



Ricerca di Sistema elettrico

Report di analisi del potenziale delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District nella filiera delle costruzioni finalizzata alla definizione dei network e degli stakeholder di sistema

Carola Clemente, Paolo Civiero

DIPARTIMENTO DI PIANIFICAZIONE DESIGN
TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

REPORT DI ANALISI DEL POTENZIALE DELLE SOLUZIONI SCC (SMART CITIES AND COMMUNITIES) FUNZIONALI ALLO SMART URBAN DISTRICT NELLA FILIERA DELLE COSTRUZIONI FINALIZZATA ALLA DEFINIZIONE DEI NETWORK E DEGLI STAKEHOLDER DI SISTEMA.

Carola Clemente, Paolo Civiero (Sapienza Università di Roma, Dipartimento Pianificazione Design Tecnologia dell'Architettura - PDTA)

Settembre 2017

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2016

Area: Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

Tema di Ricerca: Smart cities and smart communities

Progetto: D6-Sviluppo di un modello integrato di Smart District Urbano

Obiettivo: g. Diffusione dei Risultati e Network

Responsabile del Progetto: Claudia Meloni, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione *"Analisi del potenziale delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District nella filiera delle costruzioni finalizzata alla definizione dei network e degli stakeholder di sistema"*.

Responsabile scientifico ENEA: arch. Paola Clerici Maestosi

Responsabile scientifico Dipartimento Pianificazione Design Tecnologia dell'Architettura – PDTA: prof.ssa arch. Carola Clemente

Indice

SOMMARIO.....	4
1 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI.....	6
1.1 DELIVERABLE D.1 IDENTIFICAZIONE DEI VINCOLI E DEI REQUISITI PER L'ANALISI	6
1.1.1 <i>Premesse</i>	6
1.1.2 <i>Le dimensioni della Smart City e le macrosfide urbane: vincoli e requisiti</i>	7
1.1.3 <i>Aree prioritarie, domini e relazioni strategiche per valutare il potenziale delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District</i>	15
1.1.4 <i>Vincoli e requisiti della smart cities. Ambiti per la definizione dei soggetti ideali con cui sviluppare un processo evolutivo e soluzioni SCC.</i>	18
1.2 DELIVERABLE D.2. ANALISI DEGLI ATTORI DELLA FILIERA DELLE COSTRUZIONI IDONEI A PROMUOVERE UN USO EFFICIENTE DEI FLUSSI ENERGETICI	19
1.2.1 <i>Premesse</i>	19
1.2.2 <i>Processi innovativi e analisi degli attori della filiera delle costruzioni</i>	20
1.2.3 <i>Potenzialità degli attori coinvolti nel processo</i>	29
1.2.4 <i>Criticità degli attori coinvolti nel processo.</i>	32
1.2.5 <i>Potenzialità degli attori coinvolti nel processo</i>	34
1.3 DELIVERABLE D.3. PROGETTAZIONE DI UN MODELLO DI ANALISI PER LA VALUTAZIONE DELLE SOLUZIONI SCC FUNZIONALI ALL'USO EFFICIENTE DEI FLUSSI ENERGETICI	36
1.3.1 <i>Premesse</i>	36
1.3.2 <i>Studio di modello proposto nel report "Analysing the potential for wide scale roll out of integrated Smart Cities and Communities solutions"</i>	36
1.3.3 <i>Integrazione come valore per le soluzioni SCC</i>	36
1.3.4 <i>Strumenti per la governance e la gestione delle soluzioni SCC integrate</i>	38
1.3.5 <i>Proposta del modello di valutazione delle soluzioni SCC integrate al fine della individuazione del potenziale delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District nella filiera delle costruzioni per network e stakeholder di sistema.</i>	39
1.4 DELIVERABLE D.4. DEFINIZIONE DEL POTENZIALE DELLE SOLUZIONI SCC.....	40
1.4.1 <i>Premesse</i>	40
1.4.2 <i>Applicazione del modello</i>	46
1.4.3 <i>Considerazioni e conclusioni</i>	55
2 CONCLUSIONI.....	56
3 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	57
4 ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI.....	57
5 CURRICULUM VITAE AUTORI DEL RAPPORTO TECNICO	58

Sommario

I temi sviluppati nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra ENEA e Dipartimento di Pianificazione Design Tecnologia dell'Architettura (PDITA) della Sapienza Università di Roma dal titolo: "Analisi del potenziale delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District nella filiera delle costruzioni finalizzata alla definizione dei network e degli stakeholder di sistema", sono stati organizzati secondo quattro linee di attività volte a: (1) l'identificazione dei principali vincoli e requisiti del sistema per poter successivamente approfondire l'analisi delle SCC; (2) l'analisi dei network e degli stakeholder di sistema funzionali a promuovere un uso efficiente dei flussi energetici nell'ambito della filiera delle costruzioni funzionali allo smart urban district; (3) la progettazione di un modello di analisi per valutare le soluzioni SCC; (4) la definizione del potenziale delle soluzioni SCC secondo il modello predisposto.

In tale contesto si è proceduto allo studio delle tipologie di processo e fasi che contraddistinguono le differenti dimensioni della smart city, perimetrando l'ambito della filiera delle costruzioni entro la quale sono stati valutati: (a) i ruoli, i vincoli e i requisiti dei possibili stakeholder/network di sistema/persona; (b) le aree prioritarie e i domini entro i quali individuare i possibili strumenti per la governance e la gestione delle soluzioni SCC integrate; (c) le attività mirate all'implementazione di soluzioni SCC.

Obiettivo del contratto è stato, quindi da un lato di individuare i potenziali attori coinvolgibili per la diffusione e la penetrazione nel mercato delle soluzioni SCC e, dall'altro, di impostare la mappa concettuale per una piattaforma informativa utile a disegnare scenari d'uso innovativi nella filiera delle costruzioni sulla base del modello di valutazione predisposto.

L'approfondimento dello studio sulle soluzioni SCC rivolte alla filiera delle costruzioni e all'ambito energetico, ha permesso di evidenziare i punti di forza e le debolezze che accompagnano il processo di trasformazione e gli attori coinvolti nelle distinte fasi che accompagnano ognuno di essi. Le principali criticità possono essere così sintetizzate:

1. Le soluzioni SCC integrate a livello di scala urbana risultano ancora limitate. Al contrario, emergono soluzioni con livelli di integrazione più elevati rivolte ai distretti intelligenti e, in alcuni altri progetti, volte all'efficienza energetica e alla mobilità, il cui maggior o minore impatto e valore raggiunto in molti casi dipende dal modello di governance e dalle soluzioni interoperabili adottati nelle piattaforme urbane.
2. Il modello di governance costituisce un vincolo significativo per la scalabilità e replicabilità delle soluzioni SCC confermando il valore dell'approccio sistemico e dell'integrazione tra gli stakeholder coinvolti nei distinti processi e nelle diverse fasi.
3. La maggior parte delle soluzioni SCC analizzate dimostra un impiego crescente nel numero di sensori che, in alcuni casi, raccolgono informazioni legate alla privacy e diventeranno essenziali nelle infrastrutture dati IoT delle Smart Cities e saranno basati su protocolli aperti, linee guida e standard ben definiti.
4. La filiera delle costruzioni appare complessa e molto articolata, e in essa convivono distinti modelli di processo; nel processo edilizio le soluzioni SCC possono rappresentare non solo la soluzione ma anche un volano per lo sviluppo e innovazione verso modelli circolari e incrementali.

Introduzione

La collaborazione tra Sapienza Università di Roma Dipartimento PDTA ed ENEA ha avuto come fine l'analisi del potenziale delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District nella filiera delle costruzioni finalizzata alla definizione dei network e degli stakeholder di sistema.

Tre macro obiettivi sono stati:

1. L'analisi degli attori della filiera delle costruzioni idonei a promuovere un uso efficiente dei flussi energetici;
2. La costruzione di un modello di analisi per la valutazione delle soluzioni SCC funzionali all'uso efficiente dei flussi energetici;
3. Valutare il potenziale delle soluzioni SCC.

Partendo da una ricognizione della filiera delle costruzioni - dalla fase di programmazione (emersione del quadro esigenziale) alla fase di progettazione, produzione/costruzione, esecuzione, esercizio e gestione tecnica, riuso e riciclo - è stata avviata l'analisi e la ricognizione dei potenziali stakeholder di sistema. L'attività ha consentito da un lato di individuare i potenziali attori coinvolgibili per la diffusione e la penetrazione sul mercato delle soluzioni SCC e, dall'altro, impostare sviluppare la mappa concettuale per una piattaforma informativa utile a disegnare scenari d'uso innovativi nella filiera delle costruzioni.

Per la costruzione del modello di analisi si è utilizzato il modello commissionato dall'EC Direttorato Generale per l'Energia ad un gruppo di esperti che ha sviluppato il modello sulla base dei progetti SCC H2020 al fine di individuare la scalabilità e la replicabilità, e verificando l'adattabilità delle soluzioni proposte per l'inserimento nel settore di interesse. Tale analisi ha consentito di ricostruire un quadro di sintesi attraverso cui rileggere le principali soluzioni SCC ed esperienze di riconosciuta rilevanza in ambito europeo, per indirizzarne i potenziali sviluppi nel settore delle costruzioni.

Il modello di analisi proposto nel report finale denominato "Analysing the potential for wide scale roll-out of integrated SCC solutions" è stato poi applicato alle soluzioni SCC funzionali all'uso efficiente dei flussi energetici sviluppate nell'ambito della Ricerca di Sistema PAR 2016.

1 Descrizione delle attività svolte e risultati

1.1 Deliverable D.1 Identificazione dei vincoli e dei requisiti per l'analisi

1.1.1 Premesse

L'Agenda Europea individua nelle città il principale terreno di sperimentazione per raggiungere gli obiettivi del "pacchetto clima-energia" e il rafforzamento della coesione sociale, riconoscendo le aree urbane e le metropoli, da un lato, come potenziali catalizzatori di creatività e innovazione, dall'altro come i luoghi dove le criticità sociali, economiche e ambientali saranno enfatizzate con maggiore gravità.

Infatti circa l'80% dell'energia viene consumata nelle città dove si concentra l'attività insediativa, produttiva e di massimo impatto sull'ambiente. La spinta propulsiva delle impellenti necessità energetiche e ambientali è oggi un vettore per un cambiamento profondo dei modelli di vita e dell'approccio culturale.

Stiamo dunque vivendo un'epoca di grandi trasformazioni e alcune discontinuità significative influenzano anche l'assetto economico globale, coinvolgendo il contesto in cui quotidianamente viviamo e lavoriamo facendo emergere nuovi bisogni:

- Sviluppo di modelli urbani più integrati ed inclusivi;
- Gestione strategica delle risorse naturali e delle reti energetiche;
- Nuovi modelli di mobilità;
- Migliore qualità della vita;
- Valorizzazione attiva della popolazione anziana.

Seppur non esista ancora una definizione univoca e condivisa di Smart City oggi le accezioni sono molteplici¹ e l'appellativo "smart", identifica di volta in volta la città digitale, la città socialmente inclusiva, la città che assicura una migliore qualità di vita. Ciononostante, in attesa di indicatori condivisi e certi, le accezioni trovano un unico fattore accomunante nell'idea di sostenibilità.

La sostenibilità rappresenta una vera e propria sfida, ma anche una rivoluzione; per poterla superare sono necessari nuovi strumenti intelligenti – quindi smart – in grado di governare la complessità dei diversi fenomeni e che, connessi in rete e inter-operabili, siano poi in grado di restituire una reale misurazione e monitoraggio dei bisogni richiesti, della risposta tecnica attuata, e un controllo permanente e duraturo dei benefici ottenuti.

Per questa ragione quando l'aggettivo "smart" si lega alla parola "meter" si ha un misuratore intelligente che svolge una doppia funzione: misurare correttamente una grandezza e veicolare questo dato attraverso una rete di trasmissione che infine garantirà, per mezzo di attuatori, una risposta tecnica o di servizio.

In quest'ottica le Smart Cities costituiscono l'ambiente dove può esprimersi una risposta potenzialmente molto promettente alle esigenze di una città, e rappresentano un passaggio importante per un vero cambiamento non solo climatico, ma anche sociale e culturale che coinvolge altri settori, come crescita industriale e commerciale. Sistemi urbani più intelligenti ed efficienti dunque non sono più un'opzione, ma diventano una necessità inderogabile.

Per raggiungere questo traguardo occorre non soltanto sviluppare in modo ottimale le tecnologie di generazione dell'energia ma anche tutte le tecnologie più avanzate per abbattere i consumi legati a edifici, illuminazione pubblica, mobilità, acqua, rifiuti, e tutte quelle tecnologie ICT per il monitoraggio e l'interazione con le reti della città.

¹ Norma ISO 37120:2014 Sustainable development of communities - Indicators for city services and quality of life; EIP-SCC Smart Cities and Communities; EU Smart Cities Lighthouse; JPSC Smart Cities.

1.1.2 Le dimensioni della Smart City e le macrosfere urbane: vincoli e requisiti

Volendo affrontare in modo razionale il tema urbano si può ricorrere sinteticamente a **due approcci**: un approccio **verticale** e un approccio **sistemico**. L'approccio verticale contraddistingue la maggior parte dei progetti per le città italiane, in cui i vari aspetti (mobilità, energia, trasporti, ambiente, ecc.) vengono affrontati in maniera indipendente (silos verticali); nell'approccio sistemico invece la città viene intesa come un unico e complesso organismo, dove ogni dimensione è considerata integrata e interagente. Esiste infatti la consapevolezza, a livello scientifico, che una città non può essere compresa solo guardando gli edifici, i sistemi di trasporto, la distribuzione di energia o le persone poiché qualsiasi città costituisce essa stessa un sistema; l'elevata complessità di questo sistema è dettata innanzitutto dall'interdipendenza delle parti con il tutto, ed è aggravata anche dal ritmo lento dei cambiamenti fisici se raffrontati con quelli imposti dai cambiamenti demografici, dai modi di vita, dall'economia, ecc.. Ciò rende difficile da una parte discernere le cause dagli effetti, e dall'altra offrire rapidamente una risposta alle singole istanze seppur con una visione a lungo termine delle azioni da intraprendere.

Nello sviluppo delle Smart Cities l'approccio multidisciplinare potrebbe sembrare astratto o semplicemente una lista di giustapposizioni tecnologiche se non si tiene presente il grande valore d'insieme e d'integrazione che invece tale approccio può offrire. La città diventa, dunque, intelligente nella misura in cui si dota di un sistema distribuito che permetta la comunicazione tra tutte le parti di questo organismo, e che, contemporaneamente, garantisca la massima interoperabilità tra i singoli sub-sistemi siano essi: le infrastrutture, il distretto, l'edificio, la soluzione tecnologica, le persone.

Considerando dunque l'approccio sistemico come l'unico in grado di sviluppare il potenziale smart di una città, possiamo tentare una iniziale semplificazione, utile a riconoscere le tre dimensioni sulle quali si indirizzano e concentrano gli sforzi di ricerca delle soluzioni SCC funzionali allo sviluppo di Smart Cities o District: la **dimensione economica, sociale** e della **governance** racchiudono infatti al loro interno distinti aspetti a cui appartengono ulteriori sottocategorie della città intelligente, che possono essere a loro volta ulteriormente esplicitate.

La dimensione **economica** è ad esempio legata alla presenza di attività innovative, in particolare del settore della ricerca e dello sviluppo, alla capacità di attrarre capitale umano e finanziario, e all'attenzione verso uno sviluppo sostenibile e tecnologico. La dimensione **sociale** può essere misurata dalla centralità data alle reti sociali e ai beni relazionali, all'attenzione per i beni comuni e alla propensione all'inclusione e alla tolleranza. La dimensione della **governance** si fonda invece sull'assunzione che non esiste una Smart City senza un governo intelligente, dove la collettività e i singoli cittadini siano posti al centro dei suoi obiettivi.

Per raggiungere questi obiettivi è però necessario modificare anche l'**approccio progettuale** in quanto il processo di transizione verso una città intelligente ed energeticamente efficiente si avvale di un complesso sistema di **risorse, vincoli e procedure** che devono essere poste in stretto contatto con gli aspetti innovativi introdotti dallo. In questo processo anche le **persone** e i **network di sistema** giocano un ruolo fondamentale per la transizione verso questi nuovi sistemi efficienti, in quanto fruitori e fornitori dei servizi energetici, consumatori e concessionari di energia, risorse e infrastrutture; vi sono poi i professionisti, i proprietari, gli investitori, i decisori politici, ecc.: il quadro degli stakeholder di sistema inizia così ad ampliarsi.

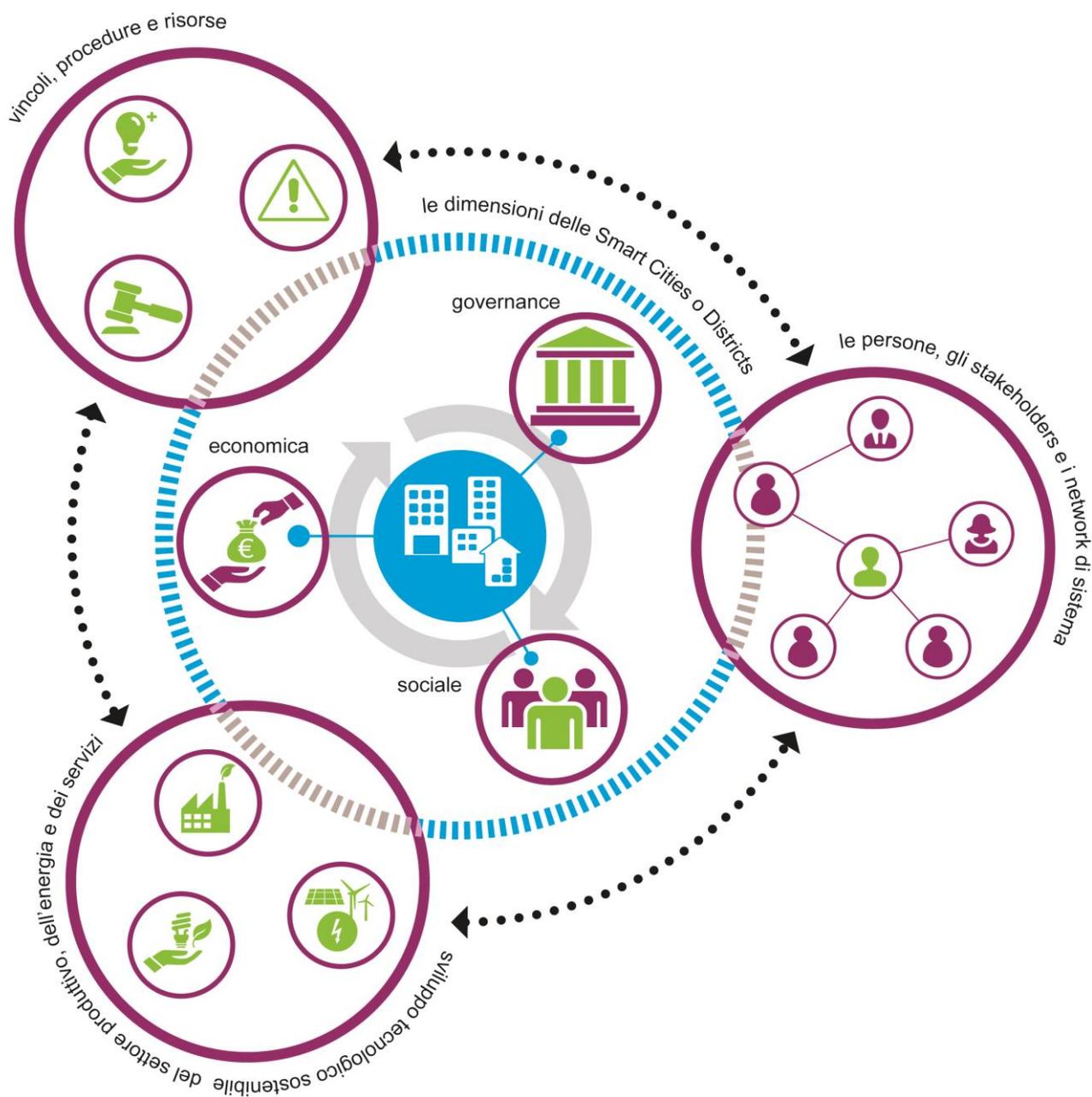


Figura 1. immagine che chiarisce proprio questo concetto (DIMENSIONE della smart city: ECONOMICA, SOCIALE, GOVERNANCE per raggiungere questi obiettivi occorre un sistema di: risorse, vincoli, procedure e persone/network.

I distinti obiettivi di sostenibilità predisposti dall'UE e a livello internazionale indicano che le città del prossimo futuro si troveranno ad affrontare una serie di sfide dovute alle sollecitazioni generate dai cambiamenti climatici ma anche dal rischio di povertà ed esclusione sociale².

² Cfr. Sustainable Development Goals (SDGs) in: Eurostat (2016). Sustainable development in the European Union. Rapporto Eurostat incluso nella comunicazione della Commissione Europea: EC (2016). Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale europeo e al Comitato delle Regioni. Il futuro sostenibile dell'Europa: prossime tappe. L'azione europea a favore della sostenibilità.

Queste condizioni solleciteranno così tre macro sfide fondamentali che possono essere riassunte in:

- **Crescita:** come pianificare la crescita della città e allo stesso tempo ridurre l'impatto negativo della città sugli ecosistemi;
- **Resilienza e adattamento:** come sviluppare e attuare strategie per l'adattamento, la resilienza e aumentare la capacità delle città di fronte a futuri shock e tensioni associate con l'aumento dei cambiamenti climatici di origine antropica³;
- **Rigenerazione e Simbiosi:** come riparare i danni provocati agli ecosistemi esistenti e rigenerare uno stato di simbiosi con gli ecosistemi locali e regionali.

Queste tre sfide comportano che tutti gli attori del processo di trasformazione siano chiamati oggi a rafforzare ancor più la capacità previsionale dei progetti con una visione dell'intero ciclo di vita (in termini di prestazionalità, funzionalità ed efficienza sul lungo termine dei prodotti e servizi) arricchendosi dell'integrazione reciproca dei singoli stakeholders, e portando così alla formulazione di nuove forme di condivisione "bottom-up" e approcci "crowd creativity".

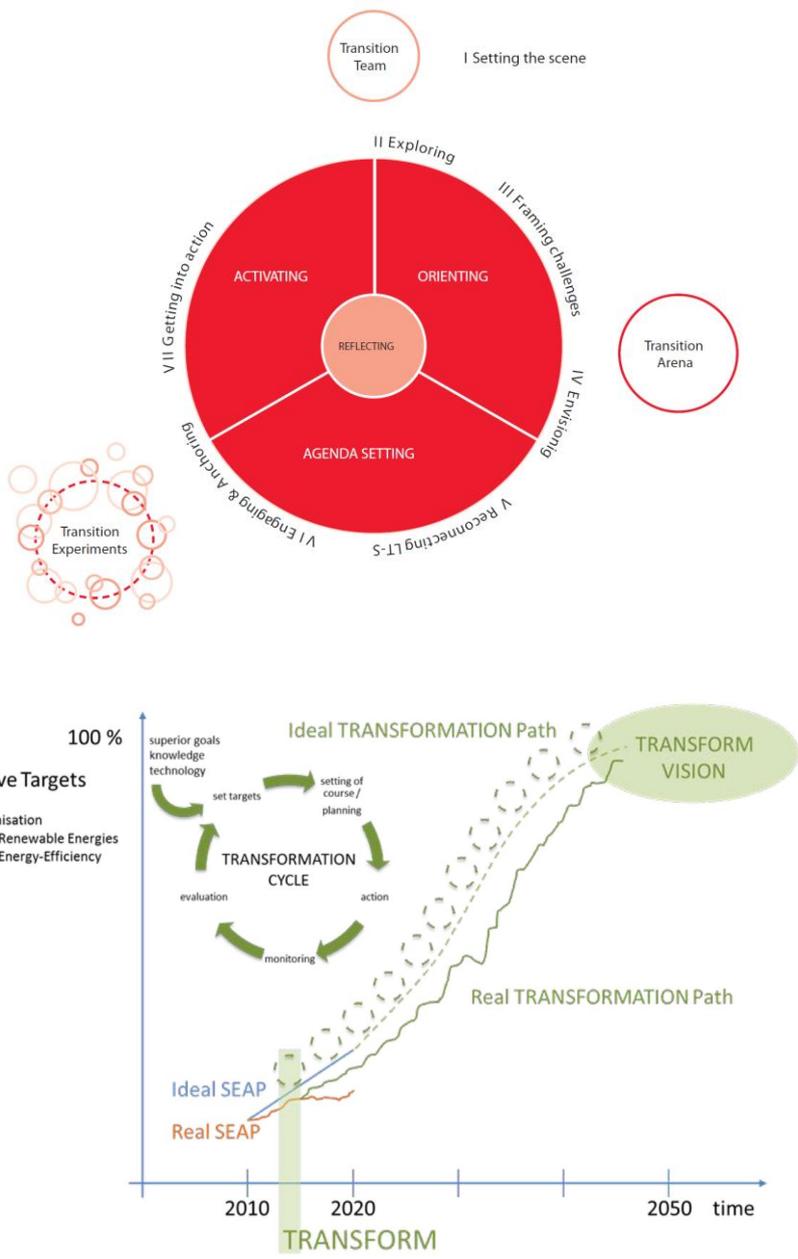
Questa processualità sottende infatti una serie di strumenti e di attività propedeutiche, come il coinvolgimento dei soggetti privati e degli utenti dentro un processo di ripensamento strategico, senza il quale difficilmente sarà possibile l'innescarsi, il diffondersi e il raggiungere gli auspicati obiettivi di efficientamento energetico che la Smart City potrebbe incrementare grazie alla diffusione delle soluzioni SCC.

