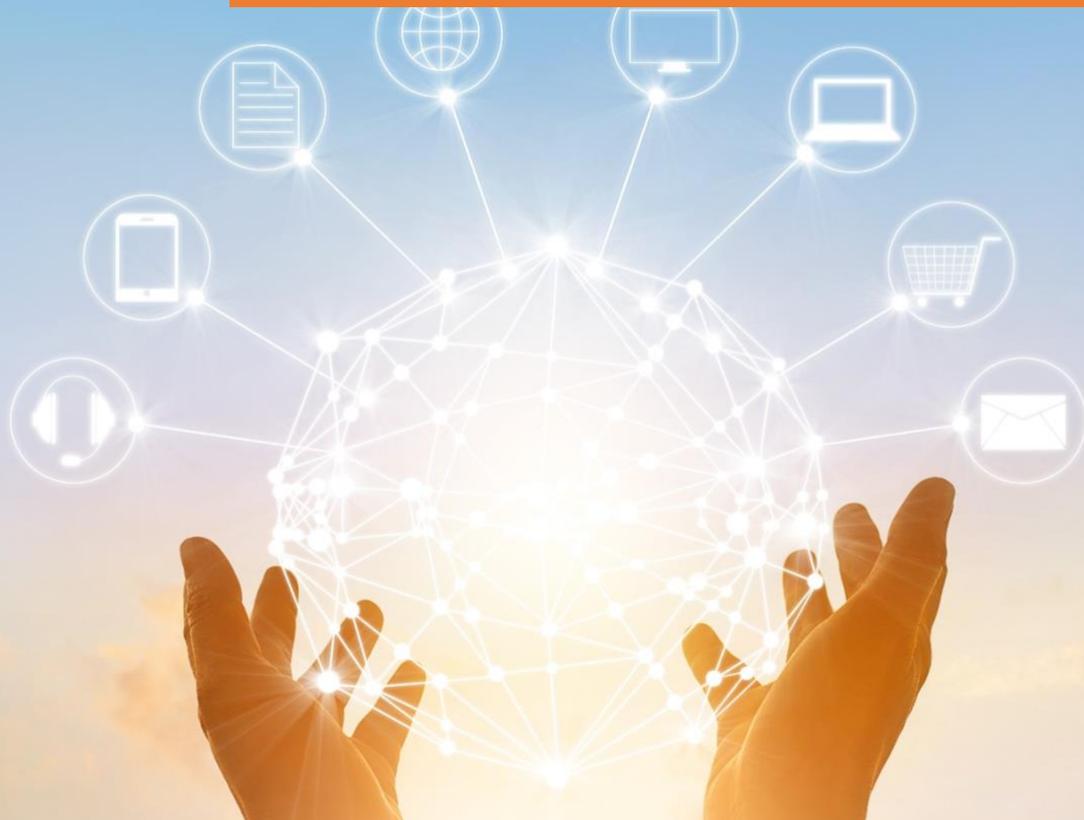


**Costruiamo Comunità
SICURE, INTELLIGENTI e INCLUSIVE**



**ROADMAP
per la Ricerca e l'Innovazione
*aggiornamento marzo 2024***

Costruiamo Comunità SICURE, INTELLIGENTI e INCLUSIVE

*“Di una **città** non godi
le sette o settantasette meraviglie,
ma **la risposta che dà
a una tua domanda**”*

Italo Calvino

Documento a cura dell'Associazione
Cluster Nazionale Tecnologie per le Smart Communities



© Associazione Cluster Nazionale Tecnologie per le Smart Communities

È vietata la riproduzione, anche parziale, di immagini, testi o contenuti
senza autorizzazione





SmartCommunitiesTech è il Cluster Tecnologico Nazionale dedicato alle Soluzioni tecnologiche per le Comunità Intelligenti che, a partire da febbraio 2018, si è organizzato in Associazione Cluster Tecnologico Nazionale sulle Tecnologie per le Smart Communities.

Riunisce nello stesso sistema sinergico i 3 pilastri rappresentati da chi fa ricerca di base, chi fa trasferimento tecnologico e chi fa innovazione sul piano industriale.

Un ruolo chiave assegnato dal Miur che consolida una rete nazionale di attori territoriali, industriali e di ricerca che collaborano per lo sviluppo delle comunità intelligenti, promuovendo progetti di innovazione e soluzioni tecnologiche applicative per la gestione di aree urbane e metropolitane, nei seguenti ambiti:

- » **Smart and Collaborative Mobility** (mobilità intelligente di merci e persone),
- » **Smart and Secure Living** (sicurezza urbana, tutela del territorio e delle infrastrutture critiche, prevenzione di eventi critici o di rischio, sicurezza informatica dei dati e del loro utilizzo),
- » **Smart and Inclusive Government** (rapporto tra pubbliche amministrazioni e cittadini, partecipazione e inclusione sociale, gestione processi e servizi).

Per rimanere aggiornati sulle attività del Cluster: www.smartcommunitiestech.it

Introduzione	7
Executive summary	8
Metodologia	10
Scenari tecnologici: Web 3.0 e Metaverso	13
Introduzione al Web 3.0 e al Metaverso	13
Principali caratteristiche del Web 3.0 e del Metaverso	13
Ambiti di applicazione del Web 3.0 e del Metaverso nel contesto delle smart cities	17
Smart mobility: le applicazioni del Web 3.0 e del Metaverso	19
Smart security: le applicazioni del Web 3.0 e del Metaverso	20
Smart government: le applicazioni del Web 3.0 e del Metaverso	21
Web 3.0, Metaverso e sostenibilità	22
Tecnologie abilitanti per il Web 3.0 e il Metaverso	23
Web 3.0 e Metaverso: linee di finanziamento	25
Raccomandazioni per l'implementazione del Web 3.0 e del Metaverso nelle smart cities	29
Scenari tecnologici: Digital Twin	31
Introduzione al Digital Twin	31
Principali caratteristiche del Digital Twin	31
Ambiti di applicazione del Digital Twin nel contesto delle smart cities	35
Smart mobility: le applicazioni del Digital Twin	36
Smart security: le applicazioni del Digital Twin	37
Smart government: le applicazioni del Digital Twin	38
Digital Twin e sostenibilità	39
Tecnologie abilitanti per il Digital Twin	40
Digital Twin: linee di finanziamento	41
Raccomandazioni per l'implementazione del Digital Twin nelle smart cities	48
Scenari tecnologici: intelligenza artificiale	50
Introduzione all'intelligenza artificiale	50
Orientarsi nel mondo dell'intelligenza artificiale	50
La governance dell'intelligenza artificiale	59
Smart mobility: le applicazioni dell'intelligenza artificiale	61

Smart security: le applicazioni dell'intelligenza artificiale	63
Smart government: le applicazioni dell'intelligenza artificiale	66
Intelligenza artificiale e sostenibilità	69
Intelligenza artificiale a supporto delle tecnologie per la smart city	72
Intelligenza artificiale: linee di finanziamento	74
Raccomandazioni per l'implementazione dell'intelligenza artificiale nelle smart cities.....	76
Verso le città del futuro: Piattaforma Città.....	811
L'esperienza di Piattaforma Città.....	83
Dati nella relazione città - impresa.....	84
Dati nella relazione città - città	86
Dati nella relazione città - governo.....	87
I risultati di Piattaforma Città.....	89
Piattaforma Città verso la Cognitive City.....	91
Cognitive City	93
Modelli di città del futuro: dalla smart alla cognitive city	93
Principali obiettivi e caratteristiche della cognitive city	97
Fattori abilitanti della cognitive city.....	99
Strategie abilitanti della cognitive city	99
Tecnologie abilitanti della cognitive city	100
Declinazione della cognitive city nei principali settori produttivi.....	102
Raccomandazioni per la creazione di una cognitive city.....	105
Conclusioni.....	107
Contributi dei comitati di interesse.....	111

In memoria del Professor Rodolfo Zich

Solo il 3% della superficie terrestre è, al momento, occupata dalle Città, eppure è proprio in questi luoghi che la popolazione mondiale sceglierà di vivere nel prossimo futuro e, soprattutto, **è dove si dovranno affrontare le sfide sociali più critiche.**

Le città assorbiranno la crescita della popolazione mondiale dei prossimi anni: si stima che, **entro il 2050, il 68% delle persone vivrà nelle città**, 2 miliardi in più di quelle che vi abitano attualmente. Il futuro dell'umanità sarà quindi indubbiamente urbano: la sfida, allora, è quella di costruire realtà sempre più resilienti e sicure di fronte agli effetti del cambiamento climatico e ai pericoli di nuove pandemie e capaci di trasformarsi in comunità intelligenti e inclusive, orientate a una sostenibilità concepita in senso olistico e vicine ai bisogni e ai tempi di vita di quanti vivono e vivranno nelle città.

Il Cluster ha come **obiettivo prioritario** l'animazione di una rete nazionale di attori territoriali, industriali e di ricerca in grado di **accrescere le capacità di innovazione in risposta alle sfide sociali delle moderne Smart Cities & Communities**. Tra le azioni strategiche che contraddistinguono il Cluster è compresa anche la stesura e la pubblicazione del **documento nazionale di Ricerca e Innovazione sulle Smart Communities**. Questo documento, che comprende l'Agenda di Ricerca e Innovazione, le Raccomandazioni per lo sviluppo delle Smart Communities nei loro tre settori chiave - *Smart and Collaborative Mobility, Smart and Secure Living e Smart and Inclusive Government* - e lo Scenario per le città del futuro, è la proposta che facciamo alle Istituzioni per costruire insieme comunità più intelligenti, sicure e inclusive. **Il successo delle città di fronte alle sfide dei prossimi anni dipenderà proprio dalla loro capacità di investire in una pianificazione urbana più efficace, sostenibile e inclusiva e nella diffusione su larga scala delle tecnologie e degli strumenti più innovativi.**

Crediamo, infatti, che solo coniugando sapere e innovazione, creatività, cura dell'ambiente e serio lavoro di approfondimento, così come attenzione alle tecnologie di frontiera e, al tempo stesso, instancabile cura dei bisogni delle persone, potremo **realizzare città che siano autentici esempi di innovazione sociale.**

Negli ultimi anni, le smart communities si sono proposte come modello di interazione tra gli stakeholder del contesto urbano al fine di affrontare sfide attuali e future sui temi della mobilità, della sostenibilità, della sicurezza e della trasformazione digitale migliorando la qualità della vita di quanti vivono e operano nella città. **Il successo di una smart community dipende dalla sua capacità di integrare le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) con approcci interdisciplinari, che sappiano trovare un equilibrio che porti a un miglioramento dell'esperienza di vita urbana e a un aumento della competitività economica.** In Italia, sono numerose le iniziative e le politiche che sono state adottate per sostenere attivamente lo sviluppo delle smart communities.

Questo documento costituisce il **quarto aggiornamento della Roadmap** del Cluster SmartCommunitiesTech, Associazione nazionale sostenuta da 11 Regioni e 13 Soci territoriali, con una rete di più di 200 città, attori industriali e della ricerca che collaborano per sviluppare e promuovere soluzioni innovative per le smart communities.

La Roadmap consta di 2 sezioni principali, internamente organizzate in capitoli.

La **prima sezione** costituisce l'**Agenda di Ricerca e Innovazione** del Cluster SmartCommunitiesTech ed è articolata in 3 capitoli dedicati all'indagine sugli scenari tecnologici più rilevanti per lo sviluppo delle smart communities: il **Web 3.0** e il **Metaverso**, i **Digital Twin** e l'**Intelligenza Artificiale**. Per ogni scenario tecnologico sono state riportate le principali caratteristiche, le tecnologie abilitanti, le possibili applicazioni rispetto ai temi verticali di interesse del Cluster e alla sfera della sostenibilità. Sono inoltre fornite raccomandazioni per l'implementazione di questi strumenti nel contesto delle smart cities e, ove presenti, sono descritti i programmi e i progetti, su scala italiana ed europea, che supportano lo sviluppo di queste tecnologie.

La **seconda sezione**, invece, riflette sulla **città del futuro** da un punto di vista teorico e pratico. Si troverà quindi un capitolo dedicato a **Piattaforma Città**, il nuovo programma flagship del Cluster SmartCommunitiesTech dedicato specificatamente alle città. All'interno della Roadmap, queste pagine fotografano le modalità tramite le quali gli scenari tecnologici delineati nell'Agenda di Ricerca e Innovazione si intersecano con gli ambiti della mobilità, della sicurezza e del government per creare progettualità di innovazione a beneficio delle smart communities e - in ottica futura - per favorire la transizione verso nuovi modelli urbani. L'ultimo capitolo riflette sul paradigma della **Cognitive City**, come prospettiva per uno sviluppo urbano tanto intelligente quanto resiliente, sostenibile e inclusivo, abilitato dalle nuove tecnologie emergenti e da nuove forme di *disruptive innovation*.

La Roadmap ambisce quindi a fornire una visione panoramica delle principali tendenze, sfide e opportunità per le smart communities e mira a definire e qualificare l'azione del Cluster SmartCommunitiesTech per la promozione dell'innovazione e la collaborazione tra imprese, organismi di ricerca e Pubbliche Amministrazioni, a beneficio delle città del presente e del futuro.

Il Cluster Smart Communities Tech, attivo dal 2012 e con più di 10 anni di esperienza, svolge molteplici attività per favorire l'innovazione nelle tre aree di specializzazione della mobilità intelligente, della sicurezza - sia fisica, sia digitale - e dello smart government - data economy. Tra le attività svolte dal Cluster, vi è la raccolta di informazioni sui fabbisogni degli utenti e delle istituzioni, al fine di favorire lo sviluppo di soluzioni mirate per le esigenze specifiche emerse in fase di valutazione. Inoltre, il Cluster supporta l'incontro tra domanda pubblica e offerta di innovazione, così da facilitare la nascita di progetti pilota e sperimentazioni.

Queste attività sono fondamentali al fine di portare a convergenza i bisogni e la disponibilità di soluzioni innovative replicabili e riutilizzabili ed ad alto impatto per la comunità. Il Cluster lavora quindi anche per diffondere le soluzioni disponibili, in modo da aumentare la consapevolezza delle opportunità offerte e promuovere la loro adozione su larga scala. L'obiettivo finale è quello di creare un ecosistema aperto e collaborativo in cui pubblico, privato e cittadini possano lavorare insieme per la creazione di comunità sempre più intelligenti.

Durante l'arco del 2023, il Cluster ha continuato la sua azione di collaborazione con gli attori della sua rete, provenienti dal **mondo industriale, della ricerca e della pubblica amministrazione**, per mantenere costantemente aggiornati i risultati della ricerca e monitorare le soluzioni innovative sviluppate dalle grandi aziende, dalle PMI e dai centri di ricerca. Il lavoro del Cluster si è anche concentrato sull'identificazione di competenze e idee innovative, che costituiscono un'agenda strategica per lo sviluppo dell'innovazione e un ventaglio di idee progettuali. Inoltre, il Cluster ha cercato di comprendere i fabbisogni di innovazione da parte degli enti amministrativi e i relativi vincoli che potrebbero rendere più difficoltosa l'adozione delle soluzioni innovative. In questo modo, Smart Communities Tech promuove la diffusione delle soluzioni disponibili e l'adozione di pratiche innovative in ottica smart cities.

La metodologia utilizzata dal Cluster nella realizzazione di questo documento è dunque di tipo **bottom-up**, basata sul coinvolgimento attivo degli stakeholder: la Roadmap è stata quindi costruita a partire dalle esigenze e dalle opportunità del territorio e delle imprese. Tale metodologia, promuovendo la partecipazione e l'empowerment degli attori locali, rafforza la capacità del sistema produttivo di rispondere alle sfide globali e di costruire uno sviluppo sostenibile e inclusivo.

GLI STRUMENTI UTILIZZATI

Durante l'anno 2023, il Cluster ha interagito con molteplici entità quali aziende, centri di ricerca e la Pubblica Amministrazione: sulla base delle necessità e degli obiettivi definiti sono state adottate metodologie e strumenti diversi. Il Cluster ha organizzato e

partecipato a eventi e progetti, e le risultanze delle suddette attività sono state sistematizzate in questo documento.

Smart Communities Conference. A ottobre 2023, il Cluster ha organizzato la Smart Communities Conference, un evento che ha permesso il confronto tra professionisti di alto livello nel settore, compresi imprenditori, ricercatori, funzionari pubblici e speaker internazionali. L'evento si è concentrato sul tema **Smart and Human Cities** e ha visto coinvolti **27 relatori, oltre 220 partecipanti** collegati da remoto, **3 città** coinvolte e **18 progetti** presentati su tre macro-temi: mobilità intelligente e collaborativa, government e data economy, sicurezza fisica e digitale. L'obiettivo è stato quello di ragionare su progetti volti a **rendere le città più intelligenti senza trascurare, e anzi valorizzando, la componente umana, per implementare soluzioni a beneficio delle comunità.**

Partnerships 4 Horizon Europe. Nel 2023, il Cluster ha realizzato la quarta e la quinta edizione del programma Partnerships for Horizon Europe (P4HEU), nato con l'obiettivo di supportare gli aderenti per avviare contatti e stabilire partnership europee finalizzate alla presentazione di Progetti di ricerca. Nell'edizione di **aprile 2023**, il programma è stato co-organizzato insieme a 14 partner europei, ha visto la partecipazione di **301 imprese, università, centri di ricerca, PA** e altri enti per condividere idee progettuali, esperienze e competenze e ha gestito, con il supporto della piattaforma B2Match della rete EEN più di **161 incontri one-to-one**. L'edizione di **dicembre 2023** è stata co-organizzata da 15 cluster, ha visto il coinvolgimento di **216 organizzazioni** diverse su 27 Paesi e **114 incontri**.

Piattaforma Città. Nel corso del 2023 è stato inaugurato un nuovo programma flagship dedicato specificatamente alle città e volto a **favorire l'incontro tra le Pubbliche Amministrazioni e stimolare la condivisione e la replicabilità di servizi, soluzioni, attività e buone pratiche per le comunità cittadine**. In questo primo anno, l'iniziativa ha portato alla realizzazione di 10 tavoli di lavoro e ha coinvolto 70 città su tutto il territorio nazionale.



Scenari tecnologici: WEB 3.0 e METAVERSO

Introduzione al Web 3.0 e al Metaverso

Il **Web 3.0** rappresenta la più recente evoluzione di internet e persegue l'obiettivo di creare un **ambiente online più intelligente e interconnesso**. Questa nuova fase del web promuove la **personalizzazione avanzata delle esperienze online, adattandosi alle preferenze e alle esigenze individuali degli utenti**. Nel complesso, il Web 3.0 aspira a creare un ecosistema digitale più evoluto e **orientato all'utente e ai cittadini**.

L'esame del **Web 3.0** mira a indagare come questa tecnologia permetta di **trasformare le smart cities in realtà più inclusive coinvolgendo imprese e cittadini nei processi legati alla sostenibilità attraverso una partecipazione diretta**.

Il **Metaverso** invece è **un ambiente multiutente che fonde la realtà fisica con quella digitale**. Basato sull'unione di tecnologie come la realtà virtuale (VR) e la realtà aumentata (AR), il Metaverso costituisce una rete interconnessa di ambienti immersivi sociali su piattaforme multiutente che consentono **interazioni dinamiche in tempo reale con spazi virtuali, oggetti digitali e altre persone attraverso avatar**.

Il **Metaverso** emerge come uno **scenario tecnologico chiave per le smart cities in quanto abilita un'esperienza immersiva della gestione urbana nel mondo digitale**, particolarmente utile per **affrontare sfide complesse**. Esplorare il metaverso in questo contesto può portare a servizi più innovativi e interattivi, migliorando di riflesso la qualità della vita cittadina.

Principali Caratteristiche del Web 3.0 e del Metaverso

Nel corso degli ultimi 30 anni, il Web è stato protagonista di un percorso di sviluppo che si è concretizzato nella successione delle seguenti fasi evolutive.

Il **Web 1.0**, noto anche come **Web Statico**, ha caratterizzato il panorama online tra il 1991 e il 2004, con pagine web che **si concentravano principalmente sui dati**. Sebbene contenesse informazioni, la **navigazione era limitata** e gli **utenti** erano solo degli utilizzatori **passivi**.

Nel passaggio al **Web 2.0**, che ha contraddistinto il decennio 2004-2014, **l'interattività e la partecipazione** degli utenti ha giocato un ruolo predominante. Ad esempio, i blog e i forum hanno consentito agli utenti di creare, condividere e discutere contenuti e strutturare communities online. Inoltre, le piattaforme online come YouTube, Wikipedia e i social media hanno trasformato gli utenti da fruitori passivi a **creatori attivi di contenuti informativi**.

Con la personalizzazione dei servizi che lo caratterizza, anche in virtù di nuove modalità di implementazione dell'Intelligenza Artificiale e della decentralizzazione abilitata da strumenti tecnologici quali la blockchain, dal 2014 il **Web 3.0 rappresenta un'importante ulteriore evoluzione nelle potenzialità dell'utilizzo di Internet.**

Questa evidenza emerge dall'esame di tre aspetti che ne marcano le principali differenze rispetto agli stadi evolutivi precedenti.

In primo luogo, il Web 2.0 utilizzava i modelli semantici con il principale obiettivo di migliorare i servizi dei **big tech** mentre il Web 3.0 si focalizza sulla creazione di **applicazioni intelligenti a disposizione degli utenti.**

In secondo luogo, il Web 2.0 utilizzava principalmente l'utilizzo di parole chiave per la ricerca e la navigazione; il **Web 3.0** mira invece a un'**esperienza di complessità più avanzata**, in cui **L'Intelligenza Artificiale** comprende il contesto per analizzare i dati e prendere **decisioni più accurate.**

Infine, se il Web 2.0 era caratterizzato da uno scenario di forte centralizzazione, a favore di pochi colossi tecnologici che detenevano il controllo dei dati degli utenti, il **Web 3.0 punta alla decentralizzazione, con l'obiettivo di distribuire il controllo e la proprietà dei dati tra gli utenti stessi.** Per questa ragione, il **Web 3.0 sta dando vita a modelli decentralizzati, in cui la proprietà del metaverso può essere attribuita direttamente agli utenti.**



Le caratteristiche del Web 3.0

Sei sono le principali caratteristiche che contraddistinguono il Web 3.0:

- **Il Web 3.0 si basa sulla decentralizzazione.** La decentralizzazione nel contesto del Web 3.0 si traduce nella rimozione del controllo centralizzato dei dati da parte delle grandi aziende. La blockchain è spesso al centro di questa decentralizzazione, consentendo una registrazione sicura e distribuita delle informazioni. La finanza decentralizzata (DeFi) è un esempio di come la decentralizzazione stia influenzando settori di importanza strategica, come l'ambito finanziario.
- **La tokenizzazione è essenziale per il Web 3.0,** poiché facilita la decentralizzazione, l'interoperabilità e l'autonomia degli utenti. Attraverso l'uso di blockchain e smart contracts, i token consentono scambi peer-to-peer senza intermediari centralizzati, riducendo i costi e aumentando la sicurezza. La standardizzazione dei token favorisce l'interoperabilità tra diverse piattaforme,

mentre la loro gestione tramite chiavi private garantisce agli utenti un controllo diretto sui propri asset digitali. Inoltre, la tokenizzazione promuove l'automazione, migliorando l'efficienza e trasparenza nei processi digitali.

- **Il Web 3.0 favorisce nuovi modelli di connessione.** La connessione nel Web 3.0 supera la comunicazione tra persone estendendosi alla connessione di dispositivi attraverso l'Internet of Things (IoT). Uno degli obiettivi principali del Web 3.0 è quello di creare una vasta rete di dispositivi intelligenti che possano scambiare dati e informazioni per migliorare l'efficienza e la qualità della vita delle persone. Questo obiettivo coinvolge la creazione di ecosistemi digitali in cui le informazioni possano fluire tra vari dispositivi, consentendo una maggiore automazione e interazione.
- **Il Web 3.0 si basa sul principio dell'analisi semantica.** Il concetto di web semantico esprime l'obiettivo – che questa tecnologia sta perseguendo – di comprendere il linguaggio umano e le emozioni condivise sul web. Standard e linguaggi come RDF (Resource Description Framework), SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language), e OWL (Web Ontology Language) sono utilizzati per strutturare e organizzare i dati in modo che i computer possano interpretare il significato e le relazioni tra le informazioni. Questo rende possibile un web più intelligente, in grado di comprendere meglio le intenzioni degli utenti e fornire risultati più pertinenti alle loro ricerche.
- **Il Web 3.0 utilizza la realtà aumentata.** La Realtà Aumentata (AR) nel contesto del Web 3.0 non rimane circoscritta all'ambito dell'intrattenimento, ma viene applicata in settori che spaziano da quello turistico a quello manifatturiero. Infatti, l'AR consente di vivere esperienze in tempo reale sovrapponendo informazioni digitali a quelle provenienti dal mondo fisico. Nel settore manifatturiero, ad esempio, l'AR può facilitare la manutenzione e la riparazione di macchinari, mentre in ambito e-commerce, può consentire agli utenti di visualizzare prodotti in modo più dettagliato prima dell'acquisto.
- **Infine, il Web 3.0 utilizza l'Intelligenza Artificiale (AI) per raccogliere, analizzare e interpretare i dati degli utenti.** Attraverso algoritmi avanzati, l'AI offre raccomandazioni personalizzate elaborate sulla base di previsioni del comportamento, con l'obiettivo di un miglioramento continuo dell'esperienza degli utenti.

Come quella del web, trentennale è anche la storia del concetto di **Metaverso**, che può essere fatta risalire al romanzo *Snow Crash* di Neal Stephenson (1992) e si è concretizzato per la prima volta nel 2003 in "Second Life", una piattaforma virtuale dove utenti, come residenti, esploravano un mondo tridimensionale, socializzavano, creavano e commerciavano contenuti virtuali. Con l'avanzamento di tecnologie come realtà virtuale (VR) e realtà aumentata (AR), **il metaverso ha preso forma come ambiente virtuale condiviso**. Giochi come Fortnite e piattaforme come Roblox hanno contribuito alla sua popolarità. Oggi **il metaverso** non è solo intrattenimento, ma è visto come un **futuro spazio di lavoro e socializzazione**: nello stadio di sviluppo attuale, **comprende** quindi **piattaforme VR immersive compatibili con videogiochi online multiplayer massivi, mondi di gioco aperti e spazi collaborativi**.

Infatti, il Metaverso offre **interazioni multimodali**: consente quindi agli utenti di interagire attivamente con elementi virtuali attraverso controller di movimento e dispositivi di tracciamento. **Il coinvolgimento attivo dell'utente apre nuove opportunità in diversi settori** superando le limitazioni degli ambienti online bidimensionali.

Come il Web 3.0, anche **il Metaverso presenta alcune caratteristiche peculiari** che lo differenziano dalle precedenti tecnologie digitali.



Le caratteristiche del Metaverso

- **Il Metaverso è una tecnologia immersiva.** L'immersività consente di integrare la personalizzazione avanzata degli avatar con una profonda esperienza multisensoriale. Oltre la mera rappresentazione visiva, il Metaverso consente agli utenti di creare avatar dinamici che rispecchiano la loro personalità e si adattano alle esperienze virtuali in tempo reale.
- **Il Metaverso si contraddistingue per la sua interoperabilità.** Il Metaverso è un abilitare dell'interazione e della condivisione di informazioni tra diverse piattaforme e mondi virtuali. Gli utenti possono portare con sé le proprie identità virtuali e oggetti attraverso vari spazi digitali.
- **Il Metaverso promuove nuove esperienze educative.** Nel Metaverso, l'educazione si trasforma in un'esperienza coinvolgente e interattiva, integrando simulazioni VR e approcci basati su giochi per migliorare la motivazione e l'apprendimento. Attraverso la **meta-educazione, l'istruzione si sperimenta in ambienti virtuali per simulazioni di laboratorio e sviluppo di abilità procedurali.** Questo approccio non solo rende l'apprendimento più pratico e personalizzato ma anche supera le barriere geografiche, **democratizzando l'istruzione** e offrendo opportunità educative globali attraverso la partecipazione virtuale. La creazione collaborativa e l'adozione di approcci personalizzati trasformano radicalmente il processo educativo, adattandolo alle esigenze specifiche degli studenti.
- **Il Metaverso promuove l'economia virtuale.** Attraverso l'integrazione di criptovalute e token, il Metaverso favorisce transazioni flessibili, sicure e decentralizzate, aprendo la strada a nuovi mercati e modelli economici.

- **Il Metaverso permette agli utenti di sviluppare propri contenuti.** Gli utenti possono progettare, costruire e condividere ambienti, oggetti ed esperienze, contribuendo così alla continua evoluzione del metaverso.
- **Il Metaverso offre nuove opportunità professionali.** Attraverso la creazione di esperienze virtuali, lo sviluppo di servizi legati alla realtà virtuale e l'espansione di settori emergenti come la progettazione di mondi virtuali, il Metaverso facilita il lavoro remoto su scala globale e trasforma il panorama lavorativo attraverso l'innovazione digitale.

In sintesi, il Web 3.0 si contraddistingue rispetto alle precedenti evoluzioni per la decentralizzazione, la tokenizzazione, la connettività avanzata, il suo carattere semantico, la presenza di realtà aumentata e l'uso dell'Intelligenza Artificiale. Nel Metaverso invece l'immersività trasforma le esperienze digitali con avatar personalizzati abilitando un'educazione interattiva globale. L'integrazione di criptovalute permette inoltre di creare nuove economie virtuali. La sinergia tra Web 3.0 e Metaverso porta a una ridefinizione del nostro rapporto con il digitale aprendo nuove prospettive e scenari in diversi settori e ambiti di applicazione.

Ambiti di applicazione del Web 3.0 e del Metaverso nel contesto delle smart cities

L'applicazione del Web 3.0 alle smart cities apre la strada a una serie di sviluppi innovativi e opportunità di miglioramento della qualità di vita nella città, attraverso una **governance urbana più efficiente e partecipativa.**

La gestione decentralizzata delle informazioni permette di incrementare la sicurezza e la trasparenza nell'utilizzo di dati sensibili, come quelli legati alla sicurezza pubblica o alle infrastrutture critiche. Infatti, la sicurezza e l'integrità dei dati diventano prioritari grazie alla crittografia avanzata del Web 3.0, che contribuisce a prevenire frodi e attacchi informatici nelle infrastrutture critiche e nei servizi pubblici. I contratti intelligenti permettono quindi di **automatizzare e garantire la trasparenza dei servizi urbani, della gestione dei rifiuti e della manutenzione delle infrastrutture, promuovendo l'efficienza.**

Il Web 3.0 permette di creare un'identità digitale sovrana, che conferisce ai cittadini il controllo completo delle proprie informazioni personali, semplificando interazioni online e offline e **rafforzando la sicurezza delle informazioni personali.** Questa peculiarità del Web 3.0 facilita la partecipazione diretta dei cittadini attraverso sistemi di voto decentralizzati basati su blockchain, integrando così nuovi stakeholders all'interno dei processi decisionali. Questa tecnologia può inoltre **supportare l'uso di contratti intelligenti** basati su blockchain per automatizzare e garantire l'esecuzione trasparente di servizi pubblici, riducendo la possibilità di corruzione.

Il Web 3.0 ha numerosi ambiti di applicazione in settori strategici per la trasformazione delle città nella prospettiva del paradigma smart.

- **Nel settore della mobilità intelligente,** garantisce sicurezza e integrità dei dati relativi al traffico e ai veicoli.

- **Nel settore sanitario** può supportare la condivisione sicura dei dati tra strutture sanitarie, individui e servizi pubblici, migliorando la gestione delle emergenze sanitarie.
- **Nel settore agricolo** permette di gestire efficientemente le risorse agricole attraverso l'utilizzo della blockchain per tracciare l'origine e la qualità dei prodotti alimentari.
- **Nel settore della sicurezza** consente una raccolta e una condivisione più rapida e sicura delle informazioni critiche in condizioni di emergenza attraverso reti distribuite e contratti intelligenti.
- **Nel settore energetico** supporta la creazione reti energetiche intelligenti. Attraverso la blockchain garantisce la tracciabilità delle transazioni energetiche favorendo gli scambi energetici tra diversi stakeholders.

Anche l'applicazione diffusa del **Metaverso** nelle smart cities potrebbe portare a una serie di sviluppi innovativi e miglioramenti nelle aree urbane.

Le autorità cittadine possono utilizzare il Metaverso per **creare modelli virtuali dettagliati delle città, consentendo una pianificazione urbana più efficiente**. Gli urbanisti potrebbero esplorare virtualmente le possibili modifiche prima di implementarle fisicamente.

Il Metaverso, come il Web 3.0, può **facilitare la partecipazione pubblica alle decisioni urbane**. I cittadini possono partecipare a incontri virtuali per discutere di progetti di sviluppo urbano, esplorare proposte e fornire feedback in modo più accessibile e inclusivo.

Il Metaverso può essere anche sfruttato per fornire esperienze educative virtuali legate alle smart cities grazie alla sua interazione con tecnologie avanzate come big data, Intelligenza Artificiale e blockchain. Questa combinazione consente la personalizzazione dell'apprendimento attraverso l'analisi dei dati personali, fornendo un supporto didattico intelligente. Per questa ragione, possono essere erogati percorsi personalizzati di formazione sulla sicurezza, sull'efficienza energetica e sull'accesso digitale ai principali servizi cittadini utilizzando piattaforme immersive.

Il Metaverso può anche essere utilizzato per simulare situazioni di emergenza e addestrare le forze di sicurezza: può infatti facilitare la collaborazione tra le forze dell'ordine, i vigili del fuoco e i servizi di emergenza e migliorare l'efficacia nella risposta a situazioni critiche.

Inoltre, la possibilità di svolgere attività lavorative in ambienti virtuali apre nuove prospettive per l'innovazione favorendo la realizzazione di **nuovi modelli di business**.

Il Metaverso permette di rivoluzionare l'esperienza di gioco. I gamer nel Metaverso hanno la libertà di partecipare attivamente alla creazione della trama e di poter interagire direttamente e in tempo reale con gli altri giocatori. Gli utenti, quindi, possono influenzare la narrazione attraverso battaglie e missioni, mentre la connessione sociale e la possibilità di estendere l'esperienza al di là del gioco rendono l'esperienza dinamica e coinvolgente.

Il Metaverso può rivoluzionare il marketing offrendo uno spazio virtuale interattivo per una pubblicità visibile globalmente. Questo ambiente virtuale consente quindi di

focalizzarsi su un target preciso, migliorando complessivamente l'efficienza delle strategie di marketing e offrendo nuove opportunità di coinvolgimento dei clienti.

Infine, il Metaverso può offrire **esperienze di intrattenimento più immersive e inclusive**, come concerti virtuali, eventi sportivi ed esperienze culturali.

L'integrazione del Web 3.0 e del Metaverso nelle smart cities richiede infrastrutture digitali avanzate, connettività affidabile e attenzione prioritaria alla sicurezza e alla privacy. Tuttavia, date le potenzialità che sono state evidenziate, queste tecnologie potrebbero contribuire significativamente a **trasformare le città in ambienti più intelligenti, interconnessi e partecipativi**.

