

ATTI DELLA XXV CONFERENZA NAZIONALE SIU - SOCIETÀ ITALIANA DEGLI URBANISTI  
TRANSIZIONI, GIUSTIZIA SPAZIALE E PROGETTO DI TERRITORIO  
CAGLIARI, 15-16 GIUGNO 2023

02

# Metodi e strumenti innovativi nei processi di governo del territorio

A CURA DI MICHELE ZAZZI E MICHELE CAMPAGNA



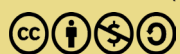
Società Italiana  
degli Urbanisti



PLANUM PUBLISHER | [www.planum.net](http://www.planum.net)

Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti  
ISBN 978-88-99237-56-1

I contenuti di questa pubblicazione sono rilasciati  
con licenza Creative Commons, Attribuzione -  
Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0  
Internazionale (CC BY-NC-SA 4.0)



Volume pubblicato digitalmente nel mese di maggio 2024  
Pubblicazione disponibile su [www.planum.net](http://www.planum.net) |  
Planum Publisher | Roma-Milano

# 02

## **Metodi e strumenti innovativi nei processi di governo del territorio**

A CURA DI MICHELE ZAZZI E MICHELE CAMPAGNA

ATTI DELLA XXV CONFERENZA NAZIONALE SIU  
SOCIETÀ ITALIANA DEGLI URBANISTI  
TRANSIZIONI, GIUSTIZIA SPAZIALE E PROGETTO DI TERRITORIO  
CAGLIARI, 15-16 GIUGNO 2023

IN COLLABORAZIONE CON

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura - DICAAR  
Università degli Studi di Cagliari

COMITATO SCIENTIFICO

Angela Barbanente (Presidente SIU - Politecnico di Bari),  
Massimo Bricocoli (Politecnico di Milano), Grazia Brunetta (Politecnico di  
Torino), Anna Maria Colavitti (Università degli Studi di Cagliari),  
Giuseppe De Luca (Università degli Studi di Firenze), Enrico Formato  
(Università degli Studi Federico II Napoli), Roberto Gerundo (Università degli  
Studi di Salerno), Maria Valeria Mininni (Università degli Studi della Basilicata),  
Marco Ranzato (Università degli Studi Roma Tre), Carla Tedesco (Università  
luav di Venezia), Maurizio Tira (Università degli Studi di Brescia),  
Michele Zazzi (Università degli Studi di Parma).

COMITATO SCIENTIFICO LOCALE E ORGANIZZATORE

Ginevra Balletto, Michele Campagna, Anna Maria Colavitti, Giulia Desogus,  
Alessio Floris, Chiara Garau, Federica Isola, Mara Ladu, Sabrina Lai, Federica  
Leone, Giampiero Lombardini, Martina Marras, Paola Pittaluga, Rossana  
Pittau, Sergio Serra, Martina Sinatra, Corrado Zoppi.

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Società esterna Bertools srl  
siu2023@bertools.it

SEGRETERIA SIU

Giulia Amadasi - DASTU Dipartimento di Architettura e Studi Urbani

PUBBLICAZIONE ATTI

Redazione Planum Publisher  
Cecilia Maria Saibene, Teresa di Muccio

Il volume presenta i contenuti della Sessione 02:

"Metodi e strumenti innovativi nei processi di governo del territorio"

Chair: Michele Zazzi

Co-Chair: Michele Campagna

Discussant: Carolina Giaimo, Francesco Musco, Francesco Scorza,  
Silvia Serreli

Ogni paper può essere citato come parte di:

Zazzi M., Campagna M. (a cura di, 2024), *Metodi e strumenti innovativi nei  
processi di governo del territorio, Atti della XXV Conferenza Nazionale SIU  
"Transizioni, giustizia spaziale e progetto di territorio", Cagliari, 15-16 giugno  
2023*, vol. 02, Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti,  
Roma-Milano.

- 
- 9 MICHELE CAMPAGNA, MICHELE ZAZZI  
**Metodi e strumenti innovativi nei processi di governo del territorio**
- 16 ANTONIO ACIERNO, ALESSANDRA PAGLIANO  
Living L@b e tecnologie digitali: esperienze nel progetto erasmus+ WAVE
- 24 FULVIO ADOBATI, MARIO PARIS  
I ‘paesaggi operazionali’ della logistica nella pianura bergamasca: geografie, esternalità e (prove di) governo degli effetti territoriali
- 33 FRANCESCO ALBERTI  
Paesaggi interni. Territori marginali tra sostenibilità e resilienza
- 40 ERBLIN BERISHA, FRANCESCA BRAGAGLIA, GIANCARLO COTELLA, UMBERTO JANIN RIVOLIN  
Co-produzione urbana e governo del territorio. Un confronto europeo
- 49 SARA BIANCHI  
Valutare la sostenibilità delle trasformazioni urbane: revisione di letteratura e ipotesi d’integrazione di “nuovi standard” di sostenibilità nella pianificazione
- 61 STEFANIA BOGLIETTI, ILARIA FUMAGALLI, MICHELA TIBONI  
Metodologia GIS a supporto della pianificazione urbana per la valutazione del rischio per la salute umana derivante dall’esposizione alle ondate di calore
- 73 ALBERTO BUDONI, ANDREA TARDIO, GIANLUCA VAVOLI  
Processo di piattaforma e ruolo dei WebGIS. Esperienze e prospettive
- 80 MICHELE CAMPAGNA  
Geodesign: retrospettiva e prospettiva
- 86 GABRIELE CAMPUS  
Territori di città: prove di metodo e scenari evolutivi nei nuovi paesaggi urbani
- 93 BARBARA CASELLI, MARIANNA CECI, SILVIA ROSSETTI, GIOVANNI TEDESCHI  
Una proposta metodologica per l’individuazione e il censimento delle opere incongrue in territorio rurale: applicazione e prime riflessioni sul caso del Comune di Modena
- 102 GIULIA DESOGUS, ALFONSO ANNUNZIATA, CHIARA GARAU  
Configurational Analysis for a Smart Island Planning: A focus on Accessibility for Redeveloping Internal Areas
-