Le attuali tecnologie costruttive industrializzate e gli strumenti di diagnosi e monitoraggio energetici dell'edilizia sono insieme argomenti che trovano una convergenza comune in questo processo di miglioramento delle performance energetiche e degli ambiti urbani. Dal loro incremento e coordinamento dipenderà l'efficacia delle misure messe in campo per il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi internazionali a cui però dovrà necessariamente affiancarsi una evoluzione nelle politiche di governo dei territori e di coinvolgimento degli attori del processo che, in maniera non marginale, ostacolano l'applicazione diffusa di strategie efficaci SCC.

L'odierno processo di trasformazione che accompagna l'edificazione e la costruzione nelle città rappresenta quindi un sistema articolato di risorse, di vincoli e di procedure che devono correlarsi alle innovazioni introdotte dallo sviluppo tecnologico nel settore produttivo. La diffusione di tecnologie ed approcci efficaci, si avvalgono oggi di una nuova infrastruttura integrata di ICT e "tools" di supporto alla produzione che consentono di realizzare progetti di costruzione che possono essere configurati dai diversi soggetti coinvolti senza soluzione di continuità durante la gestione delle informazioni, la consegna, il montaggio e l'esercizio, la manutenzione e il riuso. L'attuale progettazione è supportata da una solida infrastruttura digitale che consente di trasporre un edificio dal file al prodotto finito, e dove le tecnologie ICT, BIM e IoT (Internet of Things) costituiscono, entrambe, soluzioni che incoraggiano una convergenza nelle catene di valore industriale nell'area dell'energia e delle applicazioni urbane intelligenti.

³ In letteratura il termine resilienza è declinato secondo tre principali filoni a cui si collegano esperienze, documenti di intenti e un vasto panorama di piattaforme di ricerca, condivisione di esperienze, reti di buone pratiche: (a) *Resilienza e sostenibilità*: il concetto di resilienza viene inteso quale via per garantire una effettiva sostenibilità dello sviluppo dei sistemi socio-ecologici. (b) *Resilienza e adattamento*: il concetto di resilienza è utilizzato come elemento di innovazione degli attuali modelli di sviluppo delle città e dei territori e come chiave per innescare risposte di adattamento in relazione ai cambiamenti climatici e alla riduzione delle risorse energetiche e naturali e alla qualità delle comunità locali. (c) *Resilienza e rischi territoriali*: la resilienza viene utilizzata come concetto chiave per l'innovazione delle strategie di gestione dei rischi territoriali, integrando gli obiettivi della riduzione dei rischi e della pericolosità con una pluralità di obiettivi connessi alla qualità territoriale.

Box 1. Approfondimento sul processo di transizione e del concetto di processo circolare incrementale



Gli aspetti innovativi della “transition cities” e della “resilienza” ecosistemica accompagnano sia il campo della **smart governance** dei processi che le attività di **progettazione** e di **produzione** edilizia⁴. Oggigiorno la resilienza viene utilizzata quale concetto chiave dello sviluppo sostenibile, la cui definizione è sufficientemente condivisa, ma ancora parzialmente consolidata, come emerge dai molteplici dibattiti aperti nell’ambito della società civile. In questo percorso di transizione l’aspetto energetico risulta centrale per l’individuazione della strategia di trasformazione da attuare, **ma è il nuovo modo di concepire il processo edilizio in maniera circolare ed incrementale che risulta ancora inefficiente** (programmazione, pianificazione, progettazione, costruzione, gestione/uso e riuso/dismissione). Lo schema in alto guida l’attuazione del metodo di gestione dei processi di transizione. Pur non essendo universalmente applicabile, esso fornisce una struttura, che deve essere adattata alle circostanze e alle dinamiche emergenti lungo il processo specifico. In basso l’applicazione del concetto di processo di trasformazione circolare che è anche incrementale nel raggiungimento degli obiettivi e nel tempo.

Figura 2. In alto: The transition management process structure. Fonte: DRIFT (Dutch Research Institute for Transitions, Erasmus University Rotterdam), progetto MUSIC (Mitigations in Urban Areas, Solutions for Innovative Cities). In basso: schema esemplificativo del processo circolare ed incrementale della transizione. Fonte: Transform Project (2015). Transformation Management and Transformation Path towards long-term goals and vision.

⁴ In questa cornice, le caratteristiche che dovrebbero contraddistinguere una smart governance si riferiscono a quanto richiesto dalle Research & Innovation Smart Specialization Strategies regionali, dalle quali non possono prescindere i processi e i progetti di rigenerazione. Cfr. *Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation (RIS3) to the Europe 2020 Growth Strategy* (2015).

Tutto è pronto per un cambiamento profondo nel modo di costruire, purché si sappia guidare e stimolare il cambiamento di un mercato che è notoriamente chiuso alle dinamiche della concorrenza, dove spesso gli interlocutori sono molteplici e poco propensi all'innovazione ed al cambiamento.

Lo sviluppo delle filiere industriali proprie dei green buildings costituiscono invece delle esperienze rilevanti in quest'ottica di cambiamento, poiché frutto di un approccio alla produzione edilizia volto espressamente alla sinergia tra gli operatori della filiera con l'obiettivo di una trasformazione di tutte le fasi del processo produttivo.

Gli approcci attuati in base ai principi della progettazione tecnologica, attraverso protocolli di certificazione ambientale o reti intelligenti si rivelano infatti efficaci per **agire** non solo sull'efficienza energetica, ma anche sull'efficienza di prodotti e dei processi, ed utili per una **valutazione** sia sulla sostenibilità economica e ambientale, che sull'inclusione sociale: i moderni protocolli di valutazione della sostenibilità, attualmente disponibili, vanno propriamente nella direzione di questa transizione.

Seppur in gran parte limitati alla progettazione e produzione dei materiali e componenti, o alla gestione dell'edificio va segnalato come alcuni sistemi di valutazione/certificazione possano essere adottati su larghe scale di progettazione e in grado di comprendere non solo il singolo edificio, ma anche un brano di città o di area urbana – distretto - su cui intervenire. Questo aspetto è notevolmente qualificante quando il progetto di trasformazione riguarda il caso degli Smart District dove potrebbero quindi aggiungersi aspetti progettuali particolarmente significativi da considerare.

Strategy 1: URBAN LAND



- R1-1: Efficient use of land.
- R1-2: Encouraging urban biodiversity.
- R1-3: Revalorization of built heritage.

Strategy 2: URBAN MORPHOLOGY



- R2-1: Multifunctional urban complexity.
- R2-2: A revitalizing public space.
- R2-3: Habitat city.

Strategy 3: URBAN MOBILITY



- R3-1: Custom-made public transport.
- R3-2: A network of networks with different scales.
- R3-3: Encouraging nonpolluting means of transport.

Strategy 4: NATURAL RESOURCES



- R4-1: Rationalization of energy consumption.
- R4-2: Reduction of the impact on consumption cycles of natural resources.
- R4-3: Consolidation of a green urban infrastructure.

Strategy 5: SOCIAL STRUCTURE



- R5-1: Choice of a varied social structure: integration vs segregation.
- R5-2: Solidarity as a balancing tool.
- R5-3: The profile of society as starting point for urban renovation.

Strategy 6: THE ECONOMIC MODEL



- R6-1: Renovation with the existing local economy as a solid basis.
- R6-2: Searching for a heterogeneous model of property values.
- R6-3: Prioritization of public-private investments.

Strategy 7: GOVERNANCE



- R7-1: Free access to accurate and interrelated information.
- R7-2: Dynamic and flexible planning: a tool for management and governance.
- R7-3: Encouraging public involvement.

Figura 3. Sintesi delle 7 principali aree della sostenibilità (strategie qualitative) da applicare nell'ambito della riqualificazione adottate nel progetto EURBANLAB. Fonte: IVE, Progetto EURBANLAB

In queste prime fasi di sperimentazione, l'adozione di soluzioni intelligenti a contesti limitativi minor scala urbana ma di sicuro impatto sull'intera città consente certamente la verifica della funzionalità di alcune metodologie, soluzioni tecnologiche e di approcci innovativi più virtuosi, onde verificare in seguito la scalabilità all'intero differente ambito urbano. È necessario quindi poter valutare che le soluzioni individuate⁵ possano essere **replicate** (Roll-out) e **scalate** (scalability) in contesti di maggior dimensione.

⁵ I principali cluster di una smart city attengono a smart mobility and transport, smart building, smart energy/smart grid, smart environment, smart living, smart governance.

Tabella 1. Sintesi dei principali cluster della smart city.

Smart mobility & transport	Sistemi di trasporti sostenibili ed integrati per muovere in ambito urbano persone e merci
Smart building	Gestione energetica degli edifici, domotica, smart appliances
Smart energy/Smart Grid	Energie rinnovabili, smart grid, efficienza energetica. Le reti energetiche che collegano una vasta gamma di fonti di energia di diverse disponibilità con le richieste, anch'esse variabili, sfruttando le sinergie tra i diversi settori. Il sistema energetico integrerà così le fonti e le richieste energetiche da tutte le parti del sistema energetico
Smart environment	Utilizzo sostenibile delle risorse, prevenzione dell'inquinamento e protezione ambientale (public lighting; water resources)
Smart living	Società inclusiva, sicura, sana, istruita
Smart government (governance)	Partecipazione nel decision making, (e democracy); efficienza nei servizi (e-government); sicurezza (safety and surveillance)

La strategia Europa 2020, lanciata dalla Commissione Europea (EC) nel 2010, si è concentrata su soluzioni tecnologiche che potrebbero contribuire a fornire una "crescita intelligente, sostenibile e inclusiva" e sono state proposte sette iniziative tra cui quella che va sotto il nome di "resource-efficient Europe".

Per sostenere questa iniziativa, la EC ha lanciato un partenariato europeo per l'innovazione sulle Smart Cities and Communities (EIP-SCC) destinato all'intersezione tra energia, trasporti e informazioni e settori di comunicazione.

Le sette sfide sono state identificate come le più importanti per il futuro della EU, e tre di queste sono direttamente legate alla politica delle Smart Cities:

1. Secure, clean and efficient energy (energia sicura, pulita ed efficiente);
2. Smart, green and integrated transport (trasporto intelligente, verde e integrato);
3. Climate action, environment, resource efficiency and raw materials (azione climatica, ambiente, efficienza delle risorse e materie prime).



Figura 4. Principali aree di interesse approfondite nell'ambito dello sviluppo di soluzioni SCC. Fonte: European Innovation Partnership Smart Cities & Communities. Invitation for Commitments.

Per rappresentare questa integrazione e per attivare il partenariato EIP-SCC, la EC ha pubblicato un Piano di Attuazione Strategico (SIP) e un Piano di Attuazione Operativo (OIP)⁶. In particolare il SIP definisce i domini e le relazioni strategiche tra undici diverse aree prioritarie (3 verticali e 8 orizzontali, come mostrato nella figura di seguito riportata), mentre l'OIP definisce gli abilitatori e le intersezioni tra questi elementi.

⁶ Strategic Implementation Plan e Operational Implementation Plan. EIP-SCC (2013), Strategic Implementation Plan: First Public Draft, e EIP-SCC (2013), Operational Implementation Plan: First Public Draft.

In questa relazione la definizione di Smart Cities and Communities applicata è quella propria del Strategic Implementation Plan dell'EIP-SCC che indica come le **smart cities** *“rappresentino sistemi di persone che interagiscono e usano flussi di energia, materiali, servizi e finanziamenti per catalizzare uno sviluppo economico sostenibile, una resilienza e un'alta qualità della vita”*. Questi flussi e le interazioni diventano intelligenti grazie all'utilizzo strategico delle infrastrutture e dei servizi ICT in un processo di pianificazione e gestione urbana trasparente che risponde alle esigenze sociali ed economiche della società⁷. L'obiettivo è dunque quello di facilitare una trasformazione verso infrastrutture e servizi urbani intelligenti, orientati all'utente e alla domanda.

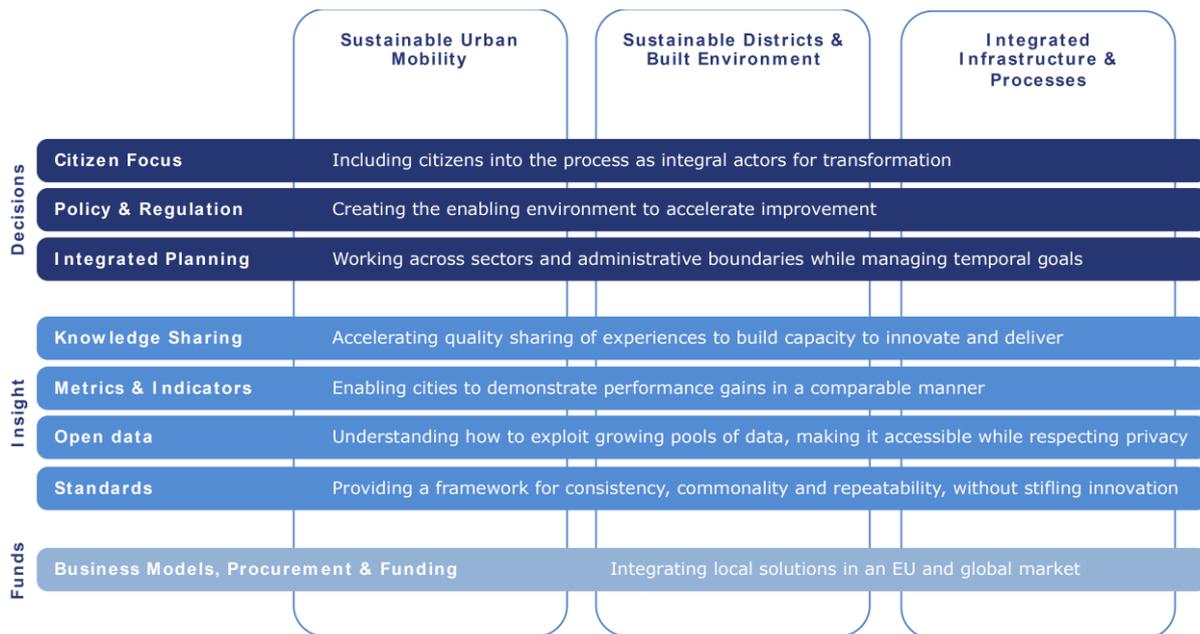


Figura 5. EIP-SCC Strategic Implementation Plan (SIP) Priority Areas. Fonte: EC (2016). Analysing the potential for wide scale roll-out of integrated SCC solutions. Final Report .

Tali paradigmi sono racchiusi nell’ambito dei progetti Smart Cities and Communities (SCC) in cui gli investimenti in capitale umano e sociale, nelle infrastrutture tradizionali (trasporti) e moderne (ICT) favoriscono una migliore qualità della vita, una crescita economica sostenibile, una gestione consapevole delle risorse naturali e il coinvolgimento attivo dei cittadini nello sviluppo della propria città. I paradigmi di cui sopra si traducono in sfide atte a dimostrare la funzionalità di soluzioni a livello di distretto che integrino edifici intelligenti (smart buildings), reti intelligenti (smart grids), lo storage e la fornitura (charging) energetica per veicoli elettrici, nonché piattaforme ICT di ultima generazione. Questo dovrebbe essere accompagnato da misure di efficienza energetica e dall'utilizzo di quote molto elevate di energie rinnovabili (RES) a livello di distretto.

Tali progetti, che sono legati al Piano Strategico di Attuazione (SIP) del Partenariato Europeo per l'Innovazione sulle Smart Cities and Communities (EIP-SCC), rappresentano una estensione dell’idea della Smart City con una più accentuata componente di innovazione sociale: la Smart Community.

Le Smart Community sono state introdotte come un potenziale aspetto gestionale e organizzativo caratterizzante gli elementi strutturali della Smart City e i cui contenuti strategici sono evidenziati, a priori, nelle Smart Specialisation. In linea con gli obiettivi H2020, nell’ambito del ciclo di programmazione 2014-2020, con la Strategia di Specializzazione Intelligente o Smart Specialisation Strategy (S3), la Commissione Europea ha poi individuato la modalità e gli ambiti per la definizione di politiche di ricerca e innovazione attraverso le quali realizzare la massima complementarità tra livello europeo, nazionale e regionale. Il

⁷ European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities (2013). Strategic Implementation Plan.

concetto di Smart Specialisation Strategy (S3) indica **le strategie d'innovazione** - flessibili e dinamiche - concepite a livello regionale ma valutate e ricondotte a livello nazionale con l'obiettivo di evitare la frammentazione degli interventi e mettere a sistema le politiche di ricerca e innovazione, e di sviluppare strategie d'innovazione regionali che valorizzino gli ambiti produttivi di eccellenza tenendo conto del posizionamento strategico territoriale e delle prospettive di sviluppo in un quadro economico globale. Tale strategia si fonda su due concetti fondamentali: **specialization** e **smart**. Il primo termine "**specialization**" pone in evidenza che gli investimenti debbano essere concentrati in domini tecnologici dove è possibile generare un impatto più significativo per evitare lo spreco delle risorse; tali domini devono essere scelti sulla base delle competenze e delle potenzialità di ricerca e innovazione presenti, da cui deriva il secondo termine "**smart**". La specializzazione deve quindi derivare dalle risorse e dalle capacità presenti, in modo da valorizzare i punti di forza e il potenziale di eccellenza di ogni area. Per sottolineare questo ultimo aspetto, è fondamentale che il processo di definizione della S3 sia basato su un approccio bottom-up, cioè progettato e realizzato dal basso. Questo approccio si fonda su un processo di "scoperta imprenditoriale"⁸, in cui i possibili domini di specializzazione sono individuati dai protagonisti dell'innovazione: imprese, istituti di ricerca, associazioni e università. Questo è uno dei motivi per cui la sua redazione è stata affidata alle Regioni, che, all'interno dei propri confini territoriali, devono individuare le strategie di sviluppo che permettono un più efficace collegamento tra la ricerca e l'innovazione.

Smart Specialization, Smart Community e Smart City rappresentano dunque le tre dimensioni fondamentali nel raggiungimento del pieno potenziale dei territori europei. Sebbene non siano indispensabili l'uno all'altro (i.e. ci possono essere Smart City e Smart Community che non presentano specifiche Smart Specialisation e viceversa), la compresenza di questi tre elementi è emersa come un fattore di importanza per il loro sviluppo duraturo.

Queste tre dimensioni della **smartness** possono, infatti, interagire in una logica sistemica nella quale è presente una sovrapposizione multi-layer di elementi strutturali tangibili e intangibili (Smart City), elementi organizzativi e gestionali (Smart community) ed elementi contenutistici e strategici (Smart Specialisation Strategy)⁹.

Attraverso l'introduzione dei concetti di Smart Specialization, Smart Community e Smart City si sta delineando – con una sempre più ampia diffusione internazionale – un nuovo fenomeno tecnico, economico e sociale nel quale i confini teorici quanto quelli applicativi risultano incerti oltre che in continua evoluzione. Gli elementi su richiamati sottendono come l'utilizzo del termine smart, entrato inizialmente come *buzzword* per descrivere *device* dotati di tecnologie e funzionalità avanzate (spesso legate alla domotica e alla connettività internet wireless), coinvolgono oggi non solo le aziende e i loro prodotti, ma anche gli utenti e le amministrazioni, e indicano nuovi approcci che meritano di essere compresi attentamente in quanto potenzialmente riconducibili ad approcci gestionali - più ampi - rivolti alla città e alle persone, secondo nuovi paradigmi.

⁸ Foray et al (2009), Smart Specialisation- the concept.

⁹ Cfr. Francesco Rizzi (2013). Smart City, smart community, smart specialization per il management della sostenibilità. Franco Angeli, Milano.

1.1.3 Aree prioritarie, domini e relazioni strategiche per valutare il potenziale delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District

Le priorità della ricerca e l'incidenza di progetti finanziati¹⁰ nell'ambito della Smart Cities and Communities (SCC), delineano, in maniera molto chiara, come l'innovazione di soluzioni rivolte all'efficienza energetica possa essere affrontata lungo distinte linee di ricerca che concorrono insieme alla sostenibilità dell'ambiente urbano e, grazie alla innovazione tecnologica, al controllo dei processi di trasformazione e gestione del sistema informativo¹¹. Le idee progettuali consistono infatti nello sviluppo di attività di ricerca industriale e di attività di sviluppo sperimentale (fino a livelli di TRL 7) in cui ricorrono in maniera prevalente le tecnologie ICT.

Lo studio a cui si fa riferimento - i cui indicatori si sono voluti adottare nel presente Report Ricerca di Sistema Elettrico volto all'analisi del potenziale delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District nella filiera delle costruzioni e finalizzato alla definizione dei network e degli stakeholder di sistema - è il Report finale "Analysing the potential for wide scale roll-out of integrated SCC solutions" commissionato dalla Commissione Europea nel 2016, che indica i domini e le relazioni strategiche tra le 3 diverse aree prioritarie verticali (Sustainable Urban Mobility, Sustainable Districts & Built Environment, Integrated Infrastructure & Processes). I progetti finanziati ed analizzati al fine di individuare degli indicatori attraverso cui valutare il potenziale delle soluzioni SCC si allineano lungo questi 3 asset comuni e possono essere ricondotti successivamente a 9 sottocategorie (3 per ogni area prioritaria) secondo i settori cui si riferiscono e come riportato nelle seguenti tabelle.

Tabella 2. Area prioritaria verticale Sustainable Urban Mobility

Type	Short description	Examples of solutions	Value proposition
Real-time road user information	Deliver real-time traffic information to road users.	Deployed technologies include variable message signs displaying traffic and parking information, bus stops with neighbourhood-specific information, dynamic pricing updates and mobile applications showing the location of the closest taxi stop and providing updates about train arrivals.	Enable people to take informed decisions about their mobility, saving time and energy.
ITS-based enhancements of public transport	Public transport provider uses intelligent transport systems (ITS) as a support for the management of its assets and to enhance its service for the users.	Examples of technologies include contact-less public transport cards, sharing economy concepts for public fleets as well as applications for mobile payment.	Reduce waiting time as well as emissions, and facilitate intermodal commuting.
ITS for traffic monitoring, management and enforcement	Collection and central processing of information to adjust traffic flows in urban areas.	Sensors for traffic monitoring, such as automatic traffic counting, cameras, vehicle location or even satellite imaging linked to central traffic control centres.	Optimise fleet management and route scheduling.

¹⁰ Cfr. EC (2016). Analysing the potential for wide scale roll-out of integrated SCC solutions. Final Report.

¹¹ Cfr. Linee strategiche della ricerca a livello europeo nell'ambito dell'EeB PPP (Energy-efficient Buildings, Public-Private Partnership) e priorità delle aree della ricerca. Fonte: European Commission (2013). Energy-efficient Building. Multi-annual roadmap for the contractual PPP under Horizon 2020.

