

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

01

Innovazione, tecnologie e modelli di configurazione spaziale

A CURA DI MARCO RANZATO E CHIARA GARAU

Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti
ISBN: 978-88-99237-43-1

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 |
Planum Publisher | Roma-Milano

01

Innovazione, tecnologie e modelli di configurazione spaziale

A CURA DI MARCO RANZATO E CHIARA GARAU

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 01:

“Innovazione, tecnologie e modelli di configurazione spaziale”

Chair: Marco Ranzato

Co-Chair: Chiara Garau

Discussant: Romano Fistola, Cristina Mattiucci, Beniamino Murgante,
Elena Ostanel

Ogni paper può essere citato come parte di:

Ranzato M., Garau C. (a cura di, 2024), *Innovazione, tecnologie e modelli di
configurazione spaziale, Atti della XXV Conferenza Nazionale SIU “Transizioni,
giustizia spaziale e progetto di territorio”, Cagliari, 15-16 giugno 2023*, vol. 01,
Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti, Roma-Milano.

7 MARCO RANZATO, CHIARA GARAU

Innovazione, tecnologie e modelli di configurazione spaziale

17 GIOVANNA ANDRULLI

Nuovi strumenti tecnologici per la gestione dei flussi turistici

22 STEFANO ARAGONA

Verso il territorio ecologico

30 ALESSANDRA BARRESI

Attualità dell'Urbanistica tra revisione critica e rinnovamento disciplinare

35 ROBERTO BOBBIO, GIAMPIERO LOMBARDINI, GIORGIA TUCCI

Sistemi di innovazione territoriale: il caso ligure

43 FABRIZIA CANNELLA, ELISA PISELLI

West side story. Quartaccio, segnali di vita dal rimosso urbano

49 ANDREA CAPPALÀ, ALESSANDRA CASU, TANJA CONGIU

Campus Sustainability Assessment Tools: una proposta di piattaforma smart di interazione, condivisione e comunicazione

59 STEFANO CONVERSO, LUCA MONTUORI, MARTA RABAZO MARTIN, RICCARDO RUGGERI

L'impiego di modelli digitali per la diffusione di pratiche di cura del progetto EHHUR

66 FABRIZIO D'ANGELO, VALENTINA ROSSELLA ZUCCA

BEST PAPER Transformer. L'infrastruttura scolastica come campo di indagine della transizione digitale ed energetica nei territori marginali

73 ANTONIO DI CAMPLI

Terre nere. Piani scalabili e logistiche rurali

79 FEDERICO EUGENI, SARA SACCO, DONATO DI LUDOVICO

Agent-based modeling per la sicurezza e la resilienza urbana

86 ROMANO FISTOLA, FILIPPO FABBRI, IDA ZINGARIELLO

La rifunzionalizzazione "aumentata" della smart city: spazi e contenuti ibridi digitali

-
- 92 FEDERICA GERLA, CATERINA BALLETTI, DENIS MARAGNO, FRANCESCO MUSCO
Integrazione di dati satellitari e tecniche geomatiche: necessità e opportunità per innovare la pianificazione della fascia costiera
- 100 SOFIA LEONI
Contatti ed effetti. Chinatowns come dispositivi di relazioni
- 106 GIULIA MARZANI, ELISA CONTICELLI, SIMONA TONDELLI
Assessing outdoor lighting as a relevant urban feature for just and liveable cities. First insights from ENLIGHTENme project
- 113 FABRIZIO PAONE
Smart working, esclusione sociale: problemi di metodo nell'interpretazione delle configurazioni spaziali
- 117 DOMENICO PASSARELLI, FERDINANDO VERARDI, MARIAROSARIA ANGRISANO
Innovazioni digitali. Spazi di partecipazione e condivisione
- 122 CATERINA PIETRA
Urban semantics: producing shared knowledge through ontologies
- 127 LEONARDO RAMONDETTI
Spazi logistici e processi di urbanizzazione. Il porto di Ravenna
- 133 ANDREA RIGON, JULIAN WALKER
Co-production of digital platforms for youth inclusive urban governance
- 141 DAVIDE TESTA, FRANCESCO BERNI
Piattaforme digitali collaborative per la transizione giusta in ambito urbano
- 147 GLORIA TOMA
Paesaggi dell'accelerazione. Una riflessione sulla temporalità nella relazione tra infrastruttura e paesaggio
-