- 
- 110 DARIO DI STEFANO  
Strumenti, teorie e pratiche per una pianificazione decoloniale
- 117 LUCA DOMENELLA, FRANCESCO BOTTICINI, MONICA PANTALONI, GIOVANNI MARINELLI  
Ri-Abitare in qualità e sicurezza: la dimensione del Disaster Risk Reduction nello sviluppo degli strumenti di pianificazione
- 125 ALLEGRA EUSEBIO  
Pianificazione partecipata per i piani di protezione civile. Il caso di Bagnara Calabria
- 131 FEDERICO FALASCA, CHIARA DI DATO, ALESSANDRO MARUCCI  
Transizione digitale e pianificazione: un framework per l'analisi e la valutazione dei fenomeni urbani
- 137 CARMEN FATTORE, RUGGERO ERMINI  
Analisi delle trasformazioni urbane e del loro impatto sui deflussi superficiali: il caso studio di Altamura in Puglia
- 144 CELESTINA FAZIA, GIULIA FERNANDA GRAZIA CATANIA, FEDERICA SORTINO  
Studio e ricognizione delle applicazioni della tecnologia *machine learning* nei processi di gestione sostenibile del territorio
- 152 LAURA FERRETTO, MARTINA CARRA, BENEDETTO BARABINO  
Mobilità non motorizzata: una revisione sistematica della letteratura sui principali parametri di qualità
- 159 CASSANDRA FONTANA  
Nuove tecnologie nei processi partecipativi su questioni ecologiche complesse: uno sguardo sul potenziale comunicativo delle rappresentazioni dei servizi ecosistemici per la pianificazione territoriale
- 164 GIULIA GILIBERTO, EZIO MICELLI  
Accorciare le distanze. Valutazioni multidimensionali per la rigenerazione urbana. Il caso del quartiere Piave a Mestre
- 173 ALBERTO GRANDO, LORENZO TINTI, BEATRICE MAGAGNOLI, GIANNI LOBOSCO  
Risorse ambientali e progettazione del paesaggio: verso un'integrazione tra procedure di valutazione ambientale e servizi ecosistemici
- 179 ANGELINA GRELE  
Mappatura di comunità attraverso una piattaforma di *crowd-mapping*: un esperimento nella Valle del Simeto
-

- 
- 183 ALESSIA GUAIANI, SIMONE PORFIRI, LUDOVICA SIMIONATO, FRANCESCO CONTI  
Salute urbana e progetto, un approccio transdisciplinare integrato e partecipativo. L'esperienza Cli-CC.HE nel quartiere Sant'Antonio a San Benedetto del Tronto (AP)
- 189 FEDERICA ISOLA, FRANCESCA LECCIS, FEDERICA LEONE  
L'integrazione dei principi di sviluppo sostenibile nelle pratiche di governo del territorio
- 197 GIOVANNI LANZA, PAOLA PUCCI, LUIGI CARBONI  
Valutare l'accessibilità di prossimità per politiche di mobilità sostenibili, inclusive e sensibili ai contesti. Sperimentazione di *Inclusive Accessibility by Proximity Index* a Bologna
- 205 LUCA LAZZARINI, ISRAA H. MAHMOUD  
A survey on urban biodiversity in the territorial plans of three metropolitan cities in Italy
- 213 FEDERICA LEONE, ROSSANA PITTAU  
**BEST PAPER** L'integrazione del concetto di servizio ecosistemico all'interno della pianificazione delle città metropolitane in Italia
- 223 ALESSANDRA LONGO, LINDA ZARDO, FRANCESCO MUSCO, DENIS MARAGNO  
Tra fragilità e opportunità: l'impiego dei servizi ecosistemici per la riduzione del rischio climatico nella pianificazione regionale
- 233 FILIPPO MAGNI, GIULIA LUCERTINI, KATIA FEDERICO  
Adattamento climatico e processi di pianificazione multiscalare in aree fragili: la laguna di Venezia e il futuro piano di adattamento
- 240 ROBERTO MALVEZZI, GIORDANA CASTELLI  
Il ruolo dell'ontologia nello sviluppo di Gemelli Digitali Urbani al servizio della città intelligente
- 248 GIOVANNA MANGIALARDI, DOMENICO SCARPELLI  
Abitare circolare. Modelli per processi resilienti di governo del territorio
- 257 LORENZO MASSIMIANO, PAOLO FUSERO, MAURA MANTELLI  
*Nature Based Solutions* e innovazione digitale per la rigenerazione urbana: il ruolo dei servizi ecosistemici e delle ICT nella mitigazione dei cambiamenti climatici
-