Tabella 3. Area prioritaria verticale Sustainable Districts & Built Environment

Type	Short description	Examples of solutions	Value proposition
Smart technologies for the built environment	Involve technologies and approaches for smart and intelligent management of assets and resources within the built environment.	Typical solutions integrate ICT to increase the level of automated monitoring and control of equipment, such as smart meters and appliances, home automation and outdoor automation, and intelligent waste collectors. Included here are also smart streets, i.e. limited geographic areas that concentrate a variety of technologies such as open Wi-Fi, building energy management, smart lighting, traffic or air quality measurement, smart waste management, electric vehicle charging and bike sharing.	Pursue better living, resource efficiency and waste reduction.
Sustainable districts	Has a wider geographic scope and entails district energy systems, energy efficient neighbourhoods and eco-urban developments.	Smart waste water networks, district-wide building energy management solutions, district heating and cooling networks, EV integrated infrastructure, district-level smart lighting, interconnected systems of decentralised energy sources, urban development projects that re-qualify entire districts based on state-of-the-art technologies.	Reduce emissions and resource consumption by embedding integrated energy efficiency technologies.
Place making	Focus is clearly on community engagement, favouring the communication between the public entities and the single citizen.	Smart places that stimulate the valorisation of community data, community development and collective awareness platforms to promote sustainability and social innovation or mobile-based civic engagement and empowerment.	Create communities of interest that can be key to support integrated SCC solutions.

I principali risultati dell'analisi riferiscono che gli orientamenti della ricerca tecnologica si concentrano in cluster di ricerca che coinvolgono diversi aspetti dell'innovazione: design e strumenti di progettazione innovativi per il recupero e la ristrutturazione edilizia a livello urbano, tecnologia degli elementi degli edifici e pacchetti di soluzioni standardizzate, sviluppo di materiali innovativi e nanotecnologie, soluzioni efficienti per l'accumulo di energia, processi di costruzione, piattaforme informatiche per la gestione e monitoraggio dei big data, delle performance energetiche e dei servizi, Tecnologie informatizzate per la Comunicazione (ICT), i trasporti (ITS) e per l'efficienza energetica negli edifici, sviluppo di tecnologie di auto-ispezione e metodologie di controllo di qualità per processi di costruzione efficienti con strumentazioni BIM di supporto.

A tutti questi campi si vanno ad aggiungere studi e sviluppi di metodologie e strumenti innovativi di carattere non tecnologico con il fine di favorire la penetrazione delle tecnologie e l'attuazione delle politiche di efficienza energetica che pervadono altri settori rispetto a quello edilizio e che riguardano in particolare i trasporti e la gestione intelligente delle fonti energetiche e la E-Governance dei processi.

Lo studio ha altresì messo in evidenza che in tutto il campione di casi oggetto di analisi, le soluzioni integrate a livello urbano erano rare; al contrario, soluzioni con livelli di integrazione più elevati erano presenti a livello di distretto, per alcuni progetti con oggetto l'efficienza energetica e/o la mobilità.

A questo si aggiunge quindi che la Ricerca di Sistema già fin dal precedente anno (PAR2015) sia stata orientata a esplorare il livello del Distretto si conferma come scelta chiave.

Tabella 4. Area prioritaria verticale Integrated Infrastructure & Processes

Type	Short description	Examples of solutions	Value proposition
Smart City Platforms	Integrate large amounts of data and information collected by distributed sensors within the city, possibly including humans as sensors, which are then used by city managers or urban planners to guide the Smart City development process as a whole.	Typical solutions in this area are large-scale, transversal ICT platforms able to collect and analyse large amounts of data coming from a variety of sensors, common digital infrastructures that in a sense connect the entire city.	Allows real time monitoring and preventive steering of cities.
Intelligent City Services	ICT-enhanced public service provision mechanisms.	Examples of solutions in this area are city open integrated data hubs, GIS applications, technologies bridging different sources of data such as social media and real-time monitoring tools, smart IT-based toolkits to ensure reciprocal communication between city authorities and citizens.	Co-ownership of local matters and outcomes. Efficiency savings for city administrations. Stimulate involvement at local level.
Smart grids	Address energy issues with innovative ICT and data related components.	Analysed smart grids range from modernisation of distribution networks to more advanced, fully automated systems that include smart meters and appliances at the household level. Some reviewed solutions also integrate electric vehicles as storage units or develop parallel energy markets where prices try to reflect real-time demand and supply status.	Collected information and insights may serve planners and managers, but are often also shared with users, who can take more informed decisions and can also become prosumers, i.e. users that can switch from being energy consumers to becoming producers based on the circumstances.

1.1.4 Vincoli e requisiti della smart cities. Ambiti per la definizione dei soggetti ideali con cui sviluppare un processo evolutivo e soluzioni SCC.



Figura 6. Vincoli e requisiti della smart cities. Analisi degli indicatori attraverso cui valutare il potenziale delle soluzioni SCC che si allineano secondo le 3 diverse aree prioritarie verticali (Sustainable Urban Mobility, Sustainable Districts & Built Environment, Integrated Infrastructure & Processes) che definiscono le Smart Cities, al cui interno - per ognuna delle aree prioritarie - possono essere riconosciuti altrettanti processi evolutivi specifici.

1.2 Deliverable D.2. Analisi degli attori della filiera delle costruzioni idonei a promuovere un uso efficiente dei flussi energetici

1.2.1 Premesse

La frammentarietà che caratterizza, ad oggi, la catena del costruire offre scarso terreno per lo sviluppo e la diffusione di quelle innovazioni di processo che risultano essere indispensabili per modellare un ambiente intelligente. Eppure la gestione collaborativa del progetto nel settore delle costruzioni diventerà un requisito indispensabile per progettare complessi edilizi e distretti urbani tecnicamente ed economicamente ottimizzati per l'ambiente smart. Un approccio ottimizzato comporta innovazioni in quasi ogni segmento della catena del costruire: dalla pianificazione alla progettazione, dalla costruzione alla gestione tecnica dei patrimoni edilizi e infrastrutturali.

Da una lettura ampliata degli indirizzi della ricerca internazionale emerge che gli aspetti più significativi che interessano lo sviluppo di modelli di distretto urbano intelligenti (smart district) con un particolare rilievo alla efficienza energetica, possono essere ricercati in tutte le fasi del processo di trasformazione della filiera produttiva (dalla programmazione fino alla gestione e riuso) e ruotano intorno a 4 clusters principali che possono essere così sintetizzati:

1. **Governance.** Capacity building, data collecting and monitoring così come cooperazione e integrazione tra distinti attori e stakeholders sono ascrivibile principalmente alla PA che dovrà indirizzare, guidare e sostenere le soluzioni integrate di SCC)
2. **Citizens involvement.** La partecipazione attiva degli utenti sia nell'indirizzo e definizione delle scelte che nella raccolta dei dati per una città resiliente, più vivibile e più efficiente in termini energetici assume un carattere strategico
3. **Funding and financing.** I limiti e i vincoli di bilancio attuale costringono le autorità pubbliche ad individuare i giusti meccanismi di finanziamento - anche nell'ambito del Partenariato Pubblico/Privato - che possano supportare la pianificazione strategica nonché i processi di approvvigionamento necessari per sviluppare soluzioni SCC su larga scala
4. **Procurement.** La complessità delle città, costituisce una delle principali barriere all'adozione di soluzioni integrate SCC. Questa complessità emerge in molte aree del governo - politica, regolamentazione, governance economica e organizzativa e possono creare difficoltà per i leader della città e per gli stakeholders nell'atto di concordare la corretta metodologia per l'implementazione delle soluzioni SCC e individuare in network per il loro sviluppo. Un fattore cruciale in grado di accelerare la diffusione le soluzioni SCC è rappresentato da un mercato aperto e collaborativo, capace di portare in esso il maggior numero di soluzioni SCC e che - come conseguenza diretta - assicuri costi di implementazione minori. Gli appalti e, più in particolare, le pratiche di appalto dell'innovazione, rappresentano un fattore che può supportare questo tipo di mercato aperto e collaborativo. Gran parte delle soluzioni SCC si avvalgono di forme di "procurement" di diversa natura a seconda dei servizi (ad esempio R&D) da appaltare, in particolare: Public Procurement, Public Procurement of Innovation (PPI) e Pre-Commercial Procurement (PCP)¹².

¹² La PPI Platform costituisce un riferimento per la consultazione dei distinti progetti di procurement finanziati a livello europeo, e per l'avvio di networks di ricerca secondo le distinte categorie e ambiti di servizi (ICT, Trasporti, Costruzione, Health & Elderly Care, Acqua, prodotti bio, ...). Rif. <http://www.innovation-procurement.org/projects/>

1.2.2 Processi innovativi e analisi degli attori della filiera delle costruzioni

Le attività di pianificazione urbana stanno cambiando a causa dello sviluppo tecnologico. Il ruolo delle aziende private che modellano lo sviluppo delle città è aumentato, per cui molto spesso agiscono come investitori, fornitori di servizi o componenti, e, ancora, utenti. D'altra parte i vincoli di bilancio e la crescente complessità degli investimenti urbani per le soluzioni SCC hanno portato le amministrazioni a richiedere la partecipazione di soggetti privati e, di conseguenza, adattare la governance delle città al fine di attrarli. Da questo aspetto ne derivano alcune considerazioni.

Innanzitutto la necessità di **gestire la transizione secondo un modello operativo di collaborazione**. I sistemi di governance statici e di Amministrazione Pubblica centralizzata si scontrano con l'approccio integrato proprio delle soluzioni SCC. La collaborazione deve essere infatti favorita a diversi livelli, in particolare:

- **Integrare soluzioni che migliorino il coordinamento a livello di governo della città.** L'analisi dei casi di SCC¹³ dimostra che esiste ancora una quota limitata di soluzioni integrate, in quanto tendono ad essere sviluppate a livello settoriale. Anche se le ragioni sono numerose, la separazione a livello di governo e di pianificazione urbana ostacola il coordinamento e la collaborazione. Ciò potrebbe essere risolto creando un ufficio di coordinamento centralizzato per le soluzioni SCC integrate e sostenendo la pianificazione urbana con strumenti/orientamenti appropriati per le strategie e le iniziative SCC;
- **Rafforzare i partenariati multi-stakeholder a tutti i livelli.** Le soluzioni SCC sono complesse; richiedono al settore pubblico di collaborare con soggetti privati che hanno l'interesse, la capacità e le competenze per sviluppare i progetti. Pertanto, la governance delle città e quella di soluzioni SCC specifiche dovrebbe rafforzare la partecipazione dei diversi soggetti, nelle società private e nelle università/centri di ricerca;
- **Abilitare le condizioni quadro per i nuovi modelli di business.** La flessibilità dovrebbe essere assicurata nella definizione di ruoli e responsabilità legate alle soluzioni SCC. Il settore pubblico può prendere in considerazione la responsabilità della gestione del progetto e delle fasi iniziali, ma dovrebbe assicurare che ciò sia fatto massimizzando il coinvolgimento del settore privato e, potenzialmente, degli utenti/università ecc.

In secondo luogo risulta fondamentale stabilire un progetto per una **piattaforma informatica interoperabile**, che possa essere orientata verso servizi e in tutta la città, e in grado di fornire un'architettura concordata su cui partner e fornitori della città possano convergere nel tempo, creando un panorama competitivo a più livelli per servizi, applicazioni, ecc..

Infine la **gestione dei dati**. La proprietà e la gestione dei dati sono fondamentali in qualsiasi processo digitale. Poiché i progetti SCC integrati utilizzano estensivamente i dati, che vengono raccolti, elaborati e condivisi in tempo reale, sarebbe opportuno garantire che i dati siano il più liberi possibile, e allo stesso tempo salvaguardati. Infatti, più informazioni sono disponibili, maggiori sono le opportunità di utilizzarlo per le soluzioni. Tuttavia, i dati devono essere protetti, controllati e valutati in termini di qualità.

L'uso di soluzioni ICT consente che le componenti infrastrutturali maggiormente critiche e i servizi della città- come governo, educazione, sanità, sicurezza pubblica, patrimonio immobiliare, trasporti - diventino più intelligenti, interconnessi ed efficienti. In una Smart City le reti informative sono infatti basate su networks informatici che, supportandosi e arricchendosi a vicenda grazie alle tecnologie che raccolgono e condividono i dati e le informazioni usando standard e definizioni comuni, consentono di interrogare, analizzare e distribuire in maniera continuativa i dati che provengono dalla città in modo da ottimizzare l'efficienza e l'efficacia per il raggiungimento della sostenibilità. Questo obiettivo richiederà però un

¹³ Final report **Analysing the potential for wide scale roll-out of integrated SCC solutions**

approccio collaborativo: gli iter progettuali dovranno evolvere dal percorso lineare convenzionale di oggi ad un percorso circolare, collettivo ed iterativo, indispensabile per il diffondersi dell'approccio sistemico integrato senza il quale le Smart Cities resteranno confinate ai soli aspetti di rete. Una progettazione collaborativa implica infatti la condivisione dei dati in tempo reale, l'uso di strumenti e pratiche condivise e la messa a sistema della conoscenza per ogni singolo step progettuale, ciò al fine di consentire a tutti i tecnici e progettisti coinvolti nella ideazione dell'opera di accedere alle informazioni necessarie, grazie all'esistenza di una banca dati interoperabile attraverso cui poter compiere valutazioni di tutti i tipi (economiche, energetiche, ambientali,...) dal livello edificio al livello di distretto.

Sulla base di tali premesse, le attuali ricerche nel settore SCC evidenziano alcuni driver di sviluppo in funzione delle diverse fasi di riferimento del processo edilizio.

Fasi del Processo Edilizio

- 1 Programmazione partecipata interventi - Arena
- 2 Progettazione (BIM) tecnologica
- 3 Produzione industrializzata
- 4 Assemblaggio e produzione in opera
- 5 Vita Utile/esercizio
- 6 Gestione tecnica/Riuso/Riciclo

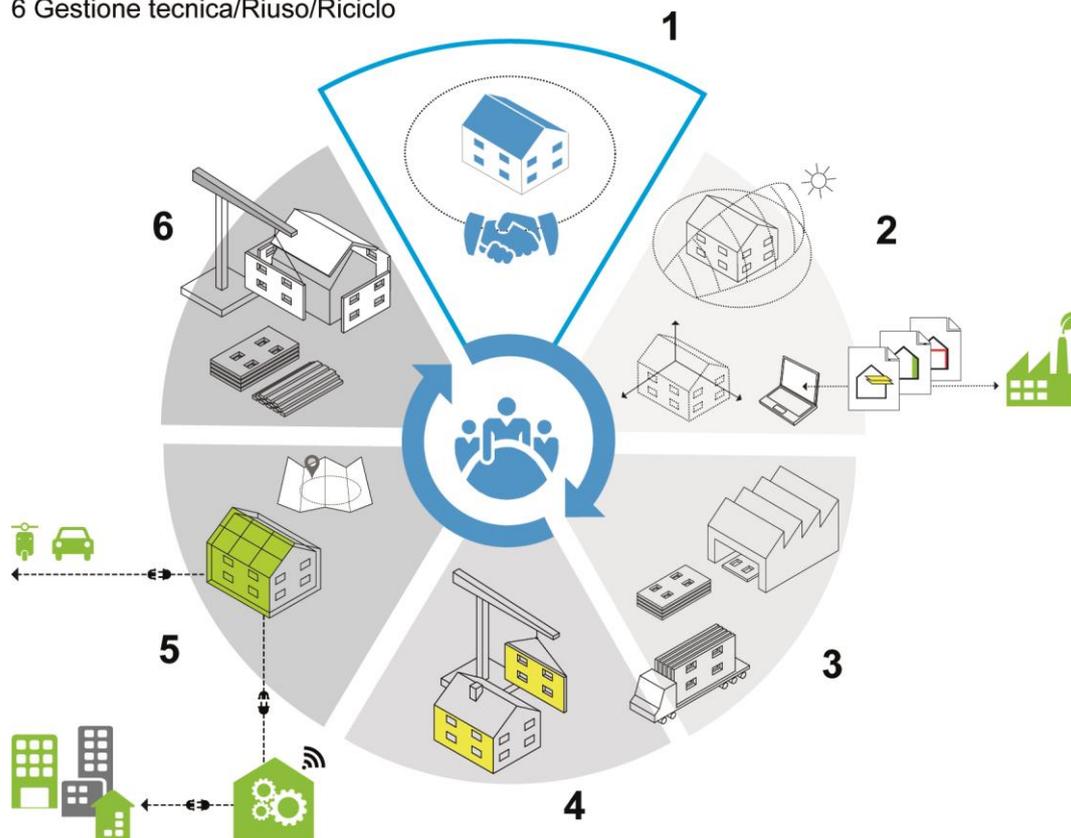


Figura 7. Sintesi di processo edilizio circolare ed incrementale applicato alle costruzioni dove alla ultima fase di gestione tecnica segue un nuovo ciclo della vita utile dell'edificio e un nuovo processo che può prevedere la riqualificazione o la dismissione o il riuso dell'intero edificio o di sue parti.

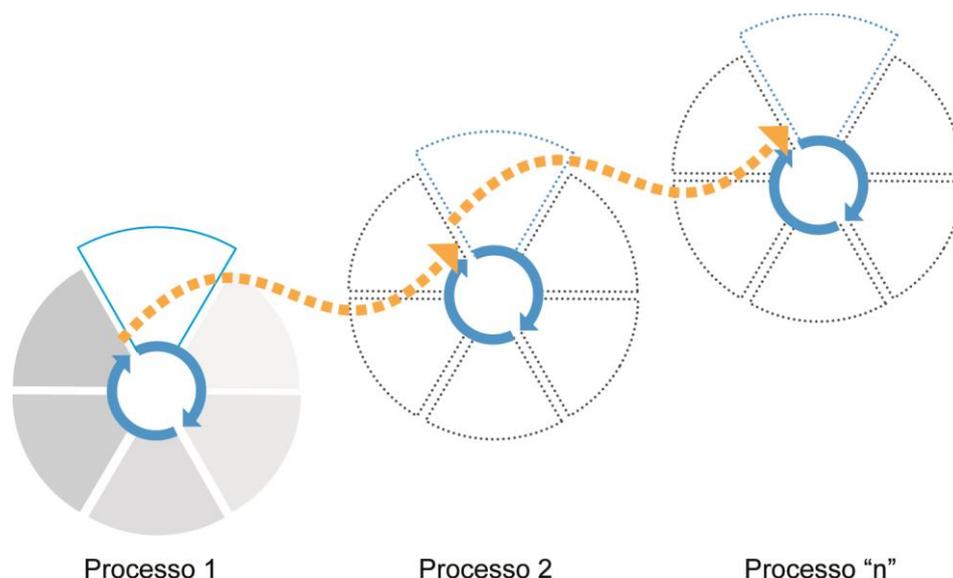


Figura 8. Schematizzazione del potenziale incrementale di un processo edilizio circolare “n” applicato alle costruzioni dove alla ultima fase di gestione tecnica segue un nuovo processo rivolto all’intero edificio o alle sue parti.

Un innovativo processo di **digitalizzazione** e **industrializzazione** pervade l’intera filiera delle costruzioni, dove le informazioni di prodotto e di processo sono generate, gestite e condivise, secondo procedure e standard di riferimento, con l’obiettivo di migliorare la circolazione della conoscenza, la qualità del prodotto, la sostenibilità della produzione e la soddisfazione degli utenti. Basati su database e strumenti di valutazione e di gestione innovativa, si propongono sul mercato nuove soluzioni industrializzate e nuovi strumenti a supporto del processo decisionale integrato, dalla programmazione degli interventi fino alla gestione dell’edificio costruito - passando per la progettazione e produzione – che sono in grado di restituire scenari di intervento affidabili e un controllo efficiente delle risorse economiche secondo protocolli di certificazione ambientale ed energetica internazionalmente riconosciuti.

Nell’ambito della **pianificazione/programmazione** edilizia alcuni strumenti innovativi sono oggi in grado di favorire la progettazione integrata intesa come messa a sistema delle conoscenze relative ai singoli saperi tecnici onde definire i possibili scenari di risoluzione in grado di organizzare i diversi punti di vista in funzione di pesi attribuiti. A questi si affiancano strumenti di modellazione che attraverso la definizione di profili energetici degli utenti (assessment tool and real time data) consentono la progettazione di edifici in grado di sviluppare interazioni edificio-edificio, edificio-edifici, edificio-utente, edificio-reti, utente-reti in tempo reale.

La modellazione e l’informatizzazione dei dati in fase di **progettazione** attraverso il building information modeling (BIM) costituisce uno strumento indispensabile anche per l’interoperabilità dell’organismo edilizio con le forme di ICT, in una prospettiva non più solo teorica di città intelligente. A tale aspettativa - guidata dai driver di domanda, quali efficienza, sicurezza, connettività – sono abbinate piattaforme di modellazione e industrializzazione basati su strumenti BIM, che possono oggi restituire una prospettiva interessante per il mercato delle costruzioni: l’ingresso degli edifici smart e degli **EelB** (Energy Efficient Interactive Buildings) potrà infatti segnare la strada per l’integrazione verticale tra pubblico, privato e imprese, e definire uno scenario di città, ormai prossimo in altri paesi, fatto di edifici efficienti e intelligenti connessi tra loro attraverso sistemi di reti nodali sviluppate su molteplici livelli combinati e codificati. La maggiore interazione tra lo standard rappresentato dal BIM con strumenti applicativi che includono lo sviluppo delle certificazioni energetiche e ambientali, sono in grado di integrare la collaborazione

interdisciplinare in tale ambito, verso le frontiere delle tecnologie smart e degli smart objects, o ancora allo sviluppo di soluzioni tecnologiche intelligenti che trasformino ciò che oggi è integrazione tra componenti (sensori/pelle; sensori/strutture) in componenti innovativi intelligenti.

La Smart City rappresenta un sistema **interconnesso** e **intelligente** nella quale l'uso di strumenti innovativi consentirà la registrazione e l'integrazione di dati in tempo reale attraverso l'uso di sensori fisici (sensori, smartphones, dispositivi medici, ecc.) e virtuali (internet, social networks, ecc.) e dove il concetto di interconnessione richiama l'integrazione di questi dati in una piattaforma informatica e la loro trasmissione tra i diversi ed eterogenei servizi della città; l'intelligenza è invece riferita all'utilizzo di strumenti di modellazione, ottimizzazione e valutazione complessi nei modelli di business, in modo da rendere più facilmente individuabile la soluzione migliore anche nell'ambito della fase gestionale e di servizio.

Nel caso degli immobili essi riguarderanno dai cicli di funzionamento ai componenti costruttivi, dalla risposta energetica del singolo edificio alla risposta/domanda energetica del distretto, dai materiali di costruzione ai costi ambientali di costruzione. I servizi e le tecnologie ICT non costituiscono di per sé l'elemento che rende "smart" una città se questi non sono integrati in una piattaforma che ne assicuri interoperabilità e coordinamento e siano gestiti da strumenti di governance e finanziamento.

Se risulta chiaro che le Smart Cities si avvalgono delle tecnologie digitali per raggiungere obiettivi sociali, ambientali ed economici emergono però **due questioni** fondamentali legate all'aspetto della "integrazione" delle soluzioni: da un lato è necessario che le **soluzioni** siano **integrate** e **intelligenti**, ovvero che rappresentino il punto di incontro tra l'ambito energetico, i trasporti e l'utilizzo dei servizi ICT, dall'altro che portino al raggiungimento di **obiettivi condivisi** mediante attività che coinvolgano cittadini e comunità e aumentino la diffusione di una cultura smart nell'interazione tra politici, tecnici, fornitori, end-users, ecc. (gli stakeholders) e le reti urbane.

Rispetto alla **prima questione** la problematica principale è rappresentata dalla standardizzazione senza la quale non soltanto non è possibile l'integrazione ma essa stessa ne costituisce la condizione per costruire una rete di città interagenti piuttosto che un arcipelago di isole separate non comunicanti. Affinché l'integrazione avvenga è necessario che i servizi urbani inviino un certo numero di dati significativi, i **Key Performance Indicators (KPIs)**, verso una piattaforma di raccolta e da questa devono poter ricevere informazioni utili al miglioramento delle loro prestazioni. È del tutto evidente quindi che, affinché ciò avvenga, i dati devono condividere lo stesso **standard** aperto. In secondo luogo l'architettura di una piattaforma Smart City interoperabile si basa sul principio che diverse città utilizzino lo stesso standard. Ciò comporta che un servizio non sia più sviluppato ad hoc per una specifica città ma possa essere **replicato** in altre città, generando un contenimento dei costi. In più, se il formato dei dati dei servizi urbani è analogo nelle varie città si potrebbe avviare un importante mercato di servizi (prevalentemente nell'ambito dei *Decision Support System*) per la pianificazione e la diagnostica della città, la visualizzazione e la elaborazione dei dati urbani. Infine la stessa infrastruttura di *cloud* per la gestione dei dati potrebbe risiedere a livello nazionale con enorme risparmio economico per i comuni che di fatto potrebbero disporre di tale possibilità con un minimo investimento (di fatto ripagato con modelli di business orientati alla vendita dei dati non sensibili). Risulta allora chiaro che l'applicazione dell'ICT o IOT non può sopperire alla mancanza di politiche e "vision" pubbliche efficaci, in quanto la sola "smartizzazione" delle città non basta a generare gli output di benessere e ricchezza sperati.