Agent-based modeling per la sicurezza e la resilienza urbana

Federico Eugeni

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

Sara Sacco

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

Donato Di Ludovico

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

Abstract

La capacità di plasmare con successo un approccio dinamico per affrontare le sfide e gli eventi che la vita contemporanea ci presenta, mettendosi in una posizione non sempre facile e cercando di sviluppare metodologie e implementare strumenti innovativi che possano supportare la pratica della pianificazione, è probabilmente una delle questioni su cui l'urbanista di oggi è chiamato a interrogarsi. Lo studio discusso in questo articolo si concentra sulla simulazione degli spostamenti di popolazione a livello urbano (e non solo, come verrà approfondito nel testo) sulla base di scenari di rischio calcolati algoritmicamente e affronta la questione della pianificazione pre-catastrofe in questo contesto. L'approccio si basa sull'utilizzo di un linguaggio di programmazione orientato agli agenti, che consente la creazione di modelli integrati utilizzando diversi paradigmi di modellazione, l'esplorazione dello spazio dei parametri, la calibrazione dei modelli e la realizzazione di esperimenti virtuali combinando dati geografici vettoriali e raster. L'obiettivo è quello di convalidare le caratteristiche e le dotazioni delle componenti della città per quanto riguarda la loro capacità di rispondere al verificarsi di un disastro naturale come risultato di queste simulazioni, ma soprattutto di definire nuove strategie di progettazione urbana orientate alla sicurezza e quindi ad aumentare la resilienza delle nostre città. L'articolo fornisce i primi risultati della ricerca su un caso di studio in cui è stato implementato l'approccio sviluppato.

Parole chiave: information technologies, simulation, safety & security

1 | Introduzione

Uno dei temi su cui l'urbanista di oggi è chiamato ad interrogarsi è probabilmente la capacità di riuscire a plasmare un approccio dinamico per poter affrontare sfide e avvenimenti che la contemporaneità ci presenta, ponendosi in una posizione non sempre semplice, cercando di elaborare metodologie e implementare strumenti innovativi che possano supportare la pratica pianificatoria. Appare chiaro, dato il continuo verificarsi di eventi naturali calamitosi sul territorio italiano (e non solo) (Becu et al., 2017), come la necessità di valutare a priori i possibili effetti di tali eventi sia di interesse comune non solo per le sue implicazioni teorico-scientifiche ma anche e soprattutto per quelle pratiche. Implementare dei modelli complessi simulati capaci di descrivere la realtà che ci circonda potrebbe tradursi, infatti, in un più elevato grado di preparazione e consapevolezza da parte della società ad ogni livello. Parte fondamentale di questa pratica risiede, però, nella rappresentazione virtuale di condizioni, comportamenti e scenari di rischio al fine di pianificare, comunicare e informare cittadini, amministrazioni pubbliche e portatori d'interesse che vivono i territori prescindendo dalla storia calamitosa degli stessi. I cambiamenti in atto a scala globale richiedono, infatti, nuove metodologie di indagine che non possono solamente basarsi sulla considerazione di avvenimenti passati più o meno ricorrenti.