- 
- 263 FEDERICA PAOLI, FRANCESCA PIRLONE, ILENIA SPADARO  
Il Piano urbano di azione circolare partecipato come strumento innovativo di governance
- 272 ANDREA MARÇEL PIDALÀ, DOMENICO PASSARELLI  
*Technology information system e Big Data* come dispositivi in ausilio alle politiche urbane ed ai metodi innovativi per scenari di rigenerazione eco-sostenibile e inclusiva di città e territorio
- 276 MADDALENA ROSSI, IACOPO ZETTI  
Il ruolo delle mappe nel co-design delle politiche dell'European Green Deal
- 282 SARA SACCO, FEDERICO EUGENI, DONATO DI LUDOVICO  
Uno strumento di supporto alla pianificazione urbana e territoriale: il Digital Twin urbano e regionale
- 288 CAROLINA SALVO  
La valutazione della disponibilità, accessibilità e qualità delle aree verdi pubbliche. Il caso dell'area urbana di Rende
- 296 ALESSANDRO SERAVALLI  
Analisi geostatistiche volte alla valorizzazione delle aree interne
- 301 ANTONIO TACCONE  
Integrazione e innovazione del sistema della mobilità sostenibile metropolitana
- 307 LUCA VELO, LUCA ZECCHIN, ALBERTO CERVESATO  
Esplorazioni di strumenti di guida compositiva e di governo del territorio
- 313 FERDINANDO VERARDI, DOMENICO PASSARELLI, MARIAROSARIA ANGRISANO  
Governance urbana. Modelli e metodi per il supporto alle decisioni
-

# Uno strumento di supporto alla pianificazione urbana e territoriale: il Digital Twin urbano e regionale

**Sara Sacco**

Università degli Studi dell'Aquila  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura e Ambientale  
*sara.sacco1@graduate.univaq.it*

**Federico Eugeni**

Università degli Studi dell'Aquila  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura e Ambientale  
*federico.eugeni@univaq.it*

**Donato Di Ludovico**

Università degli Studi dell'Aquila  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura e Ambientale  
*donato.diludovico@univaq.it*

## Abstract

La relazione tra mondo fisico e mondo digitale è un concetto ormai sempre più approfondito in diversi ambiti, soprattutto se inteso come strumento di analisi e simulazione di sistemi. Questo perché lo scambio di dati e informazioni tra lo spazio concreto e immateriale permette di testare dei comportamenti a seconda delle esigenze e obiettivi con il fine di ottenere informazioni in tempo reale. La possibilità di avere un set di dati in sincrono può contribuire ad esempio ad una pianificazione territoriale più flessibile, dinamica e velocemente aggiornabile. Lo studio che si propone in questo articolo riguarda un risultato preliminare di una ricerca dell'Università dell'Aquila sulle potenzialità del Digital Twin (DT) per le conoscenze e la pianificazione del rischio da disastri, che ha come obiettivo la definizione di un prototipo di gemello digitale, di livello urbano e territoriale inteso come strumento di supporto a possibili nuovi modelli di programmazione e pianificazione realmente flessibili e dinamici.

L'articolo inquadra il tema del DT nel contesto del suo utilizzo negli attuali processi di pianificazione, e descrive sinteticamente la metodologia generale della ricerca della quale è nella fase di sviluppo la prima parte relativa alla definizione del DT e del sotteso sistema delle conoscenze.

Gli sviluppi futuri riguarderanno la definizione di un nuovo modello di pianificazione urbana e territoriale basato sulle potenzialità del DT con uno specifico approfondimento sul pre-disaster planning. Riguarderanno inoltre la sperimentazione a livello regionale.

**Parole chiave:** Digital Twin, Rischi, Modelli di pianificazione

## 1 | Introduzione

Il concetto di gemello digitale è ampiamente affrontato da tempo nella letteratura scientifica e ancor di più negli ultimi anni grazie all'evoluzione digitale che permette un approccio olistico in diversi campi d'applicazione. Il primo prototipo infatti nasce dalle simulazioni in ambito spaziale grazie a Micheal Vickers nel 1970, in seguito nel 2002 viene proposto da Michael Grieves per la gestione del ciclo di vita di un prodotto industriale (Grieves & Vickers, 2017), fino ad arrivare ad oggi, in cui si cerca di utilizzarlo nei più svariati contesti come l'adattamento climatico, le smart cities, l'adattamento di infrastrutture, la sanità, la sicurezza e molto altro.

