

La rappresentazione parametrica della città

The parametric representation of the city

La rappresentazione della città, secondo i dettami della manualistica e della letteratura classiche, si sviluppa attraverso lo studio della morfologia e del linguaggio espressivo della trama urbana, in stretta relazione con i monumenti e gli edifici significativi. Nell'era digitale contemporanea, la città può essere intesa come connessione di elementi concorrenti nella generazione dello spazio costruito, secondo logiche aggregative individuabili da parametri. L'attuale pianificazione del territorio può avvalersi di tali criteri, simulando realtà in divenire per seguire frontiere di sviluppo prevedibili od auspicabili, formalizzando modelli prodotti attraverso programmi di calcolo che coadiuvano le scelte progettuali di trasformazione e gestione della città. Le possibilità fornite dalle

tecnologie parametriche consentono di associare informazione ai modelli digitali che possono così assumere la valenza di contenitori informativi consultabili in tempo reale.

Representation of the city, according to dictates of classical literature and manuals, takes shape



Luisa Bravo

Engineer, PhD in Building and Territorial Engineering at the University of Bologna. Presently she carries out research activities at the Department of Architecture and Territorial Planning of the University of Bologna. Her research interests include analysis and studies on contemporary architecture within historical urban contexts and representation of territorial patterns and architectural heritage through digital database models.



Simone Garagnani

Engineer, PhD in Building and Territorial Engineering at the University of Bologna. Presently he is involved in teaching activities concerning Drawing, Survey and Digital Representation. He carries out researches concerning digital modelling and computer archiving technologies for Architecture at the Department of Architecture and Territorial Planning of the University of Bologna.

from studies about morphology and expressive language of the urban plot, in a deep connection between spaces, monuments and significant buildings. In the contemporary digital era, city can be described as a linkage of elements converging toward built environment's generation, following gathering procedures detectable by parameters. Present territorial planning can take advantage of these criteria, in order to simulate the evolving of urban realities and reach predictable or desirable development frontiers, using models made by computer software aimed to favour choices in managing and transforming the city. Parametric technologies make possible to embed information into urban digital models, intended as sort of data collectors browsable in real time.



Fig. 1 Alla fine dell'Ottocento, Camillo Sitte definisce lo spazio urbano come negativo dell'architettura, vale a dire come spazio contenuto tra gli edifici che può essere dotato di caratteri propri. Questa inversione concettuale oggetto/spazio apre un orizzonte di grande modernità, declinata attraverso il contrasto con la simmetria e l'ammirazione per le irregolarità degli spazi medioevali. Sitte dunque si pone come conservatore perché in opposizione alla dilatazione dello spazio urbano inaugurata dalla Parigi di Haussmann, proponendo allo stesso tempo di imparare dalla storia la maniera di costruire la città.

Documento tratto dal manoscritto originale, Capitolo II, in Sitte C., *Der Städtebau nach seinen künstlerischen Grundsätzen*, Wien 1889.