Da un'ampia, e crescente, analisi bibliografica risulta chiaro che la tematica della simulazione in relazione ai disastri naturali sia largamente discussa in ambito accademico in Europa e nel mondo ma non sul territorio italiano. Non ne risulta chiara la motivazione ma è possibile fare alcune ipotesi. La disponibilità di dati geospaziali relativi alle realtà urbane, fondamentali per poter portare avanti analisi e valutazioni di questo

tipo, non è omogenea sul territorio nazionale. La conformazione fisica dello stesso, nelle sue componenti naturali e antropiche (si pensi ad esempio alle aree interne montane e ai piccoli centri storici), comporta non pochi problemi a livello analitico. Forse queste sono due delle motivazioni che si celano dietro l'apparente disinteresse verso le tematiche introdotte.

D'altra parte, la ricerca e la pratica riguardanti la pianificazione pre-catastrofe possiedono ormai solide fondamenta in quanto sono stati costruiti nel tempo modelli e prassi da seguire in base all'ormai consolidato verificarsi di eventi calamitosi sul territorio nazionale.

In questo ambito, lo studio che si presenta in questo articolo si concentra sull'elaborazione di tecniche di simulazione del movimento della folla a scala urbana, in relazione al paradigma del gemello digitale (*Urban Digital Twin*) e territoriale, capaci di fungere da strumenti di supporto e verifica per la pianificazione pre-catastrofe e di colmare la distanza presente tra le due tematiche. Il caso studio è una zona della prima periferia della città di L'Aquila, in Abruzzo, attualmente nelle fasi finali della ricostruzione dell'edilizia privata iniziata a seguito degli eventi sismici che si sono verificati nell'aprile del 2009 (Di Ludovico et al., 2019). In particolare, come si esporrà più avanti, le tecniche utilizzate sono finalizzate alla verifica della capacità di rispondere efficacemente al verificarsi di un disastro naturale (non solamente di natura sismica ma anche di altro tipo). In questo modo sarà possibile definire nuove prassi di pianificazione e progettazione urbana orientate alla sicurezza delle persone che la abitano e quindi all'incremento della resilienza delle città stesse. La metodologia applicata allo studio è basata sull'analisi di dati geospaziali tridimensionali all'interno di un software di simulazione ad agenti (agent-based modeling) (Caillou et al., 2017). Vengono utilizzati sia dati disponibili in rete, sul geoportale della Regione Abruzzo, che derivati all'interno del software stesso grazie alla scrittura di un codice capace, per ora in maniera semplificata, di implementare una simulazione del movimento della folla a scala urbana.

La ricerca proposta, anche se nella sua fase embrionale, si inserisce in un più ampio scenario di attività portate avanti dal gruppo di lavoro integrandone alcuni aspetti. In particolare, si fa riferimento all'elaborazione di Piattaforme Informatiche Territoriali (Eugeni et al., 2022) relative al tema delle nuove forme e strumenti di pianificazione urbana e territoriale che si relazionano con le esigenze della contemporaneità e degli spazi in cui essa si manifesta e si sviluppa. Inoltre, si ritiene utile citare le sperimentazioni legate al Digital Twin (D'Uva, Eugeni, 2021) e al City Information Modeling (Dominici et al., 2022): sistemi complessi di informazioni indirizzati a costruire modelli dinamici e aperti di rappresentazione tridimensionale dei fenomeni in atto a scala urbana e territoriale.

Lo studio si inserisce in due progetti di ricerca di cui l'Università degli Studi dell'Aquila è partner. In particolare si tratta del Progetto SICURA - "caSa Intelligente delle tecnologie per la sicurezza - L'Aquila" - Programma di supporto tecnologie emergenti (FSC 2014-2020) - Asse I "Case delle Tecnologie Emergenti", Programma di ricerca: Safe city: urban design and technologies for urban safety, e del Progetto National Centre for HPC, Big Data and Quantum Computing - PNRR, finanziato dall'Unione Europea - Next Generation EU, Spoke 9 - WP6 Socio-economic, T6.1 - Urban and Territorial Safety.