Concettualmente il DT si avvale di un elemento fisico reale, della sua riproduzione interattiva virtuale e della relazione biunivoca tra le due parti che si ottiene attraverso lo scambio e la trasmissione dei dati, cercando di raggiungere un sistema automatizzato. Questo è reso possibile grazie all'avanzare dello sviluppo tecnologico a disposizione; infatti, ciò che rende possibile la definizione del modello digitale, e soprattutto utilizzabile in contesti sempre più diversi, sono le sue componenti tecnologiche come i big data e il cloud, l'intelligenza artificiale AI, l'Internet of Thing IoT, l'High Performance Computer HPC (Greco, 2023). Un esempio di approccio è la base del progetto strategico del CNR sulle smart cities "Urban Intelligence", rappresentata dalle nuove tecnologie digitali in termini di analisi (Data science) e predizione (intelligenza artificiale e machine learning), simulazione (high performance computing), ottimizzazione e supporto alle

decisioni, IoT (sensori ed oggetti connessi che raccolgono dati) e il 5G (la connettività mobile di ultima generazione per trasmettere i dati (Licata, 2023).

Così composto, il gemello digitale è caratterizzato dalla capacità di essere multifisico, poiché simula più fenomeni fisici; multiscala, a seconda del dettaglio richiesto; modellabile, grazie alla possibilità di modificare le componenti che lo costituiscono; multidisciplinare, con la possibilità di inserire informazioni derivanti da campi diversi; probabilistico, attraverso metodi statistici, algoritmi, machine learning per le simulazioni si possono generare scenari predittivi del mondo reale; dinamico, per via dell'interazione continuativa con il modello fisico infatti risulta essere sempre aggiornato e conseguentemente genera simulazioni e previsioni del sistema reale altresì aggiornati. Il gemello digitale per sua natura può ottimizzare le prestazioni di un sistema attraverso modelli adattivi, dati condivisi e visualizzazione avanzata, potenziando la velocità di svolgimento di un processo e riducendo il rischio associato a progetti complessi. (Terenzi, 2022).

Nel contesto urbanistico il digital twin può fornire un significativo supporto nel seguire il comportamento della città reale e monitorarne l'evoluzione; pianificare e sviluppare progetti, osservando preventivamente gli effetti della loro attuazione sulla sua "gemella"; anticipare eventuali problematiche ed eseguire azioni correttive, prevenendo così l'insorgere di criticità (Farruggia, 2021) o prevedere eventi meteorologici estremi, cambiamenti climatici e rischi (Henriksen et al., 2023).

La opportunità di avere un set di dati in sincrono può contribuire ad una pianificazione urbana e territoriale più aggiornabile. Lo studio che si propone in questo articolo riguarda un risultato iniziale di una ricerca dell'Università dell'Aquila sulle potenzialità del Digital Twin (DT) per le conoscenze e la pianificazione del rischio da disastri, con l'obiettivo di definire un prototipo di gemello digitale, in scala urbana e territoriale inteso come strumento di supporto a possibili nuovi modelli di programmazione e pianificazione realmente flessibili e dinamici, con particolare riferimento al tema dei rischi e della pianificazione pre-disastro (Fema, 2017) di livello regionale.

La metodologia della ricerca è essenzialmente composta da tre parti. La prima riguarda lo studio dei modelli esistenti di Digital Twin (DT), approfondendo quelli che meglio siano in grado di supportare processi di pianificazione urbana e territoriale; riguarda anche la definizione dei set di conoscenze sincrone (in tempo reale) e asincrone necessarie per popolare il DT, con un particolare approfondimento sulle tematiche del rischio. La seconda fase riguarda l'individuazione delle tecnologie più adeguate per la costituzione di un urban digital twin e di un regional digital twin, la raccolta dei dati di base "statici" e l'individuazione dei dati "dinamici" necessari (fase in collaborazione con l'Agenzia Regionale di Protezione Civile della Regione Abruzzo), e infine la definizione del modello di pianificazione regionale orientata al pre-disaster planning che utilizzi al meglio le potenzialità del DT. La terza fase riguarderà la sperimentazione dei prototipi di Regional DT e di pre-disaster planning, su casi studio di livello territoriale nazionale e internazionale.

In questo articolo verranno descritti i risultati principali della prima fase della metodologia, e in particolare i primi studi sui DT e sulla individuazione dei relativi dati di base.

## 2 | La Metodologia e primi risultati

Come già accennato nel paragrafo precedente il tema della ricerca si presenta ancora in una fase preliminare per cui si propone una sintesi dei primi passi di studio riguardo la conoscenza dello strumento DT e del come questo possa contribuire ad una pianificazione territoriale, nello specifico pianificazione dei rischi nella fase pre-disastro (Fema, 2017).

Il concetto di digital twin sta prendendo sempre più spazio nella letteratura scientifica; la ricerca dell'Università dell'Aquila, "Potenzialità del digital twin per le conoscenze e la pianificazione del rischio da disastri", inquadra questo tema nel contesto territoriale, attraverso la collaborazione con l'Agenzia Regionale di Protezione Civile della Regione Abruzzo, come mostrato nella figura 1.

Allo stato attuale della ricerca si è nella prima fase (in alto, fig. 1) che riguarda l'analisi dei modelli di Digital Twin (DT) descritti nella letteratura. Sono state approfondite tre successioni tipologiche di DT in riferimento alla scala dimensionale, alle caratteristiche che li costituiscono e alle informazioni che restituiscono. Lo stesso approccio multi-scalare è applicato all'approfondimento del tema della pianificazione pre-disastro, che mira a ridurre il più possibile i rischi e a preparare la struttura territoriale ad una risposta e la pianificazione post-catastrofe, per la gestione dell'emergenza e la successiva ripresa fisica e sociale del contesto territoriale. L'obiettivo è comprendere come generare un DT attraverso un set di dati sui rischi, ma non solo, uno strumento che possa fornire delle informazioni in output utili alla pianificazione.