La **seconda questione** riguarda invece la policy urbana che, affinché sia efficace, deve prevedere la partecipazione, concetto profondamente diverso dalla sola informazione, dei cittadini e delle associazioni ai processi decisionali. Infatti nel processo che genererà valore economico e sociale della città non possono non essere coinvolti gli attori in quanto destinatari e (co)produttori di quelle politiche. La partecipazione e il coinvolgimento delle "communities" garantiscono decisioni migliori grazie all'integrazione di conoscenze,

saperi, bisogni e interessi, legittimano le istituzioni politico-amministrative e la loro azione, e promuovono lo sviluppo di cultura civica (cittadini attivi, responsabili, informati) e di capitale sociale.

Con la Smart City non c'è dunque programmazione senza il coinvolgimento attivo di cittadini, imprese e stakeholders.

Il processo di trasformazione sarà per questo indissolubilmente legato a un modello di "Smart Governance" - che preveda innanzitutto la costruzione di una Knowledge Platform e una fase di "Stakeholder Mapping" - all'interno della quale saranno delineati, coerentemente con il flusso e la sequenzialità degli steps del processo, i singoli attori coinvolti.

Gli stakeholders dovranno essere posizionati in base al loro livello di rilevanza/influenza secondo 4 categorie principali (interni, esterni, primari e secondari), e di interesse/ruolo nel processo.

Partendo dalle quattro categorie indicate, gli attori del processo potranno a loro volta essere ricollocati secondo una più completa classificazione, basata sul loro ruolo e ambito di interesse o, con riferimento alle procedure di Partnership Pubblico-Privato (PPP), riconoscendone di volta in volta la loro appartenenza al settore pubblico o privato.

Tabella 5. Analisi delle principali categorie di stakeholder di un processo di E-Governance.

a. Government Stakeholders	Ministers, members of parliament -MPs, local authorities, consultants contractors, NHS, other government departments and agencies, Emergency services, Regulatory authorities, lobbyists, media
b. Research Stakeholders	Research Centres, Academic Institution, Analytics Manager/Director, Analytics, Business analysts
c. Construction/design Stakeholders	Professional associations, project or programme team General construction, Labourer, Project Manager, Investors, Suppliers, Architects, Site Supervisor, Civil Engineer, Architectural Technician, CAD/BIM operator, Plant Technician, Facilities Manager
d. Real Estate Stakeholders	Real estate holders, Private companies or owners, Banks, Association, Communities of Users Trade associations, social housing corporations and private home owners.
e. Urban Services Stakeholder	Innovative Public Services Outsourcing; City Advisory Services (Power, energy and health/wellbeing, transportation, urban planning); Integrated Services; Sharing and circular economy services.
f. Analyst, IT project and Big Data Stakeholders	Account Manager, Business Relationship Manager – BRM, , Computer programmers, Logistics, IT procurement, Specialist GIS developers, Big Data Managers, Big Data Programmer, Informatics Scientist
g. BPM (Business Process Management) Stakeholders	PMO, team project, management board, Chief Process Office, Business Engineer, Process Designer, System Architect
h. Financial/funding Stakeholders	Public funding Institution, Commercial banks, Development banks, Public Private Partnership (PPP), Esco, Availability Manager
i. Social/Civil Society Stakeholders	Citizens- the general public, community organisations, Potential Vulnerable Populations, non governmental organisations –NGOs
l. eCommerce Stakeholders	Customer services, Customer, Marketing, Web Master, Content Manager, Legal, Procurement, Finance, Accounting, Retail suppliers, Transport suppliers, eCommerce SMEs, Large Companies

Fonte: Rielaborazione autori su Big Data Stakeholders. <https://www.stakeholdermap.com/stakeholder-list-big-data.html>.

Tabelle 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6i, 6l. Elenco degli stakeholder di sistema, con indicazione dei corrispettivi Potenziali Stumenti d'uso e Ambiti d'interesse e obiettivi. Fonte: Rielaborazione autori su base progetto FASUDIR (Friendly and Affordable Sustainable Urban Districts Retrofitting) www.fasudir.eu/

Tabella 6a. Government Stakeholders

Settore: Pubblico	Potenziali Stumenti d'uso per:		Principali ambiti d'interesse e obiettivi:			
	Edificio	Distretto	Economici	Ambientali	Sociali	Politici
Istituzioni 1: Governo centrale, Ministeri (MISE, MIT, MIUR, MIBACT, MATMM, ...)	Legislativi, data, Decision support	Legislativi, data, Decision support	Stimolare, promuovere e incentivare l'economia	Sostenibilità, Ridurre emissioni CO2, Sicurezza energetica, salvaguardia delle componenti ambientali	Incrementare il welfare sociale	Obiettivi politici: recepimento politiche e regolamenti Europei, formulazione programmi Nazionali
Istituzioni 2: Region,	Legislativi, LCA, Energia, Decision support	Master Planning, Infrastrutture, Energia, Aspetti Ambientali	Ottimizzare i consumi e massimizzare i benefici economici	Ridurre emissioni CO2, Sicurezza energetica	Incrementare il welfare, la coesione sociale e aumentare i servizi a persone	Recepimento regolamenti Europei e Nazionali e formulazione programmi Locali, Redazione Piani d'azione Strategici per l'energia sostenibile e il clima
Istituzioni 3: Province e Comuni	Legislativi, LCA, Energia, Decision support	Master Planning, Infrastrutture, Energia, Aspetti Ambientali	Ottimizzare i consumi e massimizzare i benefici economici	Ridurre emissioni CO2, Sicurezza energetica	Incrementare il welfare, la coesione sociale e aumentare i servizi a persone	Recepimento regolamenti Europei e Nazionali e formulazione programmi Locali, Redazione Piani d'azione Strategici per l'energia sostenibile e il clima
Istituzioni 4: Aziende sanitarie, Aziende Housing, Scuole,...	Decision support, Energia, Monitoring, Business Plan		Monitoraggio strutture e servizi, Organizzazione e contabile, gestione e manutenzione	Sicurezza, sicurezza energetica,	Continuità operativa senza interruzione delle attività, offerta e servizi, ottimizzazione e della offerta	Copertura servizi sul territorio
Istituzioni 5: Organi periferici dei Ministeri (Sovrintendenze, Agenzia del Demanio, ANAS,...)	Open data, Decision support	Open data, Decision support	Verifica, ricognizione e registrazione dei beni e infrastrutture attinenti alla programmazione di azioni e interventi specifici su edifici, distretti e infrastrutture	Tutela e salvaguardia delle componenti ambientali e architettoniche, e impatto degli interventi infrastrutturali (smart grid, mobilità e trasporti)	Tutela come vincolo alla riconversione d'uso, nuovi servizi energetici e mobilità come opportunità	

Tabella 6b. Research Stakeholders

Settore: Pubblico/Privato	Potenziali Stumenti d'uso per:		Principali ambiti d'interesse e obiettivi:			
	Edificio	Distretto	Economici	Ambientali	Sociali	Politici
Accademia e ricerca: Università, Centri di Ricerca (ENEA, CNR, ISPRA...)	LCC, LCA, Energia, Decision support, verifica sostenibilità, R&D&I, ICT, ITS (intelligent transport systems), BEMS (Building Energy Monitoring and Simulation), Energia, sensoristica, Monitoring	LCC, LCA, ICT, Energia, R&D&I, ICT, Energia, sensoristica, ITS (intelligent transport systems), BEMS (Building Energy Monitoring and Simulation),	Simulazioni energetiche, analisi economica	Sperimentazione e supporto scientifico	Terza Missione, promozione ULL (Urban Living Labs)	Redazione Piani d'azione Strategici per l'energia sostenibile e il clima

Tabella 6c. Construction/design Stakeholders

Settore: Privato	Potenziali Stumenti d'uso per:		Principali ambiti d'interesse e obiettivi:			
	Edificio	Distretto	Economici	Ambientali	Sociali	Politici
Progettisti (Urbanistica, architettura, strutture, impianti,...)	LCC, LCA, Energia, Decision support, verifica sostenibilità, open data, ITS (intelligent transport systems), BEMS (Building Energy Monitoring and Simulation)	Master Planning, Infrastrutture, Energia, Aspetti Ambientali, LCA, LCC, strumenti GIS (Ambiente City GML), Analisi Sostenibilità, open data, ITS (intelligent transport systems), BEMS (Building Energy Monitoring and Simulation)	Analisi economica, progettazione	Certificazione Ambientale	Sostegno e incremento del welfare sociale, e di nuovi servizi	Adozione delle politiche Europee, Nazionali, Regionali e locali
Produttori/fornitori di soluzioni tecnologiche, SMEs, Large Company	LCC, LCA, ICT, ITS, Energia, Decision support, R&D&I	LCC, LCA, ICT, ITS, Energia, Decision support, R&D&I	Massimizzare i guadagni economici	Ridurre emissioni CO2		Copertura servizi sul territorio
Associazioni e consorzi di categoria, collegi ordini professionali			Stimolare, promuovere e incentivare l'economia		Incrementare il welfare e la coesione sociale	Copertura servizi sul territorio

Tabella 6d. Real Estate Stakeholders

Settore: Privato	Potenziali Stumenti d'uso per:		Principali ambiti d'interesse e obiettivi:			
	Edificio	Distretto	Economici	Ambientali	Sociali	Politici
Proprietari immobili privati, Promotori privati	LCA, Energia, verifica sostenibilità, Business Plan, strumenti di finanza innovativi	LCA, Energia, verifica sostenibilità, Business Plan, strumenti di finanza innovativi	Massimizzare i potenziali benefici economici	Certificazione Ambientale	Comfort, vivibilità e benessere, nuovi servizi per la collettività/utenti	
Gestori immobiliari	Open data, Energia, Decision support, BEMS (Building Energy Monitoring and Simulation)	BEMS (Building Energy Monitoring and Simulation)	Monitoraggio strutture e servizi, Classificazione del Patrimonio, Analisi economica, progettazione			

Tabella 6e. Urban Services Stakeholders

Settore: Privato/Pubblico	Potenziali Stumenti d'uso per:		Principali ambiti d'interesse e obiettivi:			
	Edificio	Distretto	Economici	Ambientali	Sociali	Politici
Operatori/ aziende del trasporto pubblico e trasporto privato	Decision support, Monitoring, Business Plan	Decision support, Monitoring, Business Plan	Monitoraggio strutture e servizi, Organizzazione contabile, gestione e manutenzione	Sicurezza, Ridurre emissioni CO2	Continuità operativa senza interruzione delle attività, offerta e servizi, ottimizzazione della offerta	Copertura servizi sul territorio
Agenzie per l'energia locali e regionali						Redazione Piani d'azione Strategici per l'energia sostenibile e il clima
Operatori/ aziende per health/wellbeing	LCC, LCA, Energia, Decision support, Business Plan	Energia, Business Plan	Monitoraggio strutture e servizi, Simulazioni energetiche		Nuovi servizi alla persona	
Distributori energetici, Generatori/ fornitori di energia, Operatori di rete	LCC, LCA, Energia, Decision support, Business Plan	Infrastrutture, Energia, Business Plan	Simulazioni energetiche	Transizione energetica		
Società a Partecipazione mista PP, Società di servizi specializzate	Open data, Energia, Decision support	Open data, Energia, Decision support	Monitoraggio strutture e servizi, Classificazione del Patrimonio, Analisi economica, progettazione			

Tabella 6f. Analyst, IT project and Big Data Stakeholders

Settore: Privato	Potenziali Stumenti d'uso per:		Principali ambiti d'interesse e obiettivi:			
	Edificio	Distretto	Economici	Ambientali	Sociali	Politici
Analisti, Energy Manager	LCC, LCA, CBA (Cost Benefit Analysis), Energia, Decision support, verifica sostenibilità, open data, interoperabilità Business Plan, ITS (intelligent transport systems), BEMS (Building Energy Monitoring and Simulation)	Energia, LCA, LCC, Analisi Sostenibilità, open data, interoperabilità Business Plan, ITS (intelligent transport systems), BEMS (Building Energy Monitoring and Simulation)	Modelli innovative di business per l'energia; Qualità dei dati; gestione dei big data open standard technology	Uso efficient delle risorse	Migliore qualità della vita; trasparenza; consapevolezza dell'utente e finali/cittadini	Maggior livello di trasparenza; condivisione dei dati; smart data infrastructure

Tabella 6g. BPM (Business Process Management) Stakeholders

Settore: Privato	Potenziali Stumenti d'uso per:		Principali ambiti d'interesse e obiettivi:			
	Edificio	Distretto	Economici	Ambientali	Sociali	Politici
PMO (Project Management Office) EU, e Agenzie Nazionali (Invitalia, ...), EIAH (European Investment Advisory Hub)	CBA (Cost Benefit Analysis), PPP	CBA (Cost Benefit Analysis), PPP	Accesso e copertura del finanziamento, Supporto operativo per la gestione delle azioni, l'integrazione delle risorse e allineamento con i programmi, piani e finanziamenti, in linea con il business plan.			

Tabella 6h. Financial/funding Stakeholders

Settore: Privato/pubblico	Potenziali Stumenti d'uso per:		Principali ambiti d'interesse e obiettivi:			
	Edificio	Distretto	Economici	Ambientali	Sociali	Politici
Public funding (European Fund For Strategic Investments (EFSI), InnovFin and Financial Instruments, EIB, EIF, European Energy Efficiency Fund (EEEF), European Regional and Development Fund (ERDF);	LCC, CBA (Cost Benefit Analysis, Business Plan, strumenti di finanza innovativi, PPP	LCC, CBA (Cost Benefit Analysis), Business Plan, strumenti di finanza innovativi, PPP	Accesso e copertura del finanziamento, Minimizzare l'ammortamento (ridurre i tempi di ritorno del finanziamento)			
Commercial banks; Development banks (CDP);PPP, ESCO,...	LCC, CBA (Cost Benefit Analysis, Business Plan, strumenti di finanza innovativi, PPP	LCC, CBA (Cost Benefit Analysis), Business Plan, strumenti di finanza innovativi, PPP	Accesso e copertura del finanziamento, Minimizzare l'ammortamento (ridurre i tempi di ritorno del finanziamento)			

Tabella 6i. Social/Civil Society Stakeholders

Settore: Pubblico	Potenziali Stumenti d'uso per:		Principali ambiti d'interesse e obiettivi:			
	Edificio	Distretto	Economici	Ambientali	Sociali	Politici
Utilizzatori (users), Utenti di Servizi pubblici e privati, Associazioni di cittadini, NGOs	Monitoring, Opinion	Monitoring, Opinion	Ridurre i costi energetici	Migliorare le condizioni ambientali, Energia sostenibile	Incrementare il welfare e la coesione sociale, nuovi servizi alla persona, risposta alle aspettative	Copertura servizi sul territorio

Tabella 6l. eCommerce Stakeholders

Settore: Privato	Potenziali Stumenti d'uso per:		Principali ambiti d'interesse e obiettivi:			
	Edificio	Distretto	Economici	Ambientali	Sociali	Politici
Customer services, Customer, Marketing, Web Master, Content Manager, Legal, Procurement, Finance, Accounting, Retail suppliers, Transport suppliers, eCommerce SMEs, Large Companies	Monitoring, Opinion, LCC, CBA (Cost Benefit Analysis, Business Plan, strumenti di finanza innovativi, PPP	Monitoring, Opinion, LCC, CBA (Cost Benefit Analysis, Business Plan, strumenti di finanza innovativi, PPP	Ridurre i costi energetici, Minimizzare l'ammortamento	Migliorare le condizioni ambientali, Energia sostenibile	Incrementare il welfare e la coesione sociale, nuovi servizi alla persona, risposta alle aspettative	

1.2.3 Potenzialità degli attori coinvolti nel processo

L'approfondimento delle questioni relative al processo di trasformazione e degli attori coinvolti pongono in rilievo alcune criticità di seguito sistematizzate, che rappresentano ulteriori sfide nelle sfide più generali precedentemente individuate:

- **Complexity:** La complessità della penetrazione di soluzioni SCC si traduce spesso nell'incertezza circa l'iter da seguire, i tempi e modalità necessari per ottenere le autorizzazioni e i finanziamenti, gli strumenti di finanza innovativa disponibili, e i potenziali incentivi da richiedere per il sostentamento del progetto da realizzare. L'alto grado di complessità dei procedimenti amministrativi e la difficoltà di ottenere i necessari consensi delle pubbliche amministrazioni, che intervengono nei procedimenti - con interessi diversi e spesso in contrasto tra loro - coinvolgono il più delle volte la sfera politica.
- **Holistic approach to sustainability:** Le politiche e le strategie di scala urbana non dispongono di un approccio integrato a tutte le dimensioni della sostenibilità.
- **Integrated multi-level approach:** I piani, le strategie e gli strumenti a livello edilizio e urbano spesso non sono armonizzati e sufficientemente connessi. Un distretto dovrebbe essere considerato come un eco-sistema.
- **Participatory planning:** Inadeguato coinvolgimento delle parti interessate nei processi di adeguamento urbano.
- **Innovative business models to secure financial feasibility:** Inclusione di meccanismi finanziari innovativi nelle politiche urbane.
- **Integration of assessment systems in urban plans:** Scarso utilizzo di indicatori di sostenibilità quantitativi, misurabili e affidabili nelle politiche in ambito urbano per agire come quadro di riferimento per le parti interessate.
- **Multilevel governance:** Collegamento orizzontale inefficiente tra i dipartimenti delle organizzazioni pubbliche coinvolte in un processo di retrofit del distretto. Collegamento verticale inefficiente tra i diversi livelli di governo (locali, regionali, nazionali) interessati ad un processo di ristrutturazione del distretto urbano.

Le raccomandazioni di indirizzo alle scelte progettuali riguardano poi le politiche, i processi di pianificazione e le strategie che ad oggi mancano di un approccio integrato alla sostenibilità a scala urbana. I processi decisionali e di pianificazione devono essere per questo migliorati unitamente agli obiettivi e alle strategie olistici, incentivando la sinergia dei singoli attori del processo per ottimizzare la sostenibilità dei distretti e amplificare i risultati. Per raggiungere questo obiettivo è necessario ancora una volta un approccio multilivello e integrato dove:

- le parti interessate devono essere parte del processo di pianificazione sin dall'inizio, implementando uno schema di cooperazione per facilitare una stretta interazione tra di loro;
- la partecipazione, intesa come pianificazione democratica, deve essere seguita per consentire al pubblico di prendere decisioni importanti come parte del processo di pianificazione;
- devono essere attuate attività di comunicazione per coinvolgere i cittadini;
- gli obiettivi, le strategie e gli indicatori nei vari settori (ambientali, sociali, politici ed economici) devono essere definiti attraverso la partecipazione di tutti gli attori principali;
- le questioni della sostenibilità devono essere prese in considerazione in tutte le fasi di progettazione a diversi livelli: città, distretti, quartieri, blocchi.



Figura 9. Soggetti Stakeholders con cui sviluppare un processo evolutivo nell’ambito delle fasi di un processo edilizio applicato alle costruzioni.

Per questo motivo alla fase di analisi degli stakeholder che interagiranno nel processo dovrà seguire una fase analitica che consenta di agevolare il processo decisionale e supportare il raggiungimento degli obiettivi di transizione legati ai progetti SCC.

L’insieme di ogni aspetto osservato (sia esso tecnico, ecologico, sociale, culturale, antropologico, estetico, di benessere ... ecc.) costituisce il sistema di riferimento del processo decisionale entro il quale sarà possibile evidenziare, di volta in volta, le criticità/potenzialità/vincoli da affrontare, in quanto ogni sottosistema svolge un ruolo significativo e influenzerà la scelta progettuale e quella energetica. Definito il sistema di riferimento sarà poi possibile individuare e configurare la strategia da adottare che, partendo da una collezione di soluzioni codificate, meglio si adatterà ai singoli sottosistemi e alle priorità di progetto. La fase decisionale può essere intesa come procedure iterative fortemente influenzate dai criteri, dalle alternative, dalle azioni e dalle strategie e, infine, dalle parti interessate coinvolte nel processo decisionale. In base alle distinte risorse disponibili è possibile ricorrere a strumenti di supporto alle decisioni DST (Decision Support Tool) o integrato IDST (Integrated Decision Support Tool), vale a dire metodologie basate su un approccio multidisciplinare e supportate da un software che aiuterà i decisori nell’adottare le strategie ottimali. Alcune esperienze sperimentali di ricerca internazionale¹⁴ offrono agli utenti una gamma di tecnologie e di soluzioni intelligenti che possono sì essere adottate, ma che richiedono un intervento sostanziale sul piano progettuale relativamente alla struttura dell’archivio, poiché le soluzioni di sostenibilità variano enormemente in termini di portata, impatto e complessità tecnologica. Ciascuna soluzione una volta inserita all’interno di una banca dati conterrà le informazioni tecniche sulle prestazioni energetiche, unitamente a dati più generici relativi, ad esempio, ai parametri economici, agli impatti sociali, alle raccomandazioni in termini di manutenzione e alle considerazioni di carattere estetico.

¹⁴ Cfr.: FASUDIR (2014). Deliverable D2.3: Integration of Available Resources in the IDST Approach.

Box 2. Approfondimento dell'analisi SWOT



**Figura 10. Esempificazione di un modello di analisi SWOT e
esemplificazione dell'assegnazione**

L'analisi SWOT rappresenta uno degli strumenti più idonei, in quanto capace di supportare la fase decisionale in un ambiente multidimensionale proprio di una smart governance, e di garantire l'implementazione dei distinti KPIs¹⁵:

1. Coinvolgimento politico e aspetti legislativi.
2. Fattibilità-copertura finanziaria/Sviluppo del mercato.
3. Impegno e integrazione sociale e di tutti gli stakeholder nel processo progettuale e decisionale.
4. Sviluppo e adozione di Tecnologie abilitanti – ICT.
5. Efficienza Energetica e salvaguardia Ambiente.
6. Pianificazione urbana sostenibile (edilizia, infrastrutture trasporti, reti energetiche, Open Data).

La stesura di una analisi tipo SWOT è uno strumento fondamentale e vincolante che può essere usato nella formulazione della gestione strategica unitamente alla stesura di un Business Plan. La sua redazione andrà operata sulla base della singola azione progettuale e degli stakeholders di sistema, per affrontare una specifica tematica strategica. Tale analisi può infatti aiutare ad identificare le Forze (Strengths), Debolezze (Weaknesses), Opportunità (Opportunities) e Minacce (Threats) di un determinato stakeholder o di una specifica attività o fase, ovvero degli attori che di volta in volta andranno integrati nel processo decisionale durante le singole fasi di attuazione del programma. Secondo l'impostazione dell'analisi SWOT, i punti di forza e di debolezza sono rappresentati da fattori interni che possono creare o distruggere valore o rallentare il raggiungimento degli obiettivi prefissati. Possono infatti comprendere attività, abilità, o risorse a disposizione rispetto un determinato obiettivo. Possono essere misurate tramite valutazioni interne oppure benchmarking esterni. Le opportunità e le minacce sono invece fattori esterni più difficili da controllare: questi al tempo stesso possono comportare la creazione o la distruzione di valore e quindi vanificare il processo. Per semplificazione tali fattori possono essere codificati secondo i distinti ambiti di interesse: Economici, Politici, Sociali, Ambientali.

¹⁵ Key Performance Indicators.

1.2.4 Criticità degli attori coinvolti nel processo.

Ciò che appare evidente è che non esista un modello di governance unico o migliore per le soluzioni SCC integrate, in quanto il contesto svolge un ruolo importante nel determinare l'adattabilità di ciascun modello ad una determinata soluzione SCC: di volta in volta emergeranno infatti alcuni punti di forza e di debolezza nei modelli di governance delle soluzioni SCC.

La partecipazione di distinti stakeholder durante le fasi decisionali rappresenta sicuramente un valore aggiunto al processo e al raggiungimento degli obiettivi dell'azione nel tempo grazie al sostegno di più persone, competenze e finanziamenti, il sostegno alle azioni SCC è più grande inducendo ad un potenziamento delle attività.