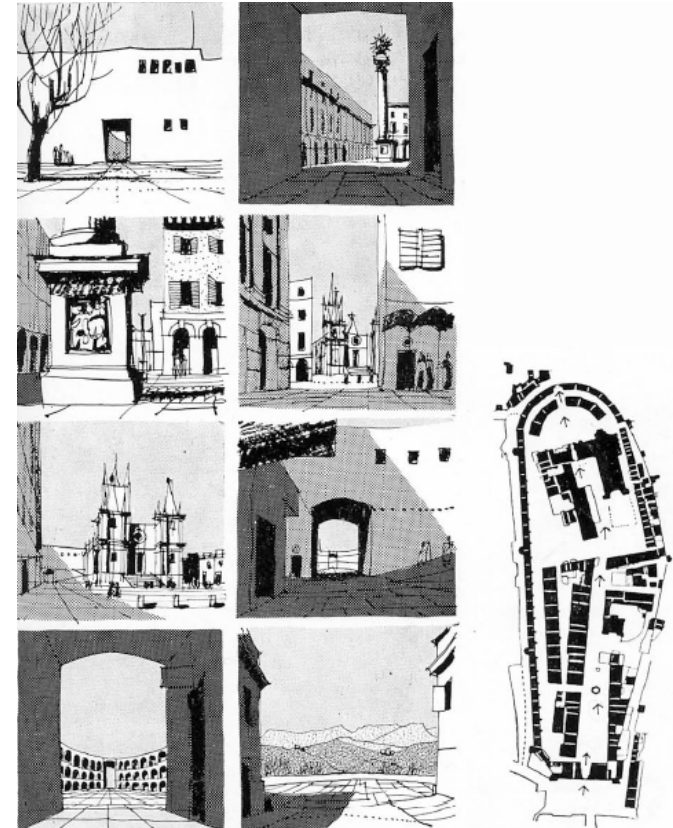


Fig. 2 Camminando da un punto all'altro dello spazio urbano, è possibile definire una sequenza di luoghi rappresentati da semplici viste prospettive seriali. Si notino gli improvvisi contrasti durante la progressione nel rapporto tra luci e ombre, tra spazio coperto e spazio scoperto, pubblico e privato, gli allineamenti e gli sfondamenti visivi dei passaggi, efficacemente resi dal punto di vista grafico, tanto da evocare una sperimentazione fisica dei luoghi.

Immagine tratta da Cullen G., *Townscape*, The Architectural Press, Londra 1961.

C'era una volta l'architettura della città e la cultura del progetto urbano.

C'era una volta la disciplina urbanistica costruita attraverso il lavoro di autorevoli studiosi in grado di delineare un maniera di pensare l'urbanistica (Le Corbusier) e una coscienza analitica e progettuale dei fatti urbani (A. Rossi), di approfondire le modalità con cui rappresentare (A. Cavallari Murat), interpretare e leggere i segni e il linguaggio

dell'ambiente costruito (G. Cullen), assegnando valori e significati, disponendo elementi e oggetti all'interno della trama spaziale urbana secondo una lettura antropologica (C. Sitte), definendo gerarchie e interrelazioni leggibili attraverso l'esperienza sensoriale umana (K. Lynch), di costruire strutture spaziali aggregate secondo pattern e di prevederne la futura evoluzione (C. Alexander), di avviare uno strumento di partecipazione democratica alle scelte

sul destino della città, alla ricerca di un benessere collettivo in grado di equilibrare la sfera pubblica e privata (G. Astengo), di assegnare alla città un ruolo di sviluppo sociale e umano, come pura e autentica rappresentazione di una comunità e di una civiltà (M. Romano).

Il Novecento è denso di teorie, metodologie di analisi e progetti in grado di allargare gli orizzonti culturali della disciplina, di investigare il territorio e

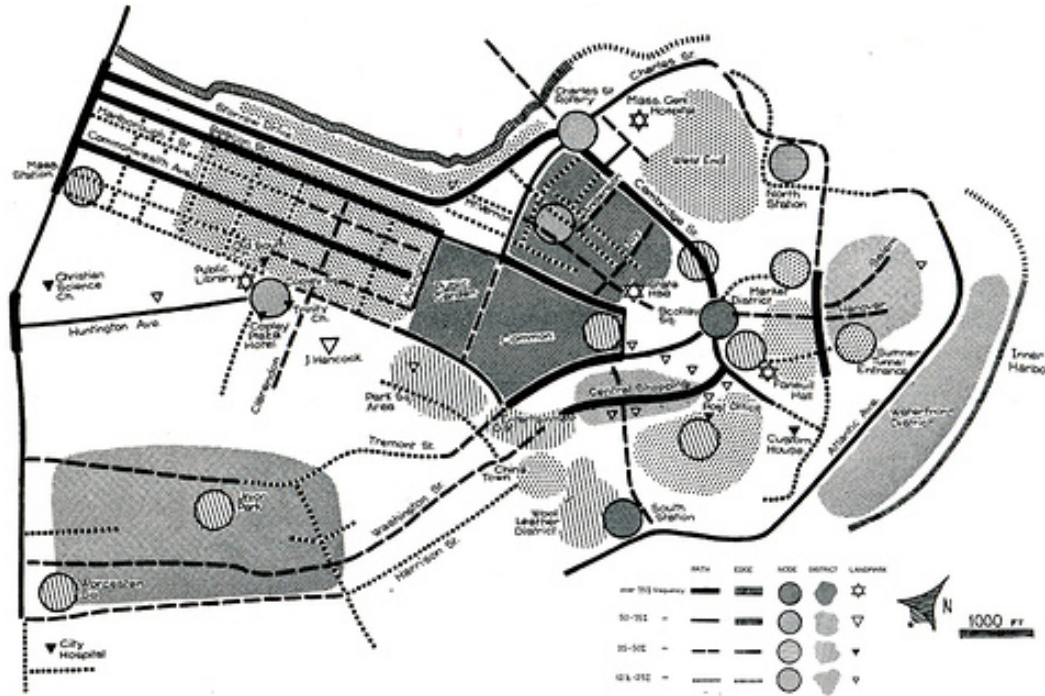


Fig. 3 Immagine di Boston, tratta del volume Lynch K., *The image of the city*, Mit Press, Cambridge Massachussets 1960. Usando come caso di studio tre città statunitensi (Boston, Jersey City, e Los Angeles), Lynch mostrò che le persone percepiscono lo spazio urbano che frequentano o nel quale vivono attraverso elementi e schemi comuni, creando le loro mappe mentali. Attraverso un'indagine durata cinque anni, Lynch sviluppò una rappresentazione relativa al modo in cui i frequentatori delle città percepiscono lo spazio urbano ed organizzano le informazioni spaziali che ricevono ed elaborano durante le loro esperienze, attraverso l'utilizzo di cinque categorie:

