



3D City Model Cosenza: un modello urbano avanzato per la gestione della città.

Pierfrancesco Celani. Università della Calabria, pierfrancesco.celani@unical.it

Valerio Bozzo. Università della Calabria. valeriobozzo@gmail.com

Giuseppe Mazzei. Università della Calabria. giuseppe.mazzei85@gmail.com

Parole chiave: 3D City Model; modellazione procedurale; smart city

ABSTRACT

Nell'era delle smart city e delle nuove tecnologie l'urbanistica si concentra sulla rappresentazione dell'oggetto città e delle sue trasformazioni; in quest'ottica il modello tridimensionale della città diventa strumento innovativo di pianificazione ma soprattutto di comunicazione delle trasformazioni e dei metabolismi urbani.

Con queste premesse è stato sviluppato dal Laboratorio di Immagini di Architettura, Città e Paesaggio dell'Università della Calabria, nell'ambito del progetto PON04a2_E Res Novae, il 3D city model della città di Cosenza utilizzando il software CityEngine della ESRI. Questo software ha permesso di realizzare un modello 3D georeferenziato di un'intera area urbana raffigurandone le caratteristiche principali: terreno, strade, edifici. Nella fase d'implementazione del modello si è fatto ricorso sia alla modellazione di tipo procedurale attraverso l'uso di rules, sia alla modellazione di tipo tradizionale/manuale per gli elementi "notevoli" (emergenze architettoniche, edifici rappresentativi, elementi urbani).

Al prototipo saranno aggregati dati energetici, ambientali e sociali per rappresentare realtà urbane che faciliteranno le scelte dei decisori e la partecipazione civica. Il 3D City Model di Cosenza sarà sperimentato con l'Amministrazione Comunale e riguarderà differenti aspetti della gestione urbana: rigenerazione, gestione delle emergenze, valorizzazione dei beni, salvaguardia ambientale, gestione immobiliare, mobilità veicolare e pedonale.

1. Introduzione - Il progetto RES NOVAE

Nel 2012 il Ministero dell'Istruzione e della Ricerca (MIUR) attraverso il Programma Operativo Nazionale Ricerca e Competitività (PON R&C) 2007-2013 pubblica un bando sulla tematica "*Smart cities and Communities and Social innovation*" che finanzia proposte progettuali nei seguenti ambiti di ricerca:

- Azione Integrata per la Società dell'Informazione;
- Azione Integrata per lo Sviluppo Sostenibile.

Sul secondo ambito e in particolar modo sulla linea di intervento *Renewable energy e smart grid* è stato presentato e successivamente finanziato il progetto RES NOVAE (Reti, Edifici, Strade - Nuovi Obiettivi Virtuosi per l'Ambiente e l'Energia).¹

Il progetto partito nel 2012, in un arco temporale di tre anni, ha ricercato, modellizzato e sperimentato un sistema complesso e dinamico di gestione avanzata dei flussi energetici, basato sull'integrazione di tecnologie energetiche e informatiche, tra loro ottimizzate, al fine di ridurre i costi energetici, di potenziare la multi-generazione diffusa di energia da fonti rinnovabili, di contenere l'impatto ambientale e di accrescere la consapevolezza della questione energetico-ambientale nel singolo attore della comunità. Il progetto ha tenuto conto della necessità di valorizzare le relazioni tra politiche energetiche, ambientali e sociali delle *smart communities*.

Il progetto Res Novae è composto da tre grandi linee di ricerca prevalenti:

- *Smart Grids*, ricerca e sviluppo di nuove applicazioni legate alla gestione della rete di distribuzione elettrica, principalmente di bassa tensione, finalizzate all'integrazione in rete degli impianti a fonte energetica rinnovabile (FER), al miglioramento del servizio al cliente e all'efficienza energetica.

¹Il partenariato del progetto Res Novae è costituito da: Enel Distribuzione, IBM Italia, General Electric Transportation System, Università della Calabria, Politecnico di Bari, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Enea e Datamanagement PA.