Nelle prime esperienze attuate in passato, i benefici derivanti dal loro coinvolgimento non era integralmente riconosciuto: oggi la loro utilità ne è rivendicata e la presenza di stakeholder primari non sminuisce l'importanza di quelli secondari, siano essi gli utenti o figure intermedie. Inoltre la presenza di distinti stakeholder induce ad un approccio rinnovato da parte delle figure dell'Amministrazione: un approccio più flessibile da basso (bottom-up), un avvicinamento alla collettività, un risposta personalizzata alle diversificate esigenze, capacità di maggior "problem solving", di riduzione dei tempi e del budget.

Ciò premesso emergono alcune criticità che inducono alla necessità di trovare un equilibrio tra:

- Approccio degli stakeholders e loro desiderio di azione immediata rispetto alla lentezza dei processi amministrativi e alla necessità di soddisfare tutti gli attori coinvolti in modo flessibile;
- Gli stakeholder tendono a spostare la responsabilità verso l'autorità locale, mentre devono poter vedere e valutare le proprie possibilità di azione;
- Potenziare la vision politica e decisionale dei soggetti interessati, mantenendo capacità di governo delle azioni;
- Le esperienze possono fallire, le idee sono spesso buone o si potrebbe avere l'impressione che "l'approccio degli stakeholder sia un fallimento";
- L'approccio è accettato da una singola istituzione amministrativa, ma potrebbe non esserlo da altre;
- Gli stakeholders hanno spesso una "vision" a lungo termine, mentre la politica a volte a più breve termine;
- Gli stakeholders hanno un approccio trasversale che invade più settori (salute, economia, vivibilità, ...) mentre la politica più a mandati settoriali.

Tali criticità conducono a momenti di apprendimento che risultano necessari per una migliore e intensa collaborazione con gli stakeholder. In particolare essi riguardano:

- **Tempi:** Difficile spesso prevedere in anticipo i tempi necessari per la programmazione di una azione e la sua realizzazione. In ogni caso le tempistiche non possono essere estese troppo a lungo, altrimenti il loro coinvolgimento svanisce. Spesso gli effetti legati al loro corretto coinvolgimento vengono si palesano, qualche volta, dopo diversi anni. Il tempo necessario per riflettere e far sedimentare le scelte è fondamentale: qualche volta si procede con un passo avanti e due indietro.
- Le modalità di **approccio** alle figure di stakeholders da coinvolgere dipendono da distinti fattori: dalla fase del processo (programmazione, realizzazione, gestione,...), da come una città o un territorio è strutturato (smartness), dal tipo o grado di coinvolgimento richiesto o previsto delle parti interessate (power/interest). Per questa ragione non è possibile configurare in maniera standardizzata e definitiva un approccio valevole per tutti i contesti.

- Non si può governare in maniera **partecipata** un processo con la forza. L'approccio top down con gli stakeholder viene percepito come una imposizione e quindi rifiutato. Le informazioni scambiate devono essere neutre per favorire il dialogo e la concertazione tra le parti.
- Il **coinvolgimento** degli stakeholder deve rappresentare una attività continua e non "una tantum": le parti devono sentirsi integrate nel processo, altrimenti non ne deriverà nessuna co-implementazione. Il coinvolgimento degli stakeholder è un processo dinamico che deve essere tenuto sotto controllo costante durante l'avanzamento del progetto.
- L'**incoraggiamento** di alcune parti interessate nel processo di programmazione (spesso finalizzato alla scrittura di un documento tecnico politico o di business) è più difficile rispetto al loro coinvolgimento nell'attuazione delle azioni. La maggioranza delle parti interessate tenderà infatti a spingere oltre il livello teorico (criteri e principi) verso il livello pratico (strumenti e azioni). Questo aspetto se ben convogliato e diretto potrebbe rappresentare non una debolezza, ma una risorsa.
- La **condivisione** delle responsabilità può attivare virtuosismi e l'impegno dei singoli stakeholders: l'attivazione di una influente rete di scambio (networking) e controllo delle fasi costituisce un modo efficiente per coinvolgere e attivare gli attori più rilevanti.

1.2.5 Potenzialità degli attori coinvolti nel processo

Tabella 7. Sintesi degli stakeholder di sistema e ambiti di riferimento del loro potenziale coinvolgimento.

	Settore		Scala		Ambiti d'interesse e obiettivi			
	Pubblico	Privato	Edificio	Distretto	Economici	Ambientali	Sociali	Politici
a. Government Stakeholders								
Istituzioni 1: Governo centrale								
MISE	•		•	•	•	•	•	•
MIT	•		•	•	•	•	•	•
MIUR	•		•	•	•	•	•	•
MIBACT	•		•	•	•	•	•	•
MATMM	•		•	•	•	•	•	•
Istituzioni 2: Regioni	•		•	•	•	•	•	•
Istituzioni 3:								
Provincie	•		•	•	•	•	•	•
Comuni	•		•	•	•	•	•	•
Istituzioni 4:								
Aziende sanitarie	•		•		•	•	•	•
Aziende Housing (Ater,...)	•		•		•	•	•	•
Scuole	•		•		•	•	•	•
Istituzioni 5: Organi periferici dei Ministeri								
Sovrintendenza	•		•	•	•	•	•	
Agenzia del Demanio	•		•	•	•	•	•	
ANAS	•		•	•	•	•	•	
b. Research Stakeholders								
Accademia e Centri di ricerca:								
Università	•	•	•	•	•	•	•	•
ENEA	•		•	•	•	•	•	•
CNR	•		•	•	•	•	•	•
ISPRA	•		•	•	•	•	•	•
c. Construction/design Stakeholders								
Progettisti:								
Urbanistica	•	•		•	•	•	•	•
Architettura	•	•	•	•	•	•	•	•
Strutture	•	•	•	•	•	•	•	•
Impianti	•	•	•	•	•	•	•	•

Produttori/fornitori di soluzioni tecnologiche		•	•	•	•	•		•
SMEs		•	•	•	•	•		•
Large Company		•	•	•	•	•		•
Associazioni e consorzi di categoria		•	•	•	•		•	•
Collegi/ordini professionali		•	•	•	•		•	•
d. Real Estate Stakeholders								
Proprietari immobili privati, Promotori privati		•	•	•	•	•	•	
Gestori immobiliari		•	•	•	•			
e. Urban Services Stakeholders								
Operatori/ aziende trasporto pubblico e privato		•	•	•	•	•	•	•
Agenzie per l'energia locali e regionali								•
Operatori/ aziende per health/wellbeing		•	•	•	•		•	
Distributori energetici, Generatori/ fornitori di energia, Operatori di rete		•	•	•	•	•		
Società a Partecipazione mista PP, Società di servizi specializzate	•	•	•	•	•			
f. Analyst, IT project and Big Data Stakeholders								
Analisti		•	•	•	•	•	•	•
Energy Manager		•	•	•	•	•	•	•
g. BPM Stakeholders								
PMO (Project Management Office) EU		•	•	•	•			
Agenzie Nazionali (Invitalia, ...)		•	•	•	•			
EIAH		•	•	•	•			
h. Financial/funding Stakeholders								
Public funding (European Fund For Strategic Investments (EFSI), InnovFin and Financial Instruments, EIB, EIF, European Energy Efficiency Fund (EEEF), European Regional and Development Fund (ERDF)	•	•	•	•	•	•		
Commercial banks; Development banks (CDP)		•	•	•	•			
PPP, ESCO	•	•	•	•	•			
i. Social/Civil Society Stakeholders								
Utilizzatori (users), Utenti di Servizi pubblici e privati, Associazioni di cittadini, NGOs	•	•	•	•	•	•	•	•
I. eCommerce								
Customer services, Customer, Marketing, Web Master, Content Manager, Legal, Procurement, Finance, Accounting, Retail suppliers, Transport suppliers, eCommerce SMEs, Large Companies	•	•	•	•	•	•	•	•

1.3 Deliverable D.3. Progettazione di un modello di analisi per la valutazione delle soluzioni SCC funzionali all'uso efficiente dei flussi energetici

1.3.1 Premesse

La progettazione del modello di analisi per la valutazione delle soluzioni SCC funzionali all'uso efficiente dei flussi energetici si basa sul final report *Analysing the potential for wide scale roll-out of integrated SCC solutions* commissionato dalla European Commission, Directorate-General for Energy.

Il report descrive i risultati dell'analisi svolta su un numero selezionato di progetti e soluzioni per la Smart City tra quelli presentati nell'ambito del programma H2020, e valuta le principali caratteristiche che incidono sulla replicabilità ed integrabilità delle soluzioni per la città intelligente.

L'incarico è stato commissionato dalla Commissione Europea Direzione Generale per l'Energia (DG ENER) per contribuire ed allargare la conoscenza di base sui partenariati europei Smart Cities and Communities (SCC) e sulle iniziative legate Piano di Implementazione Strategico (SIP) del della EIP-SCC.

L'obiettivo del report finale è quello di individuare quelle soluzioni SCC che sono potenzialmente in grado di promuovere una migliore comprensione dei fattori di successo indispensabili per la diffusione ed il roll-out. Dalla consapevolezza che lo sviluppo tecnologico ha cambiato l'approccio ai modelli di business atti a promuovere lo sviluppo delle infrastrutture urbane, l'obiettivo del lavoro è individuare quali siano le nuove opportunità significative che nascono per questa evoluzione. Ad esempio le smart technologies consentono una accurata raccolta dei dati relativi agli impatti socio-economici ed ambientali; da ciò ne consegue che è possibile quantificare e valutare in modo attendibile le esternalità generate dagli investimenti urbani nelle infrastrutture. Questo consente di capire quali nuove fonti di reddito, quali modelli di business e quali opportunità di investimento possono scaturire da questo tipo di progetti.

1.3.2 Studio di modello proposto nel report "Analysing the potential for wide scale roll out of integrated Smart Cities and Communities solutions"

Il report attraverso successive sezioni individua dei punti cardine attraverso cui i progetti Smart Cities analizzati sono stati classificati. Per il modello applicativo che questo lavoro intende sviluppare si decide di utilizzare solo due delle variabili individuate: l'**integrazione** inteso come fattore premiante nelle soluzioni SCC e la **governance** delle soluzioni SCC. Ultimo, ma non meno importante, si segnala il tema del **Funding e Financing** per lo sviluppo delle soluzioni SCC integrate che è però un tema che non viene qui preso in considerazione in quanto esula dall'argomento trattato.

1.3.3 Integrazione come valore per le soluzioni SCC

La prima sezione "creazione di valore attraverso le soluzioni SCC integrate" ha come obiettivo quello di cogliere la dimensione del business che potenzialmente deriva dagli investimenti in sviluppi urbani.

Lo studio è stato condotto su un set di soluzioni ICT che sono stati mappati e analizzati per identificare gli elementi, le caratteristiche e i contesti che consentono la creazione del valore più alto.

La creazione di valore, è analizzata in funzione dei tre domini verticali prioritari (SIP) già menzionate:

- sustainable urban mobility,
- sustainable districts and built environment
- integrated infrastructure and processes.

Queste tre aree verticali prioritarie sono state quindi successivamente scomposte in 9 tipi di principali di soluzioni SCC¹⁶ e successivamente ciascun dominio verticale prioritario di riferimento SIP, incorpora –per la

¹⁶ Oltre ad essere associato a un dominio verticale prioritario di riferimento SIP, ciascuna soluzione mappata incorpora elementi di almeno un'altra area di priorità verticale SIP, in modo da soddisfare il requisito minimo da considerare come esempio "integrato". In particolare, per essere considerato la migliore soluzione SCC, ogni esempio selezionato deve essere collegato ad un minimo di 5 aree prioritarie SIP: almeno 2 verticali e 3 orizzontali.

valutazione - elementi di almeno un'altra area di priorità verticale SIP, in modo da soddisfare il requisito minimo da considerare come l'esempio come una soluzione "integrata". Specificamente per essere considerato una buona soluzione SCC, ogni caso selezionato deve essere collegato ad un minimo di 5 aree prioritarie SIP: almeno 2 verticali e 3 orizzontali.

Una breve descrizione di queste categorie, inclusi esempi di soluzioni e la proposizione di valore associata possono essere ritrovate nel paragrafo 2 di questo report.

Grazie all'analisi condotta dal gruppo di lavoro (PWC, Danish Technological Institute, ISIS, SigmaOrionis, Sinergis, HIT Hub Innovazione Trentino) sono stati identificati 3 cluster di soluzioni SCC:

- **Alto costo/alto impatto**

- ***Dimostratori di livello distrettuale dell'efficienza energetica e progetti Smart Grid***

- Valore aggiunto: alti gradi di integrazione tra energia, mobilità e ambiente costruito smart con una chiara e ben definita enfasi sull'inclusione sociale e sull'attivazione delle comunità residenti.

- Ambiti di miglioramento: lavoro sistematico sulle relazioni con l'ambiente urbano e la scalabilità all'intera scala urbana.

La maggior parte delle soluzioni Smart Grid applicate a questi casi studio falliscono anche se tentano di integrare tutti e tre le principali aree verticali prioritarie (SIP), e non riescono tuttavia a creare soluzioni sostenibili in modo diretto. Dunque se si passasse ad una fase di scalabilità e roll-out gli effetti di queste soluzioni subirebbero una sicura riduzione.

- **Basso costo/alto impatto**

- ***Soluzioni per il trasporto intelligente***

- Solitamente questi progetti di soluzioni per il trasporto intelligente nascevano come progetti pilota autonomi, poi si sono integrati sia con gli aspetti legati all'efficienza energetica che con l'ambiente costruito intelligente. Il legame con l'efficienza energetica deve comunque essere rafforzato ed integrato.

- **Basso costo/basso impatto**

- ***Soluzioni di gestione dati***

- Soluzioni emergenti sono quelle relative alla nascita di piattaforme dati e centri di gestione dati per il livello urbano. La ricerca di nuove ed innovative modalità di gestire l'efficienza energetica si volge sia al livello dell'intero ambito urbano che a quello della gestione del traffico.

Analogamente sono state identificate le **caratteristiche essenziali** per le soluzioni integrate di soluzioni SCC, ossia:

- **Trasformazioni data-driven**

- Uno degli elementi comuni a molte delle soluzioni integrate è la presenza di data centres o comunque di gestione condivisa dei dati al fine di sviluppare servizi personalizzati e per la gestione integrale delle soluzioni. Il tema dell'uso dei dati è strategico per la creazione e la configurazione dei servizi per la Smart city e per favorire l'integrazione tra i silos che caratterizzano le strutture di governo urbano.

- **Una rapida crescita del fenomeno dei sensori ambiente nelle città**

- La maggior parte delle soluzioni SCC analizzate dimostra un impiego crescente nel numero di sensori. Anche se solo in un limitato numero di casi questi sensori raccolgono informazioni legate alla privacy individuale, tuttavia sarà necessario definire il quadro regolatorio per l'uso, poiché in un futuro prossimo rapida sarà la diffusione degli stessi.

- Poiché questi sensori diventeranno essenziali nelle infrastrutture dati IoT delle Smart Cities, occorrerà che l'uso degli stessi, il tipo di dati che raccolgono e come vengono usati, venga quanto meno indicato in apposite linee guida delle città.

- **Open standards**

- Per evitare il lock-in dei venditori e favorire l'uso delle migliori tecnologie disponibili sul mercato già da ora molti progetti impiegano open standards.

- **Coinvolgimento delle comunità e del tessuto produttivo locale**

- Le soluzioni SCC analizzate indicano che le soluzioni che si sono rivelate più efficaci sono quelle che sono riuscite a coinvolgere le comunità locali presenti, offrendo anche strumenti e soluzioni per

migliorare il business locale. L'orientamento sembra quello di promuovere lo sviluppo di una coscienza di collettività al fine di individuare e sviluppare cambiamenti di comportamento in grado di orientare soluzioni per l'efficienza energetica nell'immediato futuro.

- **Soluzioni sostenibili a tripla linea di fondo**

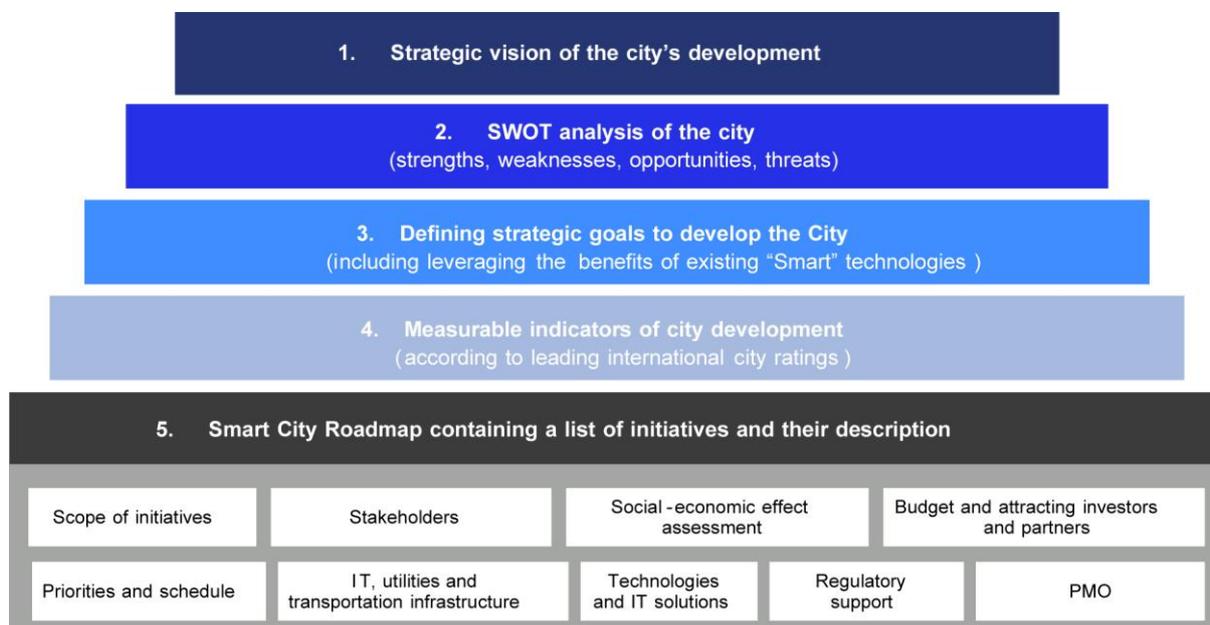
Combinare i bisogni e domanda locali con la riduzione della CO2 e rendere i trasferimenti in città più brevi e sicuri appare ad esempio uno dei modi di applicare il concetto della tripla linea di fondo.

Semplificando massimamente le risultanze del lavoro di analisi appare che i fattori determinanti per il successo di soluzioni integrate Smart Cities non sia solo quello dell'integrazione di per se stessa ma, strategico, il ruolo dei cittadini; vale a dire **soluzioni integrate disegnate dinamicamente sui bisogni degli end-users.**

Un altro importante risultato è quello di aver verificato come le relazioni tra la produzione, la distribuzione e l'uso dell'energia se combinata opportunamente con le aree prioritarie trasporti e mobilità e tecnologie dell'informazione hanno consentito di individuare nuove opportunità interdisciplinari per migliorare i servizi e ridurre i consumi energetici. In sostanza molti dei progetti analizzati con alto tasso di successo hanno combinato **un approccio bottom-up di sistema con un approccio top-down di sviluppo dei servizi e gestione dei data-center.**

1.3.4 Strumenti per la governance e la gestione delle soluzioni SCC integrate

Per concludere, considerando il tema della governance degli strumenti/applicazioni generati dalle soluzioni integrate SCC è emersa l'importanza di costruire un approccio strutturato per le soluzioni SCC attraverso la messa a punto di una visione coerente e condivisa con i bisogni della città e con i punti strategici di governo attraverso la definizione di specifiche road map urbane.



Source: Own elaboration based on PwC strategy toolbox for operational roadmap of initiatives for smart and resilient city development

Figura 11. Fasi di pianificazione e definizione di strategie per lo sviluppo di soluzioni integrate SCC in ambiti urbani¹⁷

¹⁷ Da una elaborazione di PwC strategy toolbox in Analysing the potential for wide scale roll out and integrated SCC solutions – Final report. Comprehensive planning and strategy for SCC solutions integrated in urban development.

Sulla base dei progetti di Smart Cities analizzati sono stati individuati **tre modelli di governance** particolarmente efficaci, ma nessuno è meglio degli altri poiché quello che risulta significativo è il contesto in cui le soluzioni integrate SCC dovranno essere sviluppate.

- **Strong cross-departmental Smart City governance**
In particolare ciò è vero per le città grandi e per quelle città che hanno un focus specifico sulla Smart City nelle proprie politiche e che spesso si sono trovate a sviluppare specifiche entità di governance per gestire le trasformazioni ICT richieste dalla Smart City.
- **Sectorial leadership with strong supportive Smart City co-ordination mechanism**
Molte città spesso si trovano ad operare in silos non comunicanti tra loro e dunque dimostrano una debole attitudine ad affrontare a livello di governance le soluzioni integrate SCC. Questa è la barriera più grande, l'ostacolo maggiore poiché in questo caso gli innovatori riescono a sviluppare unicamente soluzioni che attengono solo ad alcune priorità di settore.
- **Open governance model (platform model)**
Il flusso di dati è l'autore della trasformazione delle città.

1.3.5 Proposta del modello di valutazione delle soluzioni SCC integrate al fine della individuazione del potenziale delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District nella filiera delle costruzioni per network e stakeholder di sistema.

Il modello di analisi che si propone, mutuato in parte dal lavoro di analisi già menzionato, consente:

1. di individuare per ogni soluzione SCC il dominio verticale (SIP) di riferimento e gli stakeholder di sistema potenzialmente interessati alla singola soluzione SCC;
2. di individuare per ogni soluzione SCC l'integrabilità della soluzione individuata con le altre soluzioni SCC nei rispettivi domini verticali in funzione delle caratteristiche essenziali;
3. il cluster di riferimento delle soluzioni SCC integrate;
4. il modello di governance per l'attuazione della soluzione SCC e gli stakeholder di sistema coinvolgibili.

Tabella 8. Modello di analisi delle soluzioni SCC integrate

Dispositivo (Soluzione SCC)	Integrazione secondo l'ambito di Domini verticali (SIP)			Stakeholder di sistema
Tipologia dispositivo e funzione (meter, sensore,	Sustainable Urban Mobility	Sustainable District & Built Environment	Integrated Infrastructure & Process	Rif. alla tipologia di stakeholder (a, b, c, d,.....)

Tabella 9. Modello di analisi delle soluzioni SCC integrate secondo i Cluster di soluzioni

Soluzione SCC integrata	Cluster di soluzioni		
Dispositivo integrato	Alto costo/alto impatto	Basso costo/alto impatto	Basso costo/basso impatto

Tabella 10. Modello di analisi delle soluzioni SCC integrate secondo i principali Modelli di governance e gli Stakeholder di sistema

Soluzione SCC integrata	Modelli di governance			Stakeholder di sistema
Dispositivo integrato	Strong cross-departmental Smart City governance	Sectorial leadership with strong supportive Smart City co-ordination mechanism	Open governance model (platform model)	Rif. alla tipologia di stakeholder (a, b, c, d,.....)

1.4 Deliverable D.4. Definizione del potenziale delle soluzioni SCC

1.4.1 Premesse

Dopo una prima parte di revisione bibliografica degli studi presenti in letteratura sul tema, e dedicata a chiarire l'importanza dell'attivazione di questi meccanismi di integrazione degli stakeholder nell'ambito delle soluzioni SCC, la trattazione si concentra su quattro aspetti: l'individuazione dei domini verticali (SIP) di riferimento e gli stakeholder di sistema potenzialmente interessati alla singola soluzione SCC; l'integrabilità delle soluzioni individuate con le altre soluzioni SCC nei rispettivi domini verticali in funzione delle caratteristiche essenziali; i cluster di riferimento delle soluzioni SCC integrate; il modello di governance per l'attuazione della soluzione SCC e gli stakeholder di sistema coinvolgibili.

Dal confronto tra i tre Domini verticali (SIP) delle SCC (Sustainable Urban Mobility, Sustainable District & Built Environment, Integrated Infrastructure & Process) e le Piattaforme Tecnologiche Europee individuali¹⁸ emergono alcune linee di sviluppo di soluzioni SCC per il mercato delle costruzioni. In particolare:

- l'ottimizzazione delle infrastrutture di rete (network operation);
- l'ottimizzazione della gestione della rete (energy management);
- l'integrazione con gli impianti di generazione da FER;
- l'utilizzo capillare di ICT per il monitoraggio e la sensoristica;
- le reti di distribuzione (Grid);
- i nuovi orizzonti della produzione e dei processi rivolti all'efficienza energetica nel comparto delle costruzioni.