2 | Contesto scientifico di riferimento

Nella letteratura internazionale sono presenti alcune esperienze di utilizzo e sperimentazione di sistemi di simulazione a scala urbana che utilizzano la logica della modellazione dei fenomeni basata su agenti. Questi sono una classe di modelli computazionali finalizzati alla simulazione digitale di azioni e interazioni di agenti autonomi al fine di valutare i loro effetti sul sistema nel suo complesso. Con il termine agente è possibile identificare ogni elemento di un sistema di cui è possibile descrivere le caratteristiche comportamentali (persone, edifici, strade, traffico, ecc.).

Alla ricerca bibliografica è stata affiancata un'approfondita analisi dei software di simulazione (sia commerciali che gratuiti) in base ai modelli scientifici a cui fanno riferimento (la maggior parte utilizza metodi di simulazione agent-based), alla capacità di visualizzazione 2D o 3D, all'utilizzo di grafi o griglie per l'analisi urbana e la visualizzazione dei risultati e al numero di agenti utilizzabili. Il software scelto è Gama Platform: un ambiente di sviluppo di modellazione e simulazione per la costruzione di simulazioni spazialmente esplicite basate su agenti. I modelli vengono costruiti grazie ad un linguaggio di programmazione basato su Java. È inoltre possibile importare e visualizzare shapefile (i quali contengono dati georeferenziati) grazie ai quali condurre analisi a diversi livelli territoriali e scale di rappresentazione. GAMA (Taillandier et al. 2010, 2012, 2019), pur essendo dedicato a fornire un approccio scientifico alla costruzione e all'esplorazione di modelli, è stato sviluppato anche per essere utilizzato da ricercatori non strettamente afferenti all'ambito della data science: è infatti possibile implementare un ambiente simulato, dichiarare le specie di agenti, assegnare loro comportamenti e visualizzarli con le loro interazioni.

Al fine di collocare la ricerca in un contesto scientifico di riferimento, si ritiene utile citare alcune esperienze in cui sono state sviluppate metodologie simili a scala diversa e con delle condizioni al contorno ben diverse da un possibile caso studio italiano.

2.1 | CityScope

CityScope è una piattaforma tangibile e digitale, sviluppata al MIT Media Lab, dedicata a risolvere le sfide della progettazione spaziale e della pianificazione urbana tramite strumenti che vanno dalle simulazioni che quantificano l'impatto di progettualità (fisica e immateriale) nelle città ad applicazioni di collaborazione comunicativa. Tramite CityScope vengono distribuiti questi strumenti globalmente grazie ad una rete chiamata "CityScience" mantenendo le banche dati open-source per la maggior parte delle implementazioni. In questo contesto, GAMA è stato utilizzato per implementare una piattaforma di simulazione basata su agenti per progetti di ricerca volti a comprendere modelli comportamentali relativi alle modalità abitative e di mobilità nella progettazione delle politiche urbane.

2.2 | ESCAPE

ESCAPE (Daudè et al., 2019) mira a implementare un sistema di ricerca operativa sull'evacuazione delle folle a scala urbana. Il progetto si fonda sulla relazione tra sistemi informativi geografici, modellazione multiscalare dei fenomeni in atto a scala urbana e strumenti di simulazione digitalizzata finalizzati all'esplorazione dei modelli stessi. Il sistema viene implementato e validato su casi di studio reali per generare simulazioni sufficientemente realistiche da poter essere utilizzate dai corpi statali che si occupano direttamente delle emergenze al fine di sperimentare strategie di evacuazione. Combinando fonti quali informazioni territoriali (uso del suolo, reti di trasporto, espansione e pericolosità), dati demografici, con simulatori di mobilità e gestione del traffico (auto, biciclette, pedoni, trasporto pubblico) è capace di visualizzare diverse strategie di evacuazione (parziale o completa, a ondate o sincrona) e fornire misure sui tempi di evacuazione delle diverse zone di crisi.