## IL DT E LA PIANIFICAZIONE NELLA LETTERATURA SCIENTIFICA

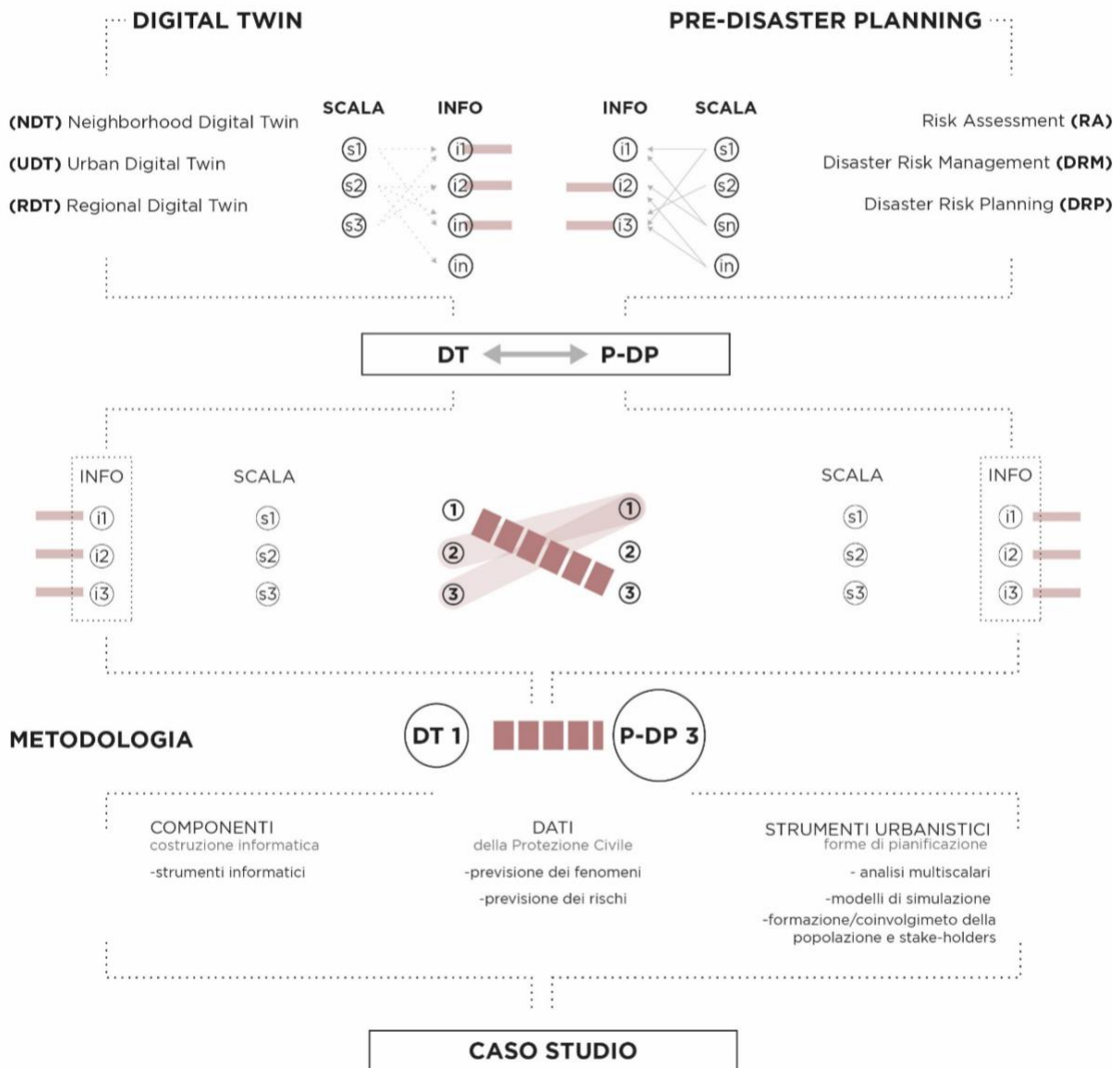


Figura 1 | Percorso di ricerca per la definizione del DT a supporto della Pianificazione.

La classificazione dei DT derivata dall'analisi della letteratura scientifica in merito alle tematiche della pianificazione urbanistica e territoriale, quale primo risultato della ricerca, si può essenzialmente definire su tre livelli, differenti per scala e per dettaglio di informazioni (tipologia e livello di dettaglio delle informazioni cambiano in relazione alla scala, anche a causa degli aspetti dimensionali delle informazioni stesse):