Tralasciando l'ambito delle infrastrutture e dei trasporti, in quanto esula dalla dimensione energetica delle costruzioni che qui è stata trattata, il report commissionato dalla Commissione Europea "Analysing the potential for wide scale roll-out of integrated SCC solutions. Final report" costituisce uno dei documenti più utili in riferimento alle soluzioni SCC in quanto permette di ricostruire una visione unitaria sullo sviluppo di soluzioni SCC nel panorama europeo ed internazionale più ampio, e consente di riconoscere il loro potenziale e quelle strategie per l'efficientamento energetico intelligente delle reti di edifici e di servizi. Dal rapporto è possibile inoltre trarre alcune considerazioni atte a comprendere la potenzialità di tali soluzioni e le problematiche emerse dalle esperienze fin qui condotte: dalla propensione al roll-out alle risposte tecnologiche innovative via via promosse; ma non solo. A questo va ad aggiungersi un ulteriore aspetto che riguarda il modello di governance e quindi il ruolo e l'integrazione dei distinti stakeholder nelle diverse fasi e tipologie di processo: aspetto questo che va inteso come fattore premiante per incrementare lo sviluppo e diffusione a medio termine di strategie SCC. Un secondo aspetto si riferisce poi ai cluster (rapporto costo-impatto) delle soluzioni SCC integrate, termine quest'ultimo con il quale si vuole intendere che le soluzioni SCC debbano riferirsi ad almeno due dei tre "Domini verticali" (SIP) precedentemente evidenziati: le

¹⁸ Le Piattaforme Tecnologiche Europee (ETP, European Technology Platforms) nascono su iniziativa della Commissione Europea per promuovere ed integrare un approccio di ricerca basato su un partenariato pubblico-privato. Esse sono essenzialmente dei tavoli di lavoro, guidati dalle imprese leader del settore, che riuniscono sia tutti i principali attori di settori economici fortemente caratterizzati da alti contenuti innovativi, tecnologici o di ricerca in un particolare settore o di alcune aree, sia gli stakeholder che rappresentano Università, istituti di ricerca, produttori, associazioni e autorità locali, regionali, nazionali ed europee. Gli stakeholder si raccolgono intorno al comune obiettivo di definire un'Agenda Strategica per la Ricerca ed Innovazione (SRIA) condivisa con una prospettiva di lungo e medio periodo. Esistono in totale 38 ETPs individuali raggruppate nei 7 settori strategici tra cui: Energy, Environment, ICT, Transport, Production and processes. A quest'ultimo settore appartiene l'European Construction Technology Platform (ECTP) che promuove nell'area del PPP aree specifiche quali: Active Aging & Design; Energy & Efficient Buildings (E2B) Heritage & Regeneration; Infrastructure & Mobility; Materials & Sustainability.

soluzioni SCC non integrate, ovvero appartenenti ad almeno due SIP, sono meno incisive e pertanto di minore interesse.

Un primo risultato che è possibile estrapolare dall'approfondimento di questi temi riguarda innanzitutto la restituzione di un quadro analitico delle principali soluzioni SCC adottate nell'ambito delle Smart Cities, sistematizzate sui principali ambiti che la connotano, con l'obiettivo non solo di individuare un legame tra le distinte realtà europee e di costruire un database facilmente consultabile, ma soprattutto di configurare uno strumento atto alla individuazione delle soluzioni più efficaci e al riconoscimento del profilo dei diversi attori - stakeholders - di volta in volta coinvolti o potenzialmente da coinvolgere. Le preferenze e gli interessi degli stakeholders richiamati secondo le categorie che sono identificate nel precedente Deliverable D.2 e riconosciuti nelle distinte declinazioni delle soluzioni SCC, sono quindi assegnati ai distinti processi che si instaurano per ognuna delle aree prioritarie evidenziate.

Questa fase è risultata propedeutica per raggiungere un secondo risultato: definire i distinti Cluster delle soluzioni. La potenzialità delle distinte soluzioni SCC (i cluster su richiamati) deriva infatti dalla valutazione comparativa tra l'impatto e il costo di ognuna delle soluzioni che, per ogni singola categoria (edifici e distretti, tecnologie IoT, piattaforme informatiche per servizi alla persona, ecc.) sarà possibile prima sistematizzare e poi posizionare in un quadro di sintesi di più diretta lettura.

	Rudimentary	Functional	Integrated	Scalable
Urban services	Basic survival needs met in terms of water, waste & sanitation, and shelter	Power, transportation, healthcare and education needs met	Scalable infrastructure for quality of life, green space, culture & elderly care	Mass transit, advanced education, etc. for economic competitiveness
Sustainable development	Access to basic services Urban poverty alleviation	Energy efficiency, Social cohesion, reuse and recycling	Social safety, prepare for climate change, address ageing	Renewables, green development, address climate change
Technology and business models	Limited adoption of technology and few public-private partnerships	Adoption of technology for critical function and enterprise management; Public-private partnership frameworks adopted	Truly digital delivery, preemptive services, prescriptive analytics; Public-private partnerships pipeline available and limited acceptance of disruptive business models for urban services	Process optimized, situation awareness, data-driven decisions; Smart regulations to accommodate disruptive business models
Planning	Unplanned development within administrative areas	Planned development, with siloed planning approach	Metropolitan plans in conjunction with adjoining areas	Integrated planning for administrative areas
Collaboration and engagement	No/few linkages between people, processes and systems	Linkages between people, with few linkages in processes and systems	Digital collaboration (government, citizens, private sector, NGOs, academia)	Extensive linkages (people, system, processes) and stakeholder collaboration
Organization structures	Structures exist, cities are not empowered or equipped	Structures exist, empowered (in silos) but not equipped	Agile governance structure, adaptive to new operating models	Integrated structures with adequate capacity

Figura 12. Stages of Urban Development. Fonte: World Economic Forum, Shaping the Future of Urban Development & Services Initiative & PwC research

In questo quadro si inseriscono distinte strategie e soluzioni funzionali allo smart urban district nella filiera delle costruzioni e si distinguono soluzioni avanzate capaci di interpretare e rispondere al meglio alle potenzialità di un territorio, dei suoi edifici e degli utenti finali. Tali soluzioni sono il risultato di un approccio pluridisciplinare capace di fornire in maniera concreta una risposta pratica agli obiettivi raggiungibili e costituiscono il frutto dell'azione integrata di conoscenze tecniche e della abilità di individuare le migliori soluzioni tecnologiche e pratiche inclusive rivolte al coinvolgimento di tutti gli attori e utenti implicati nella definizione di strategie e programmi di azione. Tutti questi fattori implicano senz'altro l'inclusione della ambito politico e dell'apparato normativo, ma impongono allo stesso tempo al settore immobiliare di ricercare modelli di governance ed approcci innovativi poiché il comparto edilizio necessita di reinventarsi e riorganizzarsi soprattutto attorno alle innovazioni tecnologiche SCC -e non solo - che contraddistinguono le singole fasi del processo di trasformazione edilizio: dalla programmazione, progettazione e costruzione,

all'uso, gestione e riuso. Ambendo a risultati radicali di rinnovamento profondo auspicati a livello internazionale per il raggiungimento degli obiettivi energetici, il mercato delle costruzioni è chiamato a una nuova sfida che riteniamo essere il punto di partenza di un nuovo paradigma del settore, che vale tanto per gli edifici singoli che un intero distretto urbano: l'industrializzazione¹⁹.

Una nuova stagione dell'industrializzazione accompagna le costruzioni secondo un percorso che vede la realizzazione di cantieri standardizzati destinati principalmente ad assemblare elementi in parte o totalmente prefabbricati riconducibili agli elementi costruttivi degli edifici (strutture, chiusure, partizioni,...) e impiantistici (generazione, distribuzione) a cui si aggiunge l'aspetto sempre più preminente della componentistica/sensoristica per i servizi smart di monitoraggio, automazione, protezione e comunicazione (monitoraggio e controllo dei servizi energetici, BEMS, Demand Response, e servizi aggiuntivi comunicazione di Security, Safety, Assisted living, ecc.). In questa transizione verso modelli costruttivi più evoluti è necessario che si determini una stretta e maggiore collaborazione tra le diverse figure, professionali e non, coinvolte in quello che costituirà il team "allargato" e multidisciplinare di progettazione e in particolare nelle categorie di Construction/design Stakeholders e Real Estate Stakeholders.

Alla prima categoria appartengono innanzitutto i **progettisti** che, pur mantenendo la loro autonomia creativa, devono trasformarsi anche in registi, capaci di coordinare e interpretare tutte le informazioni e le istanze dei diversi attori coinvolti sia durante il momento ideativo e produttivo, che lungo l'intero ciclo di vita. Il progetto, che non può essere considerato come una attività statica, rappresenta un percorso in divenire anche in virtù dell'evoluzione normativa e i sempre più stringenti requisiti che accompagnano il processo di trasformazione, e che in maniera sostanziale condizioneranno le future scelte progettuali e le modalità realizzative da parte delle imprese e dei Real Estate Stakeholders. Da qui anche l'importanza del modello di finanziamento (pubblico, privato, PPP) che sarà adottato, e dell'integrazione con i Government Stakeholders per gli aspetti processuali e normativi. In particolare gli aspetti legislativi e normativi che regolano i processi e le richieste di progetto, seguendo il normale iter di evoluzione e aggiornamento nel tempo, dovranno però contare su un maggior affiancamento da parte degli organi amministrativi di riferimento e, unitamente alla informatizzazione delle pratiche edilizie (catastali, edificatorie, uso del BIM, ecc.) incentrate alla semplificazione amministrativa oggi ancora in parte disattesa. Il team di progettazione sarà poi costruito intorno a figure professionali competenti, per lo sviluppo dei progetti e della loro certificazione secondo protocolli ambientali e Criteri ambientali minimi (CAM). Questi ultimi criteri progettuali a loro volta dovranno essere recepiti e governati anche dai committenti e dalla PA, in particolare durante la stesura dei criteri nella selezione e assegnazione dei punteggi in fase di gara per l'aggiudicazione e per l'affidamento di servizi nelle future gare di appalto pubbliche.

Altri progettisti dovranno poi saper interagire e coordinarsi con i diversi consulenti tecnici delle aziende produttrici che, detentori del know-how del proprio prodotto, dovranno essere i primi ad adottare soluzioni informatizzate e software di progetto che aderiscano ai nuovi standard parametrici del BIM, e a promuovere modalità costruttive industrializzate, che consentano di governare le prestazioni e l'integrazione del componente edilizio con altri materiali, prodotti e componenti del sistema costruttivo per soddisfare le prestazioni ambientali e le analisi economiche predefinite per l'intero Ciclo di Vita.

¹⁹ A conferma di ciò basti pensare come questo tema sia stato ampiamente trattato in occasione della stesura del Set Plan europeo, ovvero lo Strategic Energy Technology Plan, il contenitore della ricerca e dell'innovazione per l'energia, che la Commissione Europea ha voluto affiancare ai tre obiettivi del 20-20-20; alla base del piano strategico sono state tracciate decisioni vincolanti su emissioni, efficienza e rinnovabili ma anche una prospettiva di sviluppo delle tecnologie perché, se la ricerca si concentrasse solo sui target, si rischierebbe fra qualche decennio di non avere le tecnologie adeguate e di doverle comprare all'estero. Il Set Plan ha stabilito dunque dei settori prioritari nell'ottica della crescita industriale e commerciale per dare forza alla ricerca e allo sviluppo nel futuro.

In questo panorama, le scelte progettuali pur tenendo conto della sensibilità agli aspetti energetici e ambientali nelle costruzioni, assecondano il tema della industrializzazione 4.0, caratterizzata dall'unione tra mondo dell'IT e la produzione industriale, e dovranno integrare le molteplici soluzioni offerte dai diversi produttori presenti sul mercato. Nel futuro prossimo, qualsiasi tipo di produzione o trasformazione sarà legato all'Information Technology, e il ricorso a sistemi costruttivi industrializzati costituisce già oggi uno dei fattori determinanti per agevolare la scelta tra le innumerevoli soluzioni tecnologiche, entro cui individuare quelle che, di volta in volta, saranno in grado di rispondere ai requisiti, alle attività e al budget previsti dal programma di intervento. Il modello progettuale e realizzativo così organizzato trova riferimento in un sistema costruttivo all'interno del quale i diversi componenti vengono assemblati gli uni con gli altri secondo una logica di coordinazione modulare delle tolleranze e di compatibilità fisico-tecnica. Materiali, soluzioni tecniche e assemblaggio dei componenti consentono al progettista di soddisfare le esigenze dei fruitori e di fornire risposte diversificate rispetto al singolo contesto, gestendo soluzioni articolate e variabili grazie ad una migliore integrabilità dei componenti e diversificati livelli di flessibilità tecnologica, risposta alla utenza e al budget, che possono essere ricondotti a:

- flessibilità costruttiva: grazie al ricorso a questo nuovo tipo di componenti prodotti industrialmente che agevolano le operazioni di costruzione attraverso l'assemblaggio, ma anche quelle di manutenzione o di sostituzione durante la vita di esercizio, garantendo un adeguamento ed aggiornamento dei sistemi tecnologici;
- flessibilità prestazionale: possibile per il maggiore controllo in fase produttiva del componente stesso, che permette di immettere sul mercato prodotti di cui si conoscono in anticipo le prestazioni lungo l'intero ciclo di vita;
- flessibilità d'uso: intesa come la possibilità di variare la conformazione del manufatto edilizio grazie all'impiego delle tecniche di assemblaggio a secco e che permette di adeguare la risposta prestazionale in termini di opzioni progettuali in relazione alle diverse esigenze dell'utenza nel tempo e alle differenti destinazioni d'uso a cui potrà essere destinato.
- flessibilità di servizio: l'integrazione di distinte soluzioni IT e IoT che consente di modificare e personalizzare l'interazione/interoperabilità della risposta all'utente.

L'odierno processo di edificazione rappresenta quindi un sistema articolato di risorse, di vincoli e di procedure che devono correlarsi alle innovazioni introdotte dallo sviluppo tecnologico nel settore produttivo. La diffusione di tecnologie ed approcci efficaci, che in parte ricordano le esperienze del passato, si avvalgono oggi di una nuova infrastruttura integrata di ICT e "tools" di supporto alla produzione che consentono di realizzare progetti di costruzione che possono essere configurati dai diversi soggetti coinvolti senza soluzione di continuità durante la gestione delle informazioni, la consegna e l'esercizio. L'attuale progettazione è supportata da una solida infrastruttura digitale che consente di trasporre un edificio dal file al prodotto finito, e dove le tecnologie ICT e IoT costituiscono, entrambe, soluzioni che incoraggiano una convergenza nelle catene di valore industriale nell'area dell'energia e delle applicazioni urbane intelligenti, e di cui l'Europa non deve perdere la leadership nei confronti dei Paesi emergenti.

Supportata da una maggiore flessibilità dei sistemi di produzione industriale e dalle soluzioni "smart", e grazie all'immissione di materiali innovativi o maggiormente performanti, l'attuale evoluzione raggiunta nella tecnologia dei sistemi edilizi industrializzati risponde ad un ampio spettro di bisogni: da una parte, all'esigenza di qualità misurabile e di integrazione dei prodotti con altri sottosistemi tecnologici dell'edificio e, dall'altra, di adeguare il comportamento dei prodotti stessi alle diverse esigenze, in sintonia con la sicurezza, la salvaguardia dell'ambiente e delle risorse naturali, il comfort, la personalizzazione delle dotazioni sul profilo d'utente e la risposta alle richieste del committente. I sistemi costruttivi industrializzati, e in particolar modo quelli "aperti", rappresentano la risposta più efficace alle distinte esigenze dell'abitare contemporaneo in quanto permettono di poter scegliere, tra le molteplici alternative tipologiche e tecnologiche predefinite, il miglior compromesso in risposta alle istanze del singolo programma insediativo.

A questo si aggiunge che i nuovi processi di industrializzazione consentono oggi di circoscrivere, in maniera assolutamente ben definita, l'intervallo di tempo dell'intervento che sarà in gran parte compreso tra la

progettazione e la produzione che, riducendo sensibilmente la fase di cantiere, permette di anticipare quella di uso a beneficio dei tempi di ritorno economico per gli investitori del programma.

La fase costruttiva è infatti ridotta a semplice assemblaggio di parti ed è il risultato di un maggiore investimento di tempo e risorse nella fase progettuale e organizzativa del processo a favore di quella realizzativa. Il coordinamento del processo decisionale e delle procedure di lavoro gioca allora un ruolo fondamentale all'interno del processo produttivo in stabilimento (off-site), condizionato sia dalla comunicazione tra clienti/utenti, progettisti e imprese durante tutto il processo, sia dalle interrelazioni definite dalle procedure industrializzate e quindi del processo di produzione e installazione/assemblaggio. Le procedure all'interno di un processo off-site – svolgendosi in un ambiente industriale, coperto e controllato – consentono poi il raggiungimento e il controllo di livelli di qualità elevati di prefabbricazione che dipenderanno dalla complessità e completezza dei componenti edili e impiantistici industrializzati e prefabbricati: il grado di prefabbricazione previsto sarà allora determinato dal materiale e dal tipo di tecnologia impiegata, dalle dimensioni del componente da produrre, dai limiti di trasporto e dalle procedure di movimentazione in sito.

L'avanzamento nel settore edile delle tecnologie di progettazione e produzione (ad es. BIM, modellazione parametrica e generativa che consenta un passaggio rapido di dati dalla progettazione al processo manifatturiero, macchine a controllo numerico, prototipazione avanzata, fabbricazione digitale, stampa 3D) permette di raggiungere oggi la completa produzione industriale off-site di elementi costruttivi (ad es. elementi di facciata, elementi di copertura, moduli prefabbricati, macchinari...) oltre ovviamente alla componentistica e sensoristica. La trasposizione in cantiere di questo aspetto vantaggioso della industrializzazione si traduce in possibilità di un processo di lavorazione senza attriti, dalla fase preliminare a quella di progettazione esecutiva e produzione basata su dati digitali. Queste possibilità sono alla base della concezione di nuovi manufatti che partono da una produzione industriale fin dalle prime fasi della progettazione. Lo sviluppo dell'informatica e la comparsa delle macchine a controllo numerico (CNC) hanno sicuramente rivoluzionato la produzione edilizia, liberandola dalla standardizzazione industriale del passato a favore di una diversificazione dei componenti e dei sistemi. In questo contesto si aprono nuovi scenari per la progettazione frutto della ricerca e della sperimentazione pratica, come parte integrante del processo di produzione. I nuovi sistemi e le tecniche costruttive sono oggi tendenzialmente orientati alla produzione industriale con diversi gradi di prefabbricazione, ampliando così gli orizzonti operativi dei distinti materiali nel progetto.

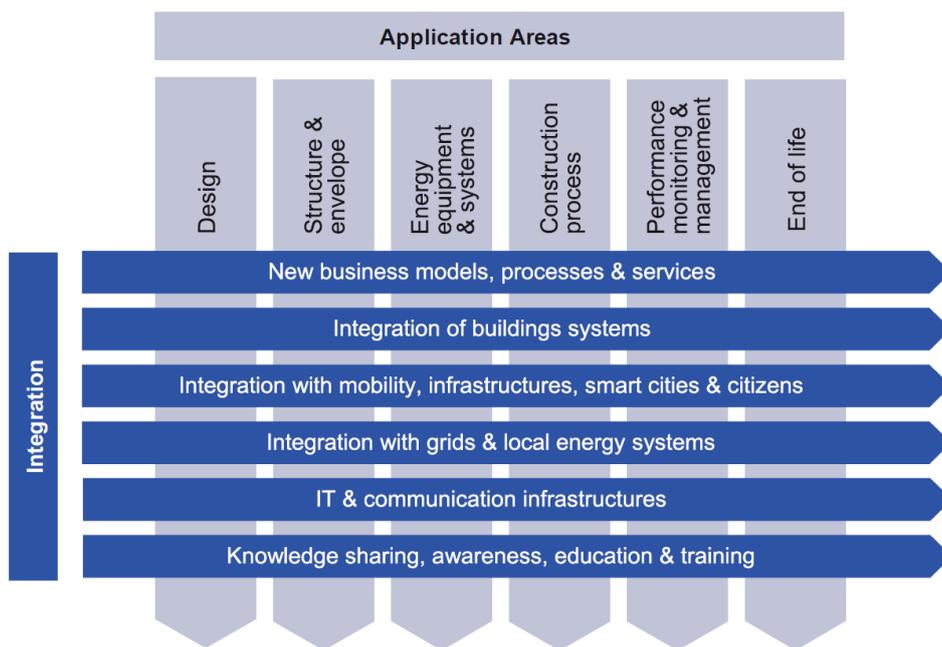


Figura 13. Il ruolo pervasivo dell'ICT lungo la catena del valore. Fonte: ICT_Eeb_cPPP_Roadmap

In questo quadro non bisogna però dimenticare come l'obiettivo delle soluzioni SCC è migliorare la prestazione energetica degli edifici attraverso innanzitutto la determinazione e la gestione dei consumi energetici, della domanda di energia elettrica e dell'energia autoprodotta. Le variabili SCC indicate nel modello di valutazione sono utili a creare una base di dati comune e condivisa che può essere utilizzata per verificare il raggiungimento di obiettivi minimi di prestazione energetica e promuovere l'uso efficiente dei flussi energetici. Questo modello non può essere ricondotto alla sola logica di controllo domotico né tantomeno riguarda i soli sistemi di Building Automation che applicano logiche di ottimizzazione dei processi di controllo procedendo per singole applicazioni: illuminazione, impianto di ventilazione, riscaldamento, raffrescamento. Le soluzioni SCC richiedono invece un elevato grado di interoperabilità dei sistemi attraverso un **aggregatore** capace di gestire il quadro informativo a livello di singola utenza, edificio e distretto, dove l'azione degli occupanti, ha un'influenza significativa sui consumi finali degli edifici. Nell'ottica di un sistema di Building Automation questa applicazione non è controllabile, ma può essere assunta come input o forzante del sistema. Oltre agli aspetti strettamente legati ai temi di efficienza energetica (EE), l'Aggregatore ha quindi il compito di svolgere un ruolo fondamentale di favorire l'interoperabilità, e quindi di mediazione tra gli obiettivi che si prefiggono gli utenti domestici, le società di gestione dei servizi energetici e gli altri attori della smart grid.

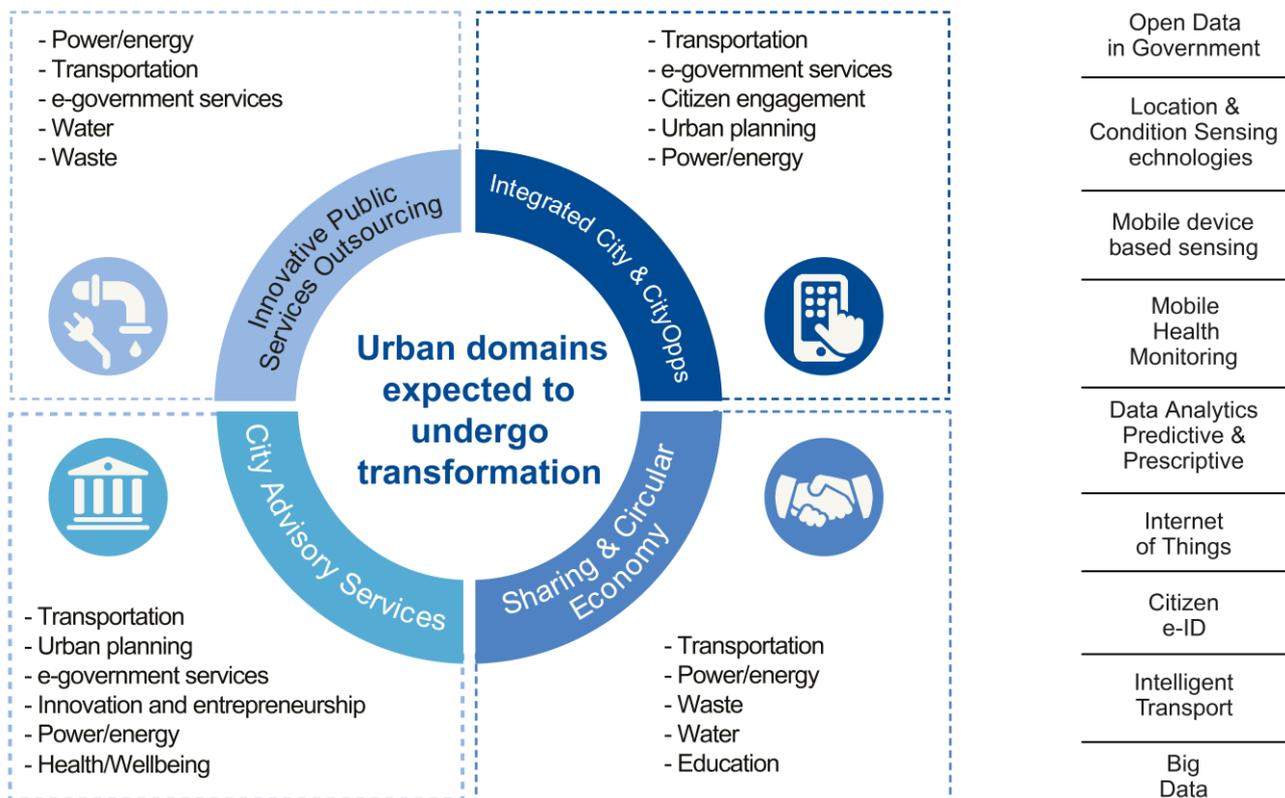


Figura 14. Top 10 Technologies Driving Transformation. Fonte: World Economic Forum, Shaping the Future of Urban Development & Services Initiative, Global Survey on Urban Services (Oct.-Dec. 2015)

Ciò premesso l'integrazione degli stakeholder di progetto costituisce un fattore particolarmente significativo soprattutto per quanto riguarda la componente impiantistica, che nella fattispecie, è la misura principale della efficienza energetica di un edificio.

