

Il quartiere gemello

CityGML, AI, IoT, materiali circolari, Positive Energy District e MaaS:
quando l'edificio diventa un nodo intelligente della città



Il prototipo di Positive Energy Building di Pietralata: i dati di esercizio — consumi, produzione solare, recupero idrico — alimenteranno i modelli di simulazione di FP2. (Fonte: RAI / Fondazione Rome Technopole)

di Martina Mondò

Come il Digital Twin sta cambiando la rigenerazione urbana nel Lazio – e perché FP2 non è solo una piattaforma digitale, ma un laboratorio su energia, materiali e mobilità.

Un edificio universitario a Valle Giulia non è più soltanto un edificio. Nel progetto FP2 è diventato uno dei due prototipi operativi di Digital Twin: un gemello energetico e ambientale installato presso la Facoltà di Architettura della Sapienza, nel centro interdipartimentale CITERA; l'altro prototipo, nella Città Universitaria alla Palazzina Tuminelli, lavora sul ciclo delle acque in realtà virtuale. Sensori, modelli matematici, dashboard, visualizzatori BIM e dati in tempo reale non servono a produrre una rappresentazione spettacolare, bensì a capire dove si consuma, dove si spreca e dove intervenire prima che il problema diventi un costo.



Un distretto a energia positiva: l'integrazione di Digital Twin, materiali bio-based e sistemi IoT consente di trasformare il patrimonio edilizio esistente da problema energetico a risorsa. Rendering di un edificio urbano con facciate coperte da vegetazione verticale densa a più livelli. (Fonte: RAI / Fondazione Rome Technopole)

Il Flagship Project 2 di Rome Technopole parte dalla convinzione che rigenerare la città significhi mettere insieme transizione energetica e transizione digitale. Un metodo per leggere il costruito come sistema: edifici, reti, materiali, acqua, mobilità, comfort. La domanda è come decidere meglio, con dati solidi e scenari leggibili tanto da progettisti, quanto da amministrazioni e cittadini.

Nel 2050 più dell'80% della popolazione mondiale vivrà nelle città, e il nostro patrimonio immobiliare, vasto e obsoleto, non è adeguato. "Solo attraverso progetti di rigenerazione urbana seri, con una partecipazione tra pubblico e privato, è possibile trasformare le nostre città", dice Alessandra Bellioni di Coima REM, capofila del progetto. La sinergia che RT incarna è esattamente quella: riunire il sistema universitario, imprese e istituzioni attorno a un laboratorio reale, Pietralata.

IL PROBLEMA: IL PATRIMONIO EDILIZIO NON PUÒ ESSERE RINNOVATO ALLA CIECA

Il patrimonio costruito è vasto, eterogeneo e spesso energivoro. La scheda FP2 richiama l'impronta energetica globale del settore delle costruzioni: circa il 37% delle emissioni di CO₂ e oltre il 34% dell'energia prodotta, a cui si somma il peso della climatizzazione. Numeri che spiegano perché la

rigenerazione urbana non possa più essere trattata come una somma di cantieri isolati.

La difficoltà è soprattutto informativa. Prima di intervenire bisogna sapere cosa funziona, quali soluzioni hanno il miglior rapporto tra costo, energia e comfort. FP2 traduce questa esigenza in tre tavoli tematici: transizione energetica nel progetto multiscalare, transizione digitale-Digital Twin e mobilità sostenibile. È una struttura ampia, più ricca del solo tema BIM-GIS: il gemello digitale è il centro visibile, ma attorno a esso ruotano materiali, bioclimatica, acqua, energia, dati e servizi urbani.

I PILASTRI UFFICIALI DI FP2

- Nuovi sensori, nanomateriali intelligenti multifunzionali e materiali avanzati per edilizia a emissioni zero.
- AI per il monitoraggio energetico e la gestione digitale degli edifici.
- Chimica verde e circolare per la bioedilizia.
- Calcestruzzo a zero emissioni di carbonio con rinforzi non metallici e vita utile progettuale di almeno 120 anni.
- Materiali per termoregolazione autonoma degli edifici e controllo elettromagnetico dell'ambiente.