- *Smart Building*, ricerca e sviluppo di nuove soluzioni tecniche e applicazioni abilitanti servizi innovativi nell'edificio.
- *Smart Street*, ricerca e sviluppo di nuove tecniche di gestione di elementi urbani ad impatto energetico-ambientale (illuminazione pubblica, acque piovane, caratterizzazione energetica dell'edificato pubblico o di valore pubblico) ed utilizzo, in spazi aperti, di *Smart Object*, oggetti intelligenti dotati di sensori, attuatori, unità di calcolo e comunicazione, in grado di interagire tra loro e con l'ambiente circostante, e capaci di fornire informazioni relative alle reti energetiche, allo stato di salute dell'ambiente e dell'aria e allo stato della rete dei trasporti urbani.

Un sistema così articolato e complesso deve prevedere, inoltre, che gli elementi, i modelli, le apparecchiature sviluppati nello svolgimento delle attività di ricerca siano applicati e sperimentati concretamente sul campo.

Volendo creare contesti cittadini efficienti e sostenibili mediante l'integrazione di tecnologie e sistemi innovativi differenti e tenendo conto del tessuto economico-sociale-culturale l'obiettivo da raggiungere è quello di coinvolgere la città ed i cittadini all'uso quotidiano semplificato delle tecnologie energetiche. Lo scopo è di rendere fruibili gli effetti della ricerca, trasponendone i risultati in oggetti dimostrativi tangibili e interattivi, il cui utilizzo venga stimolato da sistemi digitali di informazione e formazione sociale che consentano, al tempo stesso, di innescare processi collaborativi di miglioramento dei risultati in termini di usabilità dei prototipi realizzati.

Con queste premesse è stato prodotto dal Laboratorio di Immagini di Architettura, Città e Paesaggio dell'Università della Calabria il 3D City Model della città di Cosenza utilizzando il software CityEngine della ESRI, con l'obiettivo di realizzare un modello tridimensionale georeferito applicato ai dati energetici, ambientali e sociali attraverso il quale si potranno rappresentare modelli della realtà urbana che faciliteranno le scelte dei decisori e, allo stesso tempo, permetteranno una partecipazione attiva del cittadino.

2. L'esigenza - Il 3D City Model

Tra tutti i prodotti digitali, quelli tridimensionali, modelli 3d territoriali e urbani, raccolgono il maggiore interesse da parte dei tecnici e dei professionisti, per il loro elevato valore di utilizzo in diversi settori, ma anche da parte del semplice utente non specialistico, per la possibilità che essi offrono di comprendere facilmente la complessità dinamica della realtà che rappresentano.

L'urbanistica, pertanto, ha spostato, in questi ultimi anni, la sua attenzione sulla rappresentazione dell'oggetto città, sulla comunicazione innovativa delle trasformazioni della struttura dell'oggetto e sulla forma dell'interazione tra oggetto ed essere umano. In questa nuova frontiera della disciplina il modello tridimensionale della città diventa uno strumento avanzato di pianificazione e partecipazione.

In ambito energetico grande importanza assumono sia le informazioni necessarie ad indirizzare la popolazione ad un uso più consapevole delle risorse energetiche e ambientali, sia le modalità con le quali queste informazioni vengono comunicate agli utilizzatori finali.

Il City Model è, quindi, lo strumento demandato all'osservazione dei complessi livelli di informazioni disponibili oggi per un oggetto eterogeneo e dinamico come l'ambiente urbano; a partire da esso è possibile aggregare i dati provenienti da sistemi di sensori e database informativi disponibili, nonché la lettura che gli esseri umani danno della realtà in cui vivono, sia osservandola direttamente, sia interagendo con le sue rappresentazioni, ovvero, col modello stesso (Borga, 2013).

La necessità di ottenere una ricostruzione verosimile dell'articolazione urbana nella sua complessità e, al tempo stesso, limitare i tempi di modellazione di un gran numero di edifici, ha portato a scegliere come approccio, appunto, quello della modellazione procedurale utilizzando CityEngine.