Smart Mobility: le applicazioni del Web 3.0 e del Metaverso

Il **Web 3.0** offre diverse opportunità di **innovazione** nel settore della **mobilità**, poiché **facilita la condivisione e l'interoperabilità dei dati tra vari attori del settore**, come produttori di veicoli, fornitori di servizi ed enti governativi. Questo contribuisce a migliorare la **gestione degli spostamenti nel contesto urbano, portando a una possibile riduzione del traffico aumentando la sicurezza stradale**.

La **pianificazione del viaggio può essere realizzata attraverso modelli predittivi, basati sull'intelligenza artificiale e supportati dall'Internet of Things**, con i quali è possibile tenere in considerazione contemporaneamente le preferenze dell'utente, le condizioni del traffico e le opzioni di trasporto disponibili, al fine di proporre soluzioni di mobilità più sostenibili.

La **tokenizzazione dei servizi di mobilità**, tramite l'introduzione di token o criptovalute, può semplificare i pagamenti e incentivare **comportamenti virtuosi come il carpooling e l'utilizzo di mezzi di trasporto sostenibili**, attraverso sistemi di ricompense basati su token. Gli utenti che adottano opzioni eco-friendly possono ad esempio guadagnare token convertibili in sconti o servizi gratuiti. La tecnologia blockchain garantisce trasparenza, consentendo agli utilizzatori finali di valutare l'impatto ambientale delle loro scelte di trasporto. Le aziende, a loro volta, sono motivate a migliorare la sostenibilità per attirare utenti interessati ai benefici della tokenizzazione. Infine, **L'Intelligenza Artificiale può essere impiegata per la gestione predittiva del traffico**, migliorando l'efficienza dei flussi di veicoli e riducendo la congestione stradale.

Anche il **Metaverso** può offrire nuove possibilità per la gestione dei trasporti.

Gli operatori del traffico possono ricevere **formazione attraverso l'apprendimento nello spazio virtuale** grazie a simulazioni virtuali, utili a imparare a gestire situazioni complesse e coordinare i flussi in modo efficace.

Inoltre, con le sue applicazioni nell'ambito del gaming, il Metaverso può aiutare a **sensibilizzare le nuove generazioni verso modelli di mobilità più sostenibile**.

Smart Security: le applicazioni del Web 3.0 e del Metaverso

Il **Web 3.0**, caratterizzato dalla decentralizzazione e dall'utilizzo dell'intelligenza artificiale, offre diverse applicazioni innovative nel settore della sicurezza, che si declinano principalmente su due linee di sviluppo.

Da un lato, il **Web 3.0 supporta il tema della privacy** attraverso sistemi basati su blockchain che migliorano la sicurezza dei dati, consentendo agli **utenti di mantenere il controllo delle proprie informazioni personali**. Inoltre, l'**interoperabilità tra sistemi di sicurezza** agevola una gestione integrata dei dati.

Inoltre, l'utilizzo di **criptovalute garantisce transazioni sicure** nei pagamenti online, riducendo il rischio di frodi finanziarie.

Dall'altro lato, **l'analisi semantica dei dati può migliorare la capacità di creazione di modelli predittivi che permettono di anticipare potenziali minacce alla sicurezza fisica**, contribuendo al loro rilevamento.

L'automazione, supportata dal Web 3.0, di molti processi legati ad eventi o situazioni di rischio consente di migliorare tempi di risposta riducendo la vulnerabilità.

Ad esempio, l'intelligenza artificiale e l'apprendimento automatico permettono di migliorare la prevedibilità delle emergenze contribuendo ad **incrementare la sicurezza durante i grandi eventi** e possono anche essere impiegati per sviluppare sistemi di monitoraggio avanzati che predicono e **rilevano eventi climatici estremi imminenti**.

Anche, il **Metaverso** presenta diverse applicazioni nel campo della sicurezza e contribuisce a potenziare la **protezione dei dati e delle identità digitali**.

Da un lato, attraverso la creazione di identità digitali all'interno del Metaverso, **gli utenti possono autenticarsi in modo sicuro e controllare l'accesso alle proprie informazioni**. Infatti, l'ingresso in questa tipologia di spazio può essere regolamentato da meccanismi di sicurezza tokenizzati utili ad assicurare un accesso sicuro agli ambienti virtuali. La protezione della proprietà intellettuale, in questo modo, può essere garantita al meglio, prevenendo la dispersione e il rischio di possibile perdita di dati. La collaborazione sicura può avvenire per esempio attraverso l'organizzazione di riunioni in Metaverso, ove la confidenzialità delle conversazioni e la protezione delle informazioni sensibili sono tutelate.

Dall'altro lato, il Metaverso può essere utilizzato per simulazioni di **sicurezza fisica**. Nell'ambito della **formazione**, ad esempio, può offrire preparazione interattiva e realistica alle forze di sicurezza, migliorando la prontezza e la risposta alle minacce nella gestione dei grandi eventi.

Inoltre, il Metaverso può essere utilizzato per **creare simulazioni** che possano semplificare la gestione del rischio in condizioni di **calamità naturali**. Per questa ragione, il Metaverso può essere utilizzato anche per la simulazione di eventi estremi, al fine di comprendere quali siano le modalità di intervento più adatte.

Smart Government: le applicazioni del Web 3.0 e del Metaverso

Anche nel contesto governativo, il **Web 3.0** può avere diverse applicazioni mirate ad incrementare l'**efficienza e la trasparenza delle istituzioni** e a coinvolgere i **cittadini nei processi decisionali**.

Una delle implementazioni chiave, in tale ambito, riguarda la **trasparenza nella gestione dei dati**, che attraverso l'utilizzo dei registri crittografati garantisce l'**immutabilità e la chiarezza dei processi decisionali** e della gestione delle informazioni pubbliche.

Inoltre, il Web 3.0 permette di creare un'**identità digitale sicura** grazie all'uso della blockchain. Questa applicazione consente di realizzare piattaforme online che supportano **votazioni elettroniche sicure ed affidabili** e le rende **immuni da brogli**. Le piattaforme basate sul Web 3.0 possono quindi aumentare la fiducia dei cittadini nel sistema partecipativo e **favorirne la partecipazione attiva** nella definizione delle politiche, grazie ad un maggiore coinvolgimento diretto nei processi decisionali.

Sfruttando dati semantici, le smart cities beneficerebbero anche a livello governativo di tecnologie capaci di garantire una **gestione efficace delle risorse urbane**. Attraverso l'utilizzo avanzato di dati, le amministrazioni potrebbero ottimizzare il traffico, gestire in modo più efficiente l'energia e le infrastrutture. Questo agevolerebbe la definizione di politiche mirate e l'implementazione di **interventi puntuali, basati su informazioni precise e aggiornate**, utili a creare ambienti urbani più sostenibili, efficienti e orientati al benessere dei cittadini.

Nel settore finanziario, l'utilizzo di **token e contratti intelligenti basati sulla blockchain** può semplificare le transazioni finanziarie governative, garantendo maggiore trasparenza. Lo stesso obiettivo potrebbe essere perseguito attraverso la diffusione di contratti intelligenti anche per le procedure degli appalti pubblici, riducendo il rischio di corruzione e incrementando l'efficienza nelle acquisizioni.

Allo stesso modo, anche il **Metaverso** si presenta come un'innovazione con numerose potenziali applicazioni in contesto governativo, grazie alla sua capacità di **migliorare la partecipazione dei cittadini, ottimizzare l'erogazione dei servizi pubblici e facilitare la gestione delle risorse**.

Il Metaverso può essere impiegato per **organizzare riunioni, conferenze e sessioni di lavoro virtuali**, creando ambienti che **agevolano la collaborazione tra rappresentanti governativi, funzionari pubblici e cittadini**. Relativamente alla formazione del personale governativo, il Metaverso offre la possibilità di utilizzare simulazioni in ambienti virtuali per affrontare scenari complessi, educando il personale sugli interventi corretti da applicare in situazioni di emergenza, procedure operative e gestione delle crisi.

Il Metaverso può **supportare la pianificazione urbana simulando ambienti virtuali** tramite i quali facilitare la collaborazione tra urbanisti, architetti e amministratori locali per sviluppare soluzioni sostenibili.

Infine, per incentivare lo **sviluppo di modelli di cittadinanza attiva**, il Metaverso può essere utilizzato per creare spazi virtuali in cui i cittadini possano partecipare attivamente a discussioni su temi di interesse pubblico interagendo direttamente con i rappresentanti governativi, in un'esperienza interattiva e immersiva. **Questa applicazione del Metaverso**

può essere complementare al coinvolgimento attivo nei processi decisionali attraverso votazioni sicure supportate dalla blockchain.

Web 3.0, Metaverso e sostenibilità

Il Web 3.0 può contribuire alla sostenibilità incentivando una **migliore gestione delle risorse naturali**.

La decentralizzazione porta infatti a una **riduzione dell'impatto dei grandi players** e, di conseguenza, all'adozione di modelli di consumo più sostenibili.

La blockchain può essere utilizzata per **distribuire in modo efficiente l'energia proveniente da fonti rinnovabili** favorendo la creazione di un sistema energetico più sostenibile. Infatti, questa tecnologia facilita gli scambi energetici attraverso la tracciabilità e trasparenza delle transazioni, l'uso di contratti intelligenti per automatizzare gli accordi, la tokenizzazione dell'energia per semplificare i pagamenti e la decentralizzazione che elimina intermediari e favorisce reti energetiche distribuite.

La blockchain può essere anche utilizzata per **tracciare la catena di fornitura** aumentando la trasparenza delle filiere e incentivando una migliore gestione dei processi aziendali.

Inoltre, attraverso le tecnologie Web 3.0 è possibile coinvolgere la comunità con nuovi strumenti e in modalità innovative nelle decisioni relative all'implementazione di politiche e all'adozione di soluzioni improntate alla sostenibilità.

Gli **smart contracts** invece possono automatizzare e **garantire il rispetto di obiettivi ambientali**. Ad esempio, un contratto intelligente può essere programmato per eseguire azioni automatiche quando vengono raggiunti determinati livelli di riduzione delle emissioni o quando vengono completati progetti legati alla sostenibilità. Ciò potrebbe includere, ad esempio, l'automazione di premi o incentivi finanziari per le organizzazioni che raggiungono gli obiettivi ambientali stabiliti nell'accordo.

Attraverso l'utilizzo di **criptovalute**, si può favorire la **nascita di specifici mercati che si basano sui principi della sostenibilità**. Ad esempio, le criptovalute possono essere utilizzate per favorire gli scambi tra cooperative che producono prodotti seguendo specifici principi etici.

Inoltre, **le criptovalute possono favorire l'inclusione di nuovi attori nella gestione delle risorse naturali**. Ad esempio, nel settore dei rifiuti esse possono contribuire a nuovi modelli organizzativi che includano nuovi stakeholders (finanziati attraverso questi strumenti) impegnati nella riduzione degli scarti e nella promozione di benefici sociali ed economici.

Infine, l'utilizzo del **web semantico** può migliorare l'accesso a informazioni legate alla sostenibilità e intervenire quindi in favore di una maggiore **consapevolezza dei cittadini**.

Allo stesso modo, il **Metaverso** può contribuire alla sostenibilità incentivando la creazione di esperienze **educative immersive che educino le persone**, attraverso simulazioni e interazioni virtuali, anche al fine di progettare spazi e infrastrutture ispirati ai principi della sostenibilità ambientale, sociale ed economica in scenari appositamente creati.

Tecnologie abilitanti per il Web 3.0 e il Metaverso

Diverse sono le tecnologie che supportano la creazione e l'implementazione del **Web 3.0**

In primo luogo, l' **Intelligenza Artificiale (AI)** fornisce risultati personalizzati poiché **apprende dai dati**. Ad esempio, attraverso il feedback degli utenti o l'analisi di comportamenti passati, l'AI può customizzare le proprie risposte per singolo utilizzatore finale. Inoltre, **l'AI supporta modelli semantici** che permettono di comprendere il significato e la relazione tra diverse fonti informative facilitando una **navigazione più avanzata**.

La blockchain ricopre un ruolo fondamentale per la creazione di questa tipologia di Web. Come detto in precedenza, nel contesto del Web 3.0, essa **decentralizza i dati, garantendo sicurezza e privacy agli utenti e riducendo la dipendenza da piattaforme centralizzate**. Infatti, la crittografia svolge un ruolo cruciale nella sicurezza e privacy delle transazioni e dei dati nel Web 3.0. Utilizzate nelle criptovalute e nelle applicazioni decentralizzate, le tecniche crittografiche garantiscono la sicurezza end-to-end e la resistenza alle frodi. **Inoltre, la blockchain supporta gli smart contract**, contratti digitali archiviati che vengono eseguiti automaticamente quando risultano soddisfatti termini e condizioni prestabiliti. Per questo motivo, gli smart contract svolgono un ruolo cruciale nel Web 3.0, migliorando l'efficienza dei processi proprio attraverso l'automazione, che **garantisce l'esecuzione sicura e trasparente degli accordi**. In questo modo è quindi possibile eliminare gli intermediari, registrando automaticamente ogni transazione sulla blockchain, assicurando visibilità immediata a questo processo, prevenendo possibili controversie e creando un registro immutabile degli eventi. **I maggiori ambiti di applicazione** di questo strumento sono quindi **accordi finanziari, contratti legali e transazioni commerciali**, che beneficiano della ridotta necessità di inserire intermediari.

Le criptovalute e i token digitali sono parimenti importanti nello scenario del Web 3.0, **poiché operano al di fuori delle tradizionali regolamentazioni monetarie**. Utilizzando la blockchain, garantiscono transazioni peer-to-peer sicure e trasparenti. **I token digitali** sono ampiamente utilizzati nel Web 3.0 per **rappresentare valori e creare nuovi modelli di scambio**. Standardizzati o personalizzati, i token facilitano infatti lo scambio tra diverse tipologie di stakeholders. **I token non fungibili (NFT)** rivoluzionano la proprietà digitale, garantendo unicità e indivisibilità su blockchain. Nel Web 3.0, gli NFT **consentono la proprietà univoca di opere d'arte, giochi e altro ancora**, ridefinendo il concetto di beni digitali. **Le DAO** (Organizzazioni Autonome Decentralizzate) operano su blockchain, **consentendo la gestione decentralizzata di progetti e risorse**. Gli stakeholder partecipano alle decisioni tramite token, promuovendo partecipazione e trasparenza nelle decisioni organizzative nel contesto del Web 3.0.

L'Edge Computing affronta le sfide di velocità e latenza nel Web 3.0: infatti, elaborando dati localmente prima di trasferirli al Cloud, migliora l'efficienza e aumenta quell'indipendenza da server centralizzati che è essenziale in scenari come l'Internet of Things (IoT) e per le applicazioni in tempo reale.

L'integrazione di tecnologie come **la Realtà Virtuale (VR) e la Realtà Aumentata (AR)** **mira a trasformare l'esperienza utente nel Web 3.0**, consentendo interazioni più coinvolgenti e intuitive. Queste tecnologie generano ambienti virtuali nei quali le informazioni digitali sono sovrapposte a quelle del mondo reale, migliorando e personalizzando le interfacce per gli utenti.

Infine, **l'Internet of Things (IoT) facilita lo scambio intelligente di dati tra dispositivi fisici connessi**. L'automazione decentralizzata e l'uso di contratti intelligenti sulla blockchain consentono l'esecuzione automatica di azioni tra dispositivi IoT, contribuendo a una nuova era di decentralizzazione e automazione avanzata.

Nel Metaverso la convergenza di diverse tecnologie abilitanti consente di creare un ambiente virtuale ricco e interattivo.

La Realtà Aumentata è la tecnologia chiave del Metaverso poiché **permette di integrare elementi digitali nel mondo fisico**. Attraverso l'uso di dispositivi come occhiali AR o smartphone, gli utenti possono vedere e interagire con oggetti virtuali sovrapposti al mondo reale. Questa tecnologia arricchisce quindi l'esperienza immersiva caratteristica del Metaverso, consentendo una fusione più fluida tra il mondo virtuale e quello fisico e aumentando l'interattività. **Le reti broadband forniscono la connettività necessaria per consentire esperienze immersive nel Metaverso**, garantendo una connessione veloce e affidabile per supportare la trasmissione di dati complessi come grafica 3D, video in tempo reale e interazioni utente avanzate.

Il Cloud Computing è fondamentale per gestire e distribuire le risorse necessarie nel Metaverso, **operando su una grande quantità di dati e servizi in modo efficiente**. Questa tecnologia consente di gestire carichi di lavoro intensivi, migliorando la scalabilità e l'accessibilità delle applicazioni virtuali.

L'intelligenza artificiale (AI) contribuisce a migliorare l'esperienza utente attraverso l'implementazione di assistenti virtuali che rendono il Metaverso più interattivo e personalizzato.

Infine, **la presenza di criptovalute e token** nel Metaverso costituisce la base di un'economia virtuale, permettendo transazioni flessibili, sicure e decentralizzate. La decentralizzazione elimina la necessità di intermediari, garantendo maggiore sicurezza e autonomia agli utenti. I token fungono da rappresentazione digitale di asset, consentendo la proprietà e lo scambio di beni virtuali. Inoltre, l'utilizzo di contratti intelligenti automatizza e regola transazioni in modo affidabile.

In ultima analisi, **il Web 3.0 e il Metaverso** sono supportati da tecnologie come la **blockchain, l'Edge Computing, e l'AI**, che migliorano la sicurezza, decentralizzazione e l'esperienza utente. Le **criptovalute e i token digitali** fungono da base per un'economia virtuale flessibile. La **Realtà Aumentata** integra elementi digitali nel mondo fisico, arricchendo l'interattività nel Metaverso.

TrialsNet

Il paradigma della smart city si propone come una possibile soluzione per migliorare la "vivibilità" e la qualità della vita delle persone. In questo scenario, quindi, nelle tecnologie come il **5G** e il **6G** si individuano strumenti potenzialmente capaci di **influenzare positivamente questioni di grande valore sociale** come la sostenibilità, la resilienza, l'inclusione, la fiducia e la sicurezza.

TrialsNet è un progetto finanziato dall' Unione Europea all' interno del programma 6G SNS con l'obiettivo di **facilitare la realizzazione di valori sociali attraverso l'implementazione di applicazioni 5G e oltre**, che saranno propedeutiche per la transizione verso la prossima generazione di reti mobili.

TrialsNet pianifica di condurre prove su larga scala per implementare un insieme eterogeneo e completo di **applicazioni innovative 6G basate su varie tecnologie come Cobots, Metaverso, Digital Twins ed Internet of Sense**. Le sperimentazioni interessano principalmente tre domini: **Infrastrutture, Trasporti e Sicurezza - eHealth ed Emergenza - Cultura, Turismo e Intrattenimento**.

Le reti 5G e oltre, coinvolte in Trialsnet, sono progettate per essere più collaborative e inclusive rispetto alle generazioni precedenti di reti. In questa prospettiva, **TrialsNet mira a guidare lo sviluppo di una rete più collaborativa e inclusiva** promuovendo architetture aperte e siti di sperimentazione estesi e adottando un approccio multi-stakeholder con l'obiettivo di connettere il digitale con i mondi fisico e naturale. Per questa ragione, il progetto propone innovazioni tecnologiche per servizi di comunicazione in situazioni reali, contribuendo a far sì che l'Europa possa raggiungere una posizione di leadership nello sfruttamento delle reti 6G e conquistare una **posizione di rilievo nel mercato globale delle ICT nei prossimi anni**. Per realizzare con successo la sua visione, TrialsNet sta implementando 13 casi d'uso innovativi nei tre domini chiave precedentemente citati, coinvolgendo diverse regioni dell'Unione Europea (quali Italia, Spagna, Romania e Grecia).

È stata inoltre lanciata una **Open Call** per invitare **terze parti come aziende, centri di ricerca, startup e altre organizzazioni rilevanti a creare nuove sperimentazioni o a migliorare ed integrare i casi d' uso esistenti** per arricchire ulteriormente i domini di TrialsNet e condurre sperimentazioni su larga scala al di là delle reti B5G.

L'Open Call mira a coinvolgere attori chiave, sostenere la distribuzione di nuove sperimentazioni su piattaforme e soluzioni di rete di TrialsNet e ampliare le infrastrutture in nuove posizioni geografiche in Europa. Attraverso questa iniziativa, si vuole massimizzare l'impatto e accelerare l'adozione delle soluzioni del progetto, dimostrandone la flessibilità, monitorando l'accettazione diffusa da parte degli utenti e favorendo il trasferimento di tecnologia. TrialsNet offre quindi finanziamenti fino a €200.000 o €300.000 a progetti selezionati che rappresentino un valore aggiunto al progetto principale.

Nel contesto italiano, Torino e Pisa sono i principali centri urbani coinvolti nelle sperimentazioni. A Pisa saranno sperimentati Use Case (UC) di "Remote Proctoring", "Smart Ambulance" e "Adaptive Control of Hannes Prosthetic Device". La diffusione e l'implementazione del Metaverso saranno invece il focus dei 3 Use Case che interesseranno la Città di Torino.

- ***UC 1: Formazione in Extended Reality e visualizzazione in tempo reale per la gestione delle emergenze***

Questo caso d'uso si propone di utilizzare l'Extended Reality, il Metaverso e l'IoT per addestramenti XR remoti delle forze di sicurezza simulando condizioni di emergenza, permettendo inoltre di visualizzare in tempo reale anomalie comportamentali e modelli di movimento. L'obiettivo principale è quello di migliorare la gestione di eventi di grandi dimensioni e situazioni di panico, contribuendo a creare modelli decisionali più efficienti per ridurre i tempi di intervento da parte degli operatori designati. Questo caso d'uso prevede la creazione di una sala di controllo nel Metaverso per coordinare le forze di emergenza utilizzando la piattaforma Mozilla Hubs, che riceverà i dati raccolti e trasmessi in tempo reale dalle tecnologie IoT implementate. L'addestramento XR remoto, la pianificazione delle missioni e la comunicazione real time avverranno quindi direttamente nel Metaverso, accrescendo ulteriormente la preparazione degli operatori di emergenza.

- ***UC 2: Parco cittadino nel Metaverso***

Questo caso d'uso si concentra sulla creazione di un Metaverso sociale del Parco del Valentino a Torino. L'obiettivo è quello di offrire una visita virtuale arricchita dalla creazione di un gioco interattivo per promuovere una nuova esperienza del parco. Si mira a consentire a turisti di interagire con il Borgo Medievale attraverso un avatar in un ambiente virtuale condiviso. Questo caso d'uso utilizza piattaforme Metaverso come Mozilla Hubs e TIM XR per consentire la co-presenza e la connessione a diversi dispositivi e per supportare applicazioni di gioco multiplayer su piattaforme Cloud.

- ***UC 3: Esperienza Estesa di Museo XR***

Questo caso mira a creare una piattaforma Metaverso modulare per visitare musei e siti culturali a Torino attraverso dispositivi portatili. Gli utenti saranno in grado di visitare collezioni in luoghi remoti o selezionati, usufruendo di esperienze interattive e narrative coinvolgenti in centri come il Museo del Risorgimento, Polo del 900, Museo dell'Auto. Verranno sviluppate guide virtuali AI alimentate nel Metaverso per migliorare l'esperienza dei visitatori, fornendo informazioni dettagliate in tempo reale su opere d'arte, artefatti storici ed esposizioni.

AIBC EUROCLUSTERS

Il progetto **AIBC EUROCLUSTERS** supporta le **Piccole e Medie Imprese (PMI) europee nello sviluppo, adozione e implementazione di soluzioni e competenze legate alle tecnologie di Intelligenza Artificiale e Blockchain** con l'obiettivo di:

- o favorire la **transizione verde e digitale** e **supportare la resilienza attraverso l'adozione delle tecnologie** da parte di 4 ecosistemi industriali: manifattura, mobilità, logistica ed energia;
- o aumentare le **competenze e know-how delle imprese tecnologiche**, ampliando i loro settori di riferimento;
- o supportare **l'internazionalizzazione** delle PMI per aprire nuovi mercati ed imparare nuove modalità di sviluppo business.

Per perseguire questi risultati, il progetto ha lanciato 5 Open Call con un budget complessivo di 1.050.000 euro, con i quali finanziare PMI per attività in materia di:

- A. adozione di servizi di digitalizzazione e sviluppo prodotto:** fino a 15.000 euro a proposta con l'obiettivo di promuovere la trasformazione digitale attraverso attività come il trasferimento tecnologico, l'uso di infrastrutture, l'elaborazione di modelli di business e servizi di sviluppo innovativi;
- B. sviluppo di proposte progettuali:** fino a 65.000 euro per consorzio per sviluppare soluzioni prototipali di AI/Blockchain per arrivare almeno allo stadio MVP (Minimum Viable Product), oppure per sperimentazioni attraverso un pilota/dimostratore di nuovi/migliorati prodotti, soluzioni e servizi ambientali, utilizzando AI e/o Blockchain nell'industria di riferimento;
- C. acquisizione o aumento di competenze tecnologiche di Intelligenza Artificiale e/o Blockchain:** fino a 5.000 euro per PMI;
- D. partecipazione ad eventi internazionali per promuovere le soluzioni AI e Blockchain delle imprese europee:** fino a 2.000 euro di contributo ai costi di trasferta;
- E. partecipazione ad una missione a luglio 2024, negli Stati Uniti, per imparare come sviluppare nuovi modelli di business** a partire dai database generati, e ulteriori implementazioni e utilizzi dell'AI e Blockchain. 2.000 euro a disposizione delle PMI selezionate.

I bandi A e B si sono focalizzati su diverse macro-sfide individuate grazie all'analisi degli ecosistemi dei Cluster partner di progetto. Le tematiche affrontate comprendono la sostenibilità e la produzione verde utilizzando AI e blockchain (con particolare attenzione su come tali tecnologie possano favorire la riduzione di consumi/emissioni di CO₂), la manutenzione predittiva, la riduzione degli sprechi di produzione e l'efficienza dei processi. Ulteriori questioni coinvolgono l'applicazione di blockchain a supporto di transazioni complesse, per il miglioramento della tracciabilità nella logistica e una gestione più efficiente dell'energia sostenibile. Scopo ultimo è quello di migliorare i servizi e prodotti aziendali in un'ottica di Web 3.0.

Inoltre, il progetto AIBC EUROCLUSTERS implementerà un approccio analitico per supportare anche i Cluster in attività volte a:

- identificare le opportunità più promettenti provenienti da PMI, startup e stakeholder locali dei diversi ecosistemi;
- definire programmi di supporto e servizi per accelerare le PMI nella digitalizzazione e nello sviluppo di prodotti e servizi nuovi/migliorati;
- accelerare la transizione verso PMI più ecologiche e digitali;
- contribuire a riqualificare e potenziare le competenze del capitale umano dei Cluster in tutta l'UE.

Di seguito sono riportati alcuni punti chiave che evidenziano la relazione tra il progetto AIBC e il **Web 3.0**:

- **Blockchain per transazioni complesse:** la sfida riguardante le applicazioni blockchain per supportare transazioni complesse si allinea con la visione del Web 3.0, dove la blockchain svolge un ruolo fondamentale nell'abilitare transazioni decentralizzate e sicure.
- **Implementazione della blockchain nelle operazioni di logistica inversa:** nell'Open Call, l'implementazione della blockchain nelle operazioni di logistica inversa evidenzia l'uso della tecnologia per promuovere al contempo la trasparenza e la tracciabilità.
- **Sviluppo di prototipi AI/BC per il Web 3.0:** la Call incentiva lo sviluppo di prototipi AI/BC, elementi chiave del Web 3.0, per gli utenti finali, con l'obiettivo di raggiungere lo stadio del Minimum Viable Product (MVP).
- **Miglioramento dei servizi aziendali sotto una prospettiva Web 3.0:** la sfida volta a migliorare i servizi aziendali riflette direttamente l'adattamento delle imprese alle tendenze emergenti del Web 3.0. Questo implica lo sviluppo di prodotti e servizi innovativi in sintonia con i principi di decentralizzazione.

In sintesi, il progetto AIBC, con il suo focus su tecnologie avanzate come AI e blockchain, contribuisce al miglioramento e alla diffusione delle tecnologie che supportano il Web 3.0, promuovendo la decentralizzazione, la trasparenza e l'innovazione in settori di sviluppo strategico come la produzione, la logistica, la mobilità e l'energia.

Raccomandazioni per l'implementazione del Web 3.0 e del Metaverso nelle smart cities

Il Cluster Nazionale per le Smart Communities consiglia di seguire le seguenti raccomandazioni per un utilizzo proficuo e sicuro del Web 3.0 e del Metaverso nel contesto nelle smart cities, al fine di beneficiare di ambienti urbani più connessi e sostenibili.

- **Integrazione con l'infrastruttura urbana:** assicurare un'integrazione del Metaverso e del Web 3.0 con le infrastrutture già esistenti nelle smart cities per una gestione ottimale dei dati e delle risorse urbane.
- **Standardizzazione e interoperabilità:** definire e supportare l'adozione di standard tecnologici e procedurali che assicurino l'interoperabilità tra diverse piattaforme. Per esempio, per favorire l'interoperabilità nel Web 3.0, si dovrebbero adottare standard come DIDs e VCs per le identità digitali, Solid e ILP per la decentralizzazione dei dati e pagamenti; XR e Semantic Web favoriscono invece la compatibilità nelle realtà estese e la rappresentazione semantica dei dati. Perseguendo l'interoperabilità, si aumenta la coesione tra sistemi differenti e si agevola lo scambio di dato, promuovendo l'efficienza e la collaborazione e aumentando la sicurezza.
- **Partecipazione attiva della comunità:** coinvolgere attivamente i cittadini permettendo loro di partecipare alle decisioni sulla progettazione e lo sviluppo della città attraverso meccanismi interattivi basati su Web 3.0 e Metaverso.
- **Educazione e formazione virtuale:** implementare programmi educativi virtuali all'interno del Metaverso per aumentare la consapevolezza dei cittadini sulle iniziative legate alla smart city, promuovendo comportamenti sostenibili e responsabili attraverso l'accesso a programmi educativi personalizzati.
- **Simulazioni per la pianificazione urbana:** offrire un ambiente virtuale per valutare progetti urbanistici stimolando la collaborazione in tempo reale, favorendo una progettazione più efficace e coinvolgendo anche la comunità in un processo di tipo partecipativo improntato alla sostenibilità e all'interazione sociale.
- **Tokenizzazione e incentivazione basata su blockchain:** implementare sistemi di incentivazione basati su blockchain, come l'uso di token attraverso tecnologie Web 3.0, per premiare comportamenti sostenibili e la partecipazione attiva alla vita urbana virtuale.
- **Gestione efficiente delle risorse virtuali:** promuovere una gestione efficiente degli strumenti digitali applicando principi di efficienza energetica e limitando a quanto realmente necessario l'uso di questi strumenti.
- **Economie virtuali e legalità:** stabilire regolamentazioni chiare e aggiornate per gestire le economie virtuali all'interno del Metaverso.
- **Trasparenza e accessibilità dei dati:** garantire la trasparenza e l'accessibilità dei dati, permettendo a cittadini, amministratori e ricercatori di accedere a informazioni attraverso protocolli decentralizzati.
- **Sicurezza e privacy:** integrare protocolli robusti di sicurezza e privacy basati su tecnologie distribuite, assicurando la protezione dei dati sensibili.

- **Regolamentazione:** definire e applicare rigorose politiche di regolamentazione per mitigare la diffusione di contenuti inappropriati o dannosi all'interno del Metaverso.
- **Collaborazione con aziende e università:** collaborare con startup, imprese e istituzioni accademiche per sviluppare soluzioni innovative sulla base di queste tecnologie.
- **Accessibilità universale e riduzione delle disparità digitali:** assicurare che il Metaverso e il Web 3.0 siano accessibili alla società tutta, riducendo eventuali disparità e garantendo che tutti i cittadini possano beneficiare di queste tecnologie.

Scenari tecnologici: DIGITAL TWIN

Introduzione al Digital Twin

L'espressione **Digital Twin** si riferisce a una rappresentazione digitale in tempo reale di un oggetto fisico, processo o sistema. Questa copia virtuale si basa su dati provenienti dai sensori e da altre fonti, consentendo azioni di monitoraggio e analisi sull'oggetto nel mondo reale, attraverso processi di ottimizzazione di questo strumento, con l'obiettivo di rendere la replica quanto più congruente possibile all'originale.

Nel contesto delle smart city, i Digital Twin giocano un ruolo fondamentale per diversi motivi. Innanzitutto, consentono una gestione più efficiente delle risorse, permettendo di monitorare e controllare in tempo reale l'infrastruttura urbana, come reti di trasporto, sistemi energetici e servizi pubblici. Inoltre, favoriscono una pianificazione più intelligente e sostenibile, poiché forniscono dati dettagliati per ottimizzare il layout urbano, migliorare la sicurezza e ridurre l'impatto ambientale. La capacità di anticipare e gestire dinamicamente le sfide urbane, come il traffico congestionato, l'inquinamento atmosferico o le emergenze ambientali, è un'altra interessante possibilità connessa all'esplorazione del Digital Twin nelle smart city. L'integrazione di queste rappresentazioni digitali nella gestione urbana consente di elaborare modelli predittivi olistici contribuendo a creare comunità più sostenibili, resilienti ed efficienti.

Principali Caratteristiche del Digital Twin

Il concetto di Digital Twin fu coniato nel 2001 da Michael Grieves, oggi Chief Scientist for Advanced Manufacturing presso il Florida Institute of Technology, che durante un corso di Product Lifecycle Management (PLM) presso l'Università del Michigan aveva descritto il gemello digitale nei termini di un **equivalente virtuale di un prodotto fisico**.

I vantaggi connessi alla riproduzione tecnologicamente avanzata di una copia di un oggetto erano già chiari tuttavia sin dagli anni '60, all'epoca del programma Apollo della NASA: in quell'occasione vennero infatti costruiti due veicoli spaziali identici affinché gli ingegneri potessero riprodurre a terra le medesime condizioni che si sarebbero dovute affrontare durante la missione: i dati provenienti dal veicolo nello spazio venivano utilizzati per simulazioni a terra, in modo da supportare gli astronauti nelle situazioni critiche.

Il Digital Twin (DT) è quindi la **rappresentazione digitale di oggetti materiali o immateriali del mondo reale**. Ciò che però lo contraddistingue da un modello 3D è proprio la sua **capacità di acquisire progressivamente dati provenienti dalla realtà fisica per processarli** tramite algoritmi al fine di modellizzare **e simulare scenari e comportamenti** di quella controparte.