DAL BIM AL DIGITAL TWIN:

QUANDO IL MODELLO DIVENTA OPERATIVO

Il BIM ordina geometrie, materiali e impianti, ma resta un modello di progetto. Il Digital Twin di FP2 nasce invece per monitorare, simulare e controllare l'ambiente costruito in tempo reale, collegando il modello digitale ai dati fisici raccolti da sensori, sistemi IoT e piattaforme di analisi.

È qui che il progetto cambia scala. Il tavolo "Transizione digitale - Digital Twin", coordinato da Federico Cinquepalmi per la Sapienza, ha realizzato due prototipi: uno per il monitoraggio energetico e ambientale a Valle Giulia, l'altro per il monitoraggio del ciclo delle acque in realtà virtuale



FP2 ha realizzato due prototipi operativi di Digital Twin: il primo per il monitoraggio energetico e ambientale a Valle Giulia, il secondo per il ciclo delle acque in realtà virtuale alla Palazzina Tuminelli. (Fonte: RAI / Fondazione Rome Technopole)

alla Palazzina Tuminelli. La promessa è semplice: far parlare un edificio invece di limitarsi a descriverlo. Consumi, comfort, qualità ambientale, guasti, accessi, acqua e manutenzione diventano flussi di dati leggibili in una stessa interfaccia.

La componente urbana passa dalla georeferenziazione e dallo standard. Roma Tre ha curato la digitalizzazione e la strutturazione del quadro conoscitivo secondo lo standard *CityGML*, con oggetti interrogabili in un database geospaziale e visualizzabili nel *Web Map Client* di 3DCityDB. Al di là del dettaglio tecnico, significa che edifici, coperture, usi del suolo e informazioni energetiche possono essere letti insieme, nello stesso ambiente, come base per simulazioni e decisioni pubbliche.

ENERGIA DI QUARTIERE: DAL DATABASE AL POSITIVE ENERGY DISTRICT

Il primo tavolo punta a strumenti per distretti urbani climaticamente neutri. Il sottotavolo 1.1 sviluppa un *Urban Digital Twin* su *CityGML*, un database georeferenziato e un repertorio di soluzioni per PED e Comunità Energetiche.

Il progetto prevede anche un modello analitico per calcolare il *Levelized Cost of Energy* di convertitori di energia solare concentrata sviluppati al CNR, valutandone posizione geografica, sostenibilità dei materiali, tossicità e sostenibilità tecnico-economica. Per questo motivo non basta sapere se una tecnologia funziona: bisogna capire dove conviene, quanto costa e quale impatto produce lungo il ciclo di vita.

Per enti pubblici, ci sono PAESC, scenari energetici e KPI ambientali. Per i privati, comparazione trasparente tra produzione locale, accumulo e retrofit.

TRE TAVOLI, UNA STESSA CITTÀ

T1 - Transizione energetica multiscalare: CityGML, UDT, PED, Comunità Energetiche, LCoE, materiali per conversione e accumulo.



Il Digital Twin dell'edificio universitario alla Facoltà di Architettura di Valle Giulia: sensori, modelli matematici e dashboard in tempo reale rendono visibili consumi, guasti e opportunità di intervento. (Fonte: RAI / Fondazione Rome Technopole)



Materiali bio-based e legno locale nei laboratori di Roma Tre: dai residui di lavorazione forestale si estraggono lignina e cellulosa per vernici eco-compatibili, in un ciclo che allunga la durabilità del materiale senza scarti. Un ricercatore manipola campioni di materiale ligneo (Fonte: RAI / Fondazione Rome Technopole)

T2 - Transizione digitale Digital Twin: prototipi a Valle Giulia e Palazzina Tuminelli, IoT, BIM viewer, dashboard AI e real-time.

T3 - Mobilità sostenibile: sicurezza stradale, accessibilità per persone con disabilità, mobilità dolce, integrazione TPL-micromobilità e MaaS.