- Il NDT "Neighborhood Digital Twin", che riguarda quartieri o distretti urbani e il cui livello di dettaglio è molto simile a quello del BIM - Building Information Modeling, tanto da poter essere accomunato al CIM - City Information Modeling (Xu et al., 2014). L'analisi della letteratura scientifica evidenzia che non ci sono modelli studiati e sperimentati a tale scala.
- L'UDT "Urban Digital Twin", che riguarda il livello urbano esteso, insiemi di quartieri, cioè la città, è un concetto generalmente associato a quello di Smart City. La UDT si concentra generalmente sulla replica della mobilità e dei sottoservizi. L'analisi della letteratura scientifica evidenzia che questo modello è quello a cui si fa maggiormente riferimento.
- Il RDT "Regional Digital Twin", che riguarda il gemello digitale alla scala regionale, e si riferisce alla replica di sistemi territoriali, ambientali e paesaggistici finalizzata ad esempio alla gestione dei rischi e quindi alla simulazione di scenari utili alla gestione del territorio e alla sua pianificazione in tempo di

pace. L'analisi della letteratura scientifica evidenzia che non ci sono modelli studiati e sperimentati a tale scala.

Il progetto di ricerca, allo stato attuale, sta approfondendo e sviluppando il modello di Regional Digital Twin (RDT), che sarà popolato di conoscenze di tipo statico e in tempo reale, finalizzato alla simulazione di scenari di rischio e alla definizione di strategie flessibili e dinamiche di pianificazione pre-disastro. Questo aspetto comporterà la definizione di nuove modalità di pianificazione urbanistica e territoriale, che utilizzano le caratteristiche dei DT e che superano il modello attuale di piano a lungo termine. Come affermato da Wideman “la gestione del rischio nel progetto dovrebbe essere vista come preparazione avanzata a possibili eventi futuri negativi, piuttosto che reagire nel momento in cui si verificano. Con questa pianificazione avanzata dovrebbe essere possibile selezionare un piano d'azione alternativo che permetta di raggiungere con successo gli obiettivi del progetto” (Wideman, 1992).

### 3 | I dati di base per il Regional Digital Twin

In parallelo allo studio sulle forme e modelli di Digital Twin, la ricerca sta approfondendo anche il tema dei dati per il RDT che, nello specifico del pre-disaster planning e pertanto del Risk Assessment, riguardano in particolare le componenti Multi-Hazards (M-H), Multi-Vulnerability (M-V) e Multi-Exposure (M-E) (Di Ludovico & Di Lodovico, 2020), ma anche altri strati interagenti utili a realizzare simulazioni e definire scenari di rischio quale attività dinamica e continua. Tale approfondimento riguarda anche la natura delle informazioni, che si può dividere in “statica”, come ad esempio i dati estrapolati dalle piattaforme open-data delle regioni, e “in tempo reale”, come ad esempio i dati prodotti nel contesto dell'Internet of Things (IoT) oppure i dati satellitari (televisamento).

Un primo passo per la definizione delle suddette informazioni proviene da uno studio effettuato dall'Università degli Studi dell'Aquila e dalla Regione Abruzzo per la costituzione del Sistema delle Conoscenze del Piano di Protezione Civile regionale dedicato all'analisi del multirischio, alla prevenzione e alla mitigazione/riduzione dei rischi. Si tratta di uno studio orientato alla predisposizione del Piano Regionale di Gestione del Rischio (RMRP) che risponde alla richiesta di prevenzione e mitigazione tipica delle attività “strutturali” di protezione civile (Di Ludovico & Di Lodovico, 2020) e che contiene una parte consistente circa la definizione del sistema delle conoscenze. Lo studio è stato utilizzato anche per comporre la base conoscitiva per il report della Protezione Civile regionale “Elementi conoscitivi del territorio della Regione Abruzzo e organizzazione di Protezione Civile”. Questo report specifico descrive una struttura dinamica e aggiornabile del sistema delle conoscenze (fig. 2), ed è stato redatto partendo dal presupposto che la conoscenza del territorio è il requisito essenziale per una corretta pianificazione di Protezione Civile (Di Ludovico, Di Lodovico, Basi, 2020; Di Lodovico & Di Ludovico 2017).

Il Sistema delle conoscenze è formato da quattro elementi. (1) Il Quadro conoscitivo territoriale di base (inquadramento orografico, idrografico, meteorologico, amministrativo, sociodemografico, economico – produttivo, patrimonio culturale e ambientale regionale); (2) il Quadro conoscitivo dei principali rischi di protezione civile; (3) la descrizione tecnico-operativa dell'organizzazione del sistema regionale di Protezione Civile, della composizione e del modello d'intervento della Colonna Mobile Regionale; (4) i modelli operativi di Protezione Civile. Di interesse per la nostra ricerca sono il primo e il secondo elemento, così come esemplificati nella fig. 2. Tra le informazioni raccolte per i suddetti Quadri Conoscitivi, sono stati fondamentali i dati raccolti nella fase di ricostruzione del post-sisma Abruzzo 2009, che hanno consentito di produrre basi di conoscenze del tutto nuove e che rappresentano elementi innovativi a supporto dell'analisi delle componenti del rischio. Si tratta spesso di GIS o Database autonomi, che nel Sistema delle Conoscenze sono stati tra loro integrati, affrontando questioni di coerenza tematica, temporale e di scala. L'obiettivo di tali informazioni, che caratterizza fortemente la tipologia di RDT a cui la nostra ricerca si riferisce, è di costituire una base informativa “autonoma”, implementabile in continuo (Di Ludovico 2017), capace di generare e valutare modelli e framework di territori e di città, di capirne e rappresentarne i processi, di sostenerne il dibattito e affrontarne i conflitti. Il Sistema delle conoscenze e questi framework, integrati in un RDT, possono mostrare gli eventi in corso, quelli che hanno avuto luogo nel passato che si svolgeranno in futuro, attraverso tecniche bi-tridimensionali, scenari, diagrammi, ideogrammi, etc. (Hanzl, 2007).

N. Tav	Sezione Documento	Descrizione		
1a	QUADRO CONOSCITIVO TERRITORIALE	Morfologia: pendenze		
1b		Morfologia: versanti		
3c		Morfologia: esposizione		
3a		Idrografia principale		
2b		Bacini idrografici		
3a		Popolazione 2011		
3b		Popolazione 2017		
4		Scuole		
5		Inquadramento abitativo		
6a		Area agricola		
6b		Agricoltura: addetti		
7a		Imprese: addetti industria		
7b		Imprese: addetti servizi		
8a		Turismo		
8b	Ricettività			
9	Patrimonio culturale			
10	Aree protette			
11	Biblioteche, archivi storici e musei			
12a	Carta della sismicità e delle box sismogeniche	QUADRO CONOSCITIVO PRINCIPALI RISCHI DI PROTEZIONE CIVILE		
12b	Pericolosità sismica			
13a	Microzonazione - Programma 1° livello			
13b	Microzonazione - Programma 3° livello			
14	Programma CLE			
15a	Grandi Dighe (nazionali)			
15b	Dighe regionali			
15c	Pericolosità idrogeologica e idraulica			
16a	Catalogo storico valanghe			
16b	CLPV			
17	Industrie a rischio incidente rilevante			
19a	Siti inquinati			
20	Cave			
21	Infrastrutture idriche e servizio idrico			
23	Ricognizione Pianificazione Emergenza Comunale			
23a	Associazione volontariato	DESCRIZIONE TECNICO-OPERATIVA DELL'ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA REGIONALE DI PROTEZIONE CIVILE, E MODELLI OPERATIVI DI PROTEZIONE CIVILE		
23b	Associazione volontariato AIB			
18a	Infrastrutture viarie			
18b	Entry point e nodi infrastrutturali			
18c	Zone Atterraggio d'Emergenza			
19a	Impianto trattamento rifiuti			

Figura 2 | Quadri Conoscitivi relativi al documento di indirizzo finalizzato al Piano Regionale di Protezione Civile dell'Abruzzo (Di Ludovico, Di Lodovico, Basi, 2020).

La definizione del Regional Digital Twin inteso come modello virtuale e informatizzato del territorio, insieme agli strumenti di pianificazione e conoscenza saranno integrati per raggiungere un modello di pianificazione in grado di essere dinamico e flessibile. Ottenuto il set di strumenti verrà applicato ad un caso studio della Regione Abruzzo, a scala regionale, e i risultati saranno confrontati con un ulteriore caso internazionale, giungendo infine ad una possibile struttura di conoscenze utile tanto alle istituzioni quanto alla popolazione stessa.

#### 4 | Conclusioni

La graduale integrazione della realtà tangibile e intangibile nel dominio digitale si interfaccia con diversi ambiti anche se è ancora in fase di stabilizzazione. La capacità di testare e analizzare il comportamento dei sistemi in base a diverse esigenze e obiettivi è resa possibile dalle connessioni realizzate tra flussi di dati e informazioni dello spazio fisico e digitale. Ciò consente la creazione di simulazioni e la produzione di preziose informazioni in tempo reale per una concezione più aggiornata della pianificazione. A questo proposito, il presente paper descrive una ricerca dell'Università degli Studi dell'Aquila, nella sua fase iniziale, che riguarda il ruolo del Digital Twin alle sue diverse scale, da urbano a territoriale, come strumento di supporto ad un nuovo modello di pianificazione multi-scalare realmente flessibile e dinamico come lo stesso DT, con particolare riferimento alla pianificazione pre-disastro. L'articolo descrive brevemente le tre fasi della metodologia proposta e in particolare alcuni esiti della prima fase che riguardano la definizione del modello di DT, differenziato in tre scale (quartiere, urbana, regionale) e del sotteso sistema delle conoscenze derivabile anche da altre ricerche dello stesso gruppo di lavoro.

In maniera molto sintetica, obiettivo ultimo della nostra ricerca è quello di comprendere le potenzialità dell'informazione digitale, attraverso il Digital Twin, per strutturare un nuovo modello di pianificazione urbana e territoriale che ne utilizzi le caratteristiche di flessibilità e dinamicità, superando l'approccio di lungo termine dei sistemi attuali di pianificazione.

#### Riferimenti bibliografici

Di Lodovico L. & Di Ludovico D. (2017), Territori fragili. Integrare le conoscenze per una reale mitigazione dei rischi. In: Urbanistica e/è azione pubblica. La responsabilità della proposta. Vol. 1, p. 161-167, Roma-Milano: Planum Publisher.

- Di Ludovico D. & Di Lodovico L. (2020), The Regional Management Risk Plan. Knowledge, scenarios and prevention projects in a regional context, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 45, p. 1-13, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101465>.
- Di Ludovico D., Di Lodovico L., Basi M. (2020), Prevenzione e mitigazione dei rischi territoriali. Conoscenze e orientamenti per la protezione civile della Regione Abruzzo. In: (a cura di) Francini M., Palermo A., Viapiana M.F., *Il Piano di Emergenza nell'uso e nella gestione del territorio*. Milano: FrancoAngeli.
- Di Ludovico D. (2017), *Il Progetto Urbanistico. Prove di innovazione per il futuro della città*, Canterano (Roma): Aracne Editrice.
- Farruggia S. (2021), "Urban Digital Twin": alfabetizzazione spaziale e competenze geo-digitali per vivere le città del futuro, *AgendaDigitale*, in: <https://www.agendadigitale.eu/smart-city/urban-digital-twin-alfabetizzazione-spaziale-e-competenze-geo-digitali-per-vivere-le-citta-del-futuro/>, ultimo accesso 31.05.2023.
- Fema (2017), *Pre-Disaster Recovery Planning Guide for Local Governments*. FEMA Publication FD 008-03. In: <https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-07/pre-disaster-recovery-planning-guide-local-governments.pdf>, ultimo accesso 31.05.2023.
- Greco C. (2023), Digital Twin: definizione, caratteristiche e casi d'uso, *Internet4things*, in: <https://www.internet4things.it/iot-library/digital-twin-definizione-caratteristiche-e-casi-duso/>, ultimo accesso 31.05.2023.
- Grieves M. & Vickers, J. (2017), Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. In: Kahlen, J., Flumerfelt, S., Alves, A. (eds) *Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems*. Springer, Cham, doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-38756-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-38756-7_4)
- Hanzl M. (2007), Information technology as a tool for public participation in urban planning: a review of experiments and potentials. *Design Studies*, n. 28, 289–307. Hewitt K., Burton I., *Hazardousness of a place: a regional ecology of damaging events*, Toronto Press.
- Henriksen H.J. et al. (2023), A New Digital Twin for Climate Change Adaptation, Water Management, and Disaster Risk Reduction (HIP Digital Twin), *Water* 2023, 15, 25. <https://doi.org/10.3390/w15010025>
- Licata P.(2023), Gemelli Digitali Urbani: come funziona il progetto del CNR per le smart city, *EconomyUp*, in: <https://www.economyup.it/mobilita/gemelli-digitali-urbani-come-funziona-il-progetto-del-cnr-per-le-smart-city/>, ultimo accesso 31.05.2023.
- Terenzi B. (2022), Design vs Disegno. Real vs Virtual. The Digital Twin as a Holistic Approach to Sustainability, *Disegno* 11/2022, doi: <https://doi.org/10.26375/disegno.11.2022.17>
- Wideman R.M. (1992), *Project and Program Risk Management: A Guide to Managing Project Risks and Opportunities*, Project Management Institute; Preliminary Ed. for Trial Use edition.
- Xu X. et al. (2014), From Building Information Modeling to City Information Modeling, *Journal of Information Technology in Construction (ITCon)*, 19. pp. 292-307.





## **1. Innovazione, tecnologie e modelli di configurazione spaziale**

A CURA DI MARCO RANZATO E CHIARA GARAU

## **2. Metodi e strumenti innovativi nei processi di governo del territorio**

A CURA DI MICHELE ZAZZI E MICHELE CAMPAGNA

## **3. Patrimonio materiale e immateriale, strategie per la conservazione e strumenti per la comunicazione**

A CURA DI MARIA VALERIA MININNI E CORRADO ZOPPI

## **4. Patrimonio ambientale e transizione ecologica nei progetti di territorio**

A CURA DI GRAZIA BRUNETTA, ALESSANDRA CASU, ELISA CONTICELLI E SABRINA LAI

## **5. Paesaggio e patrimonio culturale tra conservazione e valorizzazione**

A CURA DI ANNA MARIA COLAVITTI E FILIPPO SCHILLECI

## **6. Governance urbana e territoriale, coesione e cooperazione**

A CURA DI GIUSEPPE DE LUCA E GIANCARLO COTELLA

## **7. Partecipazione, inclusione e gestione dei conflitti nei processi di governo del territorio**

A CURA DI CARLA TEDESCO E ELENA MARCHIGIANI

## **8. Servizi, dotazioni territoriali, welfare e cambiamenti sociodemografici**

A CURA DI MASSIMO BRICOCOLI E MICHÈLE PEZZAGNO

## **9. Strumenti per il governo del valore dei suoli, per un progetto equo e non-estrattivo**

A CURA DI ENRICO FORMATO E FEDERICA VINGELLI

## **10. I processi di pianificazione urbanistica e territoriale nella gestione delle crisi energetiche e alimentari**

A CURA DI ROBERTO GERUNDO E GINEVRA BALLETO

## **11. Il progetto territoriale nelle aree fragili, di confine e di margine**

A CURA DI MAURIZIO TIRA E DANIELA POLI

Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti  
ISBN 978-88-99237-56-1  
Volume pubblicato digitalmente nel mese di maggio 2024  
Pubblicazione disponibile su [www.planum.net](http://www.planum.net) |  
Planum Publisher | Roma-Milano