- percorsi, strade, camminate, passaggi, ed altri canali utilizzati dalla gente per spostarsi;
- margini, confini e limiti ben percepiti come mura, edifici, spiagge;
- quartieri, sezioni relativamente larghe della città contraddistinte da caratteri specifici e da una propria identità;
- nodi, punti focali della città, intersezioni tra vie di comunicazione, punti d'incontro;
- riferimenti, oggetti dello spazio velocemente identificabili, anche a distanza, che funzionano come punto di riferimento ed orientamento.

In questo modo è possibile riconoscere per certi luoghi una certa leggibilità, quella che Lynch definisce "imeagibilità", ossia la capacità da parte delle comunità di ambientarsi, orientarsi e capire un dato spazio urbano.

lo spazio costruito, di proporre soluzioni mirate ad uno sviluppo urbano sostenibile (quando ancora il concetto di sostenibilità non era stato formulato) e al raggiungimento della qualità sociale dell'ambiente urbano: dall'innovativo piano di Amsterdam (1934) all'esperienza italiana dei piani INA Casa (1949-1963), dal Greater London Plan (1942-1944) agli interventi razionalisti nelle città di fondazione e nelle trasformazioni urbane realizzate in Italia durante

il periodo fascista. Con modi e tempi differenti, a partire dall'inizio del secolo scorso nella Germania federale, in Spagna e Portogallo vengono avviati dalle istituzioni pubbliche studi e nuove leggi urbanistiche. Il processo di pianificazione si estende alla scala mondiale e si arricchisce dei piani per le aree metropolitane di Filadelfia, Tokyo, Lima, San Paolo, Buenos Aires, Sydney, etc. Ma il processo virtuoso intorno agli anni Cinquanta assume una deriva di

inadeguatezza, nel momento in cui la pianificazione urbanistica non viene affiancata da una efficace programmazione economica e amministrativa. In Italia Il boom capitalistico degli anni Sessanta offre la possibilità di attuare progetti e interventi, che, seppur privi di un'organicità concettuale in termini morfologici e, troppo spesso, di qualunque rapporto, di collegamento o di servizio, alla città esistente, risultano in grado di produrre grossi agglomerati

LE MODULOR
ESSAI
SUR
UNE MESURE HARMONIQUE
A
L'ECHELLE HUMAINE
APPLICABLE
UNIVERSELLEMENT
A
L'ARCHITECTURE
ET A
LA MÉCANIQUE

LE CORBUSIER

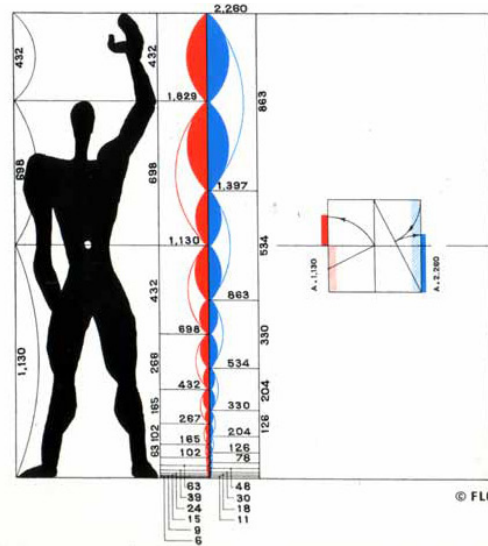


Fig. 4 Il Modulor di Le Corbusier. Il Modulor è una scala di proporzioni basate sulle misure dell'uomo. Esso deriva dalla tradizione di Vitruvio - l'uomo vitruviano di Leonardo da Vinci - e dai lavori di Leon Battista Alberti, nel tentativo di trovare proporzioni geometriche e matematiche relative al corpo umano e usare queste conoscenze per migliorare sia l'estetica che la funzionalità dell'architettura. Il sistema è basato sulle misure umane, la doppia unità, la sequenza di Fibonacci e la sezione aurea. Le Corbusier lo descriveva come "una gamma di misure armoniose per soddisfare la dimensione umana, applicabile universalmente all'architettura e alle cose meccaniche".