NON SOLO SOFTWARE:

BIOCLIMATICA, MATERIALI E RISORSE LOCALI

FP2 va oltre la piattaforma. Il sottotavolo su bioclimatica e aspetti energetico-termici lavora sulle combinazioni ottimali di sistemi passivi e attivi per il clima mediterraneo: raffrescamento, riscaldamento, comfort, riduzione delle emissioni e soluzioni replicabili in contesti edilizi simili.

La linea su energia e gestione ecologica delle risorse materiali, idriche e immateriali porta il discorso dentro la materia della città. Il caso studio indicato è un edificio nell'area di Pietralata, pensato come laboratorio per una infrastruttura green e smart: materiali circolari per l'involucro, prototipi in legno locale e bio-compositi, riuso di elementi strut-

turali dismessi, componenti low carbon, geotermia a bassa entalpia, green roof mediterranei e sistemi LID per il drenaggio urbano.

A Roma Tre, il Laboratorio Materiali Multifunzionali di Giovanni Formica è diventato un Open Lab di RT. Il dottorando Alessandro Porrari studia materiali con capacità di autoguarigione (self-healing) e morphing, in grado di ripararsi autonomamente e cambiare forma al variare delle condizioni ambientali. L'obiettivo per l'edificio di Pietralata è quello di realizzare "facciate intelligenti capaci di fornire risparmi energetici importanti, con sensoristica diffusa per il monitoraggio in tempo reale". In cantiere anche un calcestruzzo bio prodotto da scarti alimentari come gusci di molluschi, integrato con microorganismi per l'autoriparazione: un materiale vivo, ecosostenibile, che è già prototipato nel laboratorio.

Da un punto di vista concreto, a Tor Vergata il gruppo di Giacomo Falcucci sviluppa un sistema di idrogeno verde con accumulo a idruri metallici – sostanze che trattengono l'idrogeno a bassa pressione e temperatura, con celle a combustibile per la produzione elettrica. "Obiettivo dell'ecosistema RT è essere il capostipite delle nuove installazioni, sia in ambito residenziale che di uffici pubblici e mobilità sostenibile", dichiara Falcucci. Alla Tuscia, Manuela Romagnoli lavora su legno e bio-compositi locali: dai residui di lavorazione forestale si estraggono lignina e cellulosa per vernici eco-compatibili da riapplicare al legno stesso, in un ciclo virtuoso che ne allunga la durabilità. Il laboratorio biomasse completa il quadro con materiali a cambiamento di fase (PCM) su supporto di hydrochar e biochar da scarti agroindustriali: inseriti nelle malte, mantengono la temperatura interna tra 20 e 26°C riducendo i consumi di riscaldamento e condizionamento.



Mobilità sostenibile e servizi condivisi: il gemello digitale esce dall'edificio e si estende a trasporti, accessibilità e spazio urbano. E' il terzo tavolo di FP2: ridurre il mezzo privato, integrare TPL e micromobilità, costruire sistemi MaaS accessibili anche agli utenti più fragili. (Fonte: RAI / Fondazione Rome Technopole)



Cantiere e materiali circolari: la rigenerazione urbana richiede nuove filiere di recupero, riuso e controllo delle prestazioni. (Fonte: RAI / Fondazione Rome Technopole)

MOBILITÀ SOSTENIBILE:**IL GEMELLO ESCE DALL'EDIFICIO**

Il terzo tavolo (BV-Tech) porta FP2 nello spazio pubblico: sicurezza stradale, accessibilità per disabili, mobilità dolce. Il gemello esce dall'edificio e misura come si attraversa e si vive il quartiere.

La logica è quella di diminuire il mezzo privato, integrare TPL e micromobilità, migliorare la sicurezza degli attraversamenti con dati e partecipazione civica. Il bersaglio sono i sistemi MaaS – *Mobility as a Service*: un ecosistema accessibile e orientato all'autonomia degli utenti più fragili.

RISULTATI: PROTOTIPI,**PUBBLICAZIONI E UNA RETE GIÀ ATTIVA**

I risultati sono già concreti. Nel tavolo *Digital Twin* risultano due prototipi operativi, 24 attività tra workshop e incontri con enti e imprese, dieci contributi scientifici e attività formative dentro il master "Construction Digital Twin & Artificial Intelligence" e l'insegnamento UCBM "Digital Twins per il Controllo, l'Automazione e la Predictive Maintenance".