Il processo di produzione di scenari urbani tridimensionali accurati, realizzati tramite modellazione procedurale, consente di creare modelli geometrici urbani di dimensioni considerevoli evitando di partire dai singoli edifici, ma andando a definire regole gestite da script in un linguaggio procedurale. Modelli così costruiti possono essere particolarmente accurati pur mantenendo un processo di realizzazione relativamente semplice.

Nella realizzazione di un modello tridimensionale urbano complesso sono necessari elementi di modellazione procedurale che consentano, a valle di un lavoro di pianificazione, di automatizzare la realizzazione di geometrie complesse come intere parti della città.

I vantaggi rispetto a una modellazione manuale delle geometrie sono: la possibilità di realizzare scenari complessi e di grandi dimensioni, controllati da un numero esiguo di input, la predisposizione per l'utilizzo di oggetti che si ripetono nello spazio e la facilità nella creazione di oggetti simili, o che presentano proprietà comuni.





3. La soluzione - Il modello tridimensionale della città di Cosenza

Per generare un ambiente urbano, City Engine assume che una città sia descritta da tre elementi principali: il reticolo stradale (*streetmap*), i volumi degli edifici e lo stile delle facciate degli edifici.

La *pipeline* di progetto seguita per ottenere una ricostruzione verosimile dell'articolazione urbana di Cosenza ha previsto le seguenti fasi:

- modellazione del terreno;
- creazione del reticolo stradale;
- creazione delle geometrie degli edifici;
- mappatura delle facciate;
- modellazione puntuale di alcuni edifici e elementi notevoli.

3.1 Modellazione del terreno

Per realizzare il modello 3d del terreno è stato necessario fornire al software una *heightmap*, ovvero un'immagine *raster* in scala di grigi che rappresenta la mappa delle quote altimetriche, ottenuta interpolando le curve di livello in scala 1:2000 e in scala 1:5000 insieme ai punti quotati. I dati necessari sono stati importati dalla Carta Tecnica Regionale.

In seguito, il modello tridimensionale del terreno ottenuto è stato "mappato" utilizzando le ortofoto della Regione Calabria, utilizzandole come *texture* ad alta risoluzione. (Figura 1)



Figura 1. Modello tridimensionale del terreno "mappato" con le ortofoto.

3.2 Creazione della *streetmap*

Il reticolo stradale è il *layer* che più caratterizza la forma di una città e, quindi, acquisisce un'importanza notevole nella creazione di un modello tridimensionale poiché conferisce maggiore realtà alla scena.

La creazione di una *streetmap* è caratterizzata principalmente da tre insiemi di dati:

- rete stradale (linee);
- piazze, slarghi e vuoti urbani in generale (poligoni);
- marciapiedi (poligoni).

Il reticolo stradale è stato importato da *openstreemap.org*, in quanto presentava minori problemi relativi alla rappresentazione tridimensionale, rispetto alle strade generate a partire dagli *shape files* della Carta Tecnica Regionale, inoltre è molto più accurato e dettagliato rispetto a quest'ultima.

La fase di analisi e rilievo dell'ambiente da modellare ha permesso di caratterizzare le tipologie stradali che costituiscono la *streetmap* della città, suddividendo le strade in categorie (principali a tre o più corsie, secondarie con una o due corsie, pedonali) e individuando le caratteristiche morfologiche di ognuna di esse (dimensioni delle corsie, marciapiede, pista ciclabile, alberatura, spartitraffico, illuminazione, ecc.).





In seguito sono stati risolti i conflitti evidenziati dal programma ottimizzando il reticolo ottenuto al fine di correggere gli errori. Particolare attenzione è stata data alla risoluzione delle incongruenze createsi nel caso di incroci, cul-de-sac, strade sovrapposte o interrotte e, inoltre, sono stati individuati e modellati i “punti notevoli” quali rotonde, raccordi, sottopassi e ponti.

Per rendere il modello più realistico sono state applicate le *rules* contenenti le seguenti caratteristiche: tipologia di strada, numero di corsie, senso di percorrenza, presenza di alberature, presenza di marciapiedi (su entrambi i lati o su un lato solo), parcheggi, spartitraffico, relativi materiali delle diverse componenti della sezione stradale.

La *rule* usata per dettagliare il reticolo stradale è stata la “*Complete street.cga*” di David Wesserman (<https://geonet.esri.com/message/443977>). Questa *rule*, molto completa e particolareggiata, ha permesso di modellare e rappresentare le strade intervenendo su ogni singolo aspetto della sede stradale come: corsie, incroci, rotonde, ponti, marciapiedi, zone alberate e pedonali. Inoltre la possibilità data dal programma di creare stili personalizzati ha permesso di impostare gli elementi di ogni tipologia stradale creando modelli utili a dettagliare la realtà urbana considerata. (Figura 2)



Figura 2. Applicazione della *rule* “*Complete street.cga*” al Viale G. Mancini

3.3 Modellazione degli edifici

Il passo successivo alla creazione della *streetmap* è la modellazione dell’edificato, che introduce la terza dimensione e attraverso l’applicazione delle *textures* alle facciate rende il modello ancora più realistico e comprensibile alle diverse tipologie di utenti.

La prima fase della modellazione dell’edificato si è basata sui seguenti passaggi: importazione degli *shape files* relativi agli edifici, nei quali è presente il dato dell’altezza di gronda di ogni singolo poligono, uso della *rule* “*Building_From_Footprint.cga*”, attraverso la quale è stata realizzata l’estrusione procedurale di tutti gli edifici presenti nella scena. Per ottenere questo è stata modificata la *rule* in modo da elevare i poligoni in base al parametro *UN_VOL_AV(Object attribute)*; l’informazione di elevazione, presente negli *shape file* della CTR, è stata importata nella *rule* modificando l’attributo “*Eave_Ht*” (relativo alle altezze degli edifici) nella finestra di settaggio *Building Settings*.

La seconda fase ha riguardato l’applicazione delle *texture* agli edifici. Nel modello le *texture* sono state create proceduralmente utilizzando due differenti *rules* per la “mappatura” degli edifici della città nuova e per quelli del centro storico. Nel primo caso è stata adoperata la stessa *rule* utilizzata per l’estrusione (“*Building_From_Footprint.cga*”), differenziando gli edifici in base all’epoca di costruzione; nel secondo caso, per rendere il modello maggiormente verosimile è stata impiegata la *rule* “*paris.cga*”, presente sul portale della ESRI. Questa *rule* è stata adattata al contesto urbano del Centro Storico di Cosenza modificandone alcuni parametri relativi alle coperture e alle facciate e adattando la tonalità cromatica delle *texture* a quella della realtà.





Per la rappresentazione degli edifici “notevoli”, significativi per importanza o per riconoscibilità all’interno del contesto urbano, affinché il modello fosse maggiormente veritiero, sono state seguite due strade: la modellazione manuale con successiva importazione come modello “statico” all’interno della scena; l’applicazione delle foto reali opportunamente raddrizzate come *textures* alle facciate degli edifici.



Figura 3. Il 3D City Model della città di Cosenza

4. Il cambiamento - Le applicazioni

Le applicazioni possibili del *3D City Model* sono molte e riguardano: l’utilizzo del modello in valutazioni e previsioni del rischio attraverso simulazioni di terremoti, frane e inondazioni; in progettazione di trasformazioni urbane, al fine di avere un maggiore controllo degli impatti e della contestualizzazione; in progetti di efficientamento energetico urbano e di riqualificazione ambientale; in processi decisionali; in strategie di valorizzazione del patrimonio culturale; in programmi di comunicazione degli interventi urbani e dei servizi al cittadino; in progetti partecipativi di rigenerazione urbana *bottom-up* (D’Alessandro et al, 2016).

In particolare nel progetto Res Novae per la *smart city* di Cosenza, il modello avrà due applicazioni specifiche: come integrazione del catasto energetico urbano e come strumento di pianificazione urbana partecipata.

Il modello applicato al catasto energetico permetterà la simulazione e comprensione dell’organismo energivoro urbano, la condivisione della conoscenza e la creazione di un’intelligenza collettiva per il contenimento energetico della città.

La gestione integrata di informazioni eterogenee a livello urbano permetterà la creazione e la diffusione di applicazioni, che potrebbero avere un vantaggio da una banca dati condivisa contenente informazioni dettagliate sugli edifici e su le altre entità rilevanti per la pianificazione urbana. Un esempio di applicazione di tale tipo riguarda gli aspetti energetici, in particolari quelli riguardanti la stima del fabbisogno energetico dell’edificato, aspetto di particolare rilevanza dal punto di vista di gestione delle risorse energetiche e ricadente nell’idea più generale di *smart city*. La diffusione della certificazione energetica ha permesso di iniziare una rilevazione e, quindi, la conoscenza anche a livello energetico del patrimonio edilizio esistente (Agugiario, 2014).

All’interno del binomio “Città - Energia” si possono individuare due livelli di conoscenza distinti: uno fa riferimento all’insieme dei dati sui consumi, sui flussi di energia, sugli utilizzi, sulle tipologie di fonti energetiche, etc., l’altro fa riferimento al contesto fisico dell’ambiente urbano. Associando a questo livello i dati sui consumi energetici sarà possibile generare un quadro di conoscenza sul comportamento energetico urbano.

Come strumento partecipativo sarà utilizzato in applicazioni di realtà virtuale e aumentata per coinvolgere la popolazione in processi decisionali.





In questo contesto l'applicazione del *3D City Model* diventa lo strumento dinamico della partecipazione attiva della comunità e di tutti gli altri soggetti coinvolti nella creazione della *smart city*; si propone come strumento di partecipazione consapevole e informata al processo decisionale pubblico.

Il luogo fisico dove questo avverrà è l'Urban Lab CreaCosenza, il laboratorio realizzato all'interno del progetto Res Novae come dimostratore della ricerca stessa. Si tratta di un *living lab*, un ecosistema centrato sugli utenti (*user-centered*) nel quale la ricerca è trasferita in un contesto di vita reale per stimolare l'innovazione ed per diventare una nuova forma di spazio pubblico dove i cittadini e gli utenti si relazionano e si confrontano, diventando essi stessi "co-sviluppatori" di progetti e prodotti, dove definiscono strategie e valutano prototipi e nuove tecnologie per una migliore qualità della vita (D'alessandro et al, 2016).

Il modello tridimensionale urbano, inoltre, inteso come strumento dinamico, aggiornabile e *open source* garantisce forme efficaci e facilmente comprensibili di rappresentazione delle informazioni sulla città e su i suoi punti notevoli (*point of interest*); informazioni di tipo ambientale ed energetico, ma anche di interesse turistico e di servizio.

Riferimenti

Agugiaro, G. (2014) I modelli digitali 3D di città come hub informativo per simulazioni, energetiche a scala urbana, *ASITA 2014*, Federazione ASITA, Firenze, Italy

Baratin, L. (2014). 3D City Models: modelli urbani tridimensionali quale strumento per la conoscenza, in *Metamorfosi dell'immagine urbana*, ed. Laura De Carlo, Gangemi Editore, Roma, Italy.

Borga, G. (2013). *City Sensing. Approcci, metodi e tecnologie innovative per la Città Intelligente*, Franco Angeli, Milano, Italy.

Caperna, A., Giangrande, A., Mirabelli, P., Mortola, E. (2013), *Partecipazione e ICT: per una città vivibile*, Gangemi Editore, Roma.

D'Alessandro, E. and Celani, P. (2016) Il 3D City Model come strumento avanzato di pianificazione e partecipazione, *Reds2ALPS 2016*, Università di Trento, Trento, Italy.