Il primo modello sviluppato da Grieves era di tipo tridimensionale e venne qualificato come "mirroring" (specchio), poiché composto da:

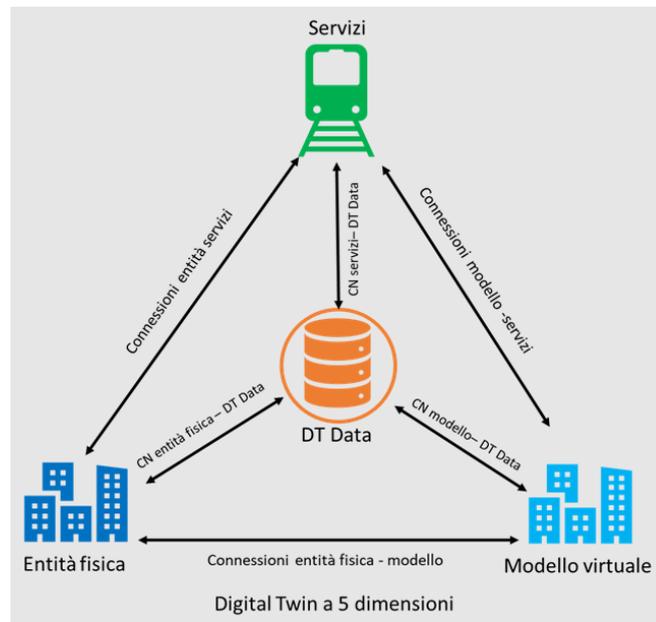
1. **Elementi fisici nel mondo fisico;**
2. **Elementi virtuali nel mondo virtuale;**
3. **Connessioni di dati e informazioni** che collegavano saldamente i prodotti fisici a quelli virtuali.



Lo schema del modello di Grieves

Negli anni successivi, con l'evoluzione delle tecnologie dell'Internet of Things (IoT) e dell'analisi dei dati, i Digital Twin hanno guadagnato popolarità in **settori come l'industria manifatturiera, l'energia, la salute e, sempre più, nelle smart city**. L'espansione di sensori e la crescente connettività hanno permesso di creare Digital Twin sempre più connessi alla realtà, consentendo una gestione più avanzata e informatizzata dei sistemi complessi presenti nelle Smart Cities.

Per questa ragione, è stato recentemente proposto un **nuovo modello a cinque dimensioni**, che, sulla base di quello tridimensionale di Grieves, implementa la **sfera dei servizi e quella dei “Digital Twin Data”**.



Fonte: 2019, *Journal of Manufacturing Systems "Enabling technologies and tools for digital twin"* Qinglin Qia, Fei Taoa, Tianliang Hub, Nabil Anwerc, Ang Liud, School of Automation Science Electrical Engineering, Beihang University

A partire da questa ristrutturazione, è quindi possibile individuare le principali caratteristiche dei Digital Twin, riportate di seguito:

- o **Integrazione di dati provenienti da diverse fonti.** Una delle caratteristiche distintive dei Digital Twin è la loro capacità di integrare dati provenienti da molteplici fonti e dispositivi. Ad esempio, nel contesto di una smart city, i dati provenienti da sensori di stazioni meteorologiche, reti energetiche e servizi pubblici possono essere integrati per ottenere una comprensione completa delle dinamiche e delle relazioni presenti nell'ambiente urbano.
- o **Monitoraggio continuo.** I Digital Twin offrono un monitoraggio continuo e in tempo reale delle condizioni dell'oggetto o del processo replicato. Questa caratteristica è cruciale per identificare prontamente anomalie. Nel caso di un edificio, ad esempio, i sensori possono monitorare numerosi parametri, tra i quali la temperatura, l'umidità, la presenza di persone, consentendo una gestione proattiva e tempestiva di eventuali situazioni di emergenza.

- **Analisi predittiva.** Grazie all'uso di algoritmi e modelli predittivi avanzati, i Digital Twin possono analizzare i dati storici per anticipare comportamenti futuri. Ad esempio, un Digital Twin di una rete di trasporto urbano potrebbe prevedere picchi di traffico, consentendo la pianificazione di interventi per ottimizzare il flusso veicolare.
- **Feedback bidirezionale. Questa caratteristica** permette un flusso costante di informazioni tra la rappresentazione digitale e l'oggetto fisico. Ciò significa che le modifiche apportate nell'ambiente reale possono essere riflesse nel Digital Twin e viceversa. Questa funzionalità è particolarmente utile per la simulazione di scenari e la valutazione dell'impatto di cambiamenti pianificati.
- **Simulazione avanzata.** I Digital Twin consentono la simulazione avanzata di scenari complessi. Utilizzando modelli matematici e algoritmi di simulazione, è possibile testare virtualmente diverse condizioni operative e strategie di gestione, tramite le quali prevedere e valutare gli impatti di decisioni o cambiamenti futuri nell'ambiente reale.
- **Interattività e controllo remoto.** Alcuni Digital Twin consentono l'interattività e il controllo remoto dell'entità fisica corrispondente. Ad esempio, un Digital Twin di un impianto industriale potrebbe permettere agli operatori di eseguire azioni di controllo o manutenzione nel mondo reale attraverso l'interfaccia virtuale, migliorando l'efficienza e riducendo i tempi di risposta.
- **Scalabilità.** I Digital Twin sono progettati per essere scalabili e adattarsi a una vasta gamma di dimensioni e complessità. Possono quindi essere applicati a una singola macchina, a un edificio, a un'intera città o persino a reti complesse di sistemi interconnessi.
- **Apprendimento automatico.** Molti Digital Twin integrano tecniche di apprendimento automatico, consentendo al sistema di migliorare continuamente la comprensione e le proprie previsioni nel tempo. L'apprendimento automatico può essere utilizzato per ottimizzare algoritmi di analisi predittiva, adattarsi a cambiamenti nelle condizioni operative e migliorare la precisione delle simulazioni.
- **Standardizzazione e interoperabilità.** La standardizzazione è essenziale per garantire che i Digital Twin siano interoperabili con diverse piattaforme e sistemi. L'adozione di standard comuni facilita lo scambio di dati tra diverse entità digitali e promuove la collaborazione tra attori differenti, migliorando l'efficienza e la coerenza nell'implementazione di questa tecnologia a livello globale.

La nascita dei Digital Twin ha generato un cambiamento considerevole nell'integrazione tra mondo virtuale e reale. L'integrazione dei dati, il monitoraggio in tempo reale e l'analisi predittiva hanno reso i Digital Twin indispensabili in diversi settori chiave nel contesto delle smart city. La scalabilità e l'apprendimento automatico contribuiscono invece a stimolare un'evoluzione continua e in nuovi ambiti di sviluppo del paradigma smart city.

Ambiti di applicazione del Digital Twin nel contesto delle smart cities

Nel contesto di evoluzione tecnologica che caratterizza le smart cities, l'implementazione dei Digital Twin si configura come una soluzione innovativa e trasformativa. Essi non solo consentono una gestione più efficiente delle risorse e dei servizi urbani, ma aprono anche nuove opportunità di miglioramento della qualità di vita dei cittadini.

Diversi sono quindi i loro ambiti di applicazione:

I Digital Twin migliorano la mobilità urbana ottimizzando la gestione del traffico attraverso l'analisi in tempo reale dei flussi veicolari, pianificando itinerari efficienti e supportando servizi di trasporto condiviso. È possibile così promuovere una mobilità urbana sostenibile, ridurre congestioni e migliorare l'esperienza dei cittadini nell'utilizzo dei mezzi di trasporto.

Monitorando costantemente l'ambiente urbano, i **Digital Twin identificano tempestivamente situazioni di emergenza come incidenti o calamità naturali**. Forniscono informazioni dettagliate alle autorità per una gestione rapida ed efficace delle emergenze, migliorando la sicurezza pubblica e la protezione ambientale. La visione dettagliata che sono in grado di fornire si rivela particolarmente utile, nell'ambito del monitoraggio, anche per la gestione del ciclo di vita di infrastrutture ed edifici, facilitandone la progettazione, costruzione e manutenzione, lungo tutto il ciclo di vita.

Supportano inoltre la **creazione di piani urbanistici con un maggiore livello di complessità**, poiché – oltre ad integrare dati di diverse tipologie e fonti – agevolano il coinvolgimento di diversi stakeholders nella pianificazione urbana. Essi sono inoltre un potente strumento per il coinvolgimento attivo dei cittadini. Possono offrire opportunità di sviluppo che consentono agli utenti e ai residenti di relazionarsi in modi nuovi ai problemi e alle caratteristiche del proprio territorio, partecipare attivamente alla pianificazione e al processo decisionale della comunità e di ricevere servizi personalizzati basati su dati.

Sfruttando tecnologie avanzate e grazie alle sue intrinseche caratteristiche di scalabilità, i Digital Twin permettono di realizzare **modelli precisi del nostro pianeta** fornendo informazioni sulla qualità dell'aria, i cambiamenti climatici e la gestione del territorio. Questi dati contribuiscono al monitoraggio ambientale e consentono di progettare interventi mirati per la sostenibilità.

I Digital Twin si pongono, in ultima analisi, come fondamentali strumenti di innovazione per la trasformazione delle smart cities. La loro capacità di integrare dati eterogenei, facilitare la previsione e la simulazione di scenari urbani e coinvolgere attivamente la comunità apre nuove prospettive per una gestione urbana più sostenibile, efficiente e centrata sul cittadino. L'implementazione di questa tecnologia rappresenta un passo significativo verso il futuro delle smart cities, in cui la tecnologia si integra armoniosamente con l'ambiente urbano per migliorare la qualità della vita.

Smart Mobility: le applicazioni del Digital Twin

Il Digital Twin, nell'ambito delle smart cities, riveste un ruolo chiave nell'ottimizzazione, gestione e miglioramento delle dinamiche legate al trasporto.

Sono diverse le applicazioni significative di questa tecnologia in questo settore:

- **I Digital Twin consentono una gestione avanzata del traffico** attraverso l'analisi in tempo reale dei flussi veicolari. Incorporando dati provenienti da sensori IoT e sistemi di monitoraggio, forniscono una visione dettagliata degli schemi di traffico, permettendo alle autorità di regolare opportunamente i semafori e di ottimizzare la circolazione veicolare. Inoltre, i Digital Twin permettono alle città di adattarsi rapidamente a eventi straordinari come manifestazioni o cambiamenti improvvisi nelle condizioni meteorologiche, a beneficio di una gestione dinamica delle strade e dei servizi di trasporto, garantendo la necessaria flessibilità anche in situazioni non ordinarie. Per queste ragioni, attraverso l'integrazione di informazioni su strade, eventi in corso e situazioni del traffico, i **Digital Twin supportano la pianificazione di itinerari efficienti per i cittadini**. Applicazioni mobili o servizi di navigazione possono sfruttare le informazioni per suggerire percorsi alternativi, riducendo i tempi di percorrenza e le congestioni.
- **I Digital Twin contribuiscono alla promozione di una mobilità urbana sostenibile**. Analizzando dati ambientali, le condizioni del traffico e il comportamento dei veicoli, i Digital Twin supportano la transizione verso soluzioni di trasporto più ecosostenibili, come veicoli elettrici o sistemi di trasporto pubblico a basso impatto ambientale; inoltre promuovono e ottimizzano i servizi di mobilità condivisa, come car-sharing e ride-sharing. Attraverso modelli predittivi basati su dati storici e in tempo reale, i Digital Twin contribuiscono a ottimizzare i servizi di mobilità condivisa, incrementando l'utilizzo di mezzo di trasporto sostenibili.
- I Digital Twin permettono di avere una **visione dettagliata delle infrastrutture di trasporto durante tutto il loro ciclo di vita**. Ciò facilita la manutenzione preventiva, migliorando la sicurezza delle strade, dei ponti e degli altri elementi infrastrutturali.
- Monitorando costantemente le strade e i veicoli, i **Digital Twin contribuiscono a migliorare la gestione degli incidenti stradali**: rilevano automaticamente situazioni di emergenza, consentendo alle autorità di rispondere rapidamente e aumentando, in senso olistico, la sicurezza stradale.
- Grazie all'integrazione di sensori e sistemi di monitoraggio, i **Digital Twin forniscono informazioni in tempo reale sulla disponibilità dei parcheggi**. In questo modo è possibile ridurre il traffico legato alla ricerca di parcheggio, a beneficio dell'efficienza della mobilità urbana e di una riduzione delle emissioni.
- Infine, i Digital Twin possono contribuire a **ridurre le disparità di accesso ai servizi di trasporto**, analizzando i modelli di utilizzo e ottimizzando la distribuzione delle risorse nei diversi quartieri della città.

L'integrazione dei Digital Twin nell'ambito della sicurezza urbana apre nuovi orizzonti per la gestione e la prevenzione di emergenze e delle situazioni critiche nelle smart cities. Questa tecnologia può infatti essere utilizzata per migliorare la sicurezza secondo diverse prospettive e in differenti settori di applicazione.

Nel contesto del monitoraggio ambientale, i Digital Twin giocano un ruolo fondamentale nel fornire una **rappresentazione virtuale dettagliata dell'ambiente fisico, consentendo un monitoraggio più preciso e una gestione efficace delle risorse** anche attraverso l'utilizzo dell'Internet of Things (IoT). I dati così raccolti vengono poi integrati nel Digital Twin che fornisce una replica virtuale dell'ambiente fisico, consentendo un'analisi approfondita delle condizioni ambientali. Ciò che rende i Digital Twin particolarmente potenti nel contesto del monitoraggio ambientale è la capacità di simulare e analizzare situazioni complesse. Infatti, possono essere utilizzati per **modellare e prevedere cambiamenti climatici, variazioni nella qualità dell'aria e dinamiche del territorio**. Ad esempio, un Digital Twin potrebbe simulare gli effetti di un cambiamento climatico a lungo termine su un'area specifica, prevedendo possibili impatti sulla qualità dell'aria e sulle risorse idriche. Queste informazioni consentono alle autorità e agli operatori ambientali di adottare misure preventive o di gestione del territorio per mitigare gli effetti negativi.

Il Digital Twin consente di integrare in un unico strumento dati provenienti da varie fonti, inclusi sensori di sorveglianza e informazioni sulle infrastrutture, ed è quindi una risorsa utile al perseguimento della sicurezza urbana intesa in senso olistico.

- **I Digital Twin facilitano la gestione delle emergenze legati ad eventi di calamità naturali.** Forniscono alle autorità una visione in tempo reale della situazione, consentendo risposte rapide ed efficienti per garantire la sicurezza civile.
- Attraverso l'analisi dei flussi veicolari e l'integrazione con sistemi di sorveglianza, essi **supportano la prevenzione di incidenti stradali e migliorano la sicurezza del traffico**. Rilevano automaticamente comportamenti anomali o situazioni di pericolo, consentendo interventi immediati.
- Consentono di **pianificare adeguatamente le strategie di gestione delle situazioni di emergenza durante eventi pubblici**. Analizzando i dati sul numero di partecipanti, le vie di fuga e le caratteristiche del luogo sede della manifestazione, si agisce in modo preventivo sulle dinamiche caratteristiche delle folle.
- **Integrando sistemi di sicurezza e sensori nei parcheggi, i Digital Twin migliorano la sicurezza di queste aree**. Rilevano attività sospette e contribuiscono a prevenire furti o situazioni pericolose.
- **Utilizzando informazioni dettagliate fornite da modelli BIM, supportano la sicurezza degli edifici**. Consentono la prevenzione di situazioni di pericolo, la gestione degli accessi e la manutenzione predittiva delle strutture.

- I Digital Twin possono anche fornire **dati dettagliati per analisi forensi e investigative**. Ciò supporta le autorità nelle indagini post-evento e nell'identificazione delle cause.
- Attraverso piattaforme interattive, i **Digital Twin coinvolgono attivamente la comunità nella segnalazione di situazioni di pericolo o comportamenti anomali**. Questo approccio partecipativo migliora la sicurezza urbana e aumenta il senso di comunità dei cittadini.

Smart Government: le applicazioni del Digital Twin

In ambito governativo, il Digital Twin offre numerose applicazioni che **rivoluzionano la gestione delle risorse, la pianificazione urbana, la sicurezza e la fornitura di servizi**. Questa tecnologia può migliorare l'efficienza nella gestione dei servizi pubblici e la qualità della vita dei cittadini, promuovendo città più intelligenti e sicure.

- In situazioni di emergenza sanitaria, come epidemie o pandemie, i Digital Twin possono essere utilizzati per **monitorare la diffusione di malattie, analizzare i dati sanitari in tempo reale e pianificare risposte efficaci**.
- I Digital Twin consentono una rappresentazione accurata e dinamica delle città, facilitando la pianificazione e lo sviluppo urbano. Le amministrazioni locali possono utilizzare questa tecnologia per **simulare l'impatto di nuove infrastrutture, migliorare la distribuzione dei servizi pubblici e ottimizzare l'uso del suolo, nonché implementare una gestione ottimizzata delle risorse**. I Digital Twin consentono un monitoraggio dettagliato delle infrastrutture pubbliche, come reti idriche, sistemi energetici e di raccolta rifiuti. Attraverso questo strumento, è quindi possibile facilitare la manutenzione preventiva e ridurre le interruzioni dei servizi, in ottica di miglioramento dell'efficienza complessiva.
- I Digital Twin possono essere impiegati per **scopi educativi e formativi**. Ad esempio, possono simulare virtualmente le operazioni governative, fornendo uno strumento di apprendimento pratico per i futuri professionisti del settore pubblico.

I Digital Twin possono apportare notevoli benefici anche in ottica di sostenibilità, contribuendo a diminuire l'impatto ambientale e apportando un positivo impatto sociale nel contesto delle smart cities. Di seguito, alcune delle loro principali applicazioni in questo ambito.

- I Digital Twin, come detto in precedenza, **consentono il monitoraggio dettagliato degli indicatori ambientali**, come qualità dell'aria, livelli di inquinanti, consumo idrico ed energia. Attraverso sensori distribuiti è possibile ottenere una mappatura in tempo reale delle condizioni ambientali, facilitando la gestione sostenibile delle risorse naturali.
- I Digital Twin possono essere impiegati per **ottimizzare l'efficienza energetica di edifici, impianti industriali e intere reti energetiche**. Monitorando i consumi e possibile predire i picchi di domanda, implementando strategie per ridurre gli sprechi energetici e promuovere l'adozione di fonti energetiche rinnovabili.
- Nel **settore agricolo**, possono **supportare una produzione più efficiente**. Attraverso il monitoraggio delle condizioni del suolo, delle coltivazioni e delle condizioni meteorologiche, i produttori possono migliorare le pratiche agricole, riducendo l'uso di pesticidi e fertilizzanti e, al contempo, massimizzando la resa dei raccolti.
- I Digital Twin possono essere utilizzati per **seguire il ciclo di vita dei prodotti**, dalla progettazione alla produzione, all'uso e allo smaltimento. Questo approccio consente di **identificare potenziali aree di miglioramento** per ridurre l'impatto ambientale complessivo, ottimizzando le risorse utilizzate e incoraggiando pratiche di produzione sostenibili.
- Nell'ambito della sostenibilità urbana, supportano la pianificazione di città intelligenti. **Attraverso la simulazione di scenari di sviluppo urbano, è possibile valutare l'impatto ambientale delle decisioni urbanistiche**, ottimizzando la distribuzione degli spazi verdi, promuovendo il trasporto sostenibile e riducendo l'inquinamento.
- I Digital Twin **facilitano il monitoraggio e la gestione sostenibile delle risorse idriche**. Analizzando dati sulla qualità e quantità dell'acqua, possono prevenire sprechi, migliorare l'efficienza nella distribuzione e contribuire alla conservazione degli ecosistemi idrici.
- I Digital Twin possono **ottimizzare la gestione dei rifiuti** attraverso il monitoraggio dei flussi di rifiuti, l'identificazione di aree ad alto rischio di inquinamento e l'ottimizzazione delle operazioni di raccolta e riciclaggio.
- I Digital Twins possono essere utilizzati per coinvolgere la comunità in iniziative sostenibili. **Attraverso piattaforme interattive, i cittadini possono esplorare e comprendere gli sforzi di sostenibilità, partecipare a progetti collaborativi e contribuire a promuovere pratiche più responsabili.**

Tecnologie abilitanti per il Digital Twin

In virtù dei molteplici ambiti di applicazione di questo strumento, numerose sono anche le tecnologie abilitanti che supportano la realizzazione e le capacità prestazionali dei Digital Twin.

La **modellazione 3D avanzata** è una componente essenziale per la creazione di Digital Twin, poiché consente di rappresentare in modo dettagliato e accurato l'oggetto fisico o il sistema nel mondo digitale. Attraverso l'utilizzo di programmi come Catia, Rhino e Blender è possibile creare di **modelli tridimensionali che riflettono le caratteristiche geometriche, strutturali e funzionali dell'oggetto reale**.

Fondamentale è inoltre la disponibilità di una vasta rete di **sensori e dispositivi IoT**. Questi dispositivi raccolgono dati in tempo reale dal mondo fisico, fornendo informazioni dettagliate su vari aspetti degli oggetti, processi o sistemi replicati digitalmente. Tecnologie come Amazon Kinesis e MQTT svolgono un ruolo cruciale nella trasmissione e comunicazione efficiente dei dati tra i dispositivi IoT e i Digital Twin

Le capacità di gestione e analisi di grandi volumi di dati determinano l'efficacia dell'utilizzo di uno strumento come il Digital Twin. Tecnologie di **big data e analytics consentono di estrarre informazioni significative dai dati raccolti**, facilitando la comprensione delle dinamiche, la previsione di comportamenti futuri e la presa di decisioni informate.

L'archiviazione e l'accesso rapido a grandi quantità di dati richiedono capacità di calcolo significative. **Il cloud computing offre la scalabilità necessaria per gestire i carichi di lavoro dei Digital Twin**, consentendo di elaborare dati complessi e alimentare le rappresentazioni virtuali in modo efficiente. Tecnologie di elaborazione dati in tempo reale sono fondamentali per garantire un monitoraggio dinamico degli oggetti fisici. Apache Kafka e Apache Flink facilitano la gestione di flussi di dati complessi, mentre sistemi come InfluxDB e Redis sono utili per trattare dati temporali ad alta frequenza.

Algoritmi di Intelligenza Artificiale e Machine Learning sono essenziali per analizzare i dati e sviluppare modelli predittivi. Queste tecnologie permettono ai Digital Twin di apprendere dai dati storici, anticipare comportamenti futuri e migliorare in modo iterativo le loro prestazioni.

La velocità e la bassa latenza offerte dalle reti 5G sono fondamentali per il trasferimento rapido e affidabile di dati in tempo reale. Questa connettività avanzata è cruciale per mantenere aggiornati i Digital Twin e supportare applicazioni che richiedono risposte immediate.

Per garantire la sicurezza e l'integrità dei dati, soprattutto quando si tratta di informazioni sensibili o critiche, **la blockchain può offrire una struttura immutabile che protegge i dati da manipolazioni indesiderate**, garantendo una rappresentazione accurata della realtà.

Un Digital Twin urbano beneficia inoltre delle capacità del **BIM** (Business Information Modeling), che consente una **visione dettagliata degli edifici durante il loro intero ciclo di vita**, facilitando la progettazione, la costruzione, la gestione e la manutenzione, consentendo interventi tempestivi e ottimizzando l'utilizzo degli spazi urbani. L'integrazione tra questa tecnologia e il **GIS** (Geographic Information System) qualifica il Digital Twin urbano come **fonte completa di informazioni relative al territorio e alle infrastrutture cittadine**. Grazie a queste tecnologie, il gemello digitale può supportare il processo decisionale, valorizzando i dati a disposizione in forma integrata e migliorando la pianificazione urbana e la gestione del territorio.

L'implementazione di tecnologie avanzate come la modellazione 3D, sensori IoT, big data analytics, cloud computing, elaborazione dati in tempo reale, intelligenza artificiale, reti 5G e blockchain è quindi cruciale per garantire efficacia e precisione ai Digital Twin in tutte le loro differenti applicazioni nel contesto della smart city. Le capacità connesse a una rappresentazione digitale dettagliata e dinamica degli oggetti fisici, in tempo reale, è ulteriormente amplificata dall'integrazione tra BIM e GIS all'interno del Digital Twin, che beneficia di questa complessa infrastruttura tecnologica per ottimizzare processi e migliorare la gestione complessiva del territorio.

Digital Twin: linee di finanziamento

Programma Copernicus e Destination Earth

Nell'ambito delle Smart Communities, è importante riservare particolare attenzione alle tecnologie della Space Economy¹ (e più precisamente a quelle dedicate all'osservazione della Terra), che nasce dalla convergenza delle tecnologie ICT e da quelle aerospaziali e si riferisce all'insieme delle attività economiche che traggono beneficio, direttamente o indirettamente, dalle attività spaziali.

L'osservazione della Terra si basa sull'utilizzo di satelliti, grazie ai quali è possibile raccogliere dati sulla superficie terrestre, sulle condizioni atmosferiche, sulle attività umane e sulle risorse naturali. Queste informazioni sono estremamente utili per la pianificazione urbana e lo sviluppo delle smart cities, poiché consentono una migliore comprensione delle condizioni del territorio e delle dinamiche ambientali, consentendo quindi di progettare città più sicure e sostenibili.

In primo luogo, la Space Economy è un importante strumento per la prevenzione e la gestione delle catastrofi naturali. I satelliti possono fornire dati e immagini in tempo reale sulle condizioni atmosferiche, geologiche e idriche, permettendo di monitorare eventi critici come uragani, terremoti e alluvioni. Grazie ai dati satellitari, è possibile migliorare la precisione delle previsioni meteorologiche, riducendo i rischi connessi alle calamità naturali. I satelliti possono essere inoltre utilizzati per supportare le operazioni di soccorso e assistenza post-catastrofe, fornendo immagini e informazioni utili per la valutazione dei danni e la distribuzione di risorse e aiuti umanitari.

¹ Fonti: EuropeanSpace Agency (ESA) e Strategia europea in materia di dati - Commissione Europea.

La Space Economy svolge un ruolo chiave anche nell'ambito della sicurezza cibernetica delle città. Le comunicazioni satellitari sono spesso utilizzate per trasferire dati e informazioni critici, come i sistemi di controllo del traffico aereo o le comunicazioni militari. Investendo in tecnologie avanzate di sicurezza, come la crittografia quantistica, è possibile garantire la protezione dei dati satellitare e diminuirne la vulnerabilità a interferenze e attacchi cibernetici.

Analogamente, la Space Economy contribuisce alla sicurezza alimentare e idrica delle città. Il telerilevamento può essere utilizzato per monitorare le coltivazioni agricole, identificare potenziali problemi come la siccità o le infestazioni di parassiti, e suggerire soluzioni per migliorare la produzione alimentare. Inoltre, i dati satellitari sono utili per il monitoraggio delle risorse idriche, il controllo della qualità dell'acqua e la pianificazione della gestione delle risorse idriche in situazioni di emergenza.

Infine, la Space Economy offre anche opportunità per la sicurezza energetica delle città. Le immagini acquisite da satelliti possono essere utilizzate per monitorare l'energia solare e l'energia eolica, offrendo informazioni utili per la pianificazione e l'ottimizzazione dell'uso di fonti di energia rinnovabile. Inoltre, la Space Economy sta investendo in tecnologie avanzate per la gestione delle reti energetiche intelligenti, che permettono di integrare le fonti di energia rinnovabile e di migliorare l'efficienza energetica.

I dati così raccolti possono essere utilizzati per sviluppare politiche e programmi a supporto dello sviluppo di Smart Communities più sicure e sostenibili a livello nazionale e internazionale. A livello europeo, **il principale programma che si prefigge questi obiettivi è Copernicus**, coordinato e gestito dalla Commissione Europea e attuato in collaborazione con gli Stati membri, l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), l'Organizzazione europea per l'esercizio dei satelliti meteorologici (EUMETSAT), il Centro europeo per le previsioni meteorologiche a medio termine (CEPMMT), le agenzie dell'UE e Mercator Océan.

Si tratta di un programma di osservazione della Terra che offre servizi di informazione basati su enormi quantità di dati globali provenienti da satelliti e da sistemi di misurazione terrestri, aerei e marittimi, per aiutare prestatori di servizi, autorità pubbliche e altre organizzazioni internazionali a migliorare la qualità della vita dei cittadini europei. I servizi di informazione forniti sono accessibili agli utenti del programma in modo libero e gratuito.

Copernicus è servito da una serie di satelliti dedicati (le famiglie Sentinel) e da missioni partecipanti (satelliti commerciali e pubblici esistenti): i satelliti Sentinel sono stati specificamente progettati per soddisfare le esigenze dei servizi di Copernicus e dei loro utenti. Il lancio di Sentinel-1A nel 2014 da parte dell'Unione Europea ha segnato l'avvio di un processo che prevede la messa in orbita di una costellazione di quasi 20 ulteriori satelliti entro il 2030.

Oltre ai dati provenienti da satellite, Copernicus raccoglie inoltre informazioni da sistemi *in situ* come le stazioni di terra, che forniscono dati acquisiti da numerosi sensori posizionati al suolo, in mare o nell'atmosfera.

Analizzandoli ed elaborandoli, i servizi Copernicus trasformano questa mole di dati in informazioni a valore aggiunto. Le serie di dati acquisiti nel corso di anni e decenni sono indicizzate e rese comparabili, garantendo così il monitoraggio dei cambiamenti; i modelli strutturali sono esaminati e utilizzati per aumentare la capacità di previsione, ad esempio, nell'analisi degli oceani e dell'atmosfera. Dalle immagini satellitari sono create mappe, individuate caratteristiche ed anomalie ed estrapolate informazioni statistiche.

Queste attività a valore aggiunto sono poi organizzate in sei servizi Copernicus, i cui ambiti di interesse possono essere di estrema utilità per le smart communities, soprattutto se correlati a dati e informazioni provenienti da sensori inseriti nel contesto urbano.



- o **Servizio di monitoraggio dell'atmosfera** (Atmosphere Monitoring Service - AMS): AMS utilizza dati provenienti da satelliti, sensori terrestri e modelli atmosferici per monitorare l'atmosfera terrestre. I dati vengono elaborati da algoritmi complessi al fine di produrre mappe sulla qualità dell'aria, sulle emissioni di gas a effetto serra, sugli incendi boschivi e su altri fenomeni atmosferici che potrebbero essere estremamente importanti per la salute dei cittadini.
- o **Servizio di monitoraggio dell'ambiente marino** (Marine Environment Monitoring Service CMEMS): questo servizio utilizza osservazioni da satellite, boe, navi, aerei e stazioni costiere per monitorare diverse variabili ambientali marine, quali la temperatura dell'acqua, la salinità, la biologia marina, le correnti oceaniche e la qualità dell'acqua. Ad esempio, i dati dei sensori satellitari vengono utilizzati per monitorare la temperatura superficiale del mare (SST).
- o **Servizio di monitoraggio dell'ambiente terrestre** (Land Monitoring Service - CLMS): CLMS utilizza dati da satelliti, osservazioni *in situ*, modelli numerici e dati storici per monitorare la copertura del suolo, la vegetazione, il cambiamento del suolo e la sua qualità, nonché le risorse idriche e la biodiversità. I dati dei sensori satellitari vengono tipicamente impiegati per monitorare la copertura del suolo e

la vegetazione, mentre le osservazioni *in situ* sono utilizzate per controllare la qualità del suolo.

- o **Servizio di emergenza (Emergency Management Service - EMS):** EMS utilizza dati provenienti da satelliti e altre fonti per fornire informazioni in tempo reale sulle situazioni di emergenza come disastri naturali, eventi legati al clima, incendi, inondazioni e incidenti industriali. Le informazioni vengono elaborate e diffuse alle autorità locali per supportare le operazioni di soccorso e di gestione dell'emergenza.
- o **Servizio di sicurezza (Security Service - S2):** S2 utilizza dati provenienti da satelliti e altre fonti per fornire informazioni sulla sicurezza, compresa la sorveglianza delle frontiere, la gestione delle crisi, la lotta alla criminalità transfrontaliera e la prevenzione del terrorismo. I dati vengono elaborati e analizzati da algoritmi complessi per identificare potenziali minacce e supportare le operazioni di sicurezza.
- o **Servizio di cambiamento climatico (Climate Change Service - CCS):** CCS utilizza dati provenienti da satelliti, sensori terrestri e modelli per monitorare il cambiamento climatico e fornire informazioni sulla valutazione dei rischi climatici, la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e l'adattamento ai cambiamenti climatici. I dati vengono elaborati da algoritmi complessi per produrre mappe e informazioni sul cambiamento climatico e sui suoi effetti.

Il programma Copernicus ha quindi enormi potenzialità di applicazione al contesto delle Smart Communities. I satelliti Sentinel rimangono la base per programmi di sviluppo ancora più avanzati, che integrano le tecnologie dell'osservazione terrestre ad altre tecnologie ICT innovative (Quantum computing, cloud, IoT, AI e Big Data Analytics) al fine di realizzare dei veri e propri modelli virtuali delle comunità intelligenti, i Digital Twin urbani.

Le Smart Communities si inseriscono nel contesto della European Commission's data strategy, che ha come obiettivo quello di realizzare un unico mercato dei dati in Europa in modo da assicurare la competitività globale e la sovranità dei dati: lo stesso Green Deal contiene al suo interno il programma Destination Earth che mira a sviluppare un modello digitale di alta precisione della Terra con l'obiettivo di simulare sia i fenomeni di origine naturale sia i fenomeni legati all'antropizzazione. Destination Earth prevede la creazione di Digital Twin urbani per la gestione delle smart cities e la realizzazione delle carte identità digitali dei prodotti europei.

Destination Earth (DestinE) è un'iniziativa europea per la modellizzazione e la simulazione del sistema Terra, che mira a creare un modello digitale completo del nostro pianeta, al fine di migliorare la comprensione dei processi ambientali e climatici e di sviluppare soluzioni per la gestione ambientale. L'iniziativa è stata lanciata nell'ambito di Horizon Europe e coinvolge un consorzio di partner di ricerca e industria provenienti da tutta Europa.

DestinE sbloccherà il potenziale della modellazione digitale dei sistemi terrestri ad un livello che rappresenta una vera svolta in termini di precisione, risoluzione, velocità di accesso all'informazione e interattività. L'attenzione iniziale sarà incentrata sugli effetti

dei cambiamenti climatici e degli eventi meteorologici estremi, sul loro impatto socioeconomico e sulle possibili strategie di adattamento e mitigazione.

Le potenzialità di osservazione e simulazione di DestinE saranno abilitate dall'impiego di computer HPC e di algoritmi avanzati di intelligenza artificiale. Il progetto si basa sulla creazione di una piattaforma digitale integrata, che combina dati di osservazione della Terra, dati meteorologici, modelli climatici e ambientali e informazioni socioeconomiche. Questa piattaforma permetterà di simulare e prevedere l'evoluzione del sistema Terra, fornendo informazioni e soluzioni per la gestione dell'ambiente e delle risorse naturali. L'obiettivo è quello di sviluppare soluzioni sostenibili per la gestione ambientale, come ad esempio la pianificazione urbana e la gestione delle risorse idriche, e di supportare la politica europea per la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio e la protezione dell'ambiente.

Il programma beneficia degli investimenti degli Stati membri nell'ambito dei loro Piani di recupero e resilienza (PNRR) in combinazione con Digital Europe (nel contesto dell'impresa comune EuroHPC) e Horizon Europe per le relative attività di ricerca. DestinE consentirà nello specifico di:

1. Monitorare e anticipare i cambiamenti del sistema terrestre a livello marino, atmosferico, climatico, energetico, ma anche gli interventi umani.
2. Anticipare i disastri ambientali e le conseguenti crisi socioeconomiche.
3. Consentire lo sviluppo e la sperimentazione di scenari.

Lanciato nel 2021 e avviato con un finanziamento di 2,7 miliardi di euro, Destination Earth si innesta nell'alveo delle politiche europee riguardanti la transizione digitale e ha come obiettivo quello di realizzare una gigantesca simulazione digitale del pianeta usando dati relativi a clima, meteo, attività umane e qualsiasi altro parametro misurabile per monitorare e anticipare tendenze su scala globale, regionale e locale. In questa iniziativa l'Italia ha un ruolo primario: il progetto, infatti, è nato all'ESRIN di Frascati, il Centro Europeo per l'Osservazione della Terra.

Il gemello digitale sarà uno strumento di supporto fondamentale per le autorità locali e regionali nelle iniziative volte a salvare vite e a ridurre i costi economici legati alle calamità naturali e ai cambiamenti climatici. Il Digital Twin è partito dalla modellizzazione dell'Antartide, con i delicati equilibri del suo ecosistema di ghiacci, e sta lavorando ora al modello dei corsi d'acqua dell'area del Mediterraneo. All'acquisizione di immagini satellitari si aggiungono i dati provenienti dai centri meteorologici e da altri istituti quali ad esempio l'Istituto di Fisica Nucleare. Il programma "Future EO" proseguirà poi con missioni che studieranno gli oceani, le foreste, gli ambienti antropici e l'agricoltura.

Il grande gemello digitale della Terra può, a sua volta, integrarsi con progetti di dimensione geografica inferiore ma finalizzati ad esempio alla gestione dinamica e virtuale di una città. Su scala locale, i Digital Twin urbani, abilitati dalle tecnologie dell'osservazione della Terra, dall'IoT, dall'intelligenza artificiale e dall'analisi dei big data, realizzano rappresentazioni virtuali di processi fisici abilitando la comprensione dei comportamenti e anticipandone di conseguenza gli esiti. Basandosi su approcci

multidisciplinari, richiedono la collaborazione tra esperti di dominio (ingegneri, informatici, geomatici, ed esperti di processo), amministratori e policy maker cittadini (soggetti attuatori e pianificatori urbani), singoli cittadini e imprese che, vivendo e operando nella città fisica, sono fonte inesauribile di informazioni utili all'alimentazione dei dati del gemello digitale e alla progettazione partecipativa della smart city.

RETURN

RETURN, promosso dall'omonimo Partenariato Esteso, è un progetto finanziato dal PNRR che si propone di affrontare i rischi ambientali, naturali e antropici in Italia.

Incentrato su temi quali il cambiamento climatico, la gestione del rischio legato ad eventi naturali estremi e la resilienza delle comunità, RETURN mira a rafforzare la ricerca a livello nazionale su queste tematiche e a promuovere la partecipazione di diversi stakeholders nell'affrontare queste sfide per il futuro.

I principali obiettivi scientifici del progetto includono la comprensione approfondita dei fattori di rischio per l'ambiente e per l'uomo, il miglioramento degli strumenti previsionali, l'implementazione di metodologie avanzate per la prevenzione, l'adattamento e la mitigazione dei rischi, lo sviluppo di nuove tecnologie per il monitoraggio e l'ottimizzazione nell'uso di dati, prodotti e servizi.

Il progetto è organizzato in un Hub per la gestione di 8 Spoke: 4 di questi sono definiti Vertical Spoke (VS) e riguardano i temi dell'acqua, delle instabilità del suolo, di terremoti ed eruzioni vulcaniche e del degrado ambientale. Questi Spoke sono stati istituiti per comprendere alcuni processi specifici al fine di migliorare la valutazione dei rischi naturali e antropogenici, anche attraverso la creazione di mappe dinamiche e lo sviluppo di metodologie innovative e intelligenti per elaborare e monitorare scenari, valutare, monitorare e prevedere scenari quantitativi degli effetti. I 3 Transversal Spoke (TS) concernono gli insediamenti urbani e metropolitani, la resilienza delle infrastrutture critiche e quella socio-economico-culturale delle comunità: l'obiettivo di questi indirizzi è quello di sviluppare e sfruttare modelli in grado di valutare e prevedere gli impatti presenti e futuri di eventi ambientali, naturali e antropici tenendo conto della multi-vulnerabilità dei sistemi e consentendo un potenziamento dei benefici connessi ad azioni di adattamento agli impatti e di mitigazione. Infine, la struttura del progetto prevede 1 Diagonal Spoke (DS) che mira a definire metodologie innovative utili a realizzare previsioni su piccola scala per lo studio del clima e delle variabili ad esso connesse.

Sul piano delle attività, RETURN prevede una prima fase di Proof of Concept (PoC) per testare l'idea e dimostrarne la fattibilità, passando poi alla realizzazione finale. Sono inoltre previsti bandi sugli 8 Spoke, a sostegno di start-up, spin-off di grandi imprese e PMI, volti a facilitare il trasferimento della conoscenza acquisita nel progetto verso il mercato.

In questo contesto, i Digital Twin costituiscono una tecnologia adeguata allo sviluppo di soluzioni avanzate (come quelle riportate di seguito) con le quali rispondere alle sfide oggetto dei diversi Spoke del bando.

- **Modelli dettagliati per infrastrutture critiche:** le imprese possono lavorare alla creazione di Digital Twin specificamente dedicati alle infrastrutture critiche, contribuendo a sviluppare modelli dettagliati in grado di prevedere e gestire gli impatti cumulativi di eventi multipli su queste strutture;
- **Simulazioni di rischi ambientali:** gli attori industriali hanno l'opportunità di proporre progetti relativi alla simulazione di rischi ambientali e migliorare, attraverso l'uso dei Digital Twin, la comprensione degli impatti di alluvioni, terremoti, incendi e altri eventi naturali.
- **Tool innovativi per il supporto decisionale:** i Digital Twin consentono di integrare dati in tempo reale e fornire così informazioni in modo chiaro e tempestivo in casi di situazioni di emergenza, agendo quindi come strumenti di supporto decisionale.

Le opportunità offerte da RETURN rappresentano quindi una sinergia tra l'avanzata ricerca scientifica e l'innovazione imprenditoriale e promuovono la creazione di soluzioni avanzate e sostenibili per affrontare i rischi ambientali e climatici in Italia. La collaborazione tra start-up, spin-off, PMI ed enti di ricerca è il fondamento per un approccio integrato e dinamico per l'utilizzo dei Digital Twin a fini di gestione dei rischi ambientali e creazione di modelli previsionali, con benefici tangibili per la resilienza delle comunità e delle infrastrutture.

Raccomandazioni per l'implementazione del Digital Twin nelle smart cities

Il Cluster Nazionale delle Smart Communities ritiene opportuno fornire alcune raccomandazioni e linee guida relative all'implementazione di DT per la gestione delle smart communities; è infatti richiesta una pianificazione attenta e una serie di passaggi per garantire che il modello sia preciso e funzionale. Di seguito alcune raccomandazioni generali per l'implementazione di un Digital Twin per una smart city:

- **Garantire la centralità della persona** valorizzando la circolazione e la condivisione della conoscenza.
- **Identificare gli obiettivi del progetto.** L'acquisizione di dati e la modellazione virtuale di una città, un'area territoriale, un quartiere o un edificio si presta all'implementazione di diverse tipologie di servizi. Realizzare una mappatura di tutti i possibili casi di uso è fondamentale per la realizzazione di un Digital Twin che possa essere flessibile e che possa gestire l'interoperabilità dei dati.
- **Coinvolgere tutti gli stakeholders.** Per garantire il successo di un Digital Twin urbano si consiglia di lavorare a livello di sistema coinvolgendo tutti i numerosi soggetti portatori di interesse. Come precedentemente descritto, un DT nasce dalla partecipazione attiva dei cittadini, degli esperti di dominio e della Pubblica Amministrazione locale. La valutazione dei fabbisogni richiede il coinvolgimento di tutte le parti interessate.
- **Implementare un sistema di governance.** Per garantire la sostenibilità del Digital Twin urbano è opportuno implementare un sistema di governance solido che includa politiche, procedure e meccanismi di responsabilità chiari. Ciò garantirà che la struttura organizzativa sia gestita in modo efficace e che tutti i dati siano utilizzati in modo appropriato.
- **Creare una base di dati affidabile.** La creazione di un Digital Twin urbano richiede una grande quantità di dati, rispetto ai quali diventa quindi fondamentale assicurare il rispetto di criteri di affidabilità, precisione e aggiornamento, verificando fonti e modalità di raccolta.
- **Garantire la sicurezza dei dati.** La sicurezza dei dati è di fondamentale importanza per un Digital Twin urbano, e può essere garantita a partire dall'adozione di misure di sicurezza robuste per proteggere i dati sensibili e consentire l'accesso alle informazioni solo alle persone autorizzate.
- **Coinvolgere la comunità.** Si consiglia il coinvolgimento della comunità nella creazione e nella gestione del Digital Twin, al fine di aumentarne l'accettazione e garantire che il progetto soddisfi le esigenze della comunità.
- **Integrare la tecnologia dell'intelligenza artificiale.** L'implementazione di modelli di intelligenza artificiale per la gestione dei dati è ciò che rende un DT uno strumento predittivo e di scenario, diversamente dai meri modelli 3D. Un Digital Twin dovrebbe avere modelli di simulazione accurati che riflettano la realtà della

città: tali modelli possono essere utilizzati per testare diverse soluzioni e vedere come funzioneranno nella vita reale.

- **Pianificare la manutenzione e l'aggiornamento.** L'ente governativo dovrebbe pianificare la manutenzione e l'aggiornamento del Digital Twin al fine di assicurare allo strumento, nel tempo, condizioni di corretto funzionamento sulla base di dati aggiornati e accurati.

Scenari tecnologici: INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Introduzione all'intelligenza artificiale

L'**intelligenza artificiale**² è una tecnologia in continua evoluzione ed espansione, ed è quindi difficile da circoscrivere in una sola definizione. Ciò che la caratterizza intrinsecamente è la sua **capacità di agire in maniera razionale**. Si tratta infatti di un **sistema** (al suo interno incredibilmente plurale, in virtù delle sue numerose possibilità di applicazione) **che produce risultati sulla base di un obiettivo predefinito**. Fonda la sua potenza computazionale su algoritmi con capacità verticali, ovvero molto ben allenati per svolgere con grande efficienza, precisione e accuratezza uno specifico compito definito dall'uomo: è proprio l'estrema bravura nella performance condotta a far sembrare il sistema autenticamente intelligente.

L'intelligenza artificiale **traduce un obiettivo umano in un insieme di funzioni matematiche**: a partire dall'analisi dei dati a disposizione, l'algoritmo cercherà di raggiungere lo scopo prefisso (tipicamente l'elaborazione di **previsioni, raccomandazioni o decisioni**) ottimizzando le operazioni necessarie, e quindi cercando la soluzione che, a partire dall'insieme di informazioni A, consenta di raggiungere l'output B con il minor dispendio di risorse di calcolo e con la maggiore accuratezza. Applicata al contesto delle smart e delle cognitive cities, l'AI può migliorare la qualità della vita urbana, individuando soluzioni innovative ai più diversi fabbisogni delle comunità.

Orientarsi nel mondo dell'intelligenza artificiale

Breve storia dell'intelligenza artificiale

L'intelligenza artificiale venne fondata programmaticamente, come disciplina, nell'estate 1956, presso il Dartmouth College di Hanover nel New Hampshire, ove era stato organizzato un seminario con l'obiettivo di **formalizzare ogni aspetto dell'intelligenza umana affinché una macchina la potesse simulare**. Il miglior candidato a questo compito fu ritenuto un elaboratore, alla cui base vi era il concetto della macchina di Turing, capace di svolgere un compito apparentemente, ad uno sguardo esterno, come lo avrebbe svolto un essere umano.

Le prime applicazioni riguardarono la codificazione dei giochi della dama e degli scacchi: l'elaboratore imparava a giocare grazie alla previa codificazione del regolamento in un insieme di **istruzioni nella forma "if – then"**. Ben presto emersero però le prime criticità: il linguaggio naturale, strumento di comunicazione tra intelligenze umane, non può

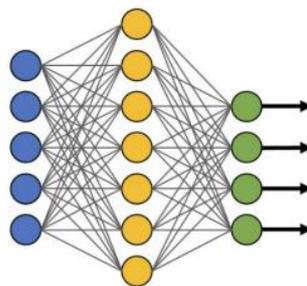
² Fonte: AI & Cities: Risks, Applications and Governance – UN Habitat

essere ridotto a regole di consequenzialità tanto elementari, inadatte a contesti più ampi e complessi.

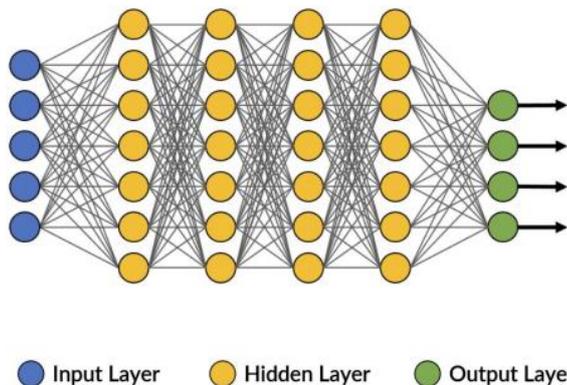
La risposta a queste difficoltà iniziò ad essere codificata negli anni Ottanta, con un radicale cambio di paradigma, che determinò l'avvento del **Machine Learning**. Se nelle prime applicazioni la macchina riceveva un input iniziale e un insieme di istruzioni e veniva valutata sulla base dell'output prodotto, a partire da quel decennio si andò definendo la **logica dell'apprendimento**: al computer venivano forniti dati di input e un output da ottenere, e ciò che gli veniva richiesto era di trovare autonomamente le regole migliori per eseguire quello specifico task. Il feedback fornito dall'operatore umano sulla performance della macchina abilitava un approccio iterativo allo svolgimento del compito e generava una curva di apprendimento nella quale l'errore prodotto da un buon algoritmo sarebbe progressivamente calato e avrebbe garantito buoni risultati non solo sui dati forniti alla macchina nella fase di training, ma anche su quelli completamente "nuovi" passati come test set.

Le evoluzioni delle reti neurali in strutture a sempre maggiore profondità hanno consentito lo sviluppo del **Deep Learning**, una forma di apprendimento automatico capace di lavorare su grandi quantità di **dati complessi non strutturati**, ovvero non sottoposti ad alcuna precedente categorizzazione da parte dell'operatore umano. I sistemi di intelligenza artificiale attualmente più evoluti si basano su questa forma di tecnologia algoritmica. Una delle prime applicazioni del Deep Learning riguardava la classificazione di immagini di iris. Processando grandi quantità di fotografie, la rete neurale profonda divenne capace di individuare da sola – superando in questo anche gli esperti botanici – i criteri dirimenti per distinguere le tre diverse famiglie di questa specie.

Simple Neural Network



Deep Learning Neural Network



Diverse tipologie di reti neurali

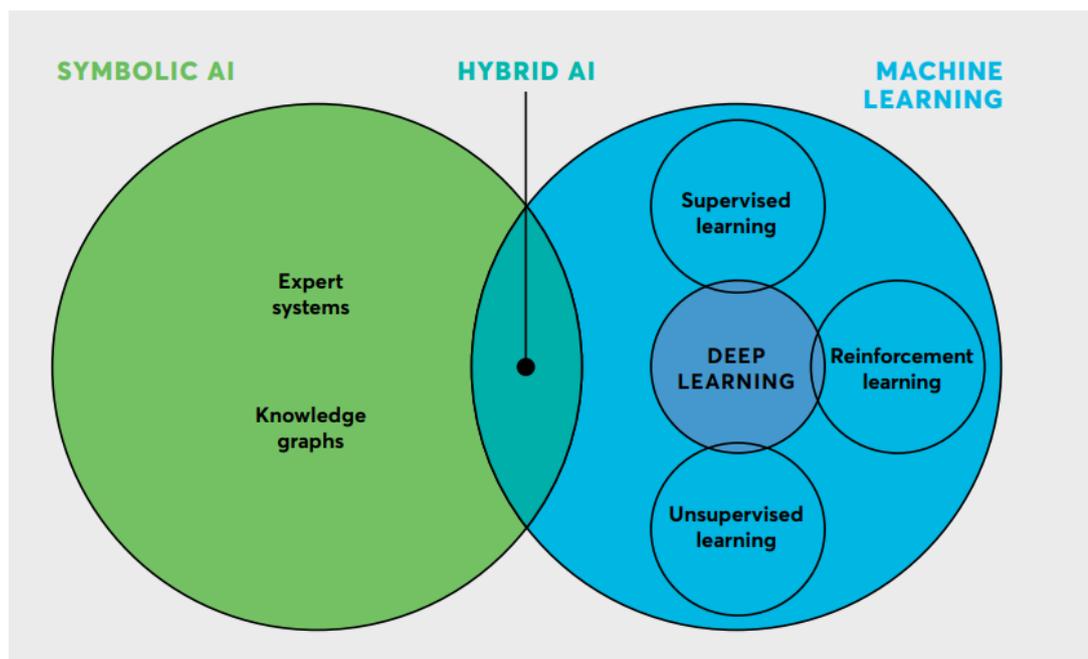
Tipologie di intelligenza artificiale

L'intelligenza artificiale può essere implementata in una grande quantità e varietà di servizi che caratterizzano le smart cities.

Esistono due principali categorie di sistemi di intelligenza artificiale: i **metodi simbolici**, che si basano – come quelli sviluppati tra gli anni Cinquanta e Settanta – su insiemi di regole predefinite, e i **metodi statistici**, che identificano invece pattern nei dati a loro disposizione e sulla base di questi modelli producono i loro risultati. In una partita a scacchi, ad esempio, un sistema simbolico sceglierebbe le proprie mosse sulla base di norme come “se devi scegliere tra perdere la regina o un pedone, sacrifica il pedone”; un sistema statistico, al contrario, può “imparare” quali siano le mosse migliori in base a una serie storica di dati relativi ad altre partite precedentemente giocate.

I metodi statistici si fondano su meccanismi di Machine Learning; è qui possibile distinguere, sulla base della tipologia di informazioni utilizzate dall'algoritmo e della sua interazione con l'ambiente di apprendimento, tre differenti approcci:

- **supervised learning**: l'algoritmo viene addestrato su un set di dati "etichettati", per i quali è quindi fornita un'indicazione sull'output che la macchina, performando bene, dovrebbe riuscire ad ottenere. In questo approccio, l'apprendimento si misura sulla capacità dell'algoritmo di aver individuato, a partire dai dati etichettati, una regola utile a prevedere l'etichetta di un nuovo input. Il processo di etichettatura dei dati viene solitamente eseguito manualmente da supervisor umani, ed è quindi molto costoso.
- **unsupervised learning**: in questo caso, la macchina viene allenata su dati non etichettati e impara in autonomia a identificare le caratteristiche "nascoste" negli input forniti e, di conseguenza, le regole da rispettare per svolgere il proprio task su nuovi dati. gli algoritmi utilizzano set di dati senza etichetta.
- **reinforcement learning**: l'obiettivo di questo approccio è quello di far apprendere all'algoritmo la migliore sequenza di azioni con cui svolgere un compito sulla base del confronto diretto con l'ambiente, attraverso un sistema di reward positivi o negativi. Questa modalità di apprendimento è abitualmente utilizzata per l'addestramento di robot nei contesti nei quali si intende adoperarli.



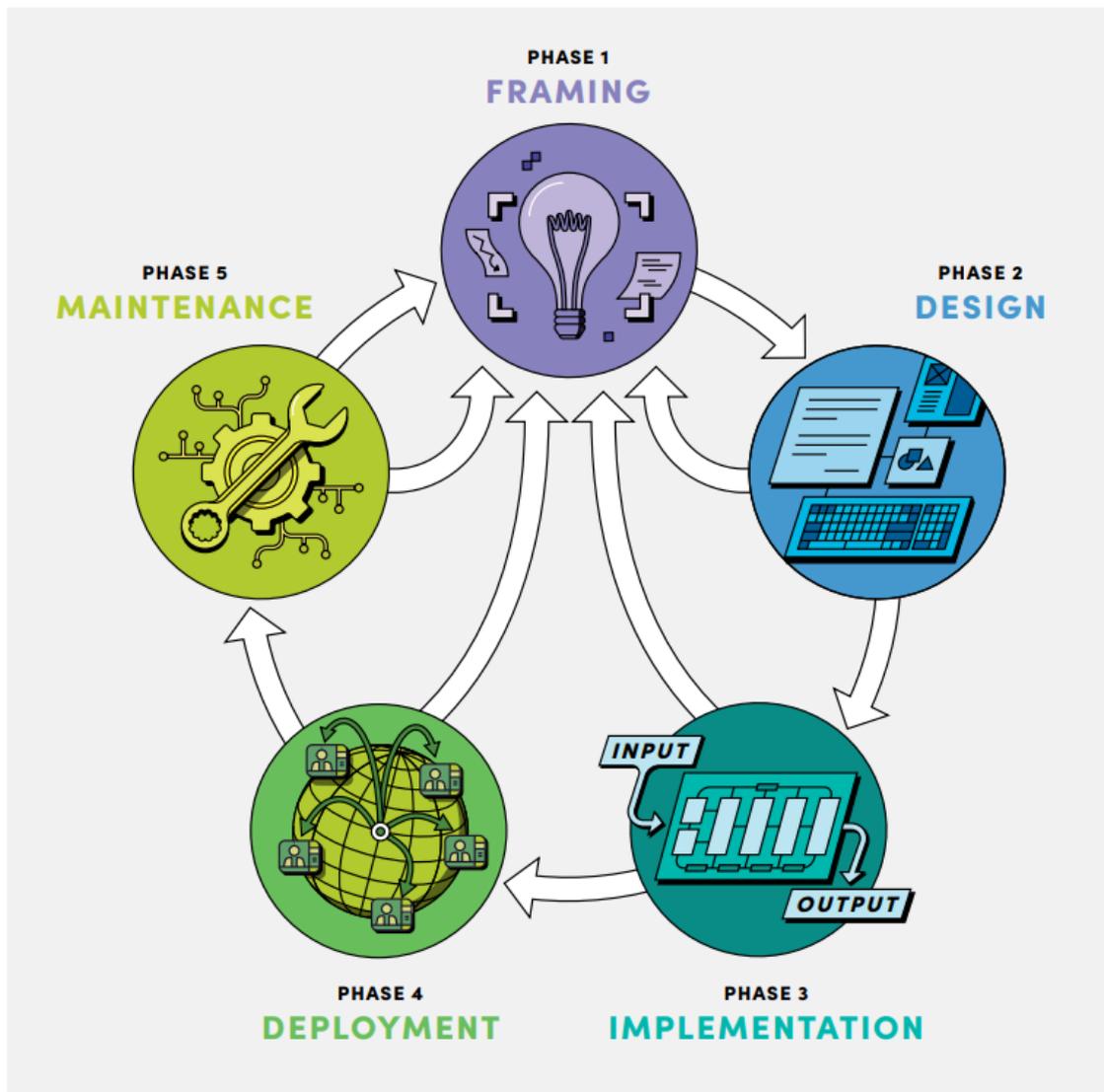
Tipologie di intelligenza artificiale

Quando l'apprendimento porta a comporre e combinare un vasto insieme di concetti appresi dalla macchina direttamente dai dati, il Machine Learning si configura più propriamente come Deep Learning. Le innovazioni abilitate da questo sviluppo tecnologico costituiscono le applicazioni dell'intelligenza artificiale più diffuse nel contesto della smart city. Tra queste, quattro sono le principali:

- **speech recognition:** grazie agli algoritmi complessi che caratterizzano il Deep Learning, i dispositivi di trascrizione automatica possono dedurre caratteristiche di volume e tono direttamente da file audio non precedentemente esaminati dall'uomo;
- **image classification:** l'algoritmo riesce a elaborare concetti complessi per il riconoscimento di oggetti nelle immagini partendo da informazioni di livello inferiore, estratte pixel dopo pixel, come quelli di angolo, linea, colore;
- **computer vision:** questa applicazione consente di etichettare e riconoscere elementi nelle immagini, ed è quindi particolarmente importante a scopi di monitoraggio;
- **natural language processing:** la capacità di interpretare il linguaggio naturale è sviluppata grazie all'analisi di grandi quantità di contenuti scritti e adoperata soprattutto nei chatbot, che possono così essere addestrati sempre meglio per gestire una conversazione e rispondere ai messaggi degli utenti online.

Distinguere le varie forme di intelligenza artificiale e le loro caratteristiche, diffondendole tra tutte le fasce della popolazione, è essenziale per valutare l'implementazione di questi sistemi nel contesto delle smart cities, coinvolgendo attivamente la comunità cittadina. Al fine di capire come il sistema si relazioni con il suo ambiente di applicazione, importante è anche conoscere il ciclo di vita dell'AI, che consta di cinque fasi:

- **inquadramento:** è il momento in cui ci si concentra sulla definizione del problema che si intende risolvere attraverso l'uso dell'intelligenza artificiale e sui rischi relativi al contesto di applicazione di tali sistemi;
- **progettazione:** in questa fase si costruisce l'architettura algoritmica secondo i parametri precedentemente individuati;
- **implementazione:** il punto più specificamente tecnico del ciclo di vita del sistema AI, focalizzato sull'algoritmo e sull'infrastruttura tecnologica di supporto;
- **distribuzione:** l'algoritmo, ormai perfettamente sviluppato e testato, viene implementato nel mondo reale, fuori dall'ambiente supervisionato nel quale è stato elaborato;
- **mantenimento:** è la fase che concerne l'utilizzo dello strumento prodotto, con le necessarie procedure di aggiornamento, fino alla sua dismissione.



Il ciclo di vita di un'applicazione di AI

Principali caratteristiche dell'intelligenza artificiale

In virtù di alcune sue caratteristiche intrinseche l'intelligenza artificiale può essere efficacemente implementata nel contesto delle smart cities. La sua capacità di **riconoscimento di schemi** la qualifica come una risorsa preziosa nell'elaborazione di modelli e nell'interpretazione di dati, con effetti positivi in applicazioni quali la diagnosi medica e la sentiment analysis. L'approccio di tipo **problem-solving** consente all'intelligenza artificiale di seguire logiche complesse e offrire un supporto decisionale affidabile. L'**autonomia** permette all'AI di svolgere i propri compiti e fare scelte senza la necessità di una presenza umana costante e talvolta proprio in sostituzione dell'uomo, soprattutto nello svolgimento di compiti ripetitivi. L'**adattabilità**, infine, spinge l'intelligenza artificiale ad adottare un approccio di evoluzione e apprendimento continuo dai dati al fine di migliorare sempre più le proprie performance anche in situazioni atipiche.

Esistono però anche altri due principi che i sistemi di AI dovrebbero rispettare per garantire un utilizzo equo e sostenibile di questi strumenti nelle smart communities e per favorire la transizione verso il modello della cognitive city. Il primo è quello della **responsabilità**: l'intelligenza artificiale deve sostenere, e se possibile migliorare, un insieme di valori umani fondamentali; sfortunatamente non di rado accade invece che un sistema basato su AI, seppur con le migliori intenzioni, perpetui o aggravi bias e fenomeni di disuguaglianza. Il principio di responsabilità esorta allora a pensare in modo olistico nella progettazione di qualsiasi applicazione di intelligenza artificiale, indipendentemente dal task specifico che dovrà svolgere, e considerare quindi gli interessi e le necessità di tutte le persone che, dallo sviluppo al funzionamento a regime, saranno coinvolte nel servizio. Il secondo valore che dovrebbe essere perseguito è quello della **spiegabilità**: gli algoritmi dell'AI utilizzano spesso moltissimi parametri in altrettanti layer, con l'effetto di originare reti ad alto livello di complessità, i cui output rischiano di essere difficilmente comprensibili agli individui. L'obiettivo cui bisognerebbe mirare quando si progettano sistemi AI da implementare nel contesto delle smart cities è la realizzazione di modelli disegnati a priori come completamente interpretabili dall'uomo; quando questo non è possibile senza che si abbassi il livello di accuratezza, è opportuno lavorare per garantire soluzioni che siano almeno spiegabili, traducendo la complessità interna all'algoritmo in un qualcosa di più semplice, che restituisca il processo decisionale interno alla macchina aumentando il senso di fiducia nei suoi output da parte degli utenti.

Principali rischi dell'intelligenza artificiale

Le città possono trarre vantaggio dall'utilizzo di sistemi di intelligenza artificiale in applicazione a sfide prioritarie per le comunità urbane. La trasversalità dell'AI ne abilita l'integrazione in numerosi settori e la qualifica quindi come strumento per uno sviluppo più sostenibile e inclusivo. È tuttavia importante ricordare che il ruolo delle città nelle reti globali amplifica tanto i vantaggi quanto i rischi connessi all'integrazione dell'intelligenza artificiale.

Tre sono i principali limiti comuni a tutte le declinazioni operative di questa tecnologia:

- **L'AI tende a rafforzare le ipotesi presenti nel modello e nei dati:** per agire in maniera efficace nell'ambiente in cui sarà implementata, l'intelligenza artificiale apprende quante più informazioni possibili dai dati che le sono forniti. Per questo motivo, tende a riprodurre le ipotesi e i pregiudizi presenti in tali input e a consolidare i percorsi seguiti per arrivare agli output, con il rischio quindi di perpetrare bias e atteggiamenti di esclusione e discriminazione molto pericolosi nell'applicazione al contesto comunitario;
- **L'AI non è in grado di autovalutare le proprie performance:** l'unico criterio di giudizio che l'algoritmo prende in considerazione è legato a obiettivi di ottimizzazione predefiniti, non correlati al contesto di implementazione dello strumento e alle possibili conseguenze negative verificabili nel caso di uno scostamento significativo tra gli scopi della macchina e quelli umani;
- **L'AI non ammette sfumature:** l'algoritmo è un oggetto matematico e richiede quindi una traduzione delle finalità perseguite dai decisori umani in formule che, con il rigore e la rigidità che le contraddistinguono, difficilmente riescono a prendere in considerazione la varietà di sfumature che contraddistinguono il pensiero dell'uomo e tutte le informazioni soggettive e qualitative che gli individui soppesano prima di fare una scelta.

Se questi limiti sono intrinseci all'attuale stadio evolutivo dell'intelligenza artificiale, prima di implementare nuovi servizi e strumenti nel contesto della città è importante valutare tutti i possibili rischi associati alla produzione e all'attivazione di questa tecnologia. Di seguito, sono riportati quelli principali e le loro possibili conseguenze:

- **mancanza di trasparenza rispetto agli obiettivi dello strumento:** la mancata comunicazione delle finalità e delle modalità di applicazione dell'AI può portare a incomprensioni e a sfiducia da parte della cittadinanza;
- **disallineamenti nel mercato del lavoro:** l'adozione di sistemi AI può alterare il mercato del lavoro, inaugurando nuove opportunità ma – al contempo – rendendo obsolete e precarie altre professioni;
- **inadeguatezza delle infrastrutture tecnologiche:** per garantire l'efficacia delle soluzioni adottate, è necessario preventivamente verificare l'adeguatezza dell'infrastruttura tecnologica, valutando possibili investimenti in risorse hardware e software;
- **oneri finanziari:** le amministrazioni devono essere consapevoli del fatto che lo sviluppo e la manutenzione dei servizi basati su AI comportano costi elevati;
- **violazioni delle normative:** i sistemi di AI devono essere conformi alle normative vigenti, su scala locale e internazionale, pena il rischio di incorrere in sanzioni giuridiche ed economiche;
- **mancanza di diversità all'interno del team di sviluppo:** lavorare allo sviluppo di un algoritmo con un team eterogeneo porta a prestare maggiore attenzione al rischio di diffondere pregiudizi e bias attraverso lo strumento in produzione;

- **discrepanza tra AI e valori umani:** è importante cercare di allineare quanto più possibile i criteri decisionali dell'AI con i valori umani che si vuole siano preservati e, se possibile, accresciuti grazie all'utilizzo della nuova tecnologia;
- **digital divide:** l'assenza di azioni di formazione e sensibilizzazione trasversali alla comunità rischia di acuire le disuguaglianze interne e di limitare la potenziale efficacia dell'AI;
- **manipolazione:** l'assenza di controllo sugli usi degli strumenti può portare alcuni attori ad abusare delle capacità dell'intelligenza artificiale e a volerla adoperare a scopi manipolativi;
- **bias e pregiudizi:** per circoscrivere quanto più possibile il rischio di perpetrare pregiudizi, è opportuno valutare i dati utilizzati per il training dell'algoritmo, eventualmente intervenendo con strumenti di AI generativa per produrre dati sintetici con i quali rendere più equo il dataset utilizzato in fase di apprendimento;
- **inadeguatezza nella rappresentazione della società:** una rappresentazione sociale non fedele della comunità nella quale verranno implementati i nuovi servizi di AI può portare a risultati distorti o ingiusti;
- **disallineamento geografico:** la trasposizione di un modello da un contesto socioterritoriale ad un altro senza prendere in adeguata considerazione la presenza di differenze culturali può limitare l'efficacia dell'applicazione di AI.
- **violazioni della privacy:** una inadeguata protezione dei dati sensibili processati e memorizzati da parte dell'intelligenza artificiale può esporre le informazioni a furti e mina quindi la fiducia degli utenti finali;
- **elevato consumo energetico:** nel valutare l'implementazione dell'AI nel contesto urbano, è necessario calcolare anche i costi in termini di consumi di energia, emissioni e impatto ambientale connessi al funzionamento a regime delle soluzioni algoritmiche;
- **interpretazione fallace dei risultati:** l'utilizzo scorretto o inappropriato degli outcome di un algoritmo può portare a decisioni sbagliate e a possibili danni a livello sociale;
- **avversione algoritmica:** azioni di sensibilizzazione della popolazione ai possibili risultati prodotti dall'AI sono essenziali per evitare che un eventuale scostamento dalle aspettative generi atteggiamenti di riluttanza o sfiducia da parte degli utenti finali;
- **inadeguatezza del sistema di sicurezza:** un sistema di sicurezza inefficiente può rendere l'algoritmo vulnerabile ad attacchi avversari e compromettere la protezione dei dati sensibili;
- **data drift:** algoritmi allenati su dati divenuti obsoleti o non più rappresentativi possono portare a decisioni non affidabili;
- **concept drift:** l'allontanamento del sistema dai suoi scopi originali rischia di costringere i decisori alla sua dismissione ancora prima di aver ammortizzato l'investimento economico legato alla sua produzione.

La Governance dell'intelligenza artificiale

Lo sviluppo dell'intelligenza artificiale interroga tutti gli stakeholder delle smart cities. Per questo motivo, è importante riflettere sul tema della governance dell'AI, che spazia da regolamenti e norme a procedure amministrative e considerazioni di tipo etico.

La governance è lo strumento con cui è possibile indirizzare lo sviluppo dell'intelligenza artificiale verso un insieme di valori, come la sostenibilità, l'inclusione, il perseguimento dell'interesse pubblico e il rispetto dei diritti umani. L'AI è infatti una tecnologia che incorpora e propaga convinzioni e obiettivi, che le derivano tanto dalle sue strutture formali, come la progettazione degli algoritmi, quanto da dimensioni informali, come lo specifico contesto sociale in cui lo strumento viene sperimentato. Le tecnologie dell'intelligenza artificiale sono co-create all'interno di una società, soprattutto quando l'intelligenza artificiale utilizza i dati dei cittadini e modella le loro vite. Tramite la governance, le autorità locali possono bilanciare le opportunità e i rischi dell'AI nel modo più appropriato al loro contesto territoriale.

L'intelligenza artificiale influisce profondamente sulla città, la può orientare verso modelli più smart, fino nella direzione delle Cognitive Cities: il crescente utilizzo delle piattaforme, con i loro strumenti predittivi e la necessità di dati, rimodella ad esempio i rapporti tra lavoro, mobilità, consumi. L'AI necessita quindi di governance per diffondere i suoi benefici, pena il rischio che vada altrimenti a rinsaldare o intensificare dinamiche negative di disuguaglianza.

Davanti ad un simile contesto in evoluzione, le autorità locali si trovano nella possibilità di creare un ambiente favorevole allo sviluppo dell'intelligenza artificiale e stabilire le condizioni per gli investimenti in tecnologia e infrastrutture, promuovendo una società civile vivace e un ambiente innovativo a beneficio dell'interesse pubblico.

Tre sono le principali sfide che la governance dell'AI è attualmente chiamata ad affrontare;

- **Governance multilivello.** Spesso lo scenario che si configura è quello di uno scostamento tra la definizione di linee guida nazionali sull'intelligenza artificiale e l'assenza di apposite strategie di implementazione, monitoraggio e valutazione di queste tecnologie sul piano locale. Questa molteplicità di livelli di governance rischia spesso di tradursi in una dispersione delle capacità di innovazione, ma può rivelarsi strategicamente vincente quando invece aiuta le città a trarre vantaggio da strutture giurisdizionali stabilite da autorità di ordine superiore. Il ruolo dei governi nazionali, in particolare, è quello di consolidare principi specifici, quadri politici e sistemi valoriali, così come di coltivare un ecosistema nazionale per l'innovazione e lo sviluppo dell'IA.
- **Responsabilità.** Il tema della responsabilità influenza in modo preponderante il giudizio, bilanciato tra rischi e opportunità, sull'adozione di sistemi di intelligenza artificiale. La sfida ad essa connessa è quella di riconoscere responsabilità durante tutto il ciclo di vita di un sistema di AI e creare meccanismi di governance

per rispondere ai problemi nel caso in cui qualcosa vada storto. Una prima declinazione di questo tema concerne l'**adattamento ai cambiamenti nel corso del tempo**: è infatti importante definire chi sia responsabile di uno strumento basato su AI dopo che esso sia stato consegnato o acquisito, dal momento che gli algoritmi sono programmati per modellarsi e apprendere dal loro contesto di applicazione, e il loro impatto, di conseguenza, non sempre è prevedibile e potrebbe diventare anche radicalmente differente da quello originariamente auspicato. Una seconda sfaccettatura della questione interroga invece sulla **responsabilità dei sistemi automatizzati**: l'autonomia di cui godono gli algoritmi si scontra infatti con la centralità che è riservata nel nostro modo all'intenzione umana, elemento di riferimento per l'imputazione della responsabilità. Sebbene i sistemi autonomi possano agire in modo relativamente indipendente, sono comunque progettati, finanziati e posseduti da attori umani. Di conseguenza, è importante ripartire la responsabilità tra gli attori che progettano, finanziano o, in alcuni casi, utilizzano l'algoritmo.

- **Competenze limitate.** La scarsità di competenze diffuse in materia di intelligenza artificiale rappresenta una sfida a livello globale. Non tutte le imprese hanno la capacità di attirare i professionisti dell'IT e gli specialisti dell'AI, e spesso il settore pubblico non dispone delle risorse economiche necessarie ad attrarre questi profili. Le città sono quindi spesso costrette ad esternalizzare le competenze tecniche essenziali ad una corretta governance, al monitoraggio e alla valutazione degli impatti dell'intelligenza artificiale. Una prima strategia di risoluzione di questa sfida può prevedere la collaborazione intersettoriale tra Pubbliche Amministrazioni, imprese e organismi di ricerca per lo sviluppo di team multidisciplinari capaci di guidare e orientare l'implementazione dell'intelligenza artificiale ai valori delle smart communities.

Smart Mobility: le applicazioni dell'intelligenza artificiale

L'integrazione dell'intelligenza artificiale nel contesto della mobilità urbana rappresenta una trasformazione significativa per le Smart Cities. Questa tecnologia può apportare significativi cambiamenti nel trasporto pubblico e in quello privato, come nell'infrastruttura della mobilità.

Per quanto concerne il **trasporto pubblico**, l'intelligenza artificiale trova applicazione nei seguenti ambiti:

- **Modellare domanda e previsione dei trasporti.** L'AI può migliorare le stime sull'utilizzo dei trasporti, nonché modellarne la domanda. Le piattaforme di mobilità basate su dati consentono agli utenti di accedere a servizi, pagare e rimanere aggiornati in tempo reale sulle opzioni di trasporto disponibili.

L'intelligenza artificiale può quindi elaborare grandi quantità di dati provenienti da sensori IoT e telefoni cellulari per la modellazione della domanda di viaggio e della topologia urbana. È inoltre in grado di migliorare la previsione a breve termine del rischio di congestione di un mezzo per l'utenza del trasporto cittadino, prendendo in considerazione anche le preferenze di viaggio dei clienti.

L'intelligenza artificiale può migliorare l'esperienza d'uso del trasporto pubblico grazie ad algoritmi capaci di fornire agli utenti informazioni più accurate sugli orari di arrivo degli autobus. Aumenta infine anche l'efficienza operativa del settore aereo, prevedendo la domanda di piste e il tempo di rullaggio, consentendo di ridurre il consumo di carburante bruciato a terra in attesa della partenza.

- **Facilitare il ride sharing.** La diffusione della Mobility as a Service (MaaS) sta rappresentando un'autentica rivoluzione nell'esperienza di mobilità pubblica nel contesto cittadino, poiché disincentiva l'uso di mezzi privati a favore di un sistema integrato di servizi di trasporto multimodale, capace inoltre di ridurre il traffico e le emissioni inquinanti. L'intelligenza artificiale è in grado di prevedere la domanda di ride-sharing grazie alla capacità dei suoi algoritmi di processare dati sulle abitudini di spostamento degli utenti.

L'AI può inoltre agevolare l'intermodalità che caratterizza il modello MaaS. Quando ci si sposta in treno, ad esempio, il viaggio da e verso la stazione è spesso effettuato in auto, taxi, autobus o bicicletta. I servizi di bike sharing e scooter elettrici rappresentano alternative non proprietarie per questa tipologia di spostamento e con una buona integrazione con i trasporti pubblici. L'apporto dell'intelligenza artificiale consente quindi di produrre stime di viaggio accurate, che possono ulteriormente incentivare l'utilizzo di mezzi in sharing. Nel settore del trasporto merci, l'intelligenza artificiale è stata inoltre applicata per analizzare i compromessi modali, ovvero gli scambi di spedizioni da diversi tipi di modalità (ad esempio, dalla barca al camion, dal camion al furgone per le consegne).

Questa tecnologia permette infine di ottimizzare l'uso dell'infrastruttura fisica di ride sharing esistente in molteplici modi. Le realtà aziendali che vogliono incentivare il MaaS tra i propri dipendenti possono adoperare l'AI per supportare queste iniziative e comprendere meglio quale sia l'opinione diffusa su questo tipo

di mobilità. L'intelligenza artificiale è inoltre in grado di migliorare le previsioni sulla domanda e sull'inventario dei mezzi, e può quindi contribuire alla risoluzione di situazioni in cui i mezzi disponibili in sharing (come biciclette e monopattini) si accumulano in alcune aree della città lasciandone completamente sfornite altre.

Nell'ambito del **trasporto privato**, l'intelligenza artificiale apporta benefici in due direzioni:

- **Migliorare la tecnologia dei veicoli elettrici.** L'intelligenza artificiale rappresenta una tecnologia di importanza determinante per la definizione dei costi e l'incentivo all'uso dei veicoli elettrici. È stata quindi adoperata per generare previsioni sullo stato, sul consumo e sulla durata residua delle batterie. L'AI può migliorare l'efficienza della ricarica wireless indicando agli utenti dove meglio posizionarsi e contribuire alla progettazione di batterie e carburanti di prossima generazione che consentano minori consumi energetici.
- **Aumentare la sicurezza e incentivare l'uso dei veicoli a guida autonoma.** L'intelligenza artificiale è coinvolta in molti compiti base per il funzionamento dei veicoli autonomi, come ad esempio seguire la strada, rilevare ostacoli, interpretare le traiettorie di altri veicoli, controllare la velocità e comprendere gli stili di guida. Può inoltre contribuire a sviluppare tecnologie finalizzate alla riduzione della congestione delle strade e del consumo di carburante da parte di questa tipologia di veicoli.

Infine, l'intelligenza artificiale trasforma la smart mobility intervenendo sulle **infrastrutture di trasporto**, al fine di:

- **Ottimizzare l'infrastruttura dei veicoli elettrici.** L'intelligenza artificiale può agevolare la costruzione di infrastrutture che consentano ai veicoli elettrici di coesistere con quelli tradizionali. L'elaborazione con AI dei dati trasmessi dai sensori a bordo di tali mezzi aiuta a comprendere e modellare i comportamenti di viaggio, fornendo agli utenti informazioni sul posizionamento delle stazioni di ricarica e indicando agli amministratori le aree urbane che beneficerebbero dell'installazione di nuove torri di ricarica, quale incentivo all'adozione di questi mezzi. Le informazioni provenienti da queste stazioni, opportunamente processate, consentirebbero inoltre agli operatori di rete di prevedere il carico elettrico nelle diverse zone della città.
- **Ottimizzare il flusso e il controllo del traffico.** L'intelligenza artificiale può essere utilizzata per la previsione del traffico veicolare e pedonale, per mezzo del processamento di dati ottenuti dai più diversi sensori, dalle telecamere a quelli dei dispositivi mobili. L'AI migliora la comprensione dei comportamenti dei veicoli sulla rete urbana e può quindi migliorare le condizioni del traffico con un controllo più efficiente della semaforica e attivare riflessioni di ripianificazione della mobilità cittadini nelle Pubbliche Amministrazioni. È in grado di clusterizzare le strade in base a similitudini nel modello di traffico e, raccogliendo dati provenienti dagli operatori di flotta e dalla sensoristica urbana, può rilevare in modo dinamico quali aree soffrano maggiori problemi di congestione e inquinamento. L'intelligenza artificiale può essere adoperata anche per creare parcheggi intelligenti, dotati di sensori che consentano di comunicare in tempo reale le informazioni agli

automobilisti tramite app e li reindirizzano verso aree di sosta con maggiori disponibilità di posti, tenendo in considerazione anche le abitudini di mobilità degli utenti e favorendo, quando possibile, l'integrazione con servizi MaaS.

- **Consentire manutenzione predittiva per strade e ferrovie.** Anche a causa dell'aumento di fenomeni climatici estremi, è sempre più importante verificare lo stato di salute delle infrastrutture di mobilità. Nelle reti stradali è possibile incorporare sensori che trasmettano informazioni sul pericolo di inondazione o cedimento strutturale e consentano di individuare i tratti di strada più vulnerabili, soprattutto in assenza di percorsi alternativi. L'intelligenza artificiale può contribuire a migliorare e ottimizzare le infrastrutture di trasporto gestendo in modo efficiente le limitate risorse a disposizione, adoperandole in ottica di manutenzione predittiva e per il rilevamento di anomalie sul manto stradale e sulla rete ferroviaria. La possibilità di calcolare le probabilità di guasti a breve termine permette di prioritizzare gli interventi e di rilevare guasti in modo tempestivo, comunicando rapidamente agli utenti eventuali disservizi.

In conclusione, l'AI non solo ottimizza l'efficienza del trasporto urbano, ma definisce una nuova era di mobilità urbana basata sulla sinergia tra dati avanzati e intelligenza artificiale, contribuendo alla creazione di città intelligenti, sostenibili e orientate al benessere dei cittadini.

Smart Security: le applicazioni dell'intelligenza artificiale

Le smart cities sono chiamate a intervenire sempre più su questioni legate alla sicurezza, da intendersi in senso olistico. L'intelligenza artificiale si propone come uno strumento che, grazie ai suoi numerosi ambiti di applicazione, può mitigare gli eventi disastrosi, aiutare nelle operazioni di soccorso e sostenere le persone colpite. Tuttavia, l'utilizzo dell'AI comporta anche la valutazione di pericoli connessi alla sicurezza in ambito digitale (già oggetto delle precedenti sezioni sui rischi e sulla governance) che deve essere oggetto di riflessione da parte di tutti gli stakeholder nella scelta di implementare un servizio basato su questa tecnologia, in ottica di tutela della privacy e per evitare possibili discriminazioni.

Per quanto concerne la **sicurezza ambientale**, l'apporto che può essere fornito dall'intelligenza artificiale riguarda tematiche di:

- **Previsione di eventi meteorologici estremi.** L'intelligenza artificiale permette di effettuare simulazioni sulla base di modelli di incendi, terremoti o inondazioni, sulla base delle serie di dati storici. Il processamento di queste informazioni consentirebbe di aggiornare le stime di rischio e allertare prontamente gli individui potenzialmente in pericolo. È inoltre possibile basarsi su queste elaborazioni algoritmiche per definire appropriate polizze assicurative su beni mobili e immobili.

- **Supporto negli interventi in risposta a catastrofi.** L'intelligenza artificiale si è rivelata utile per creare mappe delle aree colpite da eventi catastrofici attraverso il telerilevamento, tramite cui definire piani di evacuazione e fornitura di soccorsi. Studiando gli scenari pre e post-evento, l'AI migliora iterativamente le proprie predizioni e impara a stimare in maniera sempre più precisa l'entità dei danni a strutture e infrastrutture e quindi a prioritizzare le aree di intervento. A partire da dati di geolocalizzazione, è inoltre in grado di stimare il numero di persone colpite da un disastro, al fine di fornire adeguata assistenza.
- **Valutazione e mitigazione dei rischi per la salute.** Il cambiamento climatico, con fenomeni di ondate di caldo e un ormai costante peggioramento della qualità dell'aria, aumenta notevolmente l'esposizione della popolazione mondiale a rischi per la salute. L'intelligenza artificiale può utilizzare i dati raccolti tramite telerilevamento per fornire alla cittadinanza, in tempo reale, informazioni sulle isole di calore urbane, sulla qualità dell'acqua e sull'inquinamento atmosferico a granularità di scala molto fine. In ambienti educativi, questa tecnologia può essere adoperata a scopi formativi e di sensibilizzazione, individuando quali siano i principali rischi per alcune fasce di popolazione e proponendo, in una sinergia tra attori pubblici e privati, corrispettive azioni di mitigazione.
- **Monitoraggio della sicurezza alimentare.** I fenomeni meteorologici estremi ed eventi geopolitici, come la siccità e le guerre, stanno incidendo pesantemente sui raccolti e costituiscono una minaccia per la sicurezza alimentare, che rappresenta un'irrinunciabile preconditione alla diffusione su scala globale di città e comunità smart. L'intelligenza artificiale può essere utilizzata per ricavare rapidamente informazioni sulla carenza di cibo processando informazioni provenienti da telefoni cellulari, carte di credito e dati dei social media. L'AI può monitorare le scorte ancora disponibili e attivare relazioni di scambio per supplire a gravi carenze. Questa tecnologia può però anche agire in ottica previsionale, realizzando stime di resa delle colture sulla base di dati meteorologici e immagini aeree, che consentono anche di identificare l'insorgere di malattie.

Relativamente alla **sicurezza sanitaria**, è opportuno considerare che l'intelligenza artificiale rappresenta uno strumento prezioso per il monitoraggio delle malattie e la previsione di fenomeni epidemici. Questa tecnologia è poi particolarmente utile per effettuare diagnosi, in quanto beneficia della possibilità di apprendere da grandi quantità di dati storici nel riconoscimento di sintomi di una patologia. Trova quindi applicazione nei seguenti ambiti:

- **Promozione della salute e prevenzione delle malattie.** L'intelligenza artificiale può contribuire a migliorare la salute nelle smart communities intervenendo in due direzioni. In primo luogo, può essere adoperata per il monitoraggio delle condizioni e del benessere dei pazienti: l'AI abilita infatti una migliore forma di "tele-medicina", particolarmente utile a fornire cure adeguate anche a chi risiede in aree marginali, dove spesso manca un presidio medico. Elaborando dati raccolti da dispositivi indossabili (IoHT – Internet of Health Things, IoMT – Internet of Medical Things), questa tecnologia è in grado di controllare numerosi parametri,

quali frequenza cardiaca, temperatura corporea, pressione sanguigna, frequenza respiratoria, saturazione di ossigeno nel sangue, postura e attività fisica, e comunicare con il paziente, eventualmente esortandolo a adottare un diverso comportamento. Le informazioni così processate possono inoltre essere comunicate ai medici nella forma di una cartella clinica elettronica real time e migliorare la tempestività di intervento qualora si registrassero anomalie. Un secondo ambito di applicazione consiste proprio nel supporto al personale medico. L'intelligenza artificiale è in grado di elaborare informazioni epidemiologiche e modellare la curva di contagio, esortando anche i decisori pubblici a fornire risposte adeguate, e può suggerire strategie di cura per malattie croniche basandosi su serie storiche costituite da moltissimi dati. L'AI può essere adoperata per la diagnosi e gli screening sulle malattie: integrata con successo con altre tecnologie mediche come l'imaging medico, inclusi raggi X, scansioni TC e risonanza magnetica, identifica aree di incertezza da sottoporre ad ulteriori valutazioni e fornisce un range di verosimiglianza per la diagnosi. In questo ambito, la sicurezza sanitaria è chiamata a confrontarsi con questioni di privacy, gestione di dati sensibili e responsabilità: gli algoritmi implementati devono dimostrare di essere equipaggiati dei necessari processi di anonimizzazione per evitare di trasferire alla tecnologia bias tipicamente umani e preservare, invece, l'accuratezza delle previsioni.

- **Organizzazione del sistema sanitario.** L'intelligenza artificiale può contribuire a supporto del settore sanitario nel fronteggiare alcune delle sfide che quotidianamente ne mettono alla prova l'efficienza. L'AI può essere utile per migliorare la logistica e la gestione delle risorse ospedaliere, elaborando previsioni sui bisogni di farmaci da parte dei pazienti. Parallelamente, questa tecnologia può essere d'aiuto al personale sanitario nei processi decisionali, sia quando questi comportano scelte terapeutiche in condizioni di scarsità di studi clinici, sia quando invece riguardano la sfera della pianificazione e dell'allocazione delle risorse (l'intelligenza artificiale è già stata utilizzata per ottimizzare la capienza dei reparti sulla base di previsioni di durata di degenza dei malati). Il successo dell'integrazione dell'AI nell'amministrazione sanitaria dipenderà dalle infrastrutture esistenti e dalle risorse finanziarie che si deciderà di investire per realizzare città smart anche sotto questo profilo di sicurezza.
- **Osservatorio sui focolai di malattie.** L'intelligenza artificiale è determinante nella prevenzione e nella gestione delle minacce per la salute pubblica, con azioni a supporto della mitigazione e della risposta a emergenze come quelle epidemiche. L'identificazione di indicatori sanitari precoci, accurati e affidabili è cruciale per intervenire in modo efficace e tempestivo. L'AI può migliorare la qualità delle simulazioni e delle analisi di impatto delle possibili risposte, poiché dotata di una capacità computazionale che le consente di prendere in considerazione un elevato numero di variabili e le possibili influenze reciproche ed interazioni tra fattori anche apparentemente distanti.

Le differenti possibilità di applicazione dell'intelligenza artificiale all'ambito della sicurezza rendono questa tecnologia particolarmente importante per la realizzazione di

smart communities. Come ricordato, però, il tema della sicurezza deve essere affrontato anche nell'ottica di una valutazione dei rischi associati agli utilizzi dell'AI rispetto a temi quali la sorveglianza, la tutela della privacy e la necessità di garantirne sempre un uso etico.

Smart Government: le applicazioni dell'intelligenza artificiale

L'implementazione dell'intelligenza artificiale per lo smart government coinvolge numerosi aspetti di una città, spaziando dalla pianificazione urbanistica all'amministrazione pubblica, con l'obiettivo di migliorare l'efficienza e la qualità di vita dei cittadini.

Nell'ambito dell'**urban planning**, l'intelligenza artificiale trova numerose possibilità di applicazione:

- **Analisi della cittadinanza.** Analizzare il contesto sociale sul quale si intende realizzare un progetto urbano è indispensabile per abilitare processi partecipativi che apportino un contributo "bottom-up" alla soluzione ideata. L'intelligenza artificiale è in grado di costruire una mappatura delle caratteristiche della popolazione sulla base di informazioni estratte dai social media e di dati sulle comunicazioni e sulle abitudini di consumo e mobilità. In questo modo, è possibile comprendere le relazioni tra individui e nella comunità e monitorare la presenza di forme di disuguaglianza nel contesto urbano. Benché gli scopi di queste azioni possano essere considerati positivi, poiché orientati a individuare contesti sociali bisognosi di interventi da parte dell'autorità cittadina, è tuttavia importante ricordare che questa tipologia di profilazione comporta il trattamento di dati sensibili e deve essere quindi attentamente valutata e adoperata solo con adeguate garanzie in merito alla tutela della privacy.
- **Gestione olistica del contesto urbano.** L'intelligenza artificiale può essere utilizzata per coordinare la molteplicità di servizi presenti nelle smart cities in modo più efficiente, stimolando la collaborazione tra aziende specializzate e settore pubblico e semplificando i processi decisionali. Piattaforme digitali basate su AI garantiscono una migliore comunicazione tra i servizi, riducendo costi e tempi, e abilitano la visualizzazione di dati in forma aggregata, fornendo ai decisori umani una visione in tempo reale dello stato di funzionamento di un servizio, o statistiche sul suo utilizzo. Come già discusso precedentemente, è essenziale in questo scenario andare a definire in maniera chiara la tipologia di collaborazione tra pubblico e privato, a tutela di soluzioni tecnologiche che perseguano il bene comune della cittadinanza.
- **Valutazione del rischio.** La crescita della popolazione nelle città e l'aumento dei rischi connessi ad eventi climatici estremi inducono un bisogno sempre maggiore di riprogettazione dello spazio urbano in ottica di resilienza. L'intelligenza artificiale può intervenire nella definizione tanto di risposte a situazioni emergenziali, quanto di strategie di prevenzione. Acquisendo una conoscenza approfondita delle connessioni tra il contesto naturale e l'ambiente antropico,

anche grazie allo studio di dati storici messi in relazione con sistemi di informazione geografica (GIS), l'AI può contribuire a individuare i fattori di rischio per le smart communities e suggerire la progettazione di infrastrutture, la formulazione di normative e la definizione di comportamenti da diffondere per mitigare i pericoli di eventi catastrofici. L'intelligenza artificiale abilita inoltre la creazione di Digital Twin, che consentono una modellazione del contesto urbano alla scala del singolo edificio (e anche inferiore); integrando mappe di rischio e gemelli digitali, questa tecnologia riesce così a realizzare simulazioni più precise e definire migliori scenari di intervento.

- **Progettazione edilizia.** L'intelligenza artificiale può essere integrata anche in fase di progettazione edilizia, consentendo la costruzione di "edifici intelligenti" capaci di produrre, elaborare e trasferire dati. È inoltre così possibile facilitare la produzione di modelli 3D da disegni 2D, simulare l'ingombro di un elemento architettonico, ottimizzare l'utilizzo di materiali, aumentare le possibilità di automazione dei lavori e prendere in considerazione informazioni di carattere storico sull'area edilizia, per accertarsi di costruire in sicurezza. L'intelligenza artificiale può quindi intervenire in tutte le fasi del ciclo di vita di un edificio, dallo studio di fattibilità al suo funzionamento a regime, fino alla sua demolizione in sicurezza. In ottica di smart government, costruzioni intelligenti che integrino AI consentono ai decisori pubblici un controllo capillare e continuativo sullo stato di salute della città, e consentono quindi di indirizzare opportunamente le risorse economiche ove più necessario. Tuttavia, non si possono trascurare le preoccupazioni dei cittadini legate all'accesso e al trasferimento di informazioni e dati personali a soggetti terzi, pubblici e privati, che possiedono o progettano queste tecnologie.

L'intelligenza artificiale può inoltre supportare efficacemente le amministrazioni nella gestione delle città nel loro percorso evolutivo verso i paradigmi della smart e della cognitive city. Tre sono i principali ambiti di interesse:

- **Miglioramento delle capacità del governo locale.** L'intelligenza artificiale può migliorare l'efficienza di una città se implementata, ad esempio, per automatizzare attività di base che solitamente richiedono molto tempo, riducendo al contempo i rischi di errore umano e consentendo una riallocazione delle risorse all'interno dell'amministrazione. L'AI incoraggia e definisce standard procedurali e progetta modelli operativi votati all'interoperabilità e alla promozione di sinergie tra differenti servizi, in ottica di progressiva semplificazione e a beneficio anche dell'utente finale. Le amministrazioni possono quindi adoperare software basati sull'elaborazione del linguaggio naturale o altri processi di automazione per generare report, redigere documenti governativi, compilare moduli e realizzare grafiche. Tuttavia, è opportuno ricordare che, accanto alle evidenti opportunità, sussistono alcuni rischi di tipo etico e tecnico, nonché difficoltà legate alla necessità di garantire un adeguato livello di alfabetizzazione digitale affinché gli strumenti implementati siano adoperati nel modo più corretto. In questo senso, la trasformazione digitale all'interno delle amministrazioni va concepita come un

investimento a lungo termine, che non si limita all'integrazione degli strumenti di intelligenza artificiale.

- **Coinvolgimento dei cittadini.** Perché siano davvero smart, le città non possono rinunciare ad avere un dialogo costante con i cittadini, al fine di garantire un'adeguata rappresentazione dei loro interessi nel processo decisionale. A questo proposito, l'intelligenza artificiale può essere anzitutto applicata ai **processi amministrativi**, migliorando l'efficienza in operazioni di pagamento dei tributi e ottenimento di documenti, supportando l'automazione di moduli per mezzo dell'utilizzo di dati personali già forniti dagli utenti e semplificando l'accesso a piattaforme e portali della Pubblica Amministrazione con sistemi di autenticazione digitale. Ovviamente, fondamentale è regolamentare l'uso e la trasmissione di informazioni personali su questi strumenti, definendo in modo chiaro a quale attore debba essere imputata la responsabilità nel caso di una violazione. L'AI può inoltre supportare una **comunicazione** sempre più efficiente con il governo locale, accelerando la trasmissione di informazioni e migliorando la qualità delle interazioni. Assistenti virtuali e chatbot possono essere utilizzati per indirizzare gli utenti ai servizi da loro richiesti, migliorando l'accessibilità dei siti per persone non vedenti e per stranieri. L'intelligenza artificiale è anche in grado di ottimizzare il processo di prenotazione di appuntamenti presso gli uffici comunali. Condizione necessaria affinché questa tipologia di servizi sia implementata con successo è il fatto di garantire un accesso equo ai dispositivi digitali e un'alfabetizzazione in materia per tutta la popolazione.
- **Policy-making informato.** Le soluzioni di intelligenza artificiale possono essere adoperate per progettare politiche urbane efficaci: sostenere l'integrazione responsabile dell'AI nel processo decisionale garantisce la definizione di politiche allineate alle esigenze della comunità. L'implementazione di questa tecnologia può quindi agevolare l'**individuazione dei bisogni locali**, attraverso un'azione di mappatura del comportamento degli agenti nella realtà cittadina e identificazione – sulla base dei dati raccolti, delle correlazioni individuate e di una valutazione di impatto – delle questioni che i decisori politici dovrebbero affrontare in modo prioritario. In un secondo momento, l'intelligenza artificiale può anche contribuire nella **formulazione di politiche *people-centred***, stimandone l'adeguatezza rispetto ai fabbisogni rilevati, confrontandole con dati storici, modelli teorici e altre pratiche simili implementate in altri contesti urbani, eventualmente integrando queste informazioni in uno strumento come quello del Digital Twin, che consentirebbe quindi di effettuare valutazioni di impatto ambientale, economico e sociale.

Lo smart government può beneficiare in numerosi modi dell'adozione di soluzioni di intelligenza artificiale: affrontando opportunamente e in modo rigoroso i rischi connessi alle dimensioni etiche e giuridiche, questa tecnologia può davvero diventare un elemento abilitatore di un migliore processo partecipativo all'interno delle comunità cittadine.

Implementando tecnologie di intelligenza artificiale, le smart cities devono ambire a diventare anche human and sustainable cities. È importante allora declinare la sostenibilità in ottica sociale così come quella ambientale.

La sostenibilità sociale invita a adottare un approccio antropocentrico e a sviluppare quindi tecnologie e soluzioni che migliorino la vita delle persone, ispirandosi a principi di responsabilità e safety nell'uso dell'intelligenza artificiale, valorizzando la componente etica – quale garanzia di equità e rispetto della libertà umana da parte degli algoritmi – e intervenendo per colmare il digital divide, con una formazione su questi strumenti che sia diffusa e accessibile a tutti.

Sul fronte della sostenibilità ambientale, è sempre importante valutare gli impatti, in termini di consumi ed emissioni, connessi allo sviluppo e all'utilizzo a regime delle nuove tecnologie e interrogarsi su quale sia il giusto trade-off tra la disponibilità di servizi sempre più complessi, basati sull'addestramento di moltissimi parametri e altrettanti dati, e lo sfruttamento di risorse del pianeta.

Tutte le applicazioni dell'intelligenza artificiale esaminate relativamente alla smart mobility, alla smart security e allo smart government sono ispirate da principi legati al tema della sostenibilità. In questa sezione saranno quindi approfonditi altri ambiti di applicazione di questa tecnologia per la realizzazione di smart cities più sostenibili: il sistema dell'**energia** e quello della **gestione delle risorse e dei rifiuti**.

Grazie alla collaborazione con i decisori politici e agli specialisti dell'ingegneria energetica, l'intelligenza artificiale può essere uno strumento utile ad accelerare la transizione energetica e a ridurre le emissioni inquinanti e climalteranti. Di seguito, alcuni esempi di applicazione dell'AI al settore energia:

- **Previsione della generazione di elettricità.** Con la transizione verso le energie rinnovabili, la produzione di elettricità diventerà più intermittente e distribuita, perché più strettamente connessa alle condizioni ambientali locali che determinano le oscillazioni nel rendimento, ad esempio, di impianti eolici (a seconda della velocità del vento) e di pannelli solari (in base alle condizioni meteorologiche). Utilizzando diverse tipologie di dati, come immagini satellitari e serie storiche, l'intelligenza artificiale può prevedere quanta energia sarà prodotta da una fonte rinnovabile e supportare quindi nella pianificazione delle infrastrutture e nell'ottimizzazione delle risorse energetiche, individuando le migliori ubicazioni per gli impianti sulla base della misurazione dei fabbisogni delle comunità del territorio.
- **Manutenzione predittiva delle infrastrutture esistenti.** Ottimizzare la manutenzione dei sistemi di generazione di energia può aiutare a ridurre le emissioni e gli investimenti in nuove infrastrutture non necessarie. L'intelligenza artificiale è in grado di processare dati di sensori presenti negli impianti e immagini satellitari a fini diagnostici, ad esempio rilevando perdite nei gasdotti e guasti nei pannelli solari, e manutentivi, segnalando preventivamente possibili anomalie

sulla base di dati di simulazione. L'AI consente inoltre il monitoraggio in tempo reale delle condizioni delle reti di distribuzione e può quindi segnalare la necessità di interventi in modo tempestivo, aiutando a prevenire perdite evitabili.

- **Accelerazione delle sperimentazioni.** Imparando dagli esperimenti passati, l'intelligenza artificiale è in grado di suggerire test futuri che abbiano maggiori probabilità di successo, accelerando in questo modo lo sviluppo di nuovi materiali in grado di immagazzinare e sfruttare al meglio l'energia (ad esempio, per la costruzione di batterie e celle fotovoltaiche più efficienti).
- **Trasmissione e distribuzione in base a domanda e offerta.** Gli algoritmi possono essere utilizzati per individuare guasti e debolezze nelle infrastrutture di trasmissione e distribuzione dell'energia, ormai spesso obsolete, costruite secondo un modello di produzione dell'energia centralizzato in grandi impianti di combustione di fonti fossili. L'intelligenza artificiale può essere adoperata per preservare l'equilibrio tra domanda e offerta, tipicamente soggetto a fluttuazioni, necessario a un corretto funzionamento delle reti elettriche. Grazie alle sue capacità di calcolo ed elaborazione di previsioni, questa tecnologia può aiutare a migliorare la pianificazione dei sistemi a breve e a lungo termine. In questo modo, è inoltre possibile ridurre la dipendenza dagli impianti di riserva, che spesso fanno affidamento su combustibili fossili. L'intelligenza artificiale consente di modellare la domanda energetica alla scala degli edifici e permette quindi di mappare in modo granulare i fabbisogni all'interno del contesto urbano, suggerendo strategie per una gestione efficiente dell'energia.
- **Ottimizzazione e controllo del sistema.** Per ottenere un flusso di potenza ottimale, è opportuno calcolare quanta energia possa essere prodotta e messa in rete da ogni generatore. L'uso dell'intelligenza artificiale può migliorare in tempo reale il bilanciamento tra gli impianti e attuare un controllo continuativo sugli stabilimenti. Attraverso previsioni accurate della domanda e dell'offerta, l'AI può inoltre aiutare a gestire microreti di produzione localizzata e autosufficiente e agevolare la transizione verso un modello di generazione decentralizzata di energia, anche nella prospettiva di creare comunità energetiche rinnovabili.
- **Previsione e controllo del consumo energetico.** Con la transizione energetica, l'offerta e il prezzo dell'elettricità varieranno maggiormente nel tempo. L'intelligenza artificiale può migliorare la flessibilità energetica negli edifici, consentendo di programmare i consumi soprattutto nei momenti in cui l'offerta è più elevata e prendendo in considerazione anche il prezzo dell'energia e le preferenze apprese dagli utenti. L'impegno a favore della sostenibilità si concretizza anche nell'applicazione dell'AI a scopo di riduzione dei consumi e aumento dell'efficienza in contesti industriali, commerciali e residenziali. Analizzando le grandi quantità di dati trasmesse in tempo reale dagli edifici, questa tecnologia ne valuta le prestazioni e prevede, ad esempio, quali temperature siano necessarie o dove serva tenere attivo un impianto di illuminazione, evitando inutili dispendi energetici ed economici.

Relativamente al tema della gestione delle risorse, particolare attenzione deve essere riservata al tema dell'acqua, oggetto di uno degli obiettivi dell'Agenda 2030. Diversi sono i possibili ambiti di applicazione dell'intelligenza artificiale:

- **Classificazione dei modelli di consumo e previsione della domanda.** I servizi idrici utilizzano modelli di previsione della domanda a lungo termine per pianificare esigenze future, tenendo in considerazione anche fattori socioeconomici, abitudini di consumo e fabbisogni legati all'industrializzazione. L'intelligenza artificiale può ottimizzare il funzionamento e la gestione del sistema di approvvigionamento idrico – anche per l'irrigazione nell'agricoltura – e la previsione accurata della domanda a breve termine, attraverso l'analisi dei dati raccolti da contatori d'acqua digitali.
- **Previsione della qualità dell'acqua e gestione delle acque reflue.** L'AI può essere adoperata per controllare la qualità dell'acqua nel corso dei cambiamenti stagionali e a seguito di eventi imprevisti che potrebbero averla inquinata. Tecnologie per il riconoscimento delle alghe possono ad esempio elaborare modelli utili a riconoscere la presenza di tossine nell'acqua. I dati di rilevamento su flusso e pressione prodotti dalle società di servizi idrici sono altrettanto importanti per la valutazione della qualità della risorsa. L'intelligenza artificiale può essere utilizzata per la modellazione e l'ottimizzazione del processo di trattamento dell'acqua, al fine di rimuovere gli elementi inquinanti: questa tecnologia è già stata sperimentata in applicazioni legate alla previsione e alla misurazione delle prestazioni di alcuni materiali di assorbimento, per l'eliminazione di coloranti, metalli pesanti, prodotti farmaceutici e pesticidi.
- **Monitoraggio dei livelli dell'acqua.** L'intelligenza artificiale può essere adoperata per il monitoraggio di eventi estremi, quali inondazioni e periodi di grave siccità, agendo così come supporto informativo tanto per i decisori politici, quanto per gli agricoltori. Algoritmi di computer vision possono identificare, a partire anche dalle immagini satellitari, tendenze legate alle precipitazioni, all'evapotraspirazione, allo scioglimento di neve e ghiaccio e al livello delle acque sotterranee.
- **Manutenzione predittiva.** Come in ambito energetico, anche in questo settore, elaborando dati dei sensori, l'AI può fornire informazioni sulla qualità della rete idrica e sui rischi di perdite, riconoscendo anche eventuali consumi non autorizzati della risorsa.

L'impegno per la sostenibilità richiede interventi anche per una migliore gestione dei rifiuti. Di seguito, alcuni ambiti di applicazione dell'AI per le smart cities.

- **Previsione della produzione di rifiuti.** La gestione efficiente e sicura dei rifiuti solidi urbani è una delle principali preoccupazioni dei governi locali, che lavorano per proteggere la salute dei cittadini e dell'ambiente. L'intelligenza artificiale può essere adoperata per prevedere, con stime accurate, la quantità di rifiuti prodotti, sulla base di variabili legate alle abitudini di consumo e di serie storiche sulla produzione di rifiuti pro capite. Gli scenari così elaborati possono diventare anche uno strumento di sensibilizzazione della cittadinanza sulle conseguenze di alcune forme di acquisto e sugli impatti generati dagli sprechi.

- **Ottimizzazione della raccolta, del trasporto e della classificazione dei rifiuti.** La raccolta dei rifiuti urbani è un processo molto costoso e complesso. È importante agire per ottimizzare i percorsi dei veicoli per la raccolta, al fine di risparmiare tempo e risorse economiche che sarebbero altrimenti investite in carburante e costi di manutenzione dei mezzi. L'intelligenza artificiale può rilevare in tempo reale il livello di riempimento dei cassonetti e individuare i migliori tragitti per i veicoli di raccolta rifiuti, riducendo al contempo le soste davanti a contenitori semivuoti. Applicata alla computer vision, l'AI può inoltre migliorare la raccolta differenziata: gli algoritmi possono essere infatti allenati a riconoscere i diversi materiali presenti nei rifiuti, favorendone così il corretto smaltimento e calcolando le quantità di sottoprodotti generati dai processi di smaltimento durante l'incenerimento e il compostaggio.
- **Ottimizzazione e controllo dello smaltimento.** L'intelligenza artificiale è in grado di mappare le aree di discarica, monitorare la produzione di biogas e negli impianti e ottimizzare l'energia prodotta dalle frazioni di rifiuti solidi, sulla base della loro composizione fisica e chimica. Allo stesso modo, questa tecnologia può migliorare le operazioni di incenerimento, automatizzando i valori di riscaldamento necessari per la combustione di determinati materiali e monitorando le emissioni inquinanti nell'atmosfera, con l'obiettivo di minimizzarle. Infine, l'intelligenza artificiale consente una migliore comprensione delle caratteristiche del compost, efficientandone la produzione.

L'impiego responsabile dell'intelligenza artificiale può contribuire in modo significativo agli sforzi globali per raggiungere obiettivi di sostenibilità, promuovendo un utilizzo più efficiente delle risorse e riducendo l'impatto ambientale delle attività umane.

Intelligenza artificiale a supporto delle tecnologie per la smart city

L'intelligenza artificiale rappresenta una tecnologia trasversale, in grado di trasformare profondamente numerosi settori in virtù delle sue capacità di analisi avanzata e apprendimento automatico. Come discusso nelle precedenti sezioni, l'AI svolge un ruolo fondamentale proprio nel supportare e potenziare tanto le tecnologie più consolidate quanto quelle emergenti.

Tra le principali applicazioni dell'intelligenza artificiale a risorse e servizi di interesse per le smart communities si possono ricordare:

- **Analisi predittiva:** grazie alla potenza di calcolo dei suoi algoritmi, l'AI è in grado di ricavare tendenze da serie di dati storici ed elaborare scenari di previsioni future, con una stima di accuratezza. Queste applicazioni sono utili negli ambiti più differenti, dalla gestione delle risorse alla medicina e all'economia. Nel contesto finanziario, ad esempio, l'analisi predittiva condotta dall'intelligenza artificiale consente di identificare opportunità di investimento e di gestire quindi in modo migliore i rischi del mercato.

- **Web semantico:** l'intelligenza artificiale supporta la creazione del web semantico, che mira a migliorare la comprensione dei contenuti online da parte delle macchine, consentendo così ai motori di ricerca di fornire risultati sempre più pertinenti e accurati rispetto alle domande degli utenti.
- **Sentiment Analysis:** a partire da espressioni linguistiche verbali o scritte, l'AI è in grado di interpretare le opinioni dell'autore su uno specifico argomento. È così possibile monitorare il gradimento di un servizio online e migliorare l'assistenza ai clienti.
- **Assistenza virtuale e chatbot:** l'intelligenza artificiale è ormai comunemente utilizzata nei servizi che adoperano chatbot, per facilitare l'interazione tra l'utente e la macchina e fornire supporto operativo all'individuo nella navigazione di un sito internet o nelle operazioni di ricerca di informazioni.
- **Sistemi di riconoscimento:** con sistemi di riconoscimento facciale, vocale e di immagini, l'intelligenza artificiale riesce a offrire sistemi di identificazione più sicuri e a migliorare l'interazione uomo-macchina.
- **Analisi di dati biometrici:** ai medesimi scopi di sicurezza, l'AI è implementata in sistemi di analisi di dati biometrici, come le impronte digitali e la scansione facciale, per garantire accesso autorizzato a informazioni sensibili e, con le necessarie accortezze in tema di privacy e uso etico della tecnologia, per monitorare gli utenti.
- **Digital Twin:** l'AI è una componente essenziale per i Digital Twin, rappresentazioni virtuali di processi e oggetti fisici reali, il cui uso si sta diffondendo per consentire simulazione e monitoraggio in tempo reale di infrastrutture, edifici o singoli elementi presenti nel contesto urbano.
- **Automazione RPA (Robotic Process Automation):** per aumentare l'efficienza operativa, l'intelligenza artificiale può supportare l'automazione dei processi aziendali attraverso l'implementazione di robot software cui delegare attività ripetitive e regolari.
- **Blockchain e smart contract:** l'AI offre maggiore sicurezza nelle transazioni tramite blockchain e garantisce l'efficienza degli smart contract, che eseguono automaticamente azioni predefinite al verificarsi di determinate condizioni.
- **Ottimizzazione delle risorse energetiche:** l'intelligenza artificiale è capace di gestire il delicato equilibrio tra domanda e offerta di energia e supporta quindi sistemi – come reti elettriche intelligenti – che ottimizzano l'uso delle risorse energetiche sulla base del fabbisogno reale.
- **Diagnostica medica:** l'AI è adoperata in ambito medico per aiutare nella diagnosi: questa tecnologia è in grado di processare ingenti quantità di dati di pazienti e può suggerire quindi correlazioni tra sintomi e patologie e, se applicata allo studio delle sequenze del DNA, anche tra geni e malattie. In questo settore, è inoltre importante ricordare che l'intelligenza artificiale migliora notevolmente le performance della tele-medicina.
- **Sistemi di gestione del traffico:** l'intelligenza artificiale può contribuire alla gestione del traffico urbano attraverso sistemi intelligenti di controllo semaforico, previsioni degli ingorghi in tempo reale e ottimizzazione delle rotte di trasporto

pubblico, nonché abilitando soluzioni di mobilità innovative, come la Mobility as a Service.

- **Simulazioni climatiche e modelli atmosferici:** l'AI analizza grandi quantità di dati relativi a fenomeni atmosferici e riesce quindi a creare modelli predittivi relativi al cambiamento climatico, migliorando la previsione degli eventi estremi e la definizione di strategie di mitigazione e adattamento.
- **Manutenzione predittiva:** sulla base di serie storiche e di analisi previsionali, l'intelligenza artificiale è in grado di identificare in anticipo potenziali guasti in macchinari e infrastrutture, consentendo così un intervento di riparazione anticipatoria che riduca rischi e disagi per gli utenti finali.
- **Sistemi di controllo domotico:** l'AI apprende dalle preferenze degli utenti e adatta gli ambienti domestici alle loro preferenze grazie a sistemi di automazione.
- **Giochi e simulazioni virtuali:** l'intelligenza artificiale è ampiamente presente nell'ambito del gaming e – di riflesso – nel Metaverso, ove consente un'esperienza più interattiva e realistica, tanto con l'ambiente circostante quanto con gli altri utenti.
- **Sistemi di apprendimento personalizzato:** l'AI è in grado di sartorializzare l'esperienza educativa, adattando i contenuti didattici alle caratteristiche degli utenti e abilitando nuove coinvolgenti esperienze di insegnamento online.

Intelligenza artificiale: linee di finanziamento

AI4Citizens

AI4Citizens è un progetto finanziato dal programma di cooperazione interregionale Interreg Europe volto a **sostenere una governance etica ed efficace dell'intelligenza artificiale nelle città e nelle regioni europee**. Il progetto afferisce al Programma di Politica Digitale dell'Unione Europea e al Piano Coordinato UE sull'intelligenza artificiale del 2021. L'obiettivo è quello di affrontare opportunità e sfide connesse all'adozione dell'AI nel settore pubblico, al fine di garantire che la società tutta sia coinvolta e preparata agli effetti della trasformazione che è stata innescata dallo sviluppo di questa tecnologia e che necessita di essere orientata al miglioramento della qualità di vita nei piccoli e grandi centri urbani.

In Europa, le amministrazioni locali e i governi regionali stanno sviluppando strategie e politiche sull'AI e si stanno adoperando per l'implementarla nei propri servizi in conformità con l'AI Act, che sottolinea l'importanza di una stretta collaborazione e di una dinamica di apprendimento reciproco a diversi livelli di governance. Dal momento che tutte le città – e soprattutto quelle che si stanno muovendo nella direzione del paradigma smart – si stanno concentrando sulla digitalizzazione e sull'e-government, è necessario e opportuno affrontare la complessità della sfida rappresentata dall'AI stimolando gli scambi interregionali.

Identificando buone pratiche e soluzioni innovative per la digitalizzazione dei servizi pubblici in modo sicuro, AI4Citizens vuole aiutare i decision makers locali e regionali a creare meccanismi di governance che facilitino l'adozione sicura ed etica dell'AI, a

beneficio delle persone e della vitalità del territorio. La collaborazione tra gli ecosistemi di innovazione in ambito intelligenza artificiale e smart cities in tutta Europa può inoltre migliorare le capacità delle autorità, delle imprese, degli enti di ricerca e di tutti gli altri stakeholders nello sviluppo e nell'implementazione di politiche e azioni sinergiche sul tema dell'AI. Questa dinamica virtuosa stimolerà anche le PMI ad adoperare l'AI per applicazioni per i servizi pubblici, che beneficeranno di soluzioni più efficienti, efficaci e reattive, in linea con le esigenze dei cittadini e delle comunità.

Il progetto lavorerà per costruire una visione europea sull'intelligenza artificiale che sia forte e ampiamente condivisa, al fine di capitalizzare gli impatti a lungo termine dell'introduzione di questa tecnologia nella Pubblica Amministrazione nella forma – a titolo di esempio – di decisioni automatizzate, assistenti virtuali, Digital Twin, simulazioni. Le prime esperienze condotte dalle smart cities europee forniscono inoltre un quadro di opportunità e criticità che possono orientare sviluppi e sperimentazioni in nuovi contesti interregionali.

Raccomandazioni per l'implementazione dell'intelligenza artificiale nelle smart cities

Il Cluster Nazionale delle Smart Communities ritiene opportuno fornire alcune raccomandazioni strategiche per aiutare le città a implementare soluzioni basate sull'intelligenza artificiale in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile e inclusività, guardando alle possibilità connesse alla smart e alla cognitive city.

A livello generale, per le Pubbliche Amministrazioni, come per gli attori industriali e gli organismi di ricerca, importante è ricordare di partire dalle caratteristiche dello scenario locale, poiché il successo nella diffusione di sistemi di AI è spesso determinato dal modo in cui questi interagiscono con la realtà urbana e con il contesto politico, economico e sociale. Per questo motivo, è inoltre necessario promuovere la collaborazione tra tutti gli stakeholder delle città e accompagnare l'introduzione dell'intelligenza artificiale con azioni di formazione e rafforzamento delle competenze, per sensibilizzare in maniera trasversale tutta la popolazione su potenzialità e rischi connessi a questo strumento e per garantire un *know-how* diffuso sull'AI in tutti gli ambienti professionali urbani che potrebbero beneficiare del suo utilizzo.

- **Utilizzare un approccio *people-centred* nel progettare sistemi AI.** La partecipazione attiva della cittadinanza in ottica di co-progettazione dei sistemi di intelligenza artificiale, come già ricordato, porta a strutturare una strategia di implementazione di questa tecnologia più responsabile e adatta alla smart city. L'azione di coinvolgimento può prevedere consultazioni, sondaggi e consigli comunali nei quali si discuta di come uno strumento basato su AI consenta di perseguire valori in linea con l'interesse pubblico. L'adozione di un approccio *people-centred* esorta a monitorare continuamente le modalità di interazione tra cittadini e AI e a proporre le correzioni e gli adattamenti necessari, al fine di aumentare la fiducia della popolazione in questi sistemi.
- **Adoperare al meglio infrastrutture e dataset già esistenti.** Le risorse che le città hanno già a disposizione determinano tanto i limiti quanto le opportunità di implementazione di sistemi basati su AI nel contesto urbano. È quindi necessario interrogarsi su quali strumenti possano già essere supportati, quali tecnologie emergenti possano essere abilitate, quali risorse (anche in termini di conoscenze e competenze locali) siano disponibili. Per strutturare una strategia efficace, bisogna quindi anzitutto valutare quali siano i dati a disposizione della città, quali potrebbero diventare accessibili – ad esempio attraverso standard di condivisione e favorendo l'interoperabilità – e quali siano i limiti al loro utilizzo. Necessario poi è guardare alle infrastrutture tecnologiche disponibili: il miglioramento e il rinnovamento dei servizi urbani spesso richiedono un adeguamento dei software e un *up-skilling/re-skilling* del personale qualificato. Una strategia di successo deve quindi considerare quale sia il punto di partenza della città e ragionare su quali sistemi già esistenti possano beneficiare dell'implementazione di soluzioni di intelligenza artificiale.

- **Allineare la strategia sull'intelligenza artificiale agli SDG e agli obiettivi nazionali e locali.** Insieme agli stakeholder territoriali, le smart cities sono chiamate a ragionare su quali possano essere i benefici connessi all'implementazione dell'AI per il raggiungimento di obiettivi su scala locale, nazionale e in ottica SDG. Tutti i portatori di interesse dovranno quindi essere coinvolti per definire in maniera partecipata quali siano le questioni da affrontare in modo prioritario.
- **Educare la cittadinanza.** Poiché le tecnologie digitali e i sistemi di intelligenza artificiale continuano a trasformare la vita di tutti i giorni, gli sforzi per demistificare e spiegare l'intelligenza artificiale svolgeranno un ruolo importante nell'aiutare i cittadini a comprendere e accrescere la fiducia in questi strumenti. Una maggiore consapevolezza diffusa e conoscenza dell'AI e delle sue applicazioni in città richiederà ovviamente di sartorializzare le strategie educative, avvicinando questo tema in modi differenti, tenendo conto, ad esempio, delle differenze tra generazioni e dei diversi livelli di alfabetizzazione digitale.
- **Investire nello sviluppo di competenze interdisciplinari.** Le autorità locali avranno bisogno di persone con le competenze per sviluppare, progettare e implementare sistemi di intelligenza artificiale. Accanto a capacità di carattere più tecnico-informatico, sono infatti necessarie competenze giuridiche, etiche ed economiche. Le smart cities beneficeranno quindi della presenza nei diversi settori specializzati di figure ponte, che sappiano unire prospettive differenti e allinearle nella direzione di uno sviluppo urbano sostenibile grazie all'intelligenza artificiale. Team interfunzionali e interdisciplinari saranno utili in tutte le fasi della gestione del progetto per l'implementazione dell'AI, dall'approvvigionamento alla manutenzione.
- **Stimolare lo sviluppo di capacità tecniche su scala locale.** Le città devono allocare risorse economiche per formare il proprio personale su cosa sia l'intelligenza artificiale e su quali cambiamenti porti nelle pratiche quotidiane – anche in conformità con le direttive nazionali di implementazione di AI nella Pubblica Amministrazione. Quando si integra un sistema di intelligenza artificiale in contesto urbano, bisogna quindi assicurarsi che il personale sia formato e istruito sul sistema che utilizzerà e verificare che l'output dello strumento sia chiaramente decifrabile a tutti.
- **Creare un insieme di condizioni abilitanti favorevoli all'AI.** La politica ricopre un ruolo fondamentale nell'abilitare sperimentazioni e implementazioni di intelligenza artificiale. Le autorità locali devono essere consapevoli della loro capacità di definire e regolamentare l'insieme di condizioni di utilizzo in contesto urbano delle nuove tecnologie. Costruire un ambiente favorevole all'intelligenza artificiale significa ragionare a medio e lungo termine per stimolare i cambiamenti necessari allo sviluppo e al radicamento di sistemi innovativi. In questa prospettiva, può essere utile istituire nuove strutture intersettoriali e interdisciplinari con l'incarico specifico di dirigere e gestire dati e iniziative legate all'implementazione dell'intelligenza digitale nel contesto urbano.

- **Introdurre standard tecnologici e certificazioni.** Gli standard tecnici, etici e di spiegabilità sono strumenti normativi molto utili per l'implementazione dell'intelligenza artificiale. La progettazione di standard di condivisione e utilizzo dei dati può aiutare a normare il trattamento delle informazioni raccolte da attori pubblici e privati in sistemi di AI; definendo un modello di certificazione è inoltre possibile stimolare l'adeguamento delle sperimentazioni urbane ad un canone comune.
- **Adoperare strumenti di valutazione e monitoraggio dell'AI.** La valutazione d'impatto dei sistemi di intelligenza artificiale deve essere concepita come un processo continuo, che rispecchi una progettazione a lungo termine da parte delle smart cities, nella consapevolezza dell'importanza di saper rispondere in modo rapido, flessibile e adattivo ai cambiamenti di scenario che potrebbero intaccare l'efficacia dell'uso di uno strumento tecnologico. Diversi strumenti di valutazione dell'impatto sono attualmente esplorati: tra questi, i principali sono i metodi di valutazione degli algoritmi (AIA) e quelli per l'impatto dell'AI sui diritti umani (HRIA); l'inclusione di questi meccanismi e regolamenti contribuisce a garantire affidabilità e sicurezza, a beneficio di un sempre maggiore numero di stakeholder coinvolti. Allo stesso modo, l'attività di monitoraggio deve includere sia l'analisi del funzionamento di un sistema di intelligenza artificiale, lungo tutto il suo ciclo di vita, e dovrebbe essere affidato preferibilmente a team interdisciplinari, con le necessarie competenze di settore, ma anche capace di rappresentare le diverse parti interessate dall'utilizzo di uno specifico strumento nel contesto urbano.
- **Adeguare le procedure di appalto e definire le condizioni necessarie a stipulare partnership.** La maggior parte delle città non possiede internamente le capacità necessarie a sviluppare from scratch solide soluzioni basate su AI. È quindi necessario regolamentare al meglio le procedure di appalto tramite cui implementare tali servizi all'interno di una strategia di innovazione. Le Pubbliche Amministrazioni e le imprese devono convergere su un insieme di regolamentazioni utili a stipulare contratti che non svantaggino nessuna delle parti interessate dall'implementazione di nuove tecnologie. Per questo motivo, potrebbe essere interessante coinvolgere ad ampio spettro gli attori della smart city in un processo partecipativo per la definizione dei parametri e delle condizioni sulla base delle quali costituire partenariati.
- **Coinvolgere il settore privato.** Le imprese tecnologiche rappresentano un ricco bacino di competenze adeguate a sviluppare e gestire in modo efficiente un progetto di intelligenza artificiale. I partenariati pubblico-privato possono essere impegnativi, poiché non sempre gli attori coinvolti condividono gli stessi obiettivi o le stesse tempistiche. Importante però è cercare di guidarsi reciprocamente nell'elaborazione di una strategia di medio-lungo periodo, che affronti in maniera coerente e unitaria il tema dei rischi e converga in una visione unitaria sull'importanza e sui benefici connessi all'implementazione dell'AI. È inoltre opportuno che, nella relazione tra pubblico e privato, sia perseguito il valore della responsabilità relativamente alle nuove tecnologie disponibili.

- **Coinvolgere gli organismi di ricerca.** Gli istituti di ricerca pubblici e le università forniscono risorse che facilitano lo sviluppo e la diffusione dell'AI, compreso il supporto per il monitoraggio e la valutazione d'impatto. I risultati degli studi possono costituire la base per l'elaborazione di politiche in ottica interdisciplinare e con modalità partecipative. Le risorse e le capacità coltivate dalle università sono indispensabili per il funzionamento sia delle imprese, sia delle amministrazioni, e rappresentano quindi un punto di incontro e dialogo tra soggetti privati e pubblici.
- **Coinvolgere la società civile.** Per perseguire l'obiettivo di un'AI responsabile, è imprescindibile un coinvolgimento ad ampio spettro di tutta la cittadinanza. Le realtà del Terzo Settore possono costituire un punto di raccordo tra la comunità, le amministrazioni e le imprese, orientandole al perseguimento dell'interesse pubblico. Gli ETS possono anche raccogliere dati per conto di comunità o quartieri emarginati con cui hanno lavorato a stretto contatto, e contribuire a modellare il processo di raccolta dei dati identificando le lacune informative e concentrandosi su questioni a cui non è stata data la giusta priorità. Possono inoltre intraprendere azioni di sensibilizzazione e formazione, utili ad aumentare la consapevolezza sulle opportunità e sui rischi legati all'AI.



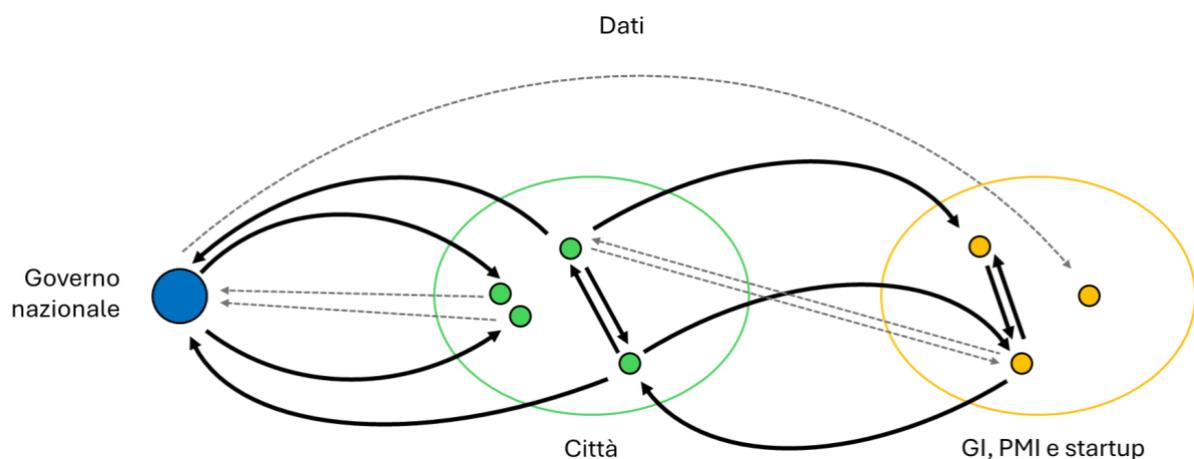
Verso le città del futuro: PIATTAFORMA CITTÀ

Fin dalla sua fondazione l'Associazione ha previsto la partecipazione attiva delle città nella sua rete, andandone costantemente ad analizzare i fabbisogni con lo scopo di sostenere i progetti di ricerca e innovazione sui territori e la creazione di partenariati pubblico-privato.

Tutte le iniziative organizzate dal Cluster nel 2023, dalla SmartCommunities Conference alle due edizioni di Partnerships For Horizon Europe, hanno visto la partecipazione di rappresentanti di importanti città italiane ed europee in qualità di Keynote Speaker e in appositi Panel, con l'obiettivo di presentare le loro politiche e i fabbisogni di innovazione alla platea di partecipanti, composta da organismi di ricerca, imprese e altre Pubbliche Amministrazioni.

Le città italiane sono sempre più coinvolte nello sviluppo di interessanti progettualità di innovazione, ispirate ai principi del paradigma della smart city e alle opportunità connesse alla digital transformation. Nel 2023, al fine di rendere concreta la possibilità di trasferire le esperienze delle singole Pubbliche Amministrazioni ad altri territori, il Cluster SmartCommunitiesTech ha avviato **Piattaforma Città**, un nuovo programma flagship dedicato in maniera specifica alle Pubbliche Amministrazioni. **Stimolando il dialogo tra città, questa iniziativa strategica mira a innescare un sistema di relazioni più complesso, che coinvolga tutte le tipologie di attori afferenti all'Associazione nello sviluppo e nella replicazione di progetti di innovazione urbana.**

A tale scopo, fondamentale è il ruolo dei dati, oggetto tanto di pratiche di condivisione tra i più differenti stakeholder del processo di trasformazione delle città, quanto di regolamentazione e definizione di policy finalizzate a preservare l'integrità delle informazioni e abilitare un trasferimento efficace delle pratiche di sperimentazione condotte. Il diagramma riportato in figura mira a schematizzare lo scambio di dati tra i principali attori coinvolti nelle progettualità di innovazione in ottica *smart city*.



I dati nella relazione governo - città - imprese

- **Relazione città – imprese:** la forma di questo rapporto e il suo ambito di applicazione per la trasformazione delle città sono i principali temi di interesse dell'iniziativa Piattaforma Città. Sulla base dei dati prodotti e raccolti nel contesto urbano, gli enti pubblici sono in grado di individuare i principali fabbisogni della cittadinanza e, condividendo tali informazioni con le imprese, realizzare collaborazioni finalizzate all'attivazione di nuovi servizi. I dati delle sperimentazioni saranno a loro volta messi a disposizione della Pubblica Amministrazione, che potrà così valutare l'efficacia della risposta imprenditoriale e intraprendere nuove linee di azione, nella prospettiva di un miglioramento continuo dell'esperienza di vita in città.
- **Relazione città – città:** grazie all'incontro delle Pubbliche Amministrazioni ai tavoli di Piattaforma Città, le sperimentazioni condotte in un determinato contesto urbano, con le relative modalità di gestione dei dati, possono essere fruttuosamente condivise con altri attori territoriali, al fine di avviare azioni di collaborazione e co-progettazione, ma anche in ottica di replicabilità di esperienze di successo. Il dialogo tra città funge da abilitatore di nuove relazioni con il più vasto ecosistema imprenditoriale, migliora gli strumenti di valutazione di impatto delle progettualità e agevola la definizione di un framework contrattuale per la regolamentazione dei rapporti tra Pubbliche Amministrazioni e imprese.
- **Relazione città – governo:** avviando sperimentazioni come quelle delle Case delle Tecnologie Emergenti e dei relativi Living Lab, il governo nazionale ha definito un insieme di policy utili a supportare processi di sperimentazione e innovazione in contesto urbano. Le città hanno recepito queste linee guida, spesso finalizzate anche a normare il trattamento dei dati, e – a loro volta – si stanno facendo portatrici di possibili integrazioni per tali regolamenti, frutto dell'esperienza maturata sul campo e del confronto con altri enti pubblici. L'attore governativo può quindi beneficiare di momenti di dialogo come quelli stimolati da Piattaforma Città, che qualificano il Cluster SmartCommunitiesTech come collettore di istanze e nuove policy, e intervenire per stimolare sperimentazioni anche in nuove città, sulla base di regolamenti integrati e più confacenti alle esigenze delle realtà urbane.

Piattaforma Città³ è il programma creato dal Cluster SmartCommunitiesTech per favorire l'incontro tra le Pubbliche Amministrazioni e stimolare la condivisione e la replicabilità di servizi, soluzioni, attività e buone pratiche per le comunità cittadine. L'iniziativa è nata in risposta alla rilevazione diffusa, sul territorio italiano, di progetti di innovazione spesso frammentari, non integrati in programmi di trasformazione di tipo olistico e solo molto raramente frutto del dialogo e di forme di replicazione tra differenti realtà urbane⁴. Il Cluster ha voluto quindi creare Piattaforma Città per promuovere e sostenere il dialogo tra Enti pubblici e rispondere così all'esigenza di un confronto strutturato dove:

- discutere di progettualità che i Comuni hanno in essere;
- individuare sfide ed esigenze della PA;
- lavorare su processi di replicabilità/trasferibilità;
- promuovere l'investimento e la sperimentazione di nuove soluzioni a livello locale.

Nel suo primo anno di attività, in collaborazione con SINLOC (Sistema Iniziative Locali), l'iniziativa ha portato alla realizzazione di **10 tavoli di lavoro**, online e in presenza, della durata di due ore ciascuno. Di mese in mese, tra aprile e novembre, si è condotta un'attività di scouting delle città da coinvolgere nel programma, privilegiando le Pubbliche Amministrazioni medio-grandi, idealmente i capoluoghi di provincia, in quanto contesti urbani più verosimilmente dotati di risorse utili ad abilitare e sostenere progettualità in ottica smart city, ma coinvolgendo anche Comuni di dimensioni più ridotte che avessero mostrato particolare sensibilità al tema dell'innovazione. Destinatari dell'invito ai tavoli sono stati gli Assessori con delega alla Smart City e le figure (politiche e dirigenziali) competenti sui temi della mobilità, della sicurezza, della transizione digitale e del government.

Le oltre **70 città** coinvolte su tutto il territorio nazionale (un terzo delle quali provenienti dal Mezzogiorno) hanno raccontato la loro concezione di smart city e hanno condiviso progettualità, esigenze e criticità nell'ideazione e realizzazione di soluzioni innovative. La fotografia che risulta da questi incontri mostra la **complessità dell'ecosistema di relazioni che sono intessute nelle e dalle città ed evidenzia come esperienze strettamente legate al territorio nelle quali si sono sviluppate si trovino in realtà a coesistere con fabbisogni invece ugualmente diffusi in tutta Italia.**

Gli ambiti dei progetti presentati erano infatti principalmente quelli di interesse verticale che il Cluster mira a presidiare a livello nazionale in quanto prioritari nella transizione verso nuovi paradigmi di città:

- **smart and collaborative mobility**, in cui sono inclusi la pianificazione, lo sviluppo e la gestione dell'offerta di servizi di mobilità pubblica, condivisa e sostenibile per persone e merci;

³ www.smartcommunitiestech.it/progetto/piattaforma-citta

⁴ Questa evidenza è rilevata, tra gli altri, anche dal Centro Studi TIM nel report *L'Italia delle città intelligenti e sostenibili* (disponibile all'indirizzo www.gruppotim.it/content/dam/gt/centro-studi-tim/20230306Italiacittaintelligentisostenibilireport_finale.pdf)

- **smart and secure living**, che raccoglie invece progetti legati alla sicurezza fisica urbana, alla tutela del territorio e delle infrastrutture critiche, alla prevenzione di eventi di rischio e alla sicurezza informatica dei dati;
- **smart government & data economy**, che concerne interventi legati al rapporto tra Pubbliche Amministrazioni e cittadini, alla partecipazione e all'inclusione sociale e alla gestione di processi e servizi.

Anche grazie all'erogazione di rapidi sondaggi in conclusione dei tavoli di confronto con le PA neoaderenti dell'Associazione, Piattaforma Città ha riservato particolare attenzione al tema dei dati e della loro gestione, quali elementi utili ad abilitare la replicazione dei best case incontrati su nuovi territori e a fotografare le principali necessità delle città, per essere – nella relazione con il mondo imprenditoriale e della ricerca – interlocutori consapevoli delle difficoltà di innovazione più diffuse nelle principali realtà urbane italiane.

Dati nella relazione Città – Impresa

L'analisi delle progettualità raccolte grazie a Piattaforma Città rivela la centralità del dato nella relazione tra città e imprese, oggetto di interesse primario di questa iniziativa del Cluster SmartCommunitiesTech. Il legame tra Pubbliche Amministrazioni e attori industriali del territorio si configura come bidirezionale.

Le soluzioni innovative implementate dalle città mirano a rispondere a un fabbisogno attraverso la collaborazione con le realtà imprenditoriali. Tra le diverse forme giuridiche che la relazione tra questi player può assumere, si stanno sempre più diffondendo:

- il **Project Financing**, procedura nella quale il soggetto privato proponente individua l'opera da realizzare a servizio del settore pubblico;
- il **Partenariato Pubblico Privato**, un insieme di modelli di cooperazione nei quali il pubblico affida al privato, in tutto o in parte, la realizzazione di un progetto che coinvolge un'opera pubblica o di pubblica utilità;
- l'**Open Innovation**, approccio che stimola la valorizzazione e la sinergia tra tutti gli attori, privati e pubblici, capaci di realizzare innovazione nella gestione di una specifica necessità.

Queste forme di rapporto rappresentano possibili risposte all'emergere di un fabbisogno di cui le città prendono consapevolezza per mezzo di dati, evidenze che manifestano una necessità di intervento. **Che si tratti di segnalazioni di malfunzionamento dell'illuminazione stradale da parte dei cittadini o di un'analisi dei maggiori flussi di passeggeri sulla rete del trasporto pubblico, la raccolta di dati – in forma più o meno strutturata – agisce come abilitatore della relazione tra la città e le imprese interpellate per la risoluzione di specifiche esigenze.**

Nel raccontare le loro buone pratiche ai tavoli di Piattaforma Città, le Pubbliche Amministrazioni hanno portato all'attenzione il tema della sicurezza nella condivisione di informazioni dell'ente pubblico con soggetti privati. È infatti sempre necessario verificare

che i dati di proprietà cittadina siano resi disponibili nel rispetto delle normative di tutela della privacy vigenti; gli accordi di scambio e collaborazione devono inoltre garantire ai policy maker pubblici continuità nella possibilità di accedere agli strumenti di supporto decisionale che utilizzano le informazioni condivise, in una prospettiva di titolarità o co-titolarità dei dati.

La centralità del dato nel rapporto "**da città a impresa**" rimane invariata anche nella direzione opposta, "**da impresa a città**". Gli attori industriali chiamati a collaborare con il pubblico per il soddisfacimento di un fabbisogno cercano di misurare l'impatto della soluzione da loro proposta valutando i risultati della loro sperimentazione. I dati, quindi, non fanno solo emergere le necessità delle città, ma rivelano anche se e in quale misura tali esigenze siano state soddisfatte. Il dialogo tra imprese e Pubbliche Amministrazioni può contribuire a stimolare la riflessione sull'importanza di **gestire i dati in modo razionale, sviluppando sistemi di raccolta e utilizzo intelligenti, in conformità con il principio once only ed evitando i dispendi connessi all'archiviazione di informazioni non rilevanti**.

A questo proposito, il programma Piattaforma Città ha evidenziato un ulteriore elemento di complessità da regolamentare per avvicinare le Pubbliche Amministrazioni al paradigma smart city. I best case che sono stati raccolti sono infatti caratterizzati sia da buone performance da parte delle tecnologie adoperate, sia dalla presenza di politiche sulla raccolta e sull'archiviazione dei dati da parte delle imprese coinvolte e sulla proprietà delle informazioni connesse all'implementazione delle soluzioni innovative. Particolare attenzione deve essere riservata alla liceità dell'utilizzo dei dati, anche alla luce della recente sanzione ricevuta dal Comune di Trento da parte del Garante al trattamento dei dati personali per due progetti di ricerca scientifica che prevedevano l'uso di videocamere e microfoni in spazi pubblici. Le tecniche di anonimizzazione delle informazioni sono state ritenute insufficienti e la città, che non annovera la ricerca scientifica tra le proprie finalità istituzionali, non ha dimostrato l'esistenza di un quadro giuridico idoneo al trattamento di tali dati in condivisione con soggetti terzi, tra cui i partner – industriali e di ricerca – del progetto, a dimostrazione della complessità di relazione tra i diversi attori coinvolti nelle progettualità di trasformazione urbana⁵.

Piattaforma Città consente un confronto attivo sul tema dei dati e della loro gestione: le realtà più vicine al modello smart, spesso dotate di uffici dedicati all'innovazione nel contesto urbano e, talvolta, di assessorati alla smart city, si stanno adoperando per garantire l'interoperabilità dei sistemi e per definire policy che regolamentino i flussi e la proprietà dei dati. Avendo solitamente anche una dotazione finanziaria capace di supportare questo processo di sperimentazione, queste città stanno iniziando a proporre modelli di trasformazione ispirati alle loro esperienze, al fine di favorirne la replicabilità in contesti e su scale differenti.

Per queste realtà, **il circolo città – impresa è un circolo virtuoso: lo scambio armonico di informazioni consente infatti di sviluppare nuove sperimentazioni in risposta ai sempre nuovi fabbisogni emergenti**. La collaborazione non è solo nell'interesse reciproco di questi attori, ma anche in quello della collettività: i servizi abilitati da un

⁵ <https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/9977299>

proficuo rapporto tra enti pubblici e realtà imprenditoriali, nel quale la corretta gestione dei dati ricopra un ruolo strategico, possono infatti perseguire il fine di un miglioramento della qualità della vita dei cittadini. Emerge così la tendenza delle città a guardare all'innovazione cercando modelli di sinergia efficace e positiva tra i dati e le persone, che costituiscono i due fuochi del paradigma della Cognitive City.

Dati nella relazione Città - Città

Obiettivo primario dell'iniziativa Piattaforma Città è quello di creare uno spazio – fisico e virtuale – nel quale le città possano presentare le loro migliori soluzioni progettuali e le modalità di collaborazione con il mondo imprenditoriale per favorire il trasferimento di esperienze virtuose anche in altri contesti urbani. I tavoli di lavoro sono quindi un'occasione per gli amministratori locali di condivisione degli elementi normativi che favoriscono le progettualità e che regolano il rapporto pubblico-privati, dalla gestione delle sperimentazioni all'utilizzo del dato – in ottica di replicabilità, con l'obiettivo di valutare condizioni e prerequisiti per la realizzazione di nuove progettualità nelle proprie realtà in maniera più efficace e incisiva.

Il Cluster SmartCommunitiesTech si propone come coordinatore e facilitatore dello scambio di esperienze tra le città al fine di stabilire modelli virtuosi di collaborazione tra diversi territori, che rafforzino così le rispettive proposte a vantaggio degli ecosistemi di riferimento, amplificando le opportunità e le ricadute positive per tutti i soggetti coinvolti.

Tra gli obiettivi principe vi sono:

- **collaborazione città-città:** condividere la genesi e lo stato di avanzamento dei rispettivi progetti e valutare le migliori opportunità di attivazione di azioni di collaborazione e cooperazione tra due o più città, anche attraverso la sottoscrizione di accordi specifici, con l'obiettivo di realizzare progetti congiunti e/o condividere processi, policy e dati utili a costruire esperienze di successo tra diversi ecosistemi di innovazione;
- **replicabilità in altri contesti urbani:** promuovere attivamente sui rispettivi territori iniziative sviluppate dalle altre città al fine di rendere concreta la replicabilità in altri contesti urbani e amplificare le opportunità di partecipazione a nuove progettualità da parte di soggetti afferenti a territori ed ecosistemi differenti;
- **collaborazione impresa-impresa:** favorire l'interazione tra realtà imprenditoriali, facilitando operazioni di collaborazione tra startup e PMI su progetti congiunti, al fine di esportare idee, strumenti e pratiche di utilizzo dei dati prodotti nel settore pubblico in contesti diversi da quelli di origine, ampliando al contempo le possibilità di mercato per le imprese coinvolte nei rispettivi ambiti;
- **contaminazione tra ecosistemi imprenditoriali:** sostenere la scalabilità delle soluzioni innovative attraverso la contaminazione tra azioni e attori, anche facilitando operazioni di collaborazione tra startup, PMI e Pubbliche Amministrazioni, al fine di ampliare i partenariati pubblico-privati e coinvolgere in

un processo trasformativo interi ecosistemi territoriali, favorendo la raccolta e l'analisi di una base dati ampia e da territori differenti;

- **valutazione degli impatti:** misurare gli effetti delle progettualità sul medio-lungo termine, con particolare attenzione alla valorizzazione dell'impatto sociale e all'analisi degli scenari post-intervento, inclusi gli aspetti di sostenibilità economica e solidità del modello di business. In questa dimensione, è rilevante individuare in principio di ogni progettualità i risultati attesi e i criteri di misurazione, basando la valutazione su una raccolta dati analitica e strutturata, anche grazie a dashboard – costruite sulla base di accordi città-imprese e città-città – utili a garantire la fruibilità delle informazioni nel tempo;
- **scalabilità internazionale:** incentivare la scalabilità delle best practice verso differenti contesti urbani a livello internazionale, anche grazie ad altri programmi, come Partnerships for Horizon Europe;
- **politiche di condivisione dati:** stabilire un framework contrattuale consolidato per i rapporti città-imprese, finalizzato a regolare le relazioni tra i soggetti coinvolti, la gestione e la condivisione dei dati ai sensi del GDPR e dei diritti di proprietà intellettuale. L'individuazione di framework standard consolidati e facilmente applicabili ha l'intento di accelerare la realizzazione delle progettualità nei contesti urbani, andando a semplificare iter burocratici che oggi vedono rallentare l'attivazione di percorsi di innovazione nei diversi ambiti in cui gli amministratori pubblici sono chiamati a prendere decisioni per una mobilità sostenibile, una maggiore sicurezza in senso olistico (dalle infrastrutture al digitale), e una gestione delle informazioni più efficace.

Dati nella relazione Città - Governo

Investendo in programmi di innovazione strutturati secondo direttive nazionali, il governo nazionale crea le basi per uno sviluppo sostenibile, uniforme e tecnologicamente avanzato a livello locale. L'esperienza delle **Case delle Tecnologie Emergenti (CTE)**⁶ rappresenta un ottimo esempio di questa strategia: come centri di ricerca, sperimentazione e trasferimento tecnologico del MIMiT, le CTE stanno infatti sviluppando progetti volti a promuovere l'avanzamento delle tecnologie emergenti grazie al supporto del Comune di riferimento, di enti di ricerca pubblici e privati e di un ecosistema industriale particolarmente attento al mondo delle startup e delle PMI. In occasione dell'avvio di progettualità caratterizzate da una compagine di attori tanto complessa, il decisore nazionale cerca di assicurare efficacia alla sperimentazione e limitare a priori le difficoltà che potrebbero insorgere elaborando apposite policy. Tuttavia, a causa del carattere innovativo di questi programmi, è spesso complesso definire preventivamente un insieme di misure che risulti efficace ed esaustivo. **L'implementazione e la realizzazione del progetto rappresenta pertanto una preziosa fonte di dati che evidenzia tanto le opportunità quanto le limitazioni connesse alle policy iniziali.** Per questa ragione, la raccolta e l'analisi dei dati derivanti dalle singole sperimentazioni di

⁶ <https://portalecte.mimit.gov.it/index.php/le-cte/cosa-sono-le-cte>

innovazione urbana condotte dall'Associazione diventano fondamentali non solo per altre città, ma anche per il governo nazionale. Attraverso l'osservazione dei risultati, delle sfide incontrate e delle soluzioni adottate a livello locale, e soprattutto grazie alle esperienze nella definizione di accordi tra pubblico e privati per la gestione dei dati, elemento essenziale di ogni sperimentazione, è possibile infatti avviare un processo di apprendimento utile a identificare chiaramente ciò che ha funzionato e ciò che può essere migliorato.

Iterativamente, le città cominciano quindi a sviluppare politiche ad hoc per superare gli ostacoli e le difficoltà iniziali derivanti da limiti normativi, economici e sociali. Queste politiche locali, spesso sotto forma di accordi tra Pubbliche Amministrazioni e imprese o startup sperimentatrici, fungono da strumenti di mediazione tra le esigenze specifiche delle istituzioni, quelle delle comunità locali e quelle aziendali. In questo contesto **Piattaforma Città si configura come luogo di scambio e condivisione di queste esperienze, che possono poi essere riportate al governo centrale, che sarà quindi agevolato dalla disponibilità di regolamenti e strumenti operativi nella definizione di nuove policy utili a favorire la diffusione e la replicabilità dei programmi in contesti differenti.** Nella relazione tra queste due tipologie di enti pubblici, pertanto, è oggetto di interesse soprattutto ciò che riguarda le modalità di produzione, trattamento e conservazione dei dati associati alle sperimentazioni. L'utilizzo delle informazioni raccolte consente di mappare in modo più esaustivo le esigenze e le sfide comuni che affrontano i diversi programmi di innovazione attivi nei contesti urbani.

Il flusso tra città e governo è, come quello tra città e imprese, bidirezionale: **le policy locali migliorate vengono riportate al governo centrale, che beneficia di tali feedback, di informazioni sui dati raccolti nel corso della durata del progetto e degli accordi sperimentati nella relazione città – imprese per elaborare politiche più robuste (ad esempio, sulla gestione dei dati), ma anche più flessibili (perché in grado di adattarsi alle specificità di ogni città).** Il risultato finale di questo circolo virtuoso di apprendimento consiste nella creazione di politiche nazionali che non solo riflettono le esigenze delle città che hanno avviato specifici programmi, quali quelli – ad esempio – delle CTE, ma che incoraggiano e facilitano la replicazione di tali progetti su altre realtà urbane (italiane e, potenzialmente, in ottica di scalabilità, anche straniere), più e meno affini a quelle originarie. Inoltre, questa conoscenza approfondita consente di anticipare e risolvere possibili sfide future, migliorando l'efficacia delle politiche a beneficio anche di quelle città che, oggetto di prime attività di sperimentazione, potrebbero in futuro essere coinvolte in nuove attività di innovazione su scala nazionale. Il coinvolgimento attivo di diverse Pubbliche Amministrazioni con Piattaforma Città risulta quindi di fondamentale supporto alla creazione di policy nazionali che permettano di sperimentare in modo sempre più omogeneo su tutto il territorio e con un modello di governance, basato sulla gestione del dato, più efficace e orientato ai risultati in ambito di innovazione urbana.

Al termine del primo anno di attività del programma, le informazioni raccolte ai tavoli di confronto di Piattaforma Città sono state analizzate in forma aggregata, con lo scopo di individuare le direttrici delle azioni di sviluppo delle città e qualificare l'Associazione, nella relazione con il mondo imprenditoriale e della ricerca, come interlocutore informato dei principali fabbisogni e criticità incontrate dalle Pubbliche Amministrazioni nel loro percorso di innovazione.

Ambiti di progettualità

L'analisi aggregata delle progettualità che sono state raccolte ai tavoli rispecchia il quadro delineato nelle pagine di questa sezione e nelle precedenti schede tecnologiche.

La centralità del dato emerge anche dalle progettualità raccolte da Piattaforma Città, che insistono principalmente sui seguenti ambiti:

- **gestione della mobilità (82%)**, spesso in ottica MaaS (Mobility as a Service), quale linea di sviluppo strategico – anche grazie all'avvio del progetto *MaaS4Italy* – per un ripensamento della mobilità urbana ispirato alla sostenibilità e fondato sulla disponibilità e accessibilità di dati relativi ai servizi di trasporto;
- **miglioramento della sicurezza pubblica (79%)**, con progetti ispirati a una concezione integrale della sicurezza che valorizzino informazioni provenienti da strumenti di monitoraggio delle infrastrutture critiche e da sistemi di sorveglianza;
- **accessibilità e inclusione sociale (68%)**, macrocategoria nella quale rientrano progettualità di miglioramento dei servizi digitali e delle infrastrutture fisiche urbane in ottica di equità e partecipazione proattiva da parte della cittadinanza;
- **promozione del turismo (54%)**, spesso anche attraverso Digital Twin che, utilizzando dati georiferiti, immagini satellitari e sensori IoT, migliorino non solo la pianificazione dello sviluppo urbano, ma anche l'esperienza della città da parte dei turisti;
- **piattaforme di decision making (32%)**, grazie alle quali trasformare le grandi quantità di dati raccolte dalle tecnologie urbane diffuse (sensori e IoT) in informazioni preziose per orientare la governance della città;
- **digitalizzazione dei servizi culturali (32%)** con iniziative a sostegno della cultura, per la sensibilizzazione della cittadinanza su temi sociali e ambientali e promozione di esperienze innovative, quali quelle di carattere immersivo abilitate dal Metaverso;
- **trasformazione digitale delle scuole (14%)**, nella convinzione – soprattutto dopo lo shock pandemico – che digitalizzare l'istruzione sia una strategia per formare nuove generazioni più preparate all'ingresso nel mondo del lavoro e per aumentare la consapevolezza dei giovani sulle potenzialità e sui rischi di evoluzioni tecnologiche come quella rappresentata dall'intelligenza artificiale.

Esigenze di innovazione

Grazie all'analisi delle risposte date dai partecipanti ai sondaggi erogati durante i tavoli, è stato inoltre possibile identificare alcuni pattern ricorrenti sui fabbisogni di innovazione e sulle difficoltà incontrate in questo percorso di transizione.

In materia di esigenze:

- il **74%** delle città incontrate ha esplicitato il desiderio di **offrire nuovi servizi ai cittadini**: emerge la necessità di migliorare l'accessibilità digitale agli strumenti della Pubblica Amministrazione e di creare nuovi spazi virtuali per la partecipazione civica;
- per il **70%** degli enti la priorità è quella della **semplificazione**, tanto dei processi amministrativi e dell'automazione dei compiti più ripetitivi (per i quali l'intelligenza artificiale potrebbe essere una risorsa particolarmente preziosa), quanto dell'accesso ad informazioni in formato Open Data;
- il **52%** delle città converge nel ritenere che esista un'urgenza legata al bisogno di **sostituire tecnologie obsolete**, da risolvere implementando le nuove infrastrutture Cloud e adeguando i sistemi di sicurezza informatici.
- Se minore preoccupazione è registrata relativamente alla **pianificazione di politiche e investimenti (33%)** e alla **risposta a bandi (4%)**, verosimilmente a motivo della congiuntura favorevole legata all'erogazione dei fondi PNRR, importante è osservare che il **44%** delle città partecipanti ha rilevato esigenze legate agli **investimenti sulle competenze** necessarie a gestire processi di innovazione, alla riduzione e ottimizzazione dei costi e alla sostenibilità in termini di Sustainable Development Goals. Gli scenari tecnologici abilitati dal Web 3.0, dal Metaverso, dal Digital Twin e dall'intelligenza artificiale, con le loro molteplici possibilità di declinazione, si candidano a rispondere a questi (e altri) fabbisogni, che diventeranno sempre più diffusi nei prossimi anni. Programmi – come Piattaforma Città – che provino ad intercettare soluzioni innovative alle necessità delle realtà urbane in evoluzione possono diventare collettori di sperimentazioni ed esperienze di successo a cui le città possano guardare per definire una loro strategia di evoluzione.

Criticità nell'adozione di innovazione

Per quanto concerne le criticità incontrate sulla strada dell'innovazione in ottica smart city, i sondaggi dei tavoli 2023 restituiscono un quadro complementare a quello emerso dall'analisi aggregata delle esigenze.

- L'**81%** delle realtà intervistate identifica un problema di **competenze nella PA** ed evidenzia il bisogno sempre più forte di integrare nell'organico comunale figure esperte e promuovere un cambiamento organizzativo, valorizzando la condivisione della conoscenza – in ottica Cognitive City.
- Per il **65%** delle città sarebbe fondamentale agire sulle **procedure burocratiche**, che spesso implicano un ingente dispendio di risorse e causano un

allontanamento da parte dei cittadini - alcuni dei quali, inoltre, sempre più a rischio "digital divide".

- Il **50%** ha rilevato una difficoltà nel capire in quale modo **misurare gli impatti** - sociali, economici e ambientali - delle progettualità ideate, e potrebbe quindi beneficiare di strumenti innovativi, basati sull'elaborazione dei dati, per la valutazione d'impatto, e un problema legato ai lunghi tempi di implementazione delle soluzioni, che ne ritardano il funzionamento a regime.
- Alcune città (**19%**) si stanno interrogando sul tema della **replicabilità** delle soluzioni e vorrebbero elaborare strategie per capitalizzare al massimo le progettualità già condotte altrove e, a loro volta, diffondere le loro buone pratiche sul territorio nazionale, anche in ottica di supporto ad un progresso più uniforme del Paese.
- Il reperimento di fondi preoccupa le realtà urbane (**42%**) che si stanno interrogando su come **sostenere i costi legati alla trasformazione della Pubblica Amministrazione** e al miglioramento dei servizi al cittadino al termine dei finanziamenti del PNRR.
- Infine, il **35%** delle città identifica un problema legato all'**inadeguatezza dell'offerta tecnologica** e il **27%** una **scarsa conoscenza delle soluzioni disponibili sul mercato**, a conferma dell'importanza di sostenere la diffusione dell'innovazione prodotta dagli organismi di ricerca e dal mondo imprenditoriale nei contesti in cui essa può amplificare i propri impatti positivi e offrire migliori esperienze della vita nel contesto urbano.

Piattaforma Città verso la Cognitive City

Per il Cluster SmartCommunitiesTech indagare tanto le progettualità in atto quanto le sfide e le criticità affrontate dalle città nel loro percorso di trasformazione è essenziale per intuire e mediare opportunamente la relazione tra i differenti attori che afferiscono alla sua rete. I tavoli di confronto di Piattaforma Città proseguiranno, con l'obiettivo di rafforzare le connessioni esistenti e stimolare l'elaborazione di soluzioni innovative e capaci di migliorare l'esperienza di vita urbana anche grazie alla nascita di nuovi legami tra imprese, città, enti di ricerca e decisori pubblici nazionali.

Attraverso un esame sempre più approfondito sul tema della gestione dei dati, e avvalendosi della collaborazione degli enti di ricerca, sarà inoltre possibile **codificare le caratteristiche essenziali che una soluzione-tipo deve possedere per essere agevolmente ed efficacemente replicabile su un diverso territorio**.

La centralità del dato potrebbe poi portare il Cluster ad **approfondire anche ulteriori tipologie di relazioni, come quella tra le imprese e il governo**, in una prospettiva in cui, recepite e rielaborate le strategie di gestione delle informazioni da parte delle città, il decisore politico nazionale decida di regolamentare secondo nuovi criteri non solo le Pubbliche Amministrazioni coinvolte in sperimentazioni innovative, ma anche (e direttamente) tutte le realtà imprenditoriali che vi collaboreranno, con l'obiettivo ultimo di

codificare in maniera uniforme le metodologie di raccolta e trattamento dei dati e procedere in modo unitario nel processo di trasformazione delle città italiane.

Allo stesso modo, è importante rilevare l'**indirizzo people-centred** che accomuna tutte le progettualità raccolte nel 2023 e che sicuramente caratterizzerà sempre più l'innovazione nei sistemi urbani: **le città italiane tendono a ideare progetti smart consapevoli delle potenzialità e dei bisogni del proprio territorio e dei cittadini e provando ad adoperare le tecnologie in ottica antropocentrica, evitando soluzioni tecnocratiche e stimolando processi partecipativi, ispirati a principi di equità e sostenibilità.** Gli scenari tecnologici precedentemente descritti possono essere quindi interpretati come strumenti di transizione verso il paradigma della Cognitive City, cui sarà dedicato il prossimo capitolo, chiamata oggi ad affrontare le sfide dell'efficienza, della sostenibilità e della resilienza

Le città possono diventare sempre più **efficienti** – e, di riflesso, intelligenti – **analizzando i dati raccolti dalle infrastrutture fisiche connesse presenti nel contesto urbano ed effettuando simulazioni** per valutare preventivamente quali soluzioni garantiscano una migliore ottimizzazione.

Per perseguire la **sostenibilità** (dal punto di vista ambientale come da quelli economico e sociale), il principio dell'efficienza deve essere accompagnato da un **cambiamento nel comportamento di tutti gli attori che agiscono a vario titolo all'interno del contesto urbano, inclusi i singoli cittadini e le organizzazioni del Terzo Settore.** I dati e le informazioni generati grazie alle tecnologie implementate a fini di efficientamento devono essere condivisi pubblicamente, divulgate e utilizzate per scopi di apprendimento, sensibilizzando ogni persona sugli impatti delle proprie azioni.

Lo sviluppo di riflessioni nel mondo della ricerca, in quello delle imprese e all'interno delle Pubbliche Amministrazioni, per il miglioramento dell'esperienza di vita nella città innesca dinamiche di partecipazione e garantisce la realizzazione di scenari urbani nei quali la tecnologia e la cittadinanza, in un circolo virtuoso, si sviluppino in modo sinergico.

Modelli di città del futuro: dalla Smart alla Cognitive City

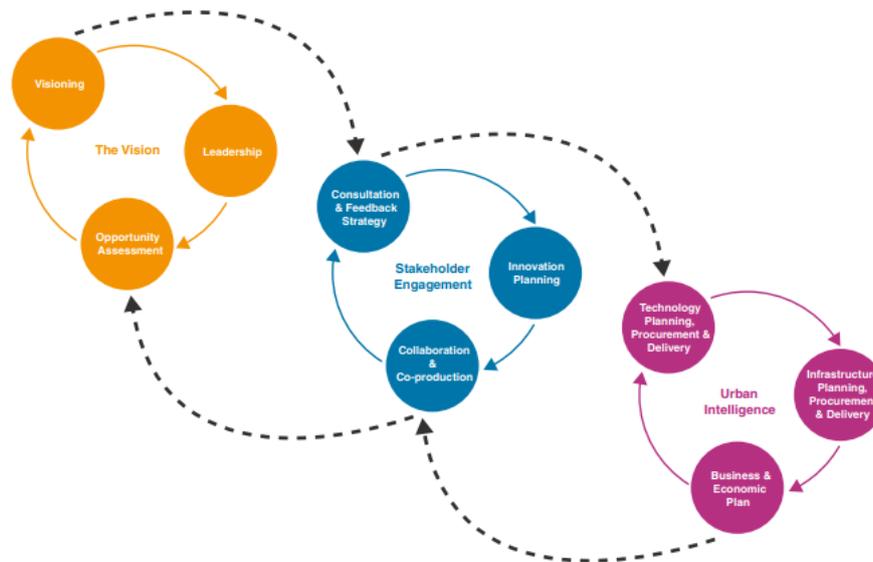
Il paradigma "**Smart City**" è associato a un approccio di **governance urbana che mira a migliorare l'efficienza dei servizi attraverso l'adozione di tecnologie digitali**.

La riflessione sulle città del futuro ha recentemente portato all'elaborazione del concetto di "**Cognitive City**", che si configura come un'**evoluzione tecnologica del modello smart, poiché integra tecnologie avanzate come intelligenza artificiale, Machine Learning, Web 3.0, Metaverso e Digital Twin per creare sistemi urbani intelligenti e reattivi**. Grazie all'apporto di queste tecnologie, questi ecosistemi tecnologici consentono alle città di **analizzare grandi quantità di dati, personalizzare servizi e prendere decisioni valutando gli interessi di tutti gli stakeholders**. La Cognitive City implica quindi componenti di apprendimento ed esperienza creativa all'interno del contesto urbano, al fine di migliorare progressivamente il modo in cui la tecnologia opera nella realtà cittadina, grazie ad una capacità di adattamento stimolata tanto nelle persone quanto negli strumenti di innovazione implementati.

L'obiettivo che la Cognitive City si prefigge è tanto quello di aumentare l'efficienza, quanto quello di promuovere uno **sviluppo urbano sostenibile e migliorare la qualità complessiva della vita dei cittadini e delle comunità**. Questo paradigma di città recepisce l'importanza di concepire quindi la tecnologia come una delle componenti che, solo in sinergia con altri elementi, può definire un piano strategico più complesso ed efficace.

Nella **Smart City**, la distribuzione dei servizi si basa su **tecnologie convenzionali**, come l'uso di sensori, con un'infrastruttura digitale solida capace di fornire in modo efficiente i servizi specificamente richiesti dai cittadini.

Il focus della Cognitive City è invece **sulla fornitura di servizi personalizzati, erogati in modo proattivo e anticipatorio, prendendo in considerazione le mutevoli esigenze delle città e dei cittadini**. Questa evoluzione è supportata dalla **condivisione estensiva di dati tra settori differenti**, a beneficio della creazione di servizi complessi e autonomi. Le tecnologie emergenti, alimentate dall'intelligenza artificiale, ricoprono un ruolo chiave e strategico nel processo decisionale e garantiscono una risposta intelligente alle esigenze della comunità



Strategia di implementazione della Cognitive City

Come anticipato, la Cognitive City si presenta come un paradigma innovativo per le città del futuro, in continuità con i principi che hanno ispirato i modelli teorizzati negli ultimi anni. Global City, Sustainable City, Resilient City, Creative City e Smart City hanno catalizzato la riflessione sulle città, proponendo diverse tipologie di obiettivi, differenti linee politiche e variegate configurazioni di stakeholder coinvolti (Hatuka et al. 2018).

Questi modelli urbani riflettono un approccio quintupla elica, guardando al modello economico, all'allineamento con il governo centrale, al ruolo del settore privato, al coinvolgimento dei cittadini e al modo in cui vengono utilizzate le tecnologie. Ogni paradigma codifica un approccio particolare alla pianificazione urbana e coinvolge differenti portatori di interesse. Di seguito, una descrizione dettagliata delle principali caratteristiche di ciascun modello:

- **Global City:** questo modello urbano codifica un **ambiente metropolitano dinamico e affollato**, dove il centro di attenzione è incentrato sul profitto, sul progresso e sul dominio del potere economico. Le politiche della città sono prevalentemente orientate verso gli interessi dell'élite socioeconomica, con conseguenze spesso negative per le classi più svantaggiate. I principali attori coinvolti e interpellati nei processi decisionali appartengono al settore privato.
- **Sustainable City:** in questo modello, il **paesaggio urbano è dominato da edifici ecosostenibili e da parchi ben curati, simboli di uno sviluppo sostenibile** perseguito in stretta collaborazione con lo Stato. Le politiche di questa città incorporano valori ecologici e comunitari, e beneficiano della partecipazione attiva da parte delle autorità locali e delle comunità cittadine che, come stakeholder, si impegnano per creare un contesto urbano equilibrato e rispettoso dell'ambiente.
- **Resilient City:** questo modello si concentra sulle **sfide e sulle minacce che la città può incontrare, con un focus sull'adattamento proattivo e sulla protezione della comunità**. Le politiche della città sono il risultato di investimenti basati su

un'agenda collaborativa tra governo nazionale e locale e cercano di realizzare interventi importanti per le aree più vulnerabili. Tutti gli stakeholder coinvolti lavorano in modo unitario per garantire la resilienza della città di fronte alle sfide emergenti.

- **Creative City: innovazione e sviluppo economico** sono perseguiti in questa città **attraverso la creatività**. I quartieri sono punteggiati da spazi dedicati all'espressione artistica e alla generazione di idee. Le politiche della città sono orientate verso l'autorealizzazione; i principali stakeholders sono le comunità creative e le imprese innovative, che collaborano per alimentare un contesto di crescita basato sulla creatività.
- **Smart City: le tecnologie** adoperate **per migliorare l'efficienza urbana** contraddistinguono questo modello urbano. Le politiche promuovono la sincronizzazione informativa e istituzionale, preservando un'ideologia neoliberale. Gli attori pubblici e quelli del privato dedicato all'ambito della tecnologia ICT sono stakeholder fondamentali per questo paradigma.

Themes	Global	Sustainable	Resilient	Creative	Smart
Normative-Ideological					
Main Focus	Economic The city as a global agglomeration economy	Environmental-Social-Economic The city as an ecosystem: human, non-human, and the environment	Resilience The city as adaptive to threats and risks	Economic The city as a hub of innovation and growth	Information The city as a complex network of information and data flows
Underlying (Political) Values	Neo-liberal, economic growth, open flow of capital	Environmental, responding to ecological crises	Cities in defense, risk society, adjustment, resilience	Neo-liberal, economic growth, competitiveness	Techno-utopian, neo-liberal, notion of risk
Advocates	Private sector, corporations, municipalities	UN, environmentalists, grass-roots organizations, NGOs, professionals	UN, World Bank, governments, NGOs	Policymakers, municipalities, members of the creative class	Private sector, multinational entrepreneurs, governments, municipalities, media, UN
Spatial Characteristics					
Urban Form	Metropolitan	Anti-sprawl, pro-urban	Anti-sprawl, pro-urban	Pro-urban	Efficient, ICT-based infrastructure
Physical Manifestation	Integrated, large-scale core city; command centers for international banking; amenity-enriched entertainment centers; international embarkation hubs (seaport and/or airport); severe roadway congestion; integrated rail transit system	Compactness, density, mixed land use, diversity, passive solar design, and greening	Physical systems (i.e. roads, buildings, infrastructure, communications facilities based on soil, topography, geology, and waterways), with sensitivity to natural environmental components and hazards	Downtown development districts, postindustrial areas within the city, dense networks of specialized and complementary firms, urban-design development geared around aesthetic production	Connectedness, smart grid, technological services and infrastructures
Social Configuration					
Social Capital	Attracting high levels of socio-economic labor, including high-income professionals in the financial sector, as well as low-income workers in the service sector	Focusing on the preservation of community relations, economic well-being, and social justice as essential to environmental issues	Improving the prospects of disadvantaged groups at risk and the community as a whole	Attracting the creative class as a source for development and economic growth	Developing social capital as a means of engaging all stakeholders to participate in the smart city
Vulnerabilities	Socio-economic polarization, prevalence of poverty, gentrification	Depends on government investment and development	Depends on government investment and development	Socio-economic inequality, social elitism, 'cleansed' public spaces, exclusionary spaces, gentrification, displacement of middle- or lower-class residents	Hyper-surveillance, less privacy, increasing digital divides, i.e. those who are not technologically connected receive none of the benefits but are subject to the associated vulnerabilities and surveillance

Source: Hatuka, T., Rosen-Zvi, I., Birnhack, M., Toch, E., & Zur, H. (2018). The political premises of contemporary urban concepts: The global city, the sustainable city, the resilient city, the creative city, and the smart city. *Planning Theory & Practice*, 19(2), 160-179.

La Cognitive City costituisce un paradigma capace di sintetizzare questi 5 modelli urbani.

In primo luogo, è importante evidenziare l'apporto dell'**integrazione di tecnologie avanzate** a questo sistema urbano, in continuità con la Smart City. L'uso di sensori, dispositivi IoT e analisi in tempo reale per migliorare l'efficienza operativa e la qualità della vita dei cittadini è un elemento centrale in entrambe le forme di città.

La Cognitive City **incorpora l'approccio globale nella connettività e nell'interconnessione delle risorse economiche e culturali**. L'integrazione dei dati in questa tipologia di città riflette il modello di Global City: dispositivi IoT, social media e le piattaforme digitali abilitano la creazione di connessioni globali e promuovono interazioni internazionali e maggiore diversità culturale nel contesto urbano.

In continuità con la Creative City, **innovazione e creatività rappresentano un pilastro fondamentale della Cognitive City**. L'utilizzo di algoritmi di intelligenza artificiale e apprendimento automatico per analizzare i dati raccolti e ottenere informazioni da questi invita a guardare all'innovazione come a un motore di sviluppo economico.

La sostenibilità ambientale ed economica e l'inclusione sociale sono principi che derivano alla Cognitive City dalla Sustainable City. L'ottimizzazione delle risorse, la riduzione del consumo energetico, la minimizzazione dell'impatto ambientale e il coinvolgimento della cittadinanza tipici della Cognitive City allineano questo nuovo modello urbano di città agli obiettivi della Sustainable City.

Infine, **l'approccio alla resilienza, attraverso un atteggiamento proattivo volto ad anticipare le esigenze dei cittadini, è intrinseco alla Cognitive City**. La capacità di adattamento e gestione delle sfide emergenti, inclusa l'analisi avanzata, condotta integrando la partecipazione attiva della cittadinanza, per identificare potenziali rischi rappresenta un elemento essenziale di questo modello urbano, in conformità con il modello della Resilient City.

La sinergia tra questi modelli urbani qualifica il modello della Cognitive City come un paradigma capace di perseguire l'obiettivo di creare città che siano sempre più intelligenti, resilienti, globali, sostenibili e creative. Infatti, la Cognitive City mira a offrire un ambiente urbano che non solo rifletta gli aspetti chiave degli altri modelli emersi in questi ultimi anni, ma sappia anche integrarli armoniosamente, mediando gli interessi di tutti gli stakeholder e adoperando tecnologie all'avanguardia e analisi dei dati per migliorare la qualità della vita dei cittadini.

Principali obiettivi e caratteristiche della Cognitive City

La Cognitive City adopera la tecnologia non solo per rinforzare l'infrastruttura digitale utile a fornire servizi urbani che migliorino la qualità della vita dei cittadini, ma anche in ottica di resilienza, al fine di implementare soluzioni per garantire la sostenibilità a lungo termine delle realtà urbane del futuro. Per raggiungere questi obiettivi la Cognitive City deve costruire **ecosistemi urbani intelligenti, adattabili ed inclusivi**.

Cinque sono le principali sfide che le città devono superare per implementare quell'infrastruttura tecnologica che abilita pienamente le potenzialità del modello smart e costituisce il sostrato fondamentale per l'evoluzione nella Cognitive City:

- o a livello **politico**, gli amministratori devono collaborare per elaborare politiche uniformi e condivise sui loro territori, fronteggiando le difficoltà legate ai tempi di implementazione a regime delle soluzioni, che possono essere anche sensibilmente diversi da quelli dei mandati istituzionali;
- o a livello **legislativo**, è essenziale definire quadri normativi adeguati e uniformi per garantire la sicurezza dei dati e la tutela della privacy, anche per favorire l'accettazione dell'innovazione in maniera trasversale da parte di tutta la cittadinanza;
- o sul piano **economico**, si rileva la necessità di investire risorse pianificando attentamente i costi di manutenzione a regime dell'infrastruttura che si intende realizzare e che spesso ricadranno sulle spese correnti delle amministrazioni;
- o dal punto di vista **sociale**, poiché i cittadini sono – al pari dei decisori pubblici e delle realtà imprenditoriali – stakeholder dell'innovazione urbana, bisogna favorire un accesso equo a strumenti e servizi e lavorare per fornire a tutti le necessarie conoscenze sulle potenzialità e sui rischi delle nuove tecnologie;
- o in ambito **tecnologico**, infine, la sfida principale concerne la definizione di una visione olistica sugli strumenti implementati, per favorire l'interoperabilità delle soluzioni e un accordo sugli standard di raccolta e analisi dei dati.

Per avvicinarsi al paradigma della Cognitive City, una città deve quindi ambire a perseguire prioritariamente i seguenti scopi:

- o **Miglioramento della qualità della vita**: attraverso un miglioramento nella fornitura di servizi, la **Cognitive City contribuisce a migliorare la qualità della vita dei suoi cittadini, mettendo a loro disposizione strumenti più veloci e affidabili**. Questa città sfrutta il potere di tecnologie come l'AI e i Digital Twin per valutare diversi scenari di pianificazione e misurare, in modo più oggettivo possibile, i vantaggi e gli svantaggi delle diverse scelte urbanistiche.
- o **Aumento della resilienza e sostenibilità**: supportati da dati e da modelli elaborati da algoritmi di apprendimento automatico, i **policy makers** possono prendere decisioni più ponderate, basate sulle informazioni così processate, e intervenire in modo mirato per monitorare gli impatti ambientali e provare a ridurli con misure ad hoc.

- **Crescita economica: l'uso dei dati consente** alla Cognitive City **di sbloccare nuove risorse per la crescita**, secondo i principi della Data Economy. In questo modo sarà inoltre possibile creare nuovi posti di lavoro per soddisfare nuove esigenze urbane, fulcro delle azioni di progettazione e riprogettazione degli ambienti urbani nell'era digitale.
- Alcune caratteristiche possono essere dirimenti per intraprendere il percorso verso il raggiungimento di questi obiettivi. Di seguito, sono state riportate le principali:
- **Utilizzo di tecnologie abilitanti:** nelle Cognitive Cities si fa ampio uso di tecnologie avanzate come intelligenza artificiale, Digital Twin, Blockchain, dispositivi intelligenti e reti di comunicazione per comprendere in tempo reale il contesto circostante. Queste tecnologie abilitanti consentono alle città di adattarsi dinamicamente, raccogliendo dati e rispondendo agilmente ai cambiamenti dell'ambiente.
- **Apprendimento continuo:** le Cognitive Cities devono essere capaci di assimilare costantemente dati ed esperienze precedenti per migliorare le prestazioni del sistema nel tempo, incrementandone la flessibilità e la resilienza.
- **Orientamento al cittadino:** obiettivo primario di queste città è quello di soddisfare le esigenze e migliorare la vita dei cittadini. Tutte le decisioni, le tecnologie implementate e i servizi offerti dovrebbero essere orientati al benessere e alla soddisfazione di tutte le comunità. In questo contesto la tecnologia diventa facilitatore della comunicazione e della collaborazione tra cittadini e con privati e istituzioni e promuove nuove forme di partecipazione.
- **Proattività:** le Cognitive Cities devono anticipare e rispondere alle esigenze e alle sfide in modo preventivo anziché reattivo. Una città proattiva utilizza tecnologie avanzate, come l'analisi predittiva e l'automazione, per identificare e affrontare i problemi prima che si manifestino, contribuendo a garantire un ambiente urbano più sicuro ed efficiente.
- **Affidabilità:** le Cognitive Cities devono garantire la protezione dei dati, la privacy dei cittadini e l'utilizzo etico delle tecnologie. L'implementazione di robuste misure di sicurezza informatica, politiche trasparenti e una governance solida aiutano a generare fiducia da parte di cittadini, imprese e i diversi stakeholders.
- **Evoluzione:** questo principio riporta alla necessità di un'infrastruttura e di soluzioni tecnologiche che possano evolversi per affrontare le nuove sfide e sfruttare le opportunità emergenti. L'agilità e la capacità di apprendimento continuo sono elementi chiave per garantire che la città rimanga all'avanguardia nelle sue funzioni e servizi.
- **Sostenibilità:** le Cognitive Cities devono influenzare positivamente il comportamento dei cittadini, promuovendo scelte ad alto impatto ambientale e sociale anche attraverso l'implementazione di strategie innovative di incentivazione e coinvolgimento.

- **Interdisciplinarietà e nuovi modelli di governance:** un processo di innovazione della governance è cruciale per affrontare le sfide urbane in modo efficace, promuovendo il coinvolgimento attivo nei processi decisionali della cittadinanza e integrando competenze interdisciplinari, utili a ispirare nuovi approcci e modelli.
- **Coerenza e integrazione:** le Cognitive cities devono essere progettate puntando a un'integrazione coerente di tutti gli strumenti e le tecnologie a disposizione. Sistemi e servizi devono collaborare in modo armonico evitando frammentazione e garantendo una visione olistica sulla realtà urbana.

La Cognitive City integra tecnologie basate su principi di flessibilità e apprendimento continuo, capaci quindi di adattarsi alle mutevoli necessità di una città. Questo sistema ambisce ad avere due fuochi: da un lato la tecnologia, dall'altro l'essere umano. L'essenza della Cognitive City è infatti racchiusa nell'importanza che questa accorda al coinvolgimento dei cittadini, al rafforzamento del senso di comunità e al miglioramento dell'esperienza di vita urbana. Questi gli scopi ultimi di attività di analisi predittiva (volta ad utilizzare i dati per anticipare e affrontare le sfide urbane), ottimizzazione delle operazioni della città, miglioramento della sostenibilità ambientale, economica e sociale, e protezione della privacy e della sicurezza per un uso etico dei dati.

La realizzazione di una Cognitive City necessita quindi di una visione olistica, che attraverso l'utilizzo delle tecnologie abilitanti e la partecipazione attiva della comunità garantisca uno sviluppo equo, sostenibile e centrato sul cittadino.

Fattori abilitanti della Cognitive City

Strategie abilitanti della Cognitive City

In conformità con le caratteristiche presentate precedentemente, la transizione verso il paradigma della Cognitive City necessita di una strategia composita, le cui linee di sviluppo principali sono riportate di seguito:

- **Ruolo attivo dei cittadini:** nella Cognitive City risulta essenziale progettare il coinvolgimento dei cittadini/utenti in modo attento, comprendendo le aspettative e integrando funzionalità personalizzate in tutti i punti di contatto con i servizi urbani. La creazione di un catalogo degli strumenti a disposizione degli utenti, catalogato sulla base delle loro esigenze, consente di ottimizzare l'accesso ai servizi. L'erogazione ai cittadini di percorsi di formazione abilita l'uso trasversale delle tecnologie da parte di tutta la popolazione.
- **Spazi collaborativi per l'innovazione:** per stimolare l'innovazione, è fondamentale la creazione di spazi collaborativi, come think tank volti a trovare nuove applicazioni per le tecnologie, lavorando in maniera creativa, e a valutare il potenziale, la fattibilità e gli impatti di queste applicazioni.
- **Selezione delle migliori pratiche:** la Cognitive City è attenta allo studio di come città più e meno grandi affrontino le sfide urbane, provando a sperimentare soluzioni di equilibrio tra fattori come la sostenibilità, l'efficienza, l'innovazione e il

benessere dei cittadini. Questa attività si sviluppa nel monitoraggio costante delle metriche associate a questi principi, anche attraverso l'utilizzo dell'AI, che consente di valorizzare appieno le grandi moli di dati prodotti nel contesto urbano. In questo modo, le città possono apprendere le une dalle altre quali siano le buone pratiche da provare a replicare per rispondere a fabbisogni simili.

- **Governance multi-stakeholder:** un modello di governance efficace beneficia della creazione di organismi dedicati ad agevolare la pianificazione, la convergenza dei finanziamenti e la collaborazione pubblico-privato. Inoltre, la promozione di collaborazioni multi-stakeholder è in grado di favorire soluzioni innovative e azioni collettive. La trasparenza e la responsabilità dei dati sono garantite attraverso meccanismi robusti, che contribuiscono a costruire un rapporto di fiducia reciproca tra tutti gli attori coinvolti. Infine, l'istituzione di partenariati pubblico-privati accelera la crescita degli ambienti urbani e consolida la relazione tra enti su investimenti in infrastrutture e tecnologie avanzate.
- **Ecosistema favorevole:** l'adozione di una cultura di open innovation accelera il percorso di avvicinamento al modello della Cognitive City. Garantendo la disponibilità di infrastrutture digitali, comprese connettività Internet ad alta velocità, data center e una rete affidabile, si facilita l'implementazione di servizi urbani e dell'analisi delle esigenze in tempo reale. Inoltre, l'ecosistema deve incentivare la collaborazione sia a livello locale che globale per capitalizzare l'esperienza del più ampio numero di stakeholders.

L'adozione combinata di queste strategie costituisce un passo significativo verso la creazione di una Cognitive City resiliente, orientata al cittadino e pronta ad affrontare le sfide del futuro urbano.

Tecnologie abilitanti della Cognitive City

Accanto all'implementazione delle suddette linee strategiche, la realizzazione della Cognitive City beneficia della sinergia di un insieme di tecnologie abilitanti, ciascuna con un ruolo specifico per la creazione di un ecosistema urbano intelligente, adattivo e resiliente.

Le innovazioni tecnologiche presentate nelle precedenti sezioni e riferite principalmente alla loro applicazione nel contesto delle smart cities sono componenti essenziali anche per la Cognitive City. Di seguito, una descrizione delle caratteristiche più importanti di questi strumenti tecnologici per questo nuovo modello di città:

- **Intelligenza artificiale:** l'AI rappresenta il cuore pulsante di una Cognitive City. Attraverso l'uso di algoritmi avanzati di Machine Learning implementati su reti neurali, l'intelligenza artificiale è in grado di analizzare in tempo reale enormi flussi di dati provenienti da svariate fonti, ottenendo così insights approfonditi, ottimizzando i processi decisionali, predicendo andamenti e abilitando la fornitura di servizi personalizzati ai cittadini.

- **Metaverso:** il Metaverso rappresenta una tecnologia innovativa per la Cognitive City. L'integrazione di realtà virtuale e aumentata nel tessuto urbano può migliorare significativamente l'interazione tra cittadini e servizi, offrendo esperienze immersive che favoriscono la partecipazione e la collaborazione e abilitano nuovi strumenti a scopi educativi, ricreativi e commerciali.
- **Web 3.0:** attraverso la sua capacità di comprendere il significato dei dati, il Web 3.0 consente operazioni di ricerca più intelligenti, un'interazione semantica tra diverse piattaforme e una condivisione avanzata di informazioni. In questo modo si migliorano l'efficienza e l'esperienza complessiva degli utenti nella Cognitive City.
- **Digital Twin:** i Digital Twin sono modelli virtuali di oggetti e processi aggiornati in tempo reale molto utili in ottica di creazione della Cognitive City. Questa tecnologia consente una simulazione dettagliata di diversi scenari urbani e facilita quindi la pianificazione intelligente, l'ottimizzazione delle risorse e la previsione delle esigenze future, svolgendo un ruolo centrale nella progettazione e gestione di questo tipo di città.
- **Internet of Things:** l'IoT è fondamentale per la raccolta di dati in tempo reale da dispositivi e sensori distribuiti in tutta la città. Queste informazioni abilitano la possibilità di svolgere analisi approfondite e consentono una gestione ottimale di risorse cruciali come energia, trasporti e rifiuti.
- **Blockchain:** la tecnologia blockchain costituisce una misura di sicurezza per la gestione dei big data prodotti nel contesto urbano. Nella Cognitive City, essa può essere utilizzata per registrare in modo sicuro le transazioni, verificare l'autenticità delle informazioni e gestire in modo affidabile gli smart contracts.
- **Reti 5G e oltre:** le reti 5G e 6G offrono quella connettività ad alta velocità necessaria per sostenere il funzionamento di sistemi basati sull'utilizzo della crescente quantità di dati generati e scambiati nella città. Questa infrastruttura è fondamentale per garantire una comunicazione efficiente tra dispositivi, servizi e cittadini.
- **Edge Computing:** l'elaborazione dei dati direttamente sul luogo di generazione, come avviene con l'Edge Computing, riduce la latenza e migliora l'efficienza nell'elaborazione delle informazioni. In questo modo si consente inoltre l'analisi in tempo reale e si migliora la prontezza delle risposte urbane.

Declinazione della Cognitive City nei principali settori produttivi

La Cognitive City rappresenta un approccio ambizioso alla gestione urbana, poiché supera la semplice adozione di tecnologie avanzate valorizzando in modo olistico la relazione tra dati, strumenti e persone. Per portare questo paradigma al successo, è importante esaminare le sue possibili applicazioni ai diversi settori produttivi, anche al fine di indicare alle città e agli ecosistemi dell'innovazione alcune traiettorie di implementazione.

Nel settore agricolo l'applicazione di tecnologie digitali rivoluziona la gestione delle risorse. Attraverso l'uso di sensori, droni e modelli predittivi, si può ottimizzare la gestione dell'acqua, dei nutrienti e dei pesticidi, migliorando la resa delle coltivazioni. L'IoT traccia la catena di distribuzione in tempo reale, garantendo trasparenza ed efficienza nelle filiere. Le tecnologie smart nei sistemi di allevamento e coltivazione promuovono il benessere degli animali e la produzione sostenibile. Inoltre, le piattaforme digitali facilitano lo scambio di conoscenze e dati tra gli agricoltori, contribuendo a creare una comunità agricola più connessa e informata. Inoltre, l'AI viene utilizzata per ridurre gli sprechi alimentari ottimizzando la produzione e la distribuzione, riducendo gli sprechi e gli annessi impatti ambientali.

Nel settore bancario e finanziario l'introduzione di mercati basati su blockchain può incentivare la crescita delle piccole e medie imprese. Questi mercati, sostenuti dalla collaborazione tra enti governativi e aziende della blockchain, consentono transazioni sicure attraverso smart contracts, garantendo così la sicurezza e promuovendo l'espansione delle imprese. Inoltre, **l'implementazione di chatbot per l'educazione finanziaria** rappresenta una risorsa importante: gli assistenti virtuali basati su elaborazione del linguaggio naturale (NLP), possono infatti fornire consulenza finanziaria e migliorare l'accessibilità per tutti i cittadini. Un ulteriore sviluppo concerne l'utilizzo di **algoritmi di intelligenza artificiale per valutare la solvibilità dei cittadini**, ed in modo particolare di quanti hanno una limitata storia creditizia. Inoltre, lo sviluppo di **portafogli digitali** o app per ricevere e gestire benefici governativi costituisce un passo innovativo verso una gestione più efficiente e inclusiva delle risorse.

Relativamente al **settore culturale**, è opportuno segnalare che **il Metaverso consente di organizzare esperienze uniche e coinvolgenti**, come concerti e visite museali. L'adozione di piattaforme immersive rappresenta un importante asset strategico a disposizione dei governi per sensibilizzare la popolazione al valore della cultura e promuovere la partecipazione civica in modalità innovative.

In **campo educativo**, **l'introduzione di piattaforme di apprendimento personalizzate basate su intelligenza artificiale può rappresentare un cambio di paradigma per il mondo della formazione.** Queste piattaforme si adattano infatti alle esigenze individuali degli studenti e potrebbero migliorare sensibilmente l'efficacia dell'insegnamento e la significatività dell'apprendimento. Ulteriori sviluppi includono l'analisi dei dati sulle prestazioni degli studenti e consentono di identificare lacune nell'apprendimento e di fornire quindi raccomandazioni e contenuti didattici ad hoc. Inoltre, l'integrazione di robot collaborativi nell'ambiente educativo può migliorare ulteriormente l'esperienza di apprendimento e garantire maggiore inclusività.

Per quanto riguarda l'**energia**, **l'implementazione di sistemi di gestione energetica guidati dall'AI ottimizza la distribuzione e riduce gli sprechi**. Questi sistemi avanzati consentono un monitoraggio continuo e in tempo reale dei consumi energetici urbani, fornendo dati dettagliati che alimentano algoritmi predittivi. L'AI ottimizza la distribuzione dell'energia, adattandola dinamicamente alle esigenze in evoluzione della città, riducendo sprechi e migliorando l'efficienza complessiva. La capacità di anticipare i picchi di domanda e di regolare la produzione energetica in modo proattivo non solo favorisce la sostenibilità ambientale ma contribuisce anche a garantire una fornitura continua e affidabile. Questi progressi nell'ambito energetico aumentano l'efficienza operativa e ben sintetizzano gli effetti di una relazione virtuosa tra tecnologie e cittadini nel contesto della Cognitive City.

In merito ai temi della **salute** e del **benessere**, **la sorveglianza attraverso il monitoraggio dei dati dei pazienti consente azioni preventive della gestione di epidemie**. Inoltre, i robot di riabilitazione offrono terapie fisiche e mentali sartoriali, per guidare i pazienti al recupero delle loro capacità attraverso esercizi mirati.

Per quanto riguarda la **sicurezza pubblica**, **sistemi intelligenti di risposta alle emergenze analizzano i dati derivanti dai sensori e dalle segnalazioni dei cittadini per identificare e prioritizzare gli interventi**, agevolando una risposta rapida e coordinando le risorse a disposizione. L'uso di droni e sistemi di sorveglianza AI videoalimentati migliora la sicurezza, identificando minacce potenziali e attività criminali. Grazie a sistemi basati sull'elaborazione del linguaggio naturale è possibile monitorare e identificare (e risolvere più rapidamente) rischi per la sicurezza pubblica a partire dalle informazioni diffuse in rete, come quelle pubblicate sui social media e su altre piattaforme online. Allo stesso modo, i **sistemi di allarme relativi ai disastri ambientali utilizzano Machine Learning e analisi dei dati per prevedere e fornire allerte tempestive su catastrofi naturali**, facilitando la risposta rapida e la pianificazione dell'evacuazione dagli edifici.

Nel settore della **mobilità**, **L'AI offre soluzioni per la gestione del traffico e l'ottimizzazione dei tempi della semaforica**. L'implementazione di sistemi tecnologici nel trasporto pubblico della Città Cognitiva permette di analizzare i dati dei passeggeri, ottimizzare gli orari di passaggio dei mezzi e prevederne la domanda, migliorando efficienza e affidabilità del servizio. La profilatura completa degli utenti attraverso dati raccolti da varie fonti offre esperienze personalizzate, preservando la privacy.

I sistemi di gestione dell'acqua sfruttano le tecnologie digitali per monitorare e ottimizzare l'uso di questa preziosa risorsa. Sensori e dispositivi di monitoraggio forniscono dati in tempo reale sul consumo d'acqua e consentono quindi l'identificazione di sprechi e anomalie. Attraverso una gestione intelligente è possibile adattare la fornitura d'acqua alle reali esigenze della città, promuovendone un consumo responsabile. Tecnologie di risparmio, come rubinetti a basso consumo e sistemi di riciclo delle acque reflue, vengono implementati per massimizzare l'efficienza idrica.

Nel campo della **gestione dei rifiuti**, **sensori e tecnologie IoT monitorano i livelli di riempimento dei bidoni, ottimizzando la raccolta e riducendo il tempo impiegato**. L'introduzione di sistemi di classificazione automatica e tecnologie avanzate di riciclo favorisce la separazione efficiente dei materiali e promuove la circolarità. L'integrazione di queste soluzioni non solo migliora l'efficienza operativa, ma contribuisce anche a una

gestione più sostenibile delle risorse, orientata al benessere e alla qualità della vita urbana.

In sintesi, il concetto di Cognitive City rivoluziona settori chiave come agricoltura, finanza, cultura, istruzione, energia, salute, sicurezza e mobilità. Grazie all'adozione di tecnologie avanzate come AI, blockchain e IoT, e a un coinvolgimento diretto degli utenti e cittadini, si assiste a miglioramenti significativi in termini di efficienza, sostenibilità, resilienza e personalizzazione dei servizi urbani.

Raccomandazioni per la creazione di una Cognitive City

Il Cluster Nazionale delle Smart Communities ritiene opportuno fornire alcune raccomandazioni e linee guida relative all'implementazione nelle realtà urbane del modello della Cognitive City; è infatti richiesta una pianificazione attenta e una serie di passaggi operativi per garantire che la città abbia le peculiarità evidenziate dalla Cognitive City. Di seguito alcune indicazioni di carattere generale:

- **Garantire l'equità dei servizi:** assicurare che la fornitura dei servizi sia equa e che sia dato accesso uniforme e inclusivo a tutti gli stakeholders. La progettazione della città cognitiva deve prevedere iniziative che riducano le disparità nell'accesso a strumenti e tecnologie.
- **Preservare la privacy e la sicurezza dei dati:** con la vasta quantità di informazioni raccolte, è essenziale affrontare le preoccupazioni legate alla privacy e adottare politiche rigorose di protezione dei dati e meccanismi di sicurezza informatica.
- **Operare in ottica di trasparenza e responsabilità:** se aumenta il numero di decisioni affidate all'intelligenza artificiale e a processi di automazione, è cruciale garantire la trasparenza degli algoritmi e individuare quali soggetti siano responsabili per gli esiti dei loro output. Creare un quadro normativo che regoli l'uso etico delle tecnologie è essenziale per costruire fiducia tra i cittadini.
- **Investire su educazione e formazione:** è essenziale ricordare che non tutti i cittadini attualmente possiedono le competenze digitali necessarie per partecipare appieno alle iniziative della Cognitive City. Implementare programmi educativi per garantire la comprensione delle nuove tecnologie può favorire lo sviluppo delle competenze digitali necessarie per partecipare alle iniziative della città cognitiva.
- **Prioritizzare la cybersecurity e la resilienza:** riconoscendo che, con la digitalizzazione crescente dei servizi, le città diventano più vulnerabili alle minacce informatiche, è consigliabile implementare robuste strategie di cybersecurity e piani di emergenza per garantire la sicurezza delle operazioni urbane.
- **Garantire maggiore flessibilità nelle normative:** Considerare che le regolamentazioni potrebbero doversi adattare alle tecnologie emergenti per consentirne la sperimentazione e l'implementazione nel contesto urbano, attivando quindi una collaborazione con policy makers per aumentare la flessibilità delle normative vigenti alle nuove sfide.
- **Sostenere l'integrazione tra piattaforme interconnesse:** attraverso una progettazione attenta e l'adozione di protocolli di interoperabilità, è possibile garantire un'efficace integrazione e interconnessione tra sistemi e piattaforme.
- **Prioritizzare un uso etico dell'AI e limitare l'impatto dei bias:** in virtù delle numerose applicazioni dell'intelligenza artificiale nel contesto della Cognitive City, è indispensabile prevedere sistemi che affrontino il rischio di bias nelle decisioni e prioritizzino l'attenzione alla sfera etica nell'utilizzo dell'AI.

- **Regolamentare la condivisione dei dati:** promuovere la condivisione efficace dei dati tra enti governativi e privati è essenziale per la pianificazione urbana efficiente nella Cognitive City. Stabilire protocolli per la condivisione dei dati contribuisce a una gestione ottimale delle risorse.
- **Adottare un approccio olistico:** definire una vision condivisa sugli obiettivi dell'innovazione consente di definire in modo più preciso gli obiettivi e il percorso che si intende intraprendere. Un approccio olistico, che affronti questioni tecnologiche, sociali, etiche e di governance, riduce i rischi legati alla complessità che caratterizza questo paradigma di città e assicura un efficiente funzionamento a regime dei servizi in un contesto urbano "cognitivo".
- **Stimolare il coinvolgimento cittadino:** nelle Cognitive Cities è essenziale favorire il coinvolgimento attivo dei cittadini fin dalle prime fasi del processo di pianificazione attraverso incontri, workshop e forum pubblici.
- **Promuovere partenariati pubblico-privato:** la collaborazione tra settori pubblici e privati deve essere incentivata quale strumento per valorizzare le risorse finanziarie, le competenze e le innovazioni provenienti da entrambi i settori.

Il Cluster Smart Communities ha individuato le proprie **Roadmap tecnologiche** in piena coerenza con gli obiettivi europei di sostegno allo sviluppo di **ricerca e innovazione come elementi chiave per la crescita economica** di tutte le regioni e di tutti gli attori coinvolti. Contemporaneamente è di importanza primaria la **focalizzazione e l'indirizzo** di tutte le iniziative così individuate verso la soluzione di **sfide di piena rilevanza sociale**.

Il settore delle **Smart Communities** può svolgere un ruolo centrale nello sviluppo del nostro sistema Paese, e conseguentemente anche all'interno della più ampia "comunità" europea, in quanto:

- » **sostiene lo sviluppo e la diffusione di tecnologie e infrastrutture** che possono essere efficacemente applicate anche a settori diversi, riversando quindi i benefici della ricerca da un settore ad un altro (cross-fertilizzazione);
- » **facilita la convergenza di competenze multidisciplinari su progetti strategici e di impatto**, con la contemporanea partecipazione di attori pubblici e privati provenienti anche da settori molto diversi: non solo il contenuto dei progetti, ma anche la complessità e la specializzazione che essi implicano richiedono necessariamente **attitudine all'apertura e alla collaborazione**;
- » focalizzandosi sulla soluzione di evidenti sfide sociali, più di altri settori **può aggregare consenso a tutti i livelli** (dalla ricerca, all'impresa, all'attore pubblico, alla società civile) e quindi **facilitare la convergenza di risorse anche economiche** su programmi e obiettivi davvero ambiziosi.

Se per il raggiungimento degli obiettivi prefissati nelle Roadmap tecnologiche quelli sopra evidenziati sono fattori chiave inderogabili, è comunque evidente come essi siano frutto di un processo in corso e non siano sempre già disponibili.

L'analisi dei maggiori programmi realizzati a livello europeo e nazionale evidenzia come tutt'oggi non siano né l'insufficiente livello di ricerca scientifica, né la mancata disponibilità di adeguata tecnologia i fattori più rilevanti a causare la lenta (o in alcuni casi mancata) diffusione di soluzioni "smart" nelle città e nei territori, ma che gli **elementi chiave** siano di fatto distribuiti lungo cinque livelli:

1. **Collaborazione**: l'aggregazione di **competenze multidisciplinari** e provenienti da **settori pubblici e privati** è fondamentale al fine di garantire lo sviluppo di soluzioni che, mettendo a disposizione tutte le necessarie risorse (si pensi ad esempio ai dati, tipicamente residenti presso attori diversi, che devono essere resi contemporaneamente disponibili per realizzare processi di mobilità integrata e in ottica di servizio), realmente soddisfino i bisogni delle moderne comunità e contemporaneamente garantiscano il raggiungimento di obiettivi di grande impatto sociale. La collaborazione di tali tipologie di attori è un fattore assai rilevante, inoltre, poiché può mettere a disposizione le risorse economiche adeguate, e non altrimenti reperibili, a garantire la messa a disposizione di soluzioni oltre la singola sperimentazione. Il raggiungimento di un adeguato livello di collaborazione attiene per lo più a **questioni organizzative, di attitudine e di processo**, ad oggi ancora non

positivamente o completamente risolte sia tra gli attori pubblici, sia tra gli attori privati.

2. **Investimenti per sostenibilità e scalabilità:** lo sviluppo di innovazioni in grado realmente di trasformare le città è certamente complesso, ma anche là dove il processo di ricerca e sperimentazione sia completato e siano trovate le soluzioni più adatte, spesso il percorso si ferma di fronte all'insufficienza di **risorse economiche**, per lo più ingenti, atte a sostenere l'ingresso sul mercato e la reale diffusione di quanto testato. Tali considerazioni valgono sia per il territorio in cui la soluzione è inizialmente sperimentata, sia per processi di **replicabilità**, che giustamente vengono considerati chiave per garantire una diffusione di soluzioni già testate a risorse economiche contenute. La **convergenza** anche **di risorse private** su grandi programmi in grado di generare rilevanti ricadute sociali è peraltro realizzabile solo là dove gli attori industriali riescano a vedere chiari elementi di ritorno dei propri investimenti e ciò attiene alla possibilità da un lato di definire **modelli di business sostenibili** e dall'altro di garantire processi stabili di lungo periodo; quest'ultimo aspetto è direttamente dipendente dalla **capacità delle pubbliche amministrazioni coinvolte di garantire una vision stabile e di perseguirla in modo continuativo**, oltre la dimensione della singola "legislatura", ma nell'ottica del lungo o anche lunghissimo periodo.
3. **Competenze:** sia il settore pubblico sia il settore privato devono saper integrare competenze del tutto nuove, quali quelle tipiche dei **processi di innovazione**, che oggi si confermano non essere estensivamente disponibili all'interno delle organizzazioni coinvolte. Un grande progetto di innovazione può richiedere la contemporanea presenza di conoscenze su **tecnologie** allo stato dell'arte (si pensi ad esempio all'applicazione di sistemi di intelligenza artificiale o di tecnologie blockchain), di competenze di processo, quali lo **sviluppo agile** che comporta un superamento della logica di funzionamento per "silos verticali" classica nelle pubbliche amministrazioni, a competenze **fiscali**, per sostenere processi con leve adeguate, fino a competenze di **diritto amministrativo**, al fine di facilitare la diffusione di percorsi di pre-commercial procurement e così via. Alcune di queste competenze possono e devono necessariamente essere acquisite internamente dagli attori, anche pubblici, coinvolti, altre possono essere messe a disposizione attraverso **ampi partenariati pubblico-privati**.
4. **Sperimentazioni:** la gestione dell'innovazione - soprattutto quando richiede l'integrazione tra soggetti pubblici e privati, la messa a disposizione di competenze altamente eterogenee e una stretta conoscenza dei bisogni a cui risponde - difficilmente può essere realizzata con processi "imposti" top-down e omogenei su tutto uno stato. Decisamente più funzionali ed efficaci si dimostrano oggi processi che privilegino l'apertura di cantieri (singole città, con attenzione a quelle di dimensione media che assicurano un giusto equilibrio tra complessità e impatto) che si pongano singoli obiettivi (eventualmente misurabili) di innovazione; tale logica di "specializzazione intelligente" vedrebbe le città dedicare le proprie risorse - di talento e intelligenza - alla risoluzione di un problema per volta dando valore, in

termini di conoscenza, agli stessi fallimenti (che facendo innovazione non si possono escludere) e aumentando la possibilità di scalare le soluzioni efficaci.

5. **Gestione della conoscenza:** i progetti accompagnati o realizzati dal Cluster, in quanto coerenti con la visione di medio/lungo periodo e guidati anche dallo spirito sperimentale sopra descritto, costituiranno un portafoglio di sperimentazioni di soluzioni rispetto a determinati problemi che, in maniera sistematica, produrranno conoscenza disponibile, e direttamente utilizzabile, non solo per gli aderenti al Cluster, ma per tutte le PA, le comunità industriali e di ricerca, secondo la logica di riforma dei programmi di ricerca che la stessa Commissione Europea sta esplorando.

Tutto ciò considerato, **il Cluster Smart Communities intende creare**, attraverso un'efficace aggregazione della comunità industriale e della ricerca, **le condizioni per favorire lo sviluppo delle roadmap individuate** attraverso la **rimozione di alcuni vincoli** e la **messa a disposizione di strumenti atti a facilitare processi di aggregazione e collaborazione degli attori** rilevanti, sostenendo quindi processi di riduzione dei rischi e aumento degli investimenti e favorendo la diffusione di buone pratiche e comportamenti virtuosi all'interno dell'ecosistema dell'innovazione.

Il programma, su cui il Cluster Smart Communities articola la propria azione a supporto di questi obiettivi strategici, include quindi:

- » il **coinvolgimento** e la collaborazione dei diversi **stakeholder regionali e nazionali** su **una visione e una strategia comune e condivisa**, al fine di supportare un processo di indirizzamento di azioni e programmi sulle (limitate e ambiziose) priorità individuate dal Cluster e in piena coerenza con gli obiettivi europei e globali di soluzione delle sfide sociali;
- » la **collaborazione** - e contemporanea partecipazione in tutti i processi chiave - di molti settori e molti attori diversi (pubblici e privati), ivi compresa la società civile, con conseguente **allineamento di tutte le competenze e risorse necessarie verso obiettivi chiari, univoci, condivisi**;
- » il **monitoraggio** dell'andamento dei progetti e processi in corso, con anche la verifica di **milestone intermedie**, atte ad analizzare continuamente la raggiungibilità degli obiettivi di lungo periodo.

Su tali elementi lo stakeholder pubblico a livello centrale (ministeri, agenzie responsabili dei processi di innovazione, associazioni nazionali, ...) e anche regionale, responsabile di processi di programmazione e attuazione sui temi delle Smart Communities, potrà fare leva per garantire un adeguato livello di impatto dei programmi e il raggiungimento di obiettivi di medio lungo periodo secondo poche importanti priorità sociali.

Nel complesso il Cluster, nell'ambito di una vision di medio-lungo periodo in grado di aggregare competenze e risorse, intende operare per il raggiungimento di **chiari obiettivi di breve periodo**:

- » raggiungere **risultati apprezzabili dai cittadini e dai sindaci** in tempi brevi;
- » **creare conoscenza sulle buone pratiche e sui risultati ottenuti**, ma anche sugli eventuali fallimenti, (attraverso lo sviluppo di knowledge management system) che diventi un patrimonio comune a tutti coloro (amministratori, imprenditori, associazioni di cittadini) che vogliono investire in innovazione;
- » **riportare le città al centro del dibattito politico** e all'attenzione dell'opinione pubblica, dimostrando che è nelle città che un Paese come l'Italia si gioca buona parte del proprio futuro.

WEB 3.0 e METAVERSO

[Spazio a disposizione dei Comitati di interesse]

DIGITAL TWIN

[Spazio a disposizione dei Comitati di interesse]

INTELLIGENZA ARTIFICIALE

[Spazio a disposizione dei Comitati di interesse]

COGNITIVE CITY

[Spazio a disposizione dei Comitati di interesse]

“

*La società moderna non troverà
alcuna soluzione al problema
ecologico se non esaminerà
seriamente il proprio stile di vita*

”

Giovanni Paolo II



Associazione Cluster Tecnologico Nazionale per le Tecnologie sulle Smart Communities

Sede Legale e Operativa: Via Vela, 3 - 10128 Torino - Telefono: +39.011.19501401

Email: info@smartcommunitiestech.it

www.smartcommunitiestech.it