La rete europea è già attiva: MakingPEDs, POSIEDON, WE Generate e C.LEVER lavorano su Positive Energy District, quartieri sostenibili e processi decisionali digitali. I risultati sono stati discussi in contesti come Cesena, UERA ENEA-CNR a Roma, Key Energy a Rimini e in appuntamenti formativi internazionali.

Sul fronte energetico-strutturale, l'Università di Cassino studia la geotermia a bassa entalpia con iniezione di nanosilice colloidale nel sottosuolo: la sostanza gelifica in situ, migliorando la conducibilità termica del terreno e quindi l'efficienza degli scambiatori geotermici. Come risultato, a parità di dimensione dell'impianto vi è una maggiore capacità di condizionamento; o, in alternativa, impianti più piccoli a pari prestazioni. Trasversale a tutto il progetto è la componente formativa: RT ha attivato con Roma Tre un corso trasversale agli Atenei su sviluppo sostenibile e pensiero critico. "Servirà sempre più bisogno di architetti con competenze bioclimatiche, ingegneri capaci di governare le prestazioni energetiche e specialisti di intelligenza artificiale", sintetizza Paola Marrone di Roma Tre. Il repertorio scientifico è molto ampio: dai PED ai modelli ML per la gestione energetica, dai materiali bio-based al drenaggio urbano, dalla geotermia al trattamento delle acque. Questa varietà è il vero dato politico del progetto: FP2 tratta la rigenerazione come una piattaforma urbana multisettoriale.

LA DOMANDA APERTA:**CHI GOVERNA IL GEMELLO?**

La tecnologia non basta da sola. Un Digital Twin urbano produce dati preziosi, ma anche responsabilità: chi decide cosa raccogliere? Chi può accedervi? Come si proteggono i sistemi e come si evita che il gemello diventi vetrina invece di strumento? FP2 è un ecosistema ormai attivo: Coima REM come coordinatore, università come motore scientifico, Almaviva e BV-Tech come partner tecnologici. La sfida ora è trasformare prototipi, database, materiali e modelli in procedure replicabili per comuni, gestori, progettisti e imprese. Il quartiere gemello funziona solo quando smette di essere un esperimento e diventa grammatica condivisa della rigenerazione urbana.

PROGETTO

FP2 · ENERGY TRANSITION AND DIGITAL TRANSITION IN URBAN REGENERATION AND CONSTRUCTION · CAPOFILA: COIMA REM S.R.L. · PARTNER: SAPIENZA, ROMA TRE, TOR VERGATA, CAMPUS BIO-MEDICO, CASSINO, TUSCIA, CNR, ENEA, ALMAVIVA, BV-TECH

ABSTRACT

Flagship Project 2 of the Rome Technopole ecosystem, led by Coima REM S.r.l., addresses energy and digital transition in urban regeneration and construction. The project combines Urban Digital Twin technologies, CityGML-based geospatial databases, AI-supported energy monitoring, bioclimatic solutions for Mediterranean buildings, circular and bio-based construction materials, Positive Energy District strategies, and sustainable mobility services. Two operational Digital Twin prototypes have been developed at Sapienza University of Rome: one for energy and environmental monitoring at Valle Giulia/CITERA, and one for water-cycle monitoring in virtual reality at Palazzina Tuminelli. The article presents FP2 as an integrated urban regeneration framework connecting buildings, energy, materials, water and mobility.

KEYWORDS:

KEYWORDS: URBAN DIGITAL TWIN, CITYGML, POSITIVE ENERGY DISTRICT, ENERGY TRANSITION, BIOCLIMATIC DESIGN, CIRCULAR MATERIALS, SMART BUILDINGS, SUSTAINABLE MOBILITY, MAAS, ROME TECHNOPOLE

AUTORE

MARTINA MONDÒ,
REDAZIONE@MEDIAGEO.IT