2.3 | ACTEUR

L'obiettivo del progetto ACTEUR è quello di sviluppare una piattaforma che aiuti i modellatori, in particolare i geografi e gli urbanisti, a progettare e calibrare attraverso un linguaggio grafico un agente cognitivo in grado di agire in un ambiente spaziale complesso. La piattaforma ha anche l'ambizione di essere utilizzata come supporto alla discussione sui modelli - modellazione partecipativa - tra i diversi attori interessati (geografi, sociologi, urbanisti, decisori, ecc.). Questi strumenti sono integrati nella piattaforma GAMA, che consente agli utenti di costruire modelli su larga scala con migliaia di agenti e che è già stata utilizzata per sviluppare modelli con agenti cognitivi.

3 | Metodologia

Come già spiegato nella parte 2, la metodologia che si propone in questo articolo si basa sull'utilizzo di un linguaggio di programmazione in ambiente digitale con cui è possibile descrivere il comportamento degli agenti a scala urbana. Il software scelto è GAMA Platform (Grignard et al., 2013). La scelta è stata orientata principalmente dalla natura open-source del software stesso e dal fatto che al suo interno è possibile utilizzare dati geospaziali (quindi gestibili in ambiente GIS, strumento classico della pianificazione) sia in due che in tre dimensioni.

I dati utili allo sviluppo delle analisi sono disponibili sul Geoportale open-data della Regione Abruzzo (<http://opendata.regione.abruzzo.it/>). In particolare, è stata utilizzata la CTR disponibile nel database territoriale regionale (DBTR) aggiornata al 2007 (dato ufficiale più aggiornato disponibile) in cui è presente uno shapefile che contiene geometrie riguardanti il sistema stradale.

Prima di utilizzare gli shapefile all'interno di GAMA, è necessario prepararli in un GIS (è stato utilizzato QGIS per le stesse motivazioni di cui sopra). Al fine di effettuare simulazioni riguardanti la folla è necessario, infatti, calcolare il numero di residenti teorici presenti in ogni edificio. Dato che informazioni del genere non sono direttamente disponibili sui portali istituzionali né sui sistemi informativi locali, questa operazione è stata effettuata considerando 1 abitante ogni 100 metri cubi. Gli shapefile degli edifici contengono infatti valori di altezza dal suolo. Basandosi sulle intrinseche caratteristiche geometriche degli edifici ed effettuando una semplice divisione (in maniera sequenziale e automatizzata per ogni edificio) è quindi possibile calcolare il numero di abitanti teorici.

Gli shapefile vengono importati all'interno del software di simulazione. Il primo risultato (Figura 1) non è molto diverso da quello ottenibile con un normale GIS in quanto è possibile visualizzare l'ambiente urbano in tre dimensioni.



Figura 1 | Vista zenitale del caso studio situato nella prima periferia aquilana.

In base al funzionamento intrinseco del software di simulazione, le operazioni scandite dal codice sono di natura sequenziale. L'ordine delle operazioni diventa, infatti, fondamentale per la buona riuscita della simulazione.

Per effettuare una simulazione della folla è necessario, in base alle pratiche più utilizzate nel campo, un grafo stradale che rappresenti i flussi che gli agenti rappresentanti i residenti devono seguire per raggiungere uno o più punti specifici. Trattandosi di simulazioni legate ad emergenze legate alle calamità naturali, il punto che si considera sta ad indicare la posizione di un punto hotspot in cui i cittadini possono essere accolti e ricevere il primo soccorso. Per calcolare il grafo stradale a partire dalle geometrie poligonali che descrivono la rete stradale, quest'ultimi sono stati triangolati automaticamente in GAMA. La linea rossa in Figura 2 rappresenta il grafo così calcolato. Il punto rosso è stato posizionato, per ora, in maniera randomica sul grafo stesso in quanto, nel suo stato attuale, lo studio è in fase di test al fine di comprendere al meglio le capacità e le proprietà del linguaggio di programmazione e le possibilità di descrivere tramite esso i comportamenti della folla con un grado di approfondimento sempre maggiore.