di espansione urbana, le periferie moderne, sulla base delle previsioni di crescita del PRG. Negli anni Ottanta la necessità di riutilizzare vaste aree de-industrializzate, poste in posizione strategica rispetto alle zone centrali, quindi con un potenziale di mercato assai elevato, fa sì che grandi gruppi industriali si costituiscano come partner delle amministrazioni comunali per la trasformazione delle città mediante la valorizzazione delle loro proprietà immobiliari: dal Lingotto di Torino, alla Bicocca di Milano fino alla Fiat-Fondriaria di Firenze Novoli.

Tuttavia pochissimi dei progetti prospettati vengono realizzati per intero e in tempi rapidi, fallendo miseramente l'occasione e generando spreco e ulteriore degrado. Negli anni Novanta si avviano i programmi complessi per gli interventi di

riqualificazione e recupero urbano: a partire da una riflessione sugli errori del passato - l'espansione incontrollata e il deterioramento del patrimonio edilizio e monumentale dei centri storici - vengono attuate procedure di concertazione tra pubblico e privato, mentre è in corso la bufera politica di Tangentopoli nel settore dell'urbanistica e delle concessioni edilizie.

Il passaggio d'epoca all'era post-moderna, legata all'inizio di un nuovo Millennio, sembra aver creato un generale disorientamento: la cultura urbanistica attuale appare incapace di utilizzare gli strumenti già noti, messi a disposizione dalla disciplina e di avviare una riflessione critica nell'ambito del disegno e del progetto urbano, appare sempre più in difficoltà a concretizzare una visione della città futura. E'

evidente l'oggettiva complessità nel definire l'oggetto "città", espressione di estrema frammentazione e disomogeneità, dal punto di vista sociale, economico e politico, su cui è quasi impossibile applicare gli insegnamenti del passato perché basati su un assetto generale che non è più assimilabile al modello della modernità.

La letteratura indugia sugli aspetti della crisi dell'urbanistica, intesa come disciplina, gli interventi di trasformazioni del territorio e di progettazione di nuovi assetti urbani sono sempre più slegati dal contesto in cui si collocano, senza quasi dialogare con la struttura urbana consolidata, come elementi giustapposti a risolvere questioni di localizzazione di residenze, infrastrutture e servizi piuttosto che orientati a completare omogeneamente il plot