Le soluzioni impiantistiche sempre più efficienti rimangono ancora oggi delle macchine che richiedono una messa a punto (settaggio algoritmi e set point) ben precisa. La mancanza di una corretta messa a punto può rendere totalmente inefficace l'investimento in soluzioni altamente performanti a discapito non solo del valore di acquisto iniziale ma ancor più dei costi di gestione. Questo aspetto coinvolge tutte le fasi del

processo, dalla progettazione alla gestione tecnica, e tutti gli attori coinvolti: progettisti, tecnici e ingegneri impiantistici, committenti, imprese di costruzione appaltatrici, installatori, produttori di sistemi e componenti, gestori dei servizi energetici, proprietari immobiliari, e non ultimi, gli utenti. La comunicazione e il know-how degli stakeholder, unita all'interoperabilità dei sistemi impiantistici, costituiscono insieme i due aspetti fondamentali per raggiungere una reale efficienza energetica che, al di là delle simulazioni progettuali, è rappresentata in maggior misura dal corretto montaggio, regolazione e funzionamento degli impianti meccanici.

L'interoperabilità deve essere perciò intesa anche come aspetto che assicura la possibilità di integrare i device più disparati e una molteplicità di produttori (dove ogni macchina è differente e vincolata alla propria capacità di integrazione con altri sistemi e algoritmi da parte della centralina elettrica) superando le limitazioni dovute all'esistenza di differenti protocolli di comunicazione, prediligendo invece un sistema completamente aperto, in grado di assicurare l'integrazione tecnica e semantica tra diversificate sorgenti di informazioni per fornire un insieme di servizi che si aggiungono o complementano la gestione energetica trasmettendo in remoto. La possibilità poi di integrare localmente i dati provenienti da più sensori, consente di ottenere informazioni qualitativamente e quantitativamente superiori e una conoscenza più approfondita dell'ambiente in cui il sistema è installato consentendo non solo la riduzione degli sprechi ma anche l'ottimizzazione dei consumi energetici con costi decisamente più contenuti.²⁰ La presenza di "intelligenza a bordo" consente poi di avere delle funzioni embedded in grado di analizzare i dati monitorizzati dai sensori e, attraverso gli attuatori, di prendere delle decisioni ad esempio per bilanciare i consumi ed il confort, o per riconoscere dai pattern di consumo la presenza e il comportamento dell'utente, fino ad individuare eventuali situazioni di allarme. Questa funzionalità risulta fondamentale per la fornitura di servizi ulteriori rispetto alla sola gestione energetica o per la gestione attiva della domanda. In questo contesto risulta significativo lo sviluppo di nuove soluzioni che puntano all'integrazione di sistemi di gestione energetica con sistemi di automazione e controllo, potenzialmente in grado di fornire servizi aggiuntivi agli utenti finali.

1.4.2 Applicazione del modello

Per raggiungere l'obiettivo di efficienza dei flussi energetici attraverso soluzioni SCC, costituite in prevalenza da un sistema di monitoraggio e controllo in tempo reale e di comunicazione tramite feedback, si manifesta l'esigenza di coordinare apparecchiature, sistemi e sensori eterogenei tra loro. Una caratteristica questa che risulta di vitale importanza in quanto determina la capacità di apertura e interazione con tutti, e in maniera efficiente. Per questa ragione, e in virtù delle caratteristiche necessarie, ogni produttore sviluppa ed integra in maniera nativa o esterna i diversi protocolli di comunicazione che possono essere ricondotti a due principali categorie di tipo filare e wireless:

- **Il protocollo filare** (KNX, Modbus, DALI, DMX512, ONVIF). Alla prima categoria appartengono un numero notevole di protocolli basati su sistemi filari a 2 o più conduttori, e con diffusioni più o meno ampie. Tutti i sistemi sono accomunati da un **BUS** che collega ogni punto dell'impianto e che rende indispensabile una filatura dedicata. Spesso, ma non sempre, il bus richiede una canalizzazione apposita aumentando quindi i costi di messa in opera. Sicuramente tra i pro dei sistemi filari abbiamo la stabilità e l'immunità ai campi elettromagnetici, mentre di contro vi è la complessità di messa in opera, le dimensioni finali degli impianti, i costi e l'impossibilità di applicazione in alcuni contesti come ad esempio i trasporti o di distretti.
- **Il protocollo wireless** (Z-Wave, ZigBEE, EnOcean). Soprattutto negli ultimi anni, l'abbassarsi dei costi dovuti allo sviluppo di nuove tecnologie, si è fatto largo il mondo dei prodotti wireless. Questi sistemi sono tipicamente più veloci dei rispettivi filari e consentono di svolgere tutte le funzioni in maniera più semplice. La frequenza più diffusa da questi protocolli è 868MHz, ma alcuni sistemi utilizzano i 2.4GHz.

²⁰ Report RdS/2015/015. "Sviluppo delle metodologie e implementazione preliminare di un modello di smart homes". 2016

Le frequenze più basse penetrano meglio attraverso gli ostacoli come muri e solai ma sono più lente pertanto le trasmissioni dovranno contenere meno informazioni per avere un sistema prestazionale. La frequenza 2.4GHz possiede una penetrazione peggiore attraverso le barriere, però consente velocità più alte e dunque una quantità maggiore di informazioni scambiabili nello stesso intervallo di tempo. Grazie alle tecnologie Wi-Fi Mesh Sensor Network oggi è possibile realizzare, con impatto minimo sulla struttura, reti di sensori in grado di gestire il condizionamento e il riscaldamento degli ambienti sulla base di algoritmi di controllo che verificano la presenza di persone o l'accadere di condizioni climatiche particolari.

La stessa rete è anche in grado di controllare l'illuminazione ambientale spegnendola negli ambienti dove non c'è presenza del personale o regolandone l'intensità sulla base della luce naturale presente nell'ambiente. Alcuni pro dei sistemi che adottano il protocollo wireless sono le ridotte dimensioni, la possibilità di intervenire su impianti già esistenti senza eseguire opere murarie, i costi ridotti e, solo su alcuni sistemi più evoluti, la logica distribuita ovvero ogni modulo contiene la propria configurazione allo scopo di risultare più affidabile in caso di guasti in altri punti del sistema. I contro si possono ridurre alla sensibilità a forti campi magnetici, pertanto è critica l'installazione in ambienti ostili come quelli produttivo industriali.

Tabella 11. Confronto tra i principali protocolli di comunicazione di tipo filare

KNX è il primo standard di building automation aperto, coperto da royalty ed indipendente dalla piattaforma, approvato come standard europeo (EN 50090 - EN 13321-1) e mondiale (ISO/IEC 14543). Lo standard è stato sviluppato da KNX Association sulla base dell'esperienza dei suoi predecessori BatiBUS, EIB ed EHS.

- Esistono tre modalità di KNX:
- Automatic-Mode : riprende le specifiche di EHS.
- Easy-Mode : riprende le specifiche di BatiBUS.
- System-Mode : riprende le specifiche di EIB.

Uno dei punti di forza del sistema KNX, è che qualsiasi prodotto etichettato con il marchio KNX non è una semplice dichiarazione del produttore, ma si basa su prove di conformità effettuate dai laboratori di KNX. Durante questi test, si verifica non solo che il dispositivo supporta il protocollo KNX, ma che i suoi dati utili sono codificati secondo i tipi di dati standardizzati KNX. Ciò permette di realizzare impianti funzionanti anche mediante la combinazione di dispositivi di produttori diversi. Le aziende membri dell'Associazione KNX hanno più di 7000 prodotti nei loro cataloghi. Questa vasta gamma di prodotti permette, per esempio, l'integrazione di alcune funzioni:

- Controllo dell'illuminazione
- gestione dell'impianto di riscaldamento/ventilazione
- monitoraggi degli allarmi
- gestione energia e elettricità/gas
- gestione di impianti audio e video

Inoltre è possibile accedere al sistema tramite rete LAN, reti telefoniche analogiche o cellulari per avere un controllo centrale o distribuito del sistema tramite PC, display touch-screen e smartphone.

Lo standard KNX prevede diversi mezzi trasmissivi che possono essere utilizzati in combinazione con uno o più modi di configurazione in funzione della particolare applicazione.

Il **Modbus** è un protocollo di comunicazione serial per mettere in comunicazione i propri controllori logici programmabili (PLC). È diventato uno standard de facto nella comunicazione di tipo industriale, ed attualmente è uno dei protocolli di connessione più diffusi al mondo fra i dispositivi elettronici. Le principali ragioni di un così elevato utilizzo del Modbus rispetto agli altri protocolli di comunicazione sono:

- È un protocollo pubblicato apertamente e royalty-free

- Muove raw bits e words senza porre molte restrizioni ai produttori

Modbus consente la comunicazione fra diversi dispositivi connessi alla stessa rete, per esempio un sistema che misura la temperatura e l'umidità e comunica il risultato a un computer. Modbus è spesso usato per connettere un computer supervisore con un'unità terminale remota (RTU) nel controllo di supervisione e sistemi di acquisizione dati (SCADA). Esistono due versioni del protocollo: su porta seriale (RS232 di default, ma anche RS485) e su Ethernet.

Ogni BUS è costituito da un master ed un numero, massimo 247, di slave. Il Master è il dispositivo che consente di instaurare la comunicazione e scambiare dati con ognuno degli slave. Una rete modbus RTU può viaggiare alla velocità di 115.2Kbps ma le velocità più comuni in campo applicativo sono di 9.600bps: tutto dipende oltre che dalla velocità del master, anche dalle caratteristiche dei singoli slave. Tutta la linea si dovrà attestare alla velocità del dispositivo più lento. La lunghezza massima di un BUS modbus si attesta sui 1.200 metri.

Il protocollo modbus nasce ed esalta le sue caratteristiche negli ambienti industriali dove le interferenze e le lunghe distanze sono comuni. La sua stabilità ed affidabilità anche su lunghe tratte lo rende l'ideale per applicazioni domotiche filari.

DALI è l'acronimo di "Digital Addressable Lighting Interface", un protocollo standard internazionale conforme alla norma CEI EN62386 che garantisce l'intercambiabilità degli alimentatori elettronici dimmerabili di produttori diversi.

Il suo uso è destinato alla building automation in quanto consente di connettere gruppi fino a 64 luci per master gestibili e dimmerabili singolarmente, a gruppi (massimo 16) o tutte contemporaneamente (broadcast).

- un massimo di 64 unità singole (indirizzi individuali)
- le unità sono raggruppabili in un massimo di 16 gruppi (indirizzi di gruppo)
- possono essere memorizzati fino a 16 scenari d'illuminazione.
- adatto all'intelligenza decentralizzata con:
 - indirizzi individuali
 - indirizzi di gruppo
 - creazione e memorizzazione scenari d'illuminazione
 - dissolvenze (possibilità di gestire il tempo di passaggio da una scena ad un'altra)
 - illuminazione d'emergenza (in caso di interruzione del bus)
 - livello di illuminamento

Il cablaggio avviene attraverso un qualsiasi cavo a 2 fili e si possono coprire distanze di oltre 150 metri. Il bus non è polarizzato, pertanto si possono invertire i fili tra i dispositivi e le connessioni possono essere effettuate sia in modo seriale che a stella.

Il **DMX512** spesso abbreviato a DMX (Digital MultipleX), è un protocollo di gestione illuminazione usato soprattutto nell'ambito dello spettacolo e dell'intrattenimento (stadi, concerti etc) in quanto consente di regolare il livello di intensità luminosa delle luci e di gestirne i canali RGB, pertanto la creazione di giochi di luce.

Ogni dispositivo ha un ingresso e un'uscita DMX512, le quali sono internamente collegate fra loro. La porta DMX512 in sul primo dispositivo viene collegata al DMX512 out del controller mentre il DMX512 out del primo apparecchio viene collegato al DMX in del secondo, e così via. Questo tipo di collegamento viene chiamato daisy chain o cascata.

Ogni cavo DMX512 può trasmettere fino a 512 valori da 8 bit, tra 0 e 255, in questo modo un cavo può controllare fino a 512 dispositivi distinti. Siccome DMX supporta solo 512 canali, ci si può imbattere in situazioni in cui sono necessari universi DMX distinti. Per universo DMX si intende una singola linea di collegamento dal controller e tutti i dispositivi associati a quel cavo. La maggior parte delle console DMX

recenti supportano più di un universo DMX, ognuno dei quali deve essere cablato indipendentemente. I dati sono trasmessi in modo seriale a 250 kbit/s.

L'**ONVIF** (Open Network Video Interface Forum) è un'organizzazione che ha come scopo quello di favorire la compatibilità tra le apparecchiature impiegate nella videosorveglianza, basate sul protocollo di comunicazione IP; in particolare di rendere interoperabili sistemi realizzati da aziende differenti. Nel mondo della videosorveglianza, con l'avvento delle videocamere IP, ogni produttore ha adottato proprie specifiche nella gestione dei dispositivi. Sebbene esistano videocamere con funzionalità più o meno complesse, quelle base sono comuni a tutti e sono i movimenti, lo zoom, lo stesso flusso audio e video.

La compatibilità si attua concretamente tramite la standardizzazione dei:

- protocolli di comunicazione;
- rilevamento dei dispositivi;
- assegnazione degli indirizzi IP;
- controllo e configurazione dei dispositivi remoti;
- protocolli dei flussi audio-video;
- visualizzazione e registrazione dei flussi audio-video.

La standardizzazione promette la possibilità di disporre di software indipendente, per la gestione e la post-elaborazione dei flussi audio-video presenti su vari canali.

L'organizzazione stabilisce delle specifiche (aggiornate periodicamente) a cui i produttori possono aderire volontariamente. I dispositivi che rispettano le specifiche possono richiedere la certificazione ONVIF. Ad oggi, la specifica approvata è la 2.2.

Tabella 12. Confronto tra i principali protocolli di comunicazione di tipo wireless

Il protocollo **Z-Wave** lavora in Europa ad una frequenza di 868,4MHz (in America e Asia è circa 900) ed ha una potenza massima di 25mW. È particolarmente utile e diffuso per dispositivi come sensori a batterie, ma viene anche usato per attuatori collegati direttamente alla tensione di alimentazione 220V AC. L'uso di questa banda permette di non avere interferenze con altri sistemi come Wi-Fi e Bluetooth che operano nella banda dei 2,4 GHz (alla quale opera anche il protocollo Zig-Bee). Ogni rete Z-Wave può contenere al massimo 232 nodi, ovvero dispositivi associabili, tenere presente però che ogni dispositivo può fornire più informazioni come luminosità, temperatura e movimento. La rete è di tipo MESH, quindi i moduli trovano autonomamente la strada migliore per comunicare con la centralina e possono funzionare anche da ripetitori di segnale. La comunicazione è dunque bidirezionale e questo permette a prodotti di diversi brand di funzionare insieme in modo adeguato e trasparente, e ciascuna rete Z-Wave è identificata da un Network ID che ha una lunghezza di 32 bit. Questa caratteristica, però, non è implementata in tutti i dispositivi per ragioni di consumo (ridurrebbe notevolmente la durata delle batterie) pertanto è necessario conoscere bene le funzioni di ognuno per effettuare una installazione che funzioni correttamente. Sebbene Z-Wave sia uno standard ed i vari produttori rispettino le stesse regole di implementazione, non c'è infatti completa compatibilità tra tutti i dispositivi e tutti i controllori, pertanto bisogna fare attenzione a quali prodotti vengono usati.

Lo standard Z-Wave ha maggiore capacità di "attraversare" le pareti degli edifici rispetto al Wi-Fi, e questo rende la trasmissione più sicura ed efficiente.

I nodi di una rete Z-Wave si possono dividere in due macro categorie: nodi controllori e nodi slave.

- I nodi controllori sono quei nodi che hanno la capacità di ospitare una tabella di indirizzamento dell'intera rete e calcolare i percorsi sulla base di essa. Tali nodi hanno la capacità di trasmettere i percorsi ai dispositivi slave in modo da abilitarli alla trasmissione dei segnali instradati.

- I nodi slave sono invece quei nodi che non sono in grado di stabilire i percorsi e generalmente funzionano come unità di ingresso e uscita nelle applicazioni Z-Wave. Esempi di nodi slave sono i dispositivi che controllano l'accensione, lo spegnimento o infine regolano l'intensità delle luci, i dispositivi che rilevano la temperatura interna ed esterna, quelli che comandano motori che determinano il movimento di tapparelle o tende, misurano l'energia elettrica consumata o prodotta, comandano l'irrigazione del giardino, etc.

Il protocollo **ZigBEE** lavora ad una frequenza di 2,4GHz ed ha una potenza massima di 6,3mW (63mW nella variante PRO, NON certificata ETSI, ovvero la normativa europea per le emissioni elettromagnetiche). È un protocollo ed uno standard mondiale, usato da diverse case produttrici e progetti, tra i quali energy@home che vede, tra i vari attori, Telecom Italia Spa. Tra gli standard wireless è quello che più si sta affermando grazie alla sua robustezza ed affidabilità. Ogni rete ZigBEE può contenere oltre 1000 nodi, ovvero dispositivi associabili, ed ogni nodo è in grado di pilotare diversi dispositivi, pertanto questo numero va moltiplicato per il numero di dispositivi gestito da ogni nodo. La rete si instaura è di tipo MESH e tutti i moduli possono funzionare da ripetitori di segnale. I nodi di una rete ZigBEE sono di due tipi: nodi router ed end point.

- I nodi router sono quei nodi che hanno la capacità di ospitare una tabella di indirizzamento dell'intera rete e calcolare i percorsi sulla base di essa. Tali nodi hanno la capacità di trasmettere i percorsi ai dispositivi end-point in modo da abilitarli alla trasmissione dei segnali instradati.
- I nodi end-point sono invece quei nodi che non sono in grado di stabilire i percorsi e si limitano a connettersi alla rete ed a trasmettere in maniera bidirezionale i dati senza rilanciare messaggi verso altri nodi.

Chi, invece, si occupa di creare la rete è chiamato coordinatore ed è l'unico deputato all'inclusione di nodi, siano essi router o end-point.

ZigBEE è un protocollo standard ed ogni produttore può scegliere se utilizzare un proprio specifico formato dati oppure, aderendo allo ZigBEE alliance, utilizzare uno standard in grado di uniformare le trasmissioni e garantendo la compatibilità dei prodotti.

EnOcean è un protocollo di automazione domestica wireless che utilizza la banda di frequenza 868,3MHz. EnOcean è una tecnologia di trasmissione matura e diffusa a livello internazionale ottimizzata per la gestione automatica intelligente degli edifici. Questa tecnologia di trasmissione si basa sullo standard internazionale ISO/IEC 14543- 3-10 ed è già stata utilizzata a livello internazionale in oltre 250.000 edifici.

Il fabbisogno energetico estremamente ridotto di EnOcean consente il funzionamento di pulsanti e sensori in larghissima parte senza batterie, e non richiedono alcuna manutenzione. L'installazione dei dispositivi avviene principalmente con adesivi. L'energia necessaria viene prodotta dall'energia cinetica, dalla luce (celle fotovoltaiche) o dal calore (termoconvertitori). Questa tecnologia wireless si adatta a soluzioni senza batteria perché autoalimentati (Energy Harvesting) utilizzando recupero di energia, sia per l'alimentazione di moduli che per trasmettere radiofrequenza. La tecnologia EnOcean offre un'ampia gamma interoperabile di attuatori per luci, veneziane, riscaldamento e sensori e pulsanti per la domotica intelligente. La comunicazione è flessibile, interoperabile e sicura. Si ha inoltre il minimo rischio di incendi o campi elettromagnetici dannosi. I sensori wireless autoalimentati infatti contribuiscono a rendere gli edifici più sicuri, confortevoli, economici ed efficienti. Questa soluzione la rende una delle tecnologie di trasmissione più utilizzate e sicure per il futuro che consente una flessibilità senza limiti per quanto riguarda la pianificazione.

La tecnologia EnOcean è integrata da molti produttori di prodotti di automazione domestica di tutti i tipi: sensori , attuatori, termostati, valvola termostatica, ... Gli apparecchi di diversi produttori risultano completamente compatibili dato che funzionano sulla base del protocollo di trasmissione standardizzato EnOcean. Utilizzando i moduli di estensione dedicati, permette infatti di comunicare e per collegare

all'interno della stessa rete con altri protocolli Z-Wave, ZigBee e dispositivi KNX. Questa opzione permette installatori e utenti di massimizzare sistemi di automazione per ottenere il sistema domotico ideale.

I trasmettitori e i ricevitori EnOcean formano delle reti mesh garantendo la comunicazione punto-punto. I dispositivi comunicano fino ad una distanza di 300 m in campo libero e 30 m in ambienti chiusi, inoltre la distanza tra un sensore e l'altro deve essere maggiore di 50 cm.

Solitamente le fasce più alte di prodotto possiedono, a bordo dei propri master, appositi connettori che consentono il cablaggio di **BUS** di campo di vari standard, e questo rende sicuramente più performante l'intero sistema che però, di contro, risulta più costoso. Quando non è prevista la connessione nativa ad uno o più determinati protocolli si ricorre all'uso di **gateway**, ovvero veri e propri traduttori che sono in grado di trasformare un segnale dati da un formato ad un altro. L'utilizzo di gateway a volte però è necessario, come ad esempio per interfacciarsi con l'elettronica dei condizionatori (per i modelli che possiedono questa caratteristica) per poter avere una comunicazione bidirezionale e gestire la macchina nella maniera più efficiente e completa possibile, e rendere più agevole la messa a punto degli impianti. Usare **gateway**, però, può nascondere problematiche dovute a compatibilità tra modelli e versioni dei prodotti rendendo a volte difficile il funzionamento del sistema e l'individuazione nonché la risoluzione dei guasti. È bene pertanto saper scegliere gateway che assicurino la compatibilità tra i sistemi.

Un sistema performante e capace di adattarsi ai più diversi contesti applicativi è un sistema che deve dipendere poco o nulla da produttori e linee di prodotto di terze parti. Utilizzare sistemi aperti e compatibili è una scelta utile anche per la futura assistenza, potendo contare sulla diffusione maggiore e la reperibilità di componenti necessari alla installazione, manutenzione ed implementazione di un sistema da parte di diversi stakeholders. L'integrazione tra sistemi lascia a ciascun dispositivo lo svolgimento delle funzioni per le quali è nato e questo è un dettaglio fondamentale per avere un sistema affidabile. Prendendo per esempio un sistema di produzione acqua calda, la gestione dei macchinari connessi segue logiche complesse e costruite su modelli matematici che considerano un numero notevole di fattori; il sistema deve comunicare ad esso semplicemente i **set point** desiderati e deve preoccuparsi di poter comunicare all'utente eventuali guasti, lasciando il resto della gestione, fluidi caldo/freddo, a chi è deputato a farlo.

A questi temi si aggiunge quanto stabilito dalla direttiva 2012/27/UE la quale prevede all'articolo 10, comma 2, che "(...) i clienti finali abbiano la possibilità di accedere agevolmente a informazioni complementari sui consumi storici che consentano di effettuare controlli autonomi dettagliati". Per questo motivo sono state definite le specifiche funzionalità per i misuratori (meter) di "seconda generazione" (2G) come descritto nel documento per la consultazione 416/2015/R/EEL dell'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico. Anche se attualmente non è ancora definita compiutamente una data quando saranno completamente disponibili questi smart meter di seconda generazione (2G)²¹, tra le novità che apporteranno tali strumenti si prevedono almeno i seguenti requisiti:

- Comunicazione bidirezionale.
- Impiego di protocolli di comunicazione standard e open.
- Sistemi di misura con rilevazione oraria dei consumi.
- Switching infra-mese sulla base di dati effettivi.
- Disponibilità dei dati a terze parti.

²¹ Deliberazione 10 Novembre 2016 n. 646/2016/R/EEL. Sistemi di smart metering di seconda generazione (2g): riconoscimento dei costi per la misura dell'energia elettrica in bassa tensione e disposizioni in materia di messa in servizio.

I misuratori 2G, disponendo di funzionalità aggiuntive rispetto a quelli attuali, potrebbero permettere di disegnare e implementare nuovi processi e servizi, attualmente non disponibili, grazie alla disponibilità più veloce di dati validati ai venditori (e agli altri attori della filiera) e di dati istantanei non validati al cliente. Esempi di questi nuovi processi possono essere la messa a disposizione dei dati di misura validati su base giornaliera, multi switching, con miglioramenti per esempio per il bilanciamento e per il settlement, o la possibilità di introdurre contratti di tipo "prepagato". Altre funzionalità si riferiscono all'aumento dell'efficienza di telelettura (attualmente: 96%) e telegestione grazie a 2 canali (tecnologie differenti: PLC / radio) per l'impresa distributrice. Oppure aumentare la granularità delle misure di energia rilevata in telelettura con l'energia consumata registrata ogni 15 minuti (curva giornaliera di 96 valori) e trasmessa all'impresa distributrice. Ancora la possibilità di rendere le misure validate disponibili ai venditori entro 24h con curve di energia rilevate giornalmente, validate dal distributore e trasferite tempestivamente al venditore tramite SII e poter consegnare dati in tempo reale al cliente attraverso 1 canale per i clienti con dispositivo (dati istantanei, non validati).

Tabella 13. Architettura del sistema delle soluzioni SCC in termini di dispositivi, funzione e servizio.

Dispositivo	Funzione		Servizio			
	Controllo	Monitoraggio	Energetico	Confort	Aggiuntivi	Sicurezza
Sensore/Smart meter/Ricevitore						
Cronotermostato	•		•			
Smart Valve	•		•			
Smart Switch	•		•			
Smart Plug	•		•			
Smart Meter elettricità		•	•			
Smart Meter gas		•	•			
Smart Meter acqua		•	•			
Sensore apertura/chiusura		•		•	•	•
Sensore temperatura/umidità		•	•	•		
Multisensore 4 in 1		•		•		
Multisensore movimento/luminosità		•	•	•	•	
Multisensore presenza/ movimento		•	•	•	•	•
Rilevatore di fumo		•		•		•
Rilevatore CO2		•		•		•
Flood sensor		•			•	
Telecomando emergenze		•			•	•
Pulsante Emergenza		•			•	
Segnalatore Chiamata		•			•	
Water Sensor		•			•	
Ricevitore allarmi		•			•	
Rilevatore rumori		•			•	
Step control		•			•	
Attuatore/sistema embedded	•	•	•	•	•	•
BUS di collegamento	•	•	•	•	•	•
Demand response	•	•	•	•	•	•
Gateway	•	•	•	•	•	•
Interazione/Interfaccia	•	•	•	•	•	•

Legenda dispositivi soluzioni SCC:

- Sensori (input e output messaggi inerenti il fenomeno monitorato: presenza, temperatura, potenza elettrica, luminosità e movimento, ecc.)
- Attuatori (attivare o disattivare, controllare alcune componenti degli impianti)
- DR (Demand-Response) funzionalità che indica la capacità della rete elettrica di adattarsi dinamicamente alle variazioni di richiesta di energia da parte dei consumatori
- Bus di collegamento ("wireless" o cablaggio).
- Energy Box (gateway di raccolta dei dati e comunicazione tra i differenti livelli)
- Interfacce di comunicazione (applicazioni software che consentono di visualizzare, controllare e gestire gli impianti tramite l'impiego di appositi dispositivi: web-service, App).

Tabella 14. Architettura del sistema delle soluzioni SCC integrate in termini di hardware da installare, protocolli, integrazione tra Domini verticali (SIP) e stakeholder.

Dispositivo	Protocollo		Domini verticali (SIP)			Stakeholder di sistema
	Z-Wave	EnOcean	Sustainable Urban Mobility	Sustainable District & Built Environment	Integrated Infrastructure & Process	
Sensore/Smart meter/Ricevitore						
Cronotermostato	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,i,l
Smart Valve	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,i,l
Smart Switch	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,i,l
Smart Plug	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,i,l
Smart Meter elettricità	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,i,l
Smart Meter gas	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,i,l
Smart Meter acqua	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,i,l
Sensore apertura/chiusura	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Sensore temperatura/umidità	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Multisensore 4 in 1	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Multisensore movimento/luminosità	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Multisensore presenza/ movimento	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Rilevatore di fumo	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Rilevatore CO2	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Flood sensor	•	•		•	•	b,e,f,i,l
Telecomando emergenze	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Pulsante Emergenza	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Segnalatore Chiamata	•	•		•	•	b,e,f,i,l
Water Sensor	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Ricevitore allarmi	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Rilevatore rumori	•	•		•	•	b,e,f,i,l
Step control	•	•		•	•	b,c,e,f,i,l
Attuatore/sistema embedded	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,i,l
BUS di collegamento	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,i
Demand response	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,h,i,l
Gateway	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,i
Interazione/Interfaccia	•	•		•	•	a,b,c,d,e,f,g,h,i,l

Legenda Stakeholder di sistema:

- a. Government
- b. Research
- c. Construction/design
- d. Real Estate
- e. Urban Services
- f. Analyst, IT project and Big Data
- g. BPM (Business Process Management)
- h. Financial/funding
- i. Social/Civil Society
- l. eCommerce

Tabella 15. Analisi delle soluzioni SCC integrate secondo i principali Modelli di governance e gli Stakeholder di sistema coinvolti.

Dispositivo	Modelli di governance			Stakeholder di sistema
	Strong cross-departmental Smart City governance	Sectorial leadership with strong supportive Smart City co-ordination mechanism	Open governance model (platform model)	
Sensore/Smart meter/Ricevitore		•		a,b,c,d,e,f,g,i,l
Attuatore/sistema embedded		•	•	a,b,c,d,e,f,g,i,l
Bus di collegamento		•	•	a,b,c,d,e,f,g,l
Demand response		•	•	a,b,c,d,e,f,g,h,i,l
Gateway		•	•	a,b,c,d,e,f,g,l
Interazione/Interfaccia		•	•	a,b,c,d,e,f,g,h,i,l

1.4.3 Considerazioni e conclusioni

Il lavoro qui svolto ha permesso di identificare le linee di sviluppo e l'integrazione delle soluzioni SCC. Ciò rende evidente come l'integrazione tra i distinti stakeholder di sistema chiamati a partecipare al processo di trasformazione costituisca un obiettivo essenziale per promuovere l'uso efficiente dei flussi energetici nella filiera delle costruzioni e che, una volta definiti i network di sistema, può essere perseguita secondo i tre modelli di governance. Tra questi, quello basato sul "sectorial leadership with strong supportive Smart City co-ordination mechanism" costituisce il modello di maggior efficacia per il raggiungimento degli obiettivi di efficienza energetica attraverso l'adozione di soluzioni SCC, e di più elevato potenziale per la penetrazione delle soluzioni SCC nel settore della filiera delle costruzioni, secondo i network di sistema coinvolti.

Un altro aspetto molto importante per i futuri sviluppi di soluzioni SCC riguarda la comunicazione attraverso i dispositivi, che può avvenire attraverso uno o più protocolli. Questi possono essere di tipo filare o wireless. Tra questi lo studio si è focalizzato sui quelli wireless maggiormente evoluti: i protocolli Z-Wave e EnOcean. Ovviamente un progetto di Smart City non può prescindere dalla realizzazione di una rete di telecomunicazione a banda larga e ultralarga sufficientemente pervasiva sul territorio ma che difficilmente potrebbe essere basata su un'infrastruttura interamente cablata per ovvi motivi di investimenti e tempi di implementazione insostenibili.

I protocolli wireless costituiscono quindi quelli sicuramente di più facile sviluppo nel futuro, fermo restando la necessità di individuare la corretta frequenza di trasmissione sia per garantire il flusso dei dati che per garantire la privacy e sicurezza degli stessi. A questo si aggiunge che un sistema di soluzioni SCC che parla il maggior numero di protocolli senza utilizzare gateway esterni sarà tipicamente più efficiente e performante rispetto ad un sistema chiuso e che si interfaccia al mondo esterno solo tramite dispositivi di terze parti.

In questo momento l'affermazione di mercato delle tecnologie di quarta generazione costituisce un caso di successo estremamente importante. L'accelerazione nello sviluppo della domanda ha già creato uno scenario economico adatto al deployment non solo degli smart meter di seconda generazione (2G), ma anche delle tecnologie e standard 5G che permettono, soprattutto nelle telecomunicazioni, prestazioni e velocità superiori a quelle dell'attuale tecnologia 4G e, nella prospettiva temporale del 2020, il mercato sta agendo di conseguenza.

C'è un comune consenso, sposato anche dagli enti di standardizzazione, relativo ai raggruppamenti dei servizi applicativi più avanzati, che comprendono il mondo degli Smart Environments (Smart City e Smart Home/Building) e alcuni settori verticali che stanno sviluppandosi velocemente in termini di numerosità e fatturati (Energia, Automotive, eHealth e Manufacturing/Industry 4.0). È particolarmente interessante notare come in tutte queste aree si assiste ad una integrazione fra le tecnologie ICT più avanzate e innovazioni specifiche del settore in termini di processi tecnologici, dispositivi e materiali.

A livello mondiale vi sono dozzine di esperimenti già in corso su frequenze 5G (3,5 e 28 GHz ma non solo) e, a livello nazionale, la gara per la concessione, con finalità di sperimentazione, delle frequenze 3,6-3,8 GHz vede già coinvolti tutti i principali operatori (non solo radiomobili) attivi a livello nazionale. A ciò si aggiunge l'effort per proporsi come fornitori di soluzioni ICT innovative complesse, che indirizzano la trasformazione digitale di imprese e enti pubblici, ad esempio in ambito Smart City e IoT, due aree nelle quali i Telco integrano piattaforme IT e servizi di connettività fisso, mobile e wireless.

La soluzione quindi non può passare da un'unica tecnologia di comunicazione ma dovrà prevedere un ecosistema di tecnologie wireless e wired in grado di soddisfare le esigenze di copertura in termini di estensione, pluralità, integrazione e qualità del servizio. Un secondo passaggio fondamentale sarà in tal senso la gestione dello spettro delle frequenze per poter garantire in futuro sicurezza, affidabilità e privacy ai servizi IoT.

2 Conclusioni

L'approfondimento dello studio sulle soluzioni SCC rivolte alla filiera delle costruzioni e all'ambito energetico, ha permesso di evidenziare i punti di forza e le debolezze che accompagnano il processo di trasformazione e gli attori coinvolti nelle distinte fasi che accompagnano ognuno di essi.

Le principali criticità che riguardano i processi, i networks di sistema, e l'uso delle soluzioni SCC sono state di seguito sintetizzate:

1. Le soluzioni SCC integrate a livello di scala urbana risultano ancora limitate. Al contrario, emergono soluzioni con livelli di integrazione più elevati rivolte ai distretti intelligenti e, in alcuni altri progetti, volte all'efficienza energetica e alla mobilità, evidenziando però un maggior o minore impatto e valore raggiunto nei distinti contesti. In molti casi questo dipende non solo dalla scala locale, ma dal modello di governance adottato, in quanto esso costituisce un vincolo significativo per la scalabilità delle soluzioni adottate e la loro possibile replicabilità in ulteriori e altri contesti. Da questo dato deriva che il modello di governance costituisce uno degli aspetti più significativi per il raggiungimento degli obiettivi, e conferma il valore dell'approccio sistemico e dell'integrazione tra gli stakeholder coinvolti nei distinti processi e nelle diverse fasi.
2. La maggior parte delle soluzioni SCC analizzate dimostra un impiego crescente nel numero di sensori che, in alcuni casi, raccolgono informazioni legate alla privacy individuale. Per questa ragione sarà necessario definire un quadro regolatorio per l'uso, poiché questi sensori diventeranno essenziali nelle infrastrutture dati IoT delle Smart Cities, e occorrerà quindi che l'uso degli stessi, il tipo di dati che raccolgono e come vengono usati, sia indicato in apposite linee guida delle città.
3. Un terzo aspetto da evidenziare riguarda la filiera delle costruzioni che, nel perdurare della flessione del mercato, appare ancora complessa e molto articolata, e dove convivono distinti modelli di tipo tradizionale e industriale. Inoltre, seppur entrambi siano riconducibili ad un processo edilizio per fasi di tipo circolare e incrementale risulta sempre più elevata la componente di soluzioni industrializzate adottate per la regolamentazione, la progettazione, lo scambio di dati, la produzione e la gestione all'interno del singolo processo. Ciò dimostra che le soluzioni SCC possono rappresentare non solo la soluzione ma anche un volano per lo sviluppo e innovazione dei processi.
4. Data la rilevanza del tema economico, emerge una chiara difficoltà di identificare un modello di business valido per tutti gli attori coinvolti, e risulta quindi necessario potenziare lo sviluppo di strumenti di governance che consentano innanzitutto al legislatore di comprendere i potenziali interventi, anche in termini di finanziamento, e la loro relativa efficacia.

In definitiva un Piano di azione a livello nazionale dovrebbe prevedere azioni approntate in maniera unitaria e sistematica per potenziare alcuni indirizzi strategici nel futuro sviluppo e implementazione delle soluzioni SCC, tra cui:

1. Programmi di RS&I per favorire soluzioni interoperabili nelle piattaforme urbane che aggregano gli Urban Service Stakeholders, inclusa la definizione di protocolli, linee guida e standard;
2. Programmi di Social innovation/inclusion mirati a specifici gruppi di Urban Service Stakeholder;
3. Dimostrativi a piccola e media scala di soluzioni smart metering 2G;
4. Promozione dello sviluppo di cyber/privacy security;
5. Progetti pilota a scala di distretto;
6. Progetti di innovazione e meccanismi di incentivi per i Construction/Design stakeholder, i Real Estate stakeholder e le SMEs del processo edilizio.

3 Riferimenti bibliografici

1. ENEA, "RdS/2015/020. Sviluppo di un simulatore rete di edifici residenziali e implementazione preliminare di un modello di smart district", 2016.
2. ENEA, "RdS/2015/015. Sviluppo delle metodologie e implementazione preliminare di un modello di smart homes", 2016.
3. ENEA, "RdS/PAR2015/014. "Le specifiche della smart platform del distretto", 2016.
4. ENEA, "RdS/2014/058. "Sviluppo di metodologie e strumenti di analisi delle prestazioni di reti di smart meter", 2015
5. Energy Efficient Buildings Projects Map. Available online at http://eebers.eu/static/img/Eebers_d1%201%20projects%20mapping_public%20deliverable.pdf (Accessed 539 29.09.2017), 2015.
6. Amirhosein Ghaffarianhoseini, Umberto Berardi, Husam AlWaer, Seongju Chang, Edward Halawa, Ali Ghaffarianhoseini & Derek Clements-Croome. What is an intelligent building? Analysis of recent interpretations from an international perspective, *Architectural Science Review*, 59:5, 338-357, 2016.
7. European Commission, 2014. COM(2014)015 final: A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. Available at <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52014DC0015> (Accessed on 29.09.2017), 2014.
8. European Commission. COM(2014)520: Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy. Available at https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_eec_communication_adopted_0.pdf (Accessed on 29.09.2017), 2014.
9. European Commission. COM(2016) 765 final: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1490877208700&uri=CELEX:52016PC0765> (Accessed on 29.09.2017), 2016.
10. Cloud Energy management solution for Office It equipment and Smart devices. Available online at http://cordis.europa.eu/project/rcn/198095_en.html (Accessed 23.05.2017)
11. Intelligent Control of Energy Storage for Smart Buildings and Grids. Available online at http://cordis.europa.eu/project/rcn/208412_en.html (Accessed 23.05.2017).
12. Adaptable Platform for Active Services Exchange. Available online at http://cordis.europa.eu/project/rcn/194460_en.html (Accessed 29.09.2017).

4 Abbreviazioni ed acronimi

EeIB: Energy efficient Interactive Building

EB : Energy Box

EE: Efficienza Energetica

DR: Demand Response

DSM: Demand side Management

DSO: Distribution System Operator

BEMS: Building Energy Management Systems

BAC: Building Automation Control (automazione e controllo degli edifici)

TBM: Technical Home and Building Management (gestione tecnica dell'edificio)

HVAC: Heating, Ventilating and Air Conditioning (ventilazione e condizionamento dell'aria)

TSO: Trasmission System Operator – Gestore della rete

PLC: Power Line Carrier

5 Curriculum Vitae Autori del rapporto tecnico

Carola Clemente (1968). Architetto. Dottore di ricerca in Tecnologie dell'Architettura presso il Dipartimento ITACA dell'Università di Roma "la Sapienza" (2000). Assegnista di Ricerca, Settore Scientifico-Disciplinare ICAR/12-Tecnologia dell'Architettura, presso il Dipartimento ITACA – Innovazione Tecnologica nell'Architettura e Cultura dell'Ambiente. Titolo della ricerca: "Innovazione procedurale e gestione del processo edilizio".

Dal 2006 è Ricercatore universitario nel Settore scientifico disciplinare ICAR/12, afferendo al Dipartimento PDTA di Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura - Sapienza Università di Roma. Dal 2006 afferisce al Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Architettura CITERA della Sapienza Università di Roma. Presso queste strutture svolge attività di ricerca e di sperimentazione sui temi della gestione e sul controllo della fattibilità di programmi complessi, con particolare riferimento alla progettazione alla riqualificazione integrata all'edilizia sociale, con particolare riferimento alla riqualificazione tecnologica e al retrofit energetico del patrimonio scolastico, dell'edilizia residenziale sociale e del terziario avanzato. Su questi temi è impegnata in diverse iniziative di affiancamento della pubblica amministrazione nella diagnosi energetica e tecnologica del patrimonio edilizio per l'individuazione di strategie smart utili alla costruzione di azioni di intervento sostenibile in termini tecnici, economici e sociali, con tecnologie a basso costo e basso impatto.

Responsabile Scientifico del programma di Ricerca 2015 - Sapienza Università degli Studi di Roma - per Grandi Progetti di Ricerca Universitari 2015 dal titolo: "Smart regeneration of public utility buildings. Strategies and technical models at district level for the reduction of public utility building energy needs and the promotion of diffused urban regeneration".

Dal 2008 al 2010 coordina l'Unità Operativa CITERA - Università La Sapienza di Roma del Progetto HOPUS (Housing Praxis for Urban Sustainability) di URBACT II Operational Programme (2007 - 2013) - 1st Call for Proposals for the creation of Thematic Networks and Working Groups - European Regional Development Fund 2007 2013 (Objective 3: European Territorial Cooperation) - Priority Axe 2 Attractive and cohesive cities - 2.3. Environmental issues. Theme 2.3. The Urban Environment - 2.3.3. Sustainable and energy efficient housing stock.

Aderisce alla SiTda - Società Italiana di Tecnologia dell'Architettura dal 2006, dal 2011 al 2017 è membro eletto del Consiglio Direttivo della SiTda. Membro del comitato editoriale della rivista scientifica *Techne. Journal of Technology for Architecture and Environment* (rivista scientifica - Classe A ranking ANVUR), delle riviste "PONTE" e (H)ortus, revisore scientifico di alcuni programmi di ricerca Miur e Cost. Afferisce al Centro ABITA dal 2007 ed è membro dell'ENHR – European Network for Housing Research dal 2008.

Membro del Collegio scientifico-didattico e docente del Master di II livello "ENVIRONMENTAL TECHNOLOGICAL DESIGN. Green Building / Architectural and Urban Requalification / Green Blue Infrastructure". Membro del Collegio Docenti del corso di Dottorato in "RISPARMIO ENERGETICO E MICROGENERAZIONE DISTRIBUITA" dell'Università degli Studi di ROMA "La Sapienza" (2006 – 2013). Membro del Collegio Docenti del Corso di Perfezionamento CP_Housing. Nuovi modi di abitare tra trasformazione e innovazione attivato presso Università di Roma Tre - Facoltà di Architettura - Dip.S.A Dipartimento di scienze dell'Architettura.

Revisore scientifico MIUR - ANVUR - Bando SIR (SIR 2014) e Bando FIRB - Futuro in Ricerca 2013, COST - European Cooperation in Science and Technology: Revisore progetti scientifici COST Action TU1002. (Scientific Reviewer for implementation of a European Concerted Research Action designated as COST Action TU1002: Accessibility instruments for planning practice in Europe).

È autore circa 90 pubblicazioni a livello nazionale ed internazionale tra monografie, curatele, articoli su volumi e riviste scientifiche di settore e presentati a congressi nazionali ed internazionali, sui temi inerenti il processo edilizio, la gestione, la realizzazione e la riqualificazione dell'edilizia sociale, gli smart buildings and smart districts.

Paolo Civiero (1978). Architetto, ha conseguito la Laurea in Architettura nel 2003 presso l'Università di Roma "La Sapienza". Dottore di ricerca in "Riqualificazione e Recupero Insediativo" presso la facoltà di architettura Valle Giulia della Sapienza Università di Roma (2007). Dal 2004 svolge l'attività di ricerca prevalentemente nel campo delle discipline della Tecnologia dell'Architettura e del Recupero architettonico collaborando a programmi di ricerca universitari, di interesse nazionale e Conto Terzi con il dipartimento PDTA e il CITERA della Sapienza Università di Roma con particolare riferimento alla riqualificazione degli edifici residenziali esistenti e all'innovazione tecnologica nel campo dei sistemi edilizi industrializzati ed energeticamente efficienti, e delle soluzioni smart integrate negli edifici. Partecipa a diversi progetti di ricerca di interesse internazionale (COST Action C16, Urbact II, EERA Smart Cities, EIT Pioneer into Practice, Sherpa - Interreg MED project).

Titolare di due Assegni di ricerca annuali presso il Dipartimento PDTA avente come titolo: (a) "Smart Components for Smart Building and Renovation" (2015-2016), (b) "Smart technology and design in Ambient Assisted Living for the ageing society. Tecnologie intelligenti e progetto negli ambienti domestici (AAL) per una società che invecchia: dai bisogni dell'utenza alle specifiche di progetto per servizi dedicati" (2017-2018), volti alla messa a punto di modelli e sistemi tecnologici sempre più efficaci nella risposta prestazionale e nella inter-operabilità affiancando alla componentistica tecnica materiali e sistemi intelligenti di controllo prestazionale, ambientale e meccanico (Smart devices o Smart object).

Dal 2004 è membro del gruppo di lavoro "Sub-Program 3: Energy-efficient Interactive Buildings (EeIB)" del Joint Program EERA - "Smart Cities" e del Task 1.2 "Systemic approach for resource efficient buildings" dello stesso Joint Program.

Dal 2008 è cultore della materia in Tecnologia dell'Architettura. Dal 2011 docente a contratto del corso di Tecnologia dell'Architettura prima al corso di Laurea in Progettazione e Gestione dell'Ambiente e dal 2013 presso il corso di Laurea in Scienze dell'Architettura (S.A.) della Sapienza Università di Roma. Nel 2017 è docente a contratto del corso "Laboratorio di Progettazione Tecnologica" presso il corso di Laurea Magistrale in Architettura a ciclo unico della Sapienza Università di Roma.

È autore circa 50 pubblicazioni a livello nazionale ed internazionale tra monografie, curatele, articoli su volumi e riviste scientifiche di settore e presentati a congressi nazionali ed internazionali, intervenendo principalmente sui temi inerenti i sistemi costruttivi, il processo edilizio e gli smart buildings and smart districts.

Affianca l'attività di ricerca e docenza a quella professionale collaborando in maniera continuativa presso società di ingegneria e studi di architettura con le quali ha sviluppato significative esperienze progettuali e in corso di realizzazione.