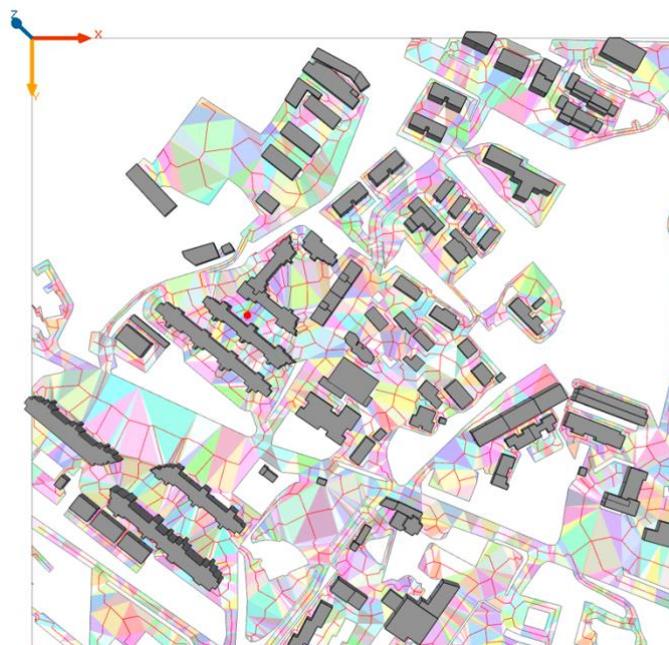


Figura 2 | Triangolazione della rete stradale poligonale e generazione automatizzata del grafo.

Vengono poi generati algebricamente gli agenti che rappresentano i residenti teorici di ogni edificio. All'avvio della simulazione, gli agenti “escono” dagli edifici e si dirigono verso il punto rosso seguendo il percorso più veloce (shortest path). Al momento gli agenti, rappresentati dalle piccole sfere blu in Figura 3, si muovono uno dietro l'altro sul grafo rosso e convergono verso il punto rosso rappresentante l'hotspot.

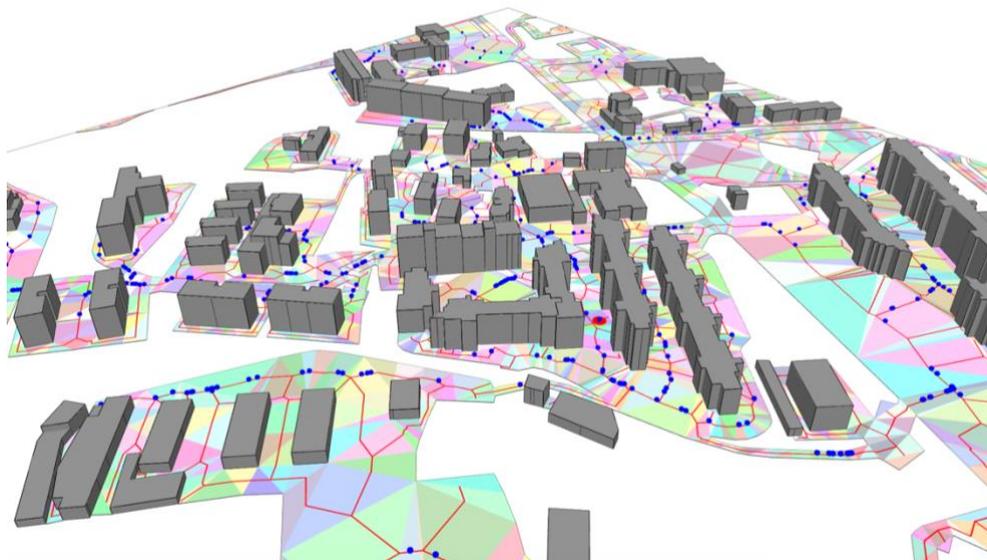


Figura 3 | Vista prospettica della simulazione tridimensionale.