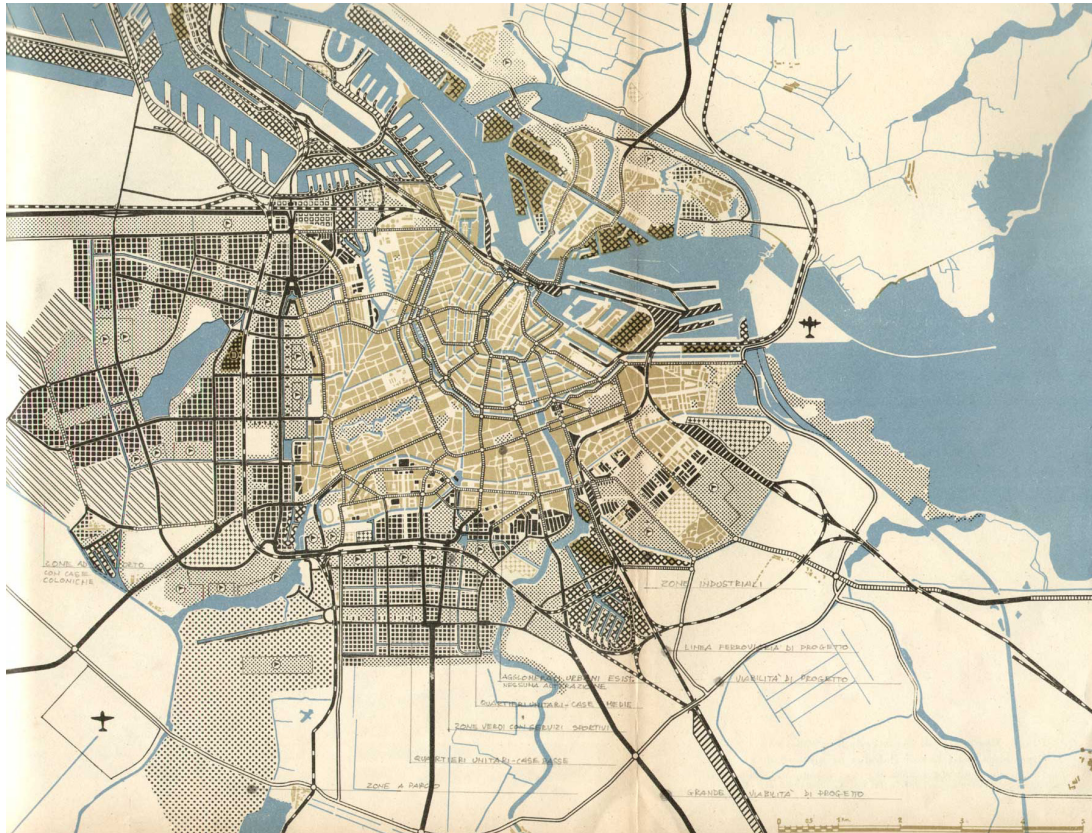


Fig. 5 Piano di Amsterdam, 1934. Il Piano prevede alla futura regolamentazione e ampliamento della città esistente, in maniera estremamente flessibile: le sue linee principali sono state dettate dalle condizioni del tempo, ma entro queste linee principali esiste ampio spazio di revisione per adeguarsi a nuove circostanze man mano si presentino. Soprattutto, il piano è stato concepito in modo tale che possa essere attuato per settori, come e quando i pianificatori futuri riterranno meglio. Nell'organizzazione generale, nei diagrammi e altre illustrazioni, nell'approccio comprensivo in cui il lavoro si è sviluppato, Amsterdam dà un esempio che dovrebbe essere emulato da altre città. Molto del lavoro è di carattere pionieristico, e la sua utilità per gli urbanisti corrispondentemente aumentata. Descrizione tratta dalla presentazione del Piano di Amsterdam a cura del direttore della Town Planning Review, giugno 1936. Fonte: <http://eddyburg.it/article/articleview/2949/0/44/>

narrativo della forma urbana. Proliferano i grossi complessi commerciali in aree periferiche decentrate e le urbanizzazioni incontrollate nei comparti di espansione della città, che danno vita a sobborghi morfologicamente e architettonicamente omogenei, per lo più a carattere residenziale, quindi privi dei servizi primari, e abitati dal medesimo gruppo sociale o etnico.

Alla crisi d'identità dell'urbanistica contemporanea

si affianca un generale rinnovamento negli strumenti e nei mezzi per lo studio e la conoscenza della città. L'avvento dell'era digitale ha modificato la modalità di approccio alla sperimentazione dei luoghi, nella dimensione globale persone e informazioni sono in continua espansione attraverso lo spazio geografico, cosicché ognuno abita più di un luogo contemporaneamente e ottiene dati e rappresentazioni dei luoghi che non conosce non più

solamente attraverso la propria esperienza fisica, ma soprattutto attraverso quella virtuale: mediante il collegamento alla rete è possibile visitare le principali città del mondo navigando in siti appositamente dedicati (Google Earth, Bing Maps, Openstreet Map, etc.), facilmente raggiungibili attraverso un qualunque motore di ricerca, scambiare fotografie e informazioni di ogni luogo (Wikipedia Commons, Google Immagini, Flickr, etc.), commenti e indicazioni



Fig. 6 Piano INA casa, quartiere coordinato C.E.P. Barca, Bologna, 1957-62. Coordinamento generale Giuseppe Vaccaro. Il quartiere sorge a sud – ovest della città, in una zona destinata dal P.R.G. vigente ad una delle principali espansioni urbane. Il quartiere, circondato da zone verdi e vedute panoramiche, e' strutturato compositivamente attorno ad un lunghissimo edificio porticato, residenziale e commerciale, che appare la spina dorsale dell'intera zona. Sul lato opposto sono ubicati i principali edifici pubblici che caratterizzano tre piazze pedonali. Le attrezzature del centro comprendono: il centro civico, uffici, cinema, caffè, ristorante, il mercato con la sua piazzetta, la chiesa col suo sagrato. Le zone residenziali sono costituite da edilizia estensiva ed organizzate in "unità di vicinato", dotate di attrezzature collettive. Lungo la strada di collegamento tra la viabilità principale interna del quartiere con la rete esterna, sono sistemati sei edifici residenziali dell'altezza di nove piani.

tramite la rete globale dei social networks.

Non solo, la fortissima accelerazione tecnologica degli ultimi anni ha rivoluzionato l'uso di mezzi già noti, comunemente utilizzati per la rappresentazione della città, in maniera innovativa: dalle vecchie macchine fotografiche ad ottica panoramica alle fotocamere digitali in grado di rappresentare tridimensionalmente panorami immersivi, dalla modellazione digