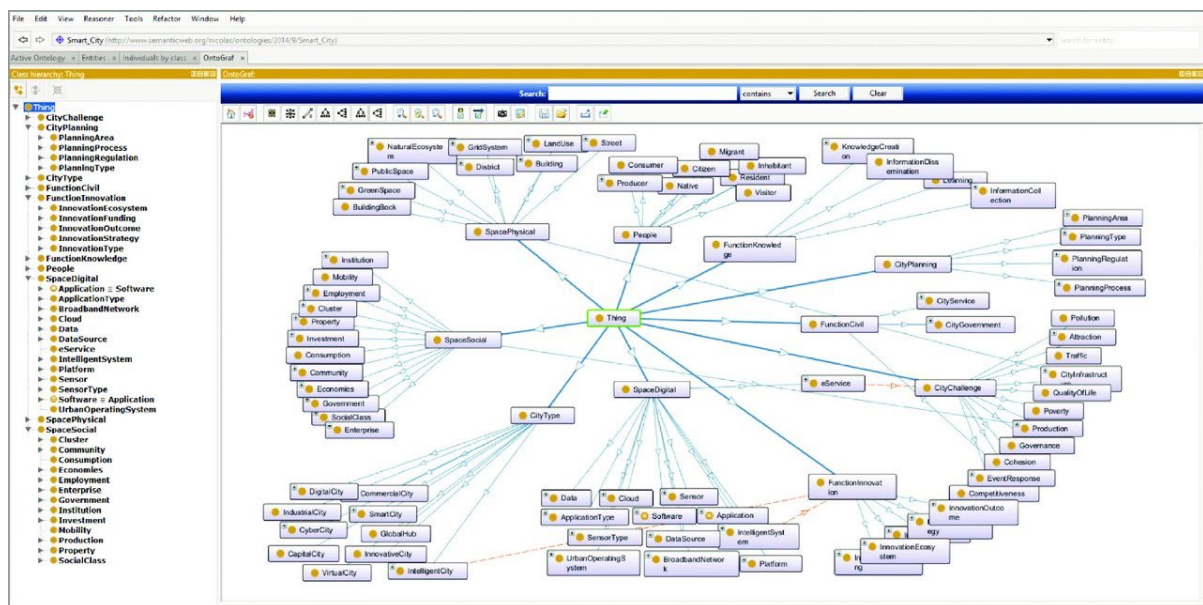


Fig. 2. Esempio di ontologia di smart city realizzata con Protégé 5.0 (Komninos et al., 2015).

Uno dei campi nei quali è stata impiegata la nozione di ontologia applicata è stato quello della ingegneria industriale, meccanica, componentistica per arrivare più recentemente a strutturare i cosiddetti *digital twins* (Wagg et al., 2020). La fine concettualizzazione e rappresentazione di parti e di trasmissioni, relazioni facenti parte di un sistema ingegnerizzato suggerisce in qualche modo la potenzialità di gemelli digitali costruiti ontologicamente nel rappresentare la complessità del sistema. La ricerca ha quindi pensato di poter estendere questi approcci a sistemi dotati intrinsecamente di questa complessità - come quelli oggetto di studio della pianificazione spaziale (Deng et al., 2021).

Tuttavia, l'applicazione ai sistemi urbani (UDT) di questa tecnologia innovativa richiede un'attenta analisi delle sue potenzialità e dei suoi limiti, tuttora non del tutto noti. Integrando dati provenienti da molteplici fonti, questa rappresentazione digitale dovrebbe consentire di supportare la costruzione di scenari futuri, per simulare e valutare l'impatto di politiche e supportare processi decisionali complessi. Tuttavia, la natura intrinsecamente complessa delle città, caratterizzate da dinamiche sociali, economiche e ambientali interconnesse, pone sfide significative alla realizzazione di UDT efficaci. Entro obiettivi di migliore gestibilità si possono annidare semplificazioni eccessive o la mancata considerazione di aspetti immateriali, come i comportamenti umani e le relazioni multiagente. Il rischio è così di snaturare la realtà urbana e di generare modelli poco significativi e affidabili o addirittura fuorvianti. Il nostro gruppo ha recentemente sviluppato un percorso sperimentale orientato