Si ritiene utile sottolineare che la ricerca, allo stato attuale, prevede una serie di approssimazioni (come il già citato movimento della folla) sulle quali sono in corso ulteriori sperimentazioni.

4 | Conclusioni

La metodologia che si propone si colloca nel panorama delle tecniche di analisi dei centri urbani a supporto della pianificazione e programmazione riguardanti il tema della simulazione della reazione della folla al verificarsi di calamità naturali in relazione a quello della pianificazione pre-catastrofe.

Una simulazione come quella mostrata nel paragrafo precedente è quindi capace di verificare le dotazioni della città in risposta ad eventi catastrofici di diverso tipo. Al momento i punti in cui far convergere la popolazione sono disposti casualmente sul grafo stradale e ciò si configura sicuramente come un limite della

metodologia. Una stretta collaborazione, già in atto, del gruppo di lavoro con il dipartimento della Protezione Civile permetterà di colmare questa lacuna andando a identificare nel caso studio i punti di raccolta effettivamente identificati nella pianificazione vigente. Tale collaborazione permetterà di verificare realmente le dotazioni previste e quindi, realisticamente, la capacità delle strutture in base alla folla che vi converge in maniera simulata.

Altri approfondimenti della ricerca verteranno sull'ulteriore implementazione dell'algoritmo (*script*) per ciò che riguarda il comportamento della folla. Al momento, come già accennato, gli agenti convergono verso il punto di raccolta in maniera ordinata e allineati seguendo il grafo stradale. È facile capire che si tratta di un'approssimazione troppo elevata in quanto, soprattutto al verificarsi di eventi calamitosi imprevedibili, le folle assumono comportamenti assolutamente non lineari (o erranti) in quanto affetti dal panico, dal disorientamento, dalla mancanza di un'adeguata preparazione all'evenienza e da un'istintiva necessità di mettersi in salvo.

I primi risultati della ricerca consentono in ogni caso di visualizzare un primo esempio di scenario di rischio e di risposta da parte della popolazione residente teorica. L'obiettivo è quindi quello di estendere l'area di analisi all'intero centro abitato (avendo testato e validato la metodologia su casi studio più piccoli e quindi maggiormente controllabili) andando a costruire scenari di rischio (e multirischio) a diversa intensità in modo tale da costruire uno strumento di supporto alla pianificazione affidabile e capace di verificare a priori le scelte pianificatorie. I dati utilizzati, inoltre, sono disponibili per la maggior parte del territorio italiano rendendo questa metodologia e i suoi protocolli applicabili e ripetibili in altri contesti.

Attribuzioni

La redazione della parte 1 e 4 è del Prof. Donato Di Ludovico. La redazione della parte 2 e 3 è di Federico Eugeni e Sara Sacco.