a esplorare la possibile costruibilità di gemelli digitali urbani con un approccio per *landmark* (Lynch, 1960). Usando in particolare descrizioni letterarie di piazze italiane, si colgono suggestioni ed elementi intangibili per definire il carattere e l'identità della piazza, il suo valore simbolico, il ruolo nella vita sociale della comunità, le percezioni e le emozioni evocate negli agenti di comunità (fig.3). L'obiettivo è di perseguire l'essenza gemellare attraverso una conoscenza profonda e sfumata, che integri la rappresentazione fisica (Stufano Melone, Camarda, 2024). Questo esempio mostra anche come la modellazione ontologica consenta di ricostruire relazioni semantiche che l'AI generativa, basata su associazioni statistiche, non distingue in modo robusto. Per l'ontologia, la relazione "la piazza è nodo di attraversamento" o "la piazza evoca percezioni identitarie" non è una probabilità lessicale, ma un legame concettualmente definito e interrogabile, che può diventare vincolo operativo nei processi decisionali.

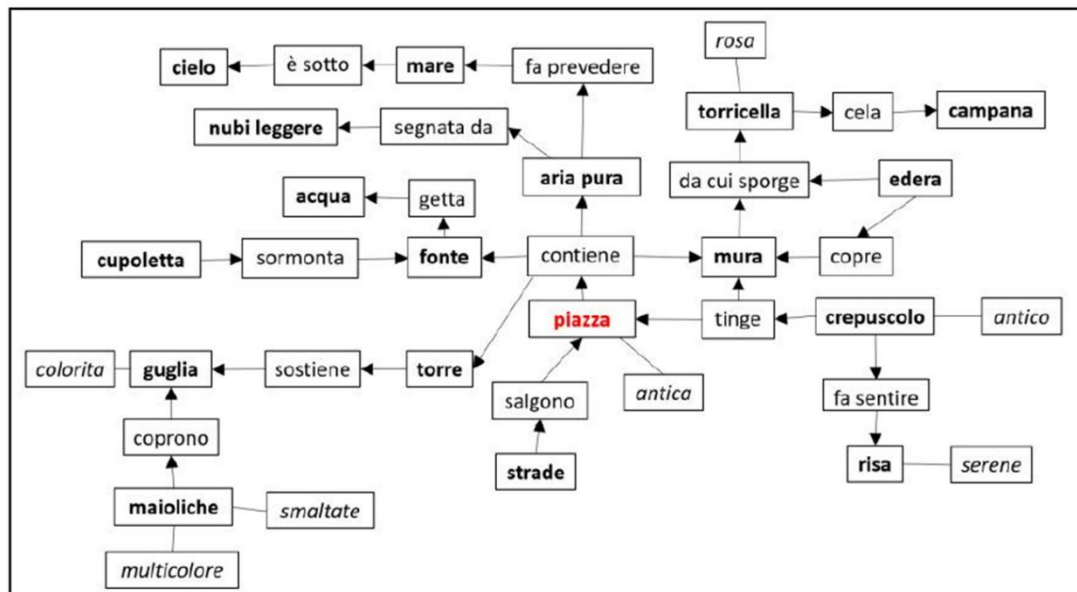


Fig. 3. Mappa relazionale di una piazza costruita su una poesia di D. Campana (Stufano Melone, Camarda, 2024)

Pertanto, l'integrazione di dati eterogenei provenienti da diverse fonti e la gestione della vastità e della continua evoluzione di informazioni urbane rappresentano sfide tecniche considerevoli. La mancanza di standard condivisi e l'incompatibilità tra dati e modelli possono ostacolare l'interoperabilità e limitare l'utilità degli UDT.

In questo contesto diventano essenziali approcci olistici, multidisciplinari, multiagente. Il coinvolgimento delle comunità urbane, l'utilizzo di ontologie applicate per la gestione della conoscenza e lo sviluppo di metodologie inclusive per la raccolta e l'analisi dei dati si mostrano cruciali per tentare di replicare geminalmente la complessità urbana.

È evidente che sistemi sociotecnici, ecosistemi rappresentano gradi di complessità significativamente più elevati di quelli riferibili ai contesti della ingegneria industriale.

Su questo piano tuttavia si vanno svolgendo le ricerche più avanzate che mirano a verificare l'applicabilità di ontologie nella rappresentazione della conoscenza complessa. Pertanto, giovandosi anche delle rapide dinamiche dello studio sull'intelligenza artificiale, tali ricerche presentano un percorso di continuo sviluppo. Modelli ontologici ibridi AI-based cominciano così a intravedersi, suggerendo evoluzioni applicative interessanti (Palagin et al., 2023). In questo quadro, è plausibile che l'impiego congiunto di modelli AI-based, strutture ontologiche e rappresentazioni digital twin possa offrire, oltre ai vantaggi analitici, anche forme più articolate di confronto tra prospettive diverse. La capacità di restituire dinamicamente alternative e implicazioni decisionali facilita infatti la condivisione di conoscenza e discussione argomentata, senza sostituire - né pretendere di guidare - le dinamiche partecipative, ma rendendone più agevole l'alimentazione informativa.

5. Conclusioni

In definitiva, possiamo dire che la ricerca sul tema della pianificazione spaziale oggi presenta aspetti di diversa importanza e di diversa prospettiva. Questo contributo non mira certo a formulare una metodologia generale di pianificazione AI-based, che allo stato attuale sarebbe scientificamente velleitaria e comunque prematura.

L'obiettivo è invece quello di sviluppare una riflessione epistemologica sulla tensione tra modelli decisionali tradizionali, complessità dei sistemi territoriali e nuove potenzialità offerte dagli strumenti intelligenti. Occorre dire anche che il tradizionale approccio razionale oggi pare poter beneficiare di una vivace dinamica scientifica tecnologica - che sembra poter offrire nuovi interessanti orizzonti alla teoria della decisione, a dispetto di quanto irriuale possa oggi apparire questo indugiare sull'approccio razionale alle decisioni. In realtà la gestione di dati di conoscenza formalizzati o formalizzabili evoca *per se* la disponibilità di modelli anch'essi formalizzati per essere operativamente efficace. In essi le catene logiche, i processi di ottimizzazione, che sono una tipica prerogativa della razionalità decisionale, costituiscono elemento spesso pervasivo se non strutturante. Nei correnti contesti complessi in cui la componente data-driven diventa crescentemente necessaria per gestire spazi e comunità, modelli di ispirazione razionale (limitata) possono quindi apparire utili riferimenti.

In questo quadro oggi si è affacciata prepotentemente la prospettiva di uso della l'intelligenza artificiale. Si tratta in realtà di orizzonti già aperti nella mente di appassionati prima, e di ricercatori poi, da lungo tempo. In particolare, molta parte delle apprensioni di natura tecnica ma anche etica oggi sul tavolo delle discussioni riviene dalle suggestioni offerte da classici autori di scritti visionari (e.g., Asimov, 1950). L'idea che cyborgs possano impossessarsi delle capacità decisionali degli umani, o addirittura correggere forzatamente le malefatte della specie, hanno quella lontana origine. Da parte opposta a queste esagerazioni esistono largamente condivise aspirazioni verso una intelligenza artificiale capace di sostituire gli umani in attività ad essi invise. Naturalmente siamo ancora distanti da entrambe le prospettive, come testimoniato dalle ricerche emergenti in questi ultimi anni (Schlagwein, Willcocks, 2023). Tuttavia, nel gradiente tra questi estremi oggi trovano spazio crescenti e multiformi interpretazioni, molte delle quali soprattutto di rilievo commerciale e speculativo. È per esempio diffusa opinione che lo stesso lancio sul mercato dei moduli di intelligenza artificiale generativa avvenuto improvvisamente un paio di anni orsono possa essere frutto di opportunismo commerciale piuttosto che l'inatteso apice di un progresso di ricerca (Wolfram, 2023). Dal lato strettamente scientifico, l'attuale livello di gestione dei protocolli da parte delle GPT si riferisce in maniera quasi esclusiva alle nuove capacità di gestione del linguaggio naturale. L'enfasi recentemente riscossa dal superamento del test di Turing da parte di una di queste macchine è pressoché concordemente ascritto proprio a questa rinnovata capacità espressivo-relazionale. L'interno di questi motori è invero strutturato non su reti di significati e concetti, ma su legami di tipo probabilistico e al più lessicale nel mining da moli enormi di dati - dinamicamente aggiornati tramite il loro stesso uso (Bhardwaz, Kumar, 2023). Da tale basica indifferenza concettuale facilmente consegue che i campi di utilità in questo senso si rivelano abbastanza fragili e circoscritti, specialmente verso applicazioni in ambienti di conoscenza poco strutturata e codificata - come nel caso della pianificazione spaziale. La stessa interazione AI-utente, essenziale in molti processi di planning, risulta spesso problematica e difficile da gestire, tanto da determinare la nascita di nuovi campi di studio (White et al., 2023). La *prompt engineering* per esempio sviluppa ricerche sui metodi con cui è possibile ottenere risposte operativamente soddisfacenti agendo sulla articolazione delle domande. Questo però finisce per indurre circoli ripetuti di retroazione tra domanda e risposta che appesantiscono e peggiorano i livelli di intelligenza del sistema (White et al., 2023).

Da tutto questo ragionamento sembrerebbero emergere motivi di perplessità diffusa, se non di sfiducia generalizzata, sulle potenzialità di applicazione di questi approcci in un campo operativamente e cognitivamente complesso. Tuttavia nell'era dell'incertezza e della complessità, la pianificazione e la decisione intelligenti richiedono un'integrazione sinergica tra conoscenza diffusa, tecnologie emergenti e una comprensione approfondita dei contesti locali. La riflessione storica suggerisce che la separazione tra teoria e pratica nella pianificazione territoriale può portare a piani astratti e non implementabili, come evidenziato precedentemente. In tal senso, la complessa situazione italiana rende evidenti dinamiche che ricorrono anche in diversi contesti nei quali la produzione e la condivisione della conoscenza risultano frammentate o debolmente istituzionalizzate – se non strutturalmente opache. Configurazioni simili emergono in varie regioni dell'Europa meridionale e in ampie aree del cosiddetto “Sud globale”, dove la distanza tra assetti formali di governo e pratiche decisionali effettive costituisce un tratto riconosciuto della complessità territoriale contemporanea. Tuttavia, difficoltà affini si osservano anche in contesti dell'Occidente avanzato, sempre più multiculturali e talora segnati da crescenti tensioni verso le regole condivise, come discusso nella più recente letteratura sulla governance di società plurali (p. es. Salet, 2018). In questa prospettiva, le criticità osservate nel caso italiano offrono spunti di più ampia generalizzabilità, richiamando l'esigenza di infrastrutture di conoscenza adattive e di processi deliberativi capaci di colmare nel tempo il divario tra regole di piano e pratiche di decisione reali.

L'approccio tradizionale di ispirazione razionale, a volte evocato in termini di gestibilità decisionale, mostra limiti nell'affrontare la dinamicità e la complessità dei bisogni collettivi. Da essi sono emersi interessi verso modelli

incrementali misti i quali, non senza ulteriori limitazioni, mostrano utili suggestioni di risposta alle mutevoli condizioni verso prospettive future. L'impiego dell'AI all'interno di contesti decisionali partecipati può favorire una maggiore leggibilità dei passaggi attraverso cui conoscenze, dati e contenuti vengono aggregati o selezionati. La possibilità di rendere tracciabili tali passaggi, nonché di esplicitare i criteri interpretativi che regolano la formazione delle strategie, apre margini di potenziale mitigazione di distorsioni cognitive e di più equilibrate condizioni di accesso alle informazioni rilevanti. Si tratta di possibilità che non sostituiscono il giudizio umano, ma che possono contribuire a rafforzare la trasparenza dei processi e la qualità del confronto collettivo.

Come già osservato nella discussione dei limiti dell'intelligenza artificiale generativa, in particolare riguardo alla sua dipendenza da dati preesistenti, alla possibilità di incorporare distorsioni e alla difficoltà di interpretare nessi cognitivi complessi, rimane centrale il tema del bias - anche nel quadro più ampio della pianificazione intelligente. Tali criticità non scompaiono con l'uso di strumenti avanzati, ma richiedono dispositivi che ne rendano più esplicita la presenza all'interno dei processi decisionali. In questo senso, le possibilità offerte da alcuni strumenti AI — come la tracciabilità dei passaggi interpretativi o la possibilità di esplicitare relazioni e assunzioni normalmente implicite — non eliminano il problema dei bias ma possono contribuire a far emergere squilibri informativi, presupposti non dichiarati e possibili asimmetrie valutative. Integrate con percorsi deliberativi appropriati, tali funzioni possono alimentare condizioni più consapevoli e riflessive di discussione collettiva.

In questo contesto l'innovazione tecnologica, progressivamente integrata dagli studi sulla AI generativa, offre nuove prospettive per la costruzione di scenari futuri e per la gestione della conoscenza complessa. Esperimenti sempre più ricorrenti, come l'ASB nel caso di Bari, sembrano mostrare il potenziale di queste tecnologie nel facilitare processi partecipati di scambio cognitivo rapidi e dinamici. Tuttavia, emergono anche i limiti dei modelli attuali di intelligenza artificiale non realmente interattiva e multiagente, che rischia di produrre scenari disconnessi dalla realtà locale.

Le esperienze recenti nel campo delle ontologie applicate, con una prospettiva di integrazione strutturale in urban digital twins, suggeriscono che la rappresentazione ontologica può fornire un quadro più strutturato e concettualmente robusto per gestire la complessità territoriale. Questi approcci, che intrinsecamente superano l'indifferenza dei modelli generativi verso i nessi cognitivi attraverso formalizzazioni logiche esplicite, possono aiutare a creare modelli operativi che integrano conoscenza formale e informale, facilitando la coesione tra gli obiettivi a medio-lungo termine e le contingenze del breve periodo.

In conclusione, la strada verso una pianificazione e una decisione intelligenti passa attraverso l'adozione di metodologie innovative che valorizzino cognitivamente la partecipazione collettiva, l'inclusività e l'adattabilità. La combinazione di approcci incrementali misti con tecnologie emergenti, supportata da una solida base di conoscenza ontologica, rappresenta una delle sfide più pressanti e promettenti per il futuro della pianificazione territoriale. Attraverso una sinergia continua e strutturale tra domini di conoscenza e tecnologia, caratterizzati da molteplici agenti e fonti, i modelli di pianificazione e decisione spaziale potranno affrontare in modo intelligente le prospettive complesse e dinamiche che percorrono le nostre organizzazioni territoriali.

Riferimenti bibliografici

- Albrechts L., Healey P., Kunzmann K.R. 2003, *Strategic spatial planning and regional governance in Europe*, «Journal of the American Planning Association», vol. 69, n. 2, pp. 113-129.
- Alexander E.R. 2016, *There is no planning—only planning practices: Notes for spatial planning theories*, «Planning Theory», vol. 15, n. 1, pp. 91-103.
- ANVUR 2017, *Valutazione della Qualità della Ricerca 2011-2014: Rapporto finale*, Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca, Roma.
- ANVUR 2022, *Valutazione della Qualità della Ricerca 2015-2019: Rapporto finale*, Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca, Roma.
- Ariza-Álvarez A., Soria-Lara J.A., Aguilera-Benavente F. 2023, *Re-thinking the role of exploratory scenarios for adaptive policymaking: An application for land use and transport planning*, «Futures», vol. 149, pp. 103139.
- Arrow K.J. 1963, *Social Choice and Individual Values*, Wiley, New York.
- Asimov I. 1950, *I, robot*, Gnome Press, New York.
- Batty M. 2022, *The conundrum of 'form follows function'*, «Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science», vol. 49, n. 7, pp. 1815-1819.
- Bell W. 2003, *Foundations of Futures Studies: History, Purposes, and Knowledge*, Transaction Publishers, New Brunswick (NJ).

- Bhardwaz S., Kumar J. 2023, *An Extensive Comparative Analysis of Chatbot Technologies-ChatGPT, Google BARD and Microsoft Bing*, in IEEE (ed.) *2nd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC2023)*, IEEE, Salem, India, pp. 673-679.
- Borgo S., Ferrario R., Gangemi A., Guarino N., Masolo C., Porello D., Sanfilippo E.M., Vieu L. 2022, *DOLCE: A descriptive ontology for linguistic and cognitive engineering*, «Applied Ontology», vol. 17, n. 1, pp. 45-69.
- Borri D., Camarda D., Balena P., Giustozzi M. 2020, *Partecipazione e cognizione multi-agente nella strategia territoriale per Taranto: Note prodromiche al nuovo piano*, «Archivio di Studi Urbani e Regionali», vol. 127, pp. 148-171.
- Burns T. 2004, *A Practical Theory of Public Planning: The Tavistock Tradition and John Friend's Strategic Choice Approach*, «Planning Theory», vol. 3, n. 3, pp. 211-223.
- Camarda D. 2018, *Building sustainable futures for post-industrial regeneration: the case of Taranto, Italy*, «Urban Research & Practice», vol. 11, n. 3, pp. 275-283.
- Camarda D., Patano M. 2023, *If this is a planner: Artificial intelligence's way towards scenario building*, «Plurimondi», vol. 20,
- Camarda D., Patano M. 2024, *Exploring generative AI in planning: A scenario-building simulation for the master plan of Bari, Italy*, in M. Schrenk, V.V. Popovich, P. Zeile, P. Elisei, C. Beyer, J. Ryser, H.R. Kaufmann (eds.), *Keep on Planning for the Real World: Climate Change Calls for Nature-Based Solutions and Smart Technologies*, Corp, Mannheim, pp. 321-331.
- Clementi A., Dematteis G., Palermo P.C. (eds.) 1996, *Le Forme del Territorio Italiano*. Laterza. Bari.
- Cottineau C., Batty M., Benenson I., Delloye J., Hatna E., Pumain D., Sarkar S., Tannier C., Ubarevičienė R. 2024, *The role of analytical models and their circulation in urban studies and policy*, «Urban Studies», vol. 0, n. 0, pp. 00420980241237410.
- Deng T., Zhang K., Shen Z.-J. 2021, *A systematic review of a digital twin city: A new pattern of urban governance toward smart cities*, «Journal of Management Science and Engineering», vol. 6, n. 2, pp. 125-134.
- Etzioni A. 1967, *Mixed-scanning: A "third" approach to decision-making*, «Public Administration Review», vol. 27, n. 5, pp. 385-392.
- Etzioni A. 2014, *The Common Good*, John Wiley & Sons, New York.
- Fischer F. 2000, *Citizens, Experts, and the Environment: The Politics of Local Knowledge*, Durham: Duke University Press,
- Forester J. 1984, *Bounded rationality and the politics of muddling through*, «Public Administration Review», vol. 44, n. 1, pp. 23-31.
- Forester J. 1998, *Pianificazione e potere. Pratiche e teorie interattive del progetto urbano*, Dedalo, Bari.
- Friedmann J. 1993, *Pianificazione e dominio pubblico. Dalla conoscenza all'azione*, Dedalo, Bari.
- Friend J., Hickling A. 1997, *Planning Under Pressure: The Strategic Choice Approach*, Butterworth - Heinemann, London.
- Friend J.K., Jessop W.N. 1969, *Local Government and Strategic Choice*, Tavistock, London.
- Giray L. 2023, *Prompt Engineering with ChatGPT: A Guide for Academic Writers*, «Annals of Biomedical Engineering», vol. 51, n. 12, pp. 2629-2633.
- Habermas J. 1984, *The Theory of Communicative Action: Reason and the Rationalization of Society*, Beacon Press, Boston.
- Hall P. 1999, *Cities in Civilization: Culture, Innovation, and Urban Order*, Pantheon Books, New York.
- Healey P. 1997, *Collaborative Planning: Shaping Places in Fragmented Societies*, Macmillan, Houndmills (UK).
- Inayatullah S. 2008, *Six pillars: Futures thinking for transforming*, «foresight», vol. 10, n. 1, pp. 4-21.
- Innes J.E., Booher D.E. (eds.) 2010. *Planning with Complexity: An Introduction to Collaborative Rationality for Public Policy*. Routledge, Oxford.
- Jungk R., Mullert N. 1996, *Future Workshop: How to Create Desirable Futures*, Institute for Social Inventions, London.
- Karabulut E., Pileggi S. F., Groth P., Degeler V. 2024. *Ontologies in digital twins: A systematic literature review*. «Future Generation Computer Systems», n. 153, pp. 442-456.
- Kennora U. 2023, *Engineering and urban planning*, <https://www.reddit.com/r/urbanplanning/comments/10lcqmc/engineering_and_urban_planning/> (17/06/2024)
- Khakee A., Barbanente A., Camarda D., Puglisi M. 2002a, *With or without? Comparative study of preparing participatory scenarios using computer-aided and traditional brainstorming*, «Journal of Future Research», vol. 6, pp. 45-64.

- Khakee A., Barbanente A., Puglisi M. 2002b, *Scenario building for Metropolitan Tunis*, «Futures», vol. 34, pp. 583-596.
- Khakee A., Strömberg K. 1993, *Applying futures studies and the strategic choice approach in urban planning*, «Journal of the Operational Research Society», vol. 44, n. 3, pp. 213-224.
- Komninos N., Bratsas C., Kakderi C., Tsarchopoulos O. 2015, Smart city ontologies: Improving the effectiveness of smart city applications, «Journal of Smart Cities», val.1, n.1, pp. 31-46.
- Kunzmann K.R., Koll-Schretzenmayr M. 2015, *The state of planning and planning education in Europe*, in M. Macoun, K. Maier (eds.), *Annual AESOP Congress, Definite Space – Fuzzy Responsibility*, AESoP, Prague.
- Kunzmann K.R., Wegener M. 1991, *The pattern of urbanization in Western Europe*, «Ekistics», n. 350, pp. 282-291.
- Lindblom C.E. 1959, *The science of "muddling through"*, «Public Administration Review», vol. 19, n. 2, pp. 79-88.
- Lynch K. 1960, *The Image of the City*, Cambridge: The MIT Press.
- Maciocco G. (ed.) 1991, *Le dimensioni ambientali della pianificazione urbana*. Franco Angeli. Milano.
- Mazza L., Alexander E.R., Moroni S. 2012, *Planning without plans? Nomocracy or teleocracy for social-spatial ordering*, «Progress in Planning», vol. 77, n. 2, pp. 37-87.
- McLoughlin J.B. 1969, *Urban and Regional Planning: A Systems Approach*, Faber & Faber, London.
- Nozick R. 1993, *The Nature of Rationality*, Princeton University Press, Princeton.
- Olesen K. 2018, *Teaching planning theory as planner roles in urban planning education*, «Higher Education Pedagogies», vol. 3, n. 1, pp. 302-318.
- Palagin O., Kaverinskiy V., Litvin A., Malakhov K. 2023, *OntoChatGPT Information System: Ontology-Driven Structured Prompts for ChatGPT Meta-Learning*, «International Journal of Computing», vol. 22, n. 2, pp. 170-183.
- Pelzer P. 2017, *Usefulness of planning support systems: A conceptual framework and an empirical illustration*, «Transportation Research A», vol. 104, pp. 84-95.
- Poli G., Cuntò S., Muccio E., Cerreta M. 2024, *A spatial decision support system for multi-dimensional sustainability assessment of river basin districts: The case study of Sarno river, Italy*, «Land Use Policy», vol. 141, pp. 107123.
- Properzi P., Ombuen S. (eds.) 2020, *Rapporto dal Territorio 2019*. INU Edizioni. Roma.
- Salet W.G.M. (ed.) 2018. *The Routledge Handbook of Institutions and Planning in Action*. Routledge, London.
- Sandercock L. 1998, *Towards Cosmopolis: Planning for multicultural cities*, Wiley, Chichester.
- Santoro S., Esposito D., Camarda D., Borri D. 2021, *A Hybrid Approach for the Acquisition and Analysis of Distributed Knowledge on Spatial Planning: The Case Study of the Master Plan for Brindisi (Italy)*, «Lecture Notes in Civil Engineering», vol. 146, pp. 195-204.
- Santoro S., Stufano Melone M.R., Camarda D. 2020, *Building strategic scenarios during Covid-19 lockdown*, «TeMA-Journal of Land Use, Mobility and Environment», vol. 13, n. 2, pp. 229-240.
- Sardar Z. 2010, *The Namesake: Futures; futures studies; futurology; futuristic; foresight—What's in a name?*, «Futures», vol. 42, n. 3, pp. 177-184.
- Scandurra E. 2001, *Gli Storni e l'Urbanista. Progettare nella Contemporaneità*, Meltemi, Roma.
- Schlagwein D., Willcocks L. 2023, *'ChatGPT et al.': The ethics of using (generative) artificial intelligence in research and science*, «Journal of Information Technology», vol. 38, n. 3, pp. 232-238.
- Schön D.A. 1993, *Il Professionista Riflessivo: Per una Nuova Epistemologia della Pratica Professionale*, Dedalo, Bari.
- Sharifi A., Khavarian-Garmsir A.R., Allam Z., Asadzadeh A. 2023, *Progress and prospects in planning: A bibliometric review of literature in Urban Studies and Regional and Urban Planning, 1956–2022*, «Progress in Planning», vol. 173, pp. 100740.
- Simon H.A. 1945, *Administrative Behavior: A Study of Decision-making Processes in Administrative Organization*, Macmillan, London.
- Simon H.A. 1955, *A behavioral model of rational choice*, «The Quarterly Journal of Economics», vol. 69, n. 1, pp. 99-118.
- Simon H.A. 1982, *Models of Bounded Rationality*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Stiglitz J.E., Greenwald B., Gallegati M., Richiardi M.G. 2008, *The asymmetric effect of diffusion processes: Risk sharing and contagion*, «Global Economy Journal», vol. 8, n. 3

- Stufano Melone M.R., Camarda D. 2024, *Spatial-cognition ontology models in policymaking: Dealing with urban landmarks in literary narratives*, «TeMA - Journal of Land Use, Mobility and Environment», vol. SI 1, pp. 29-44.
- Susskind L., Cruikshank J.L. 1987, *Breaking the Impasse: Consensual Approaches to Resolving Public Disputes*, Basic Books, New York.
- van Dijk T. 2021, *What collaborative planning practices lack and the design cycle can offer: Back to the drawing table*, «Planning Theory», vol. 20, n. 1, pp. 6-27.
- Wagg D., Worden K., Barthorpe R., Gardner P. 2020, *Digital twins: state-of-the-art and future directions for modeling and simulation in engineering dynamics applications*, «ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part B Mechanical Engineering», vol. 6, n. 3
- White J., Fu Q., Hays S., Sandborn M., Olea C., Gilbert H., Elnashar A., Spencer-Smith J., Schmidt D.C. 2023, *A prompt pattern catalog to enhance prompt engineering with chatgpt*, «arXiv preprint arXiv:2302.11382»,
- Wolfram S. 2023, *What is ChatGPT doing... and why does it work?*,
<https://writings.stephenwolfram.com/2023/02/what-is-chatgpt-doing-and-why-does-it-work/>
 (19/06/2024)