Riferimenti bibliografici

- Becu, N., Amalic, M., Anselme, B., Beck, E., Bertin, X., Delay, E., Long, N., Marilleau, N., Pignon-Mussaud, C., Rousseaux, F., 2017. Participatory simulation to foster social learning on coastal flooding prevention. *Environ. Model. Softw.* 98, 1–11.
- Caillou, P., Gaudou, B., Grignard, A., Truong, C.Q., Taillandier, P., 2017. A Simple-to-Use BDI Architecture for Agent-Based Modeling and Simulation, in: *Advances in Social Simulation 2015*. Springer, Cham, pp. 15–28.
- Chapuis, K., Taillandier, P., Renaud, M., Drogoul, A. 2018. "Gen*: a generic toolkit to generate spatially explicit synthetic populations". *International Journal of Geographical Information Science* 32 (6), 1194–1210
- D'Uva, D., Eugeni, F., 2021. DTM to NURBS—A Parametric Approach to Landscape Modeling for an Environmentally-Conscious Design, *Sustainability*, 2021
- Daudé, E., Chapuis, K., Taillandier, P., Tranouez, P., Caron, C., Drogoul, A., Gaudou, B., Rey-Coyrehourq, S., Saval, A., Zucker, J. D., 2019. ESCAPE: Exploring by Simulation Cities Awareness on Population Evacuation. In *ISCRAM 2019 conference*, Valencia, Spain.
- Di Ludovico, D., D'Ovidio, G., Santilli, D., 2019. Post-earthquake reconstruction as an opportunity for a sustainable reorganisation of transport and urban structure, *Cities*, vol.96.
- Dominici, D., Alicandro, M., Di Ludovico, D., Pascucci, N., Zollini, S., 2022. Multispectral satellite images to support the CIM (City Information Modeling) implementation, *Geomedica*, vol. 26, n.4, pp. 28-34
- Duc, P.M., Chapuis, K., Drogoul, A., Gaudou, B., Grignard, A., Marilleau, N. and Nguyen-Huu, T., 2020. HoanKiemAir: simulating impacts of urban management practices on traffic and air pollution using a tangible agent-based model. In *2020 RIVF International Conference on Computing and Communication Technologies (RIVF)* (pp. 1-7). IEEE.
- Eugeni, F., Di Ludovico, D., Properzi, P., 2022. Le piattaforme territoriali informatiche per lo sviluppo di città e territori smart, *Urbanistica Informazioni*, 13th Inu International Study Day.
- Gaudou, B., Sibertin-Blanc, C., Thérond, O., Amblard, F., Auda, Y., Arcangeli, J.-P., Balestrat, M., Charron-Moirez, M.-H., Gondet, E., Hong, Y., Lardy, R., Louail, T., Mayor, E., Panzoli, D., Sauvage, S., Sanchez-Perez, J., Taillandier, P., Nguyen, V. B., Vavasseur, M., Mazzega, P. (2014). The MAELIA multi-agent platform for integrated assessment of low-water management issues. In: *International Workshop on Multi-Agent-Based Simulation (MABS 2013)*, Saint-Paul, MN, USA, 06/05/2013-07/05/2013, Vol. 8235, Shah Jamal Alam, H. Van Dyke Parunak, (Eds.), Springer, Lecture Notes in Computer Science, p. 85-110.

- Grignard, A., Taillandier, P., Gaudou, B., Vo, D-A., Huynh, Q.N., Drogoul, A. (2013) GAMA 1.6: Advancing the Art of Complex Agent-Based Modeling and Simulation. In 'PRIMA 2013: Principles and Practice of Multi-Agent Systems', Lecture Notes in Computer Science, Vol. 8291, Springer, pp. 117-131.
- Taillandier, P., Drogoul A., Vo D.A., Amouroux, E. (2010) GAMA: bringing GIS and multi-level capabilities to multi-agent simulation, in 'the 8th European Workshop on Multi-Agent Systems', Paris, France.
- Taillandier, P., Drogoul, A., Vo, D.A. and Amouroux, E. (2012) GAMA: a simulation platform that integrates geographical information data, agent-based modeling and multi-scale control, in 'The 13th International Conference on Principles and Practices in Multi-Agent Systems (PRIMA)', India, Volume 7057/2012, pp 242-258.
- Taillandier, P., Gaudou, B., Grignard, A., Huynh, Q.-N., Marilleau, N., P. Caillou, P., Philippon, D., & Drogoul, A. (2019). Building, composing and experimenting complex spatial models with the GAMA platform. *Geoinformatica*, (2019), 23 (2), pp. 299-322.

Sitografia

Geoportale open data della Regione Abruzzo
<http://opendata.regione.abruzzo.it/>

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 978-88-99237-55-4
Volume pubblicato digitalmente nel mese di maggio 2024
Pubblicazione disponibile su www.planum.net |
Planum Publisher | Roma-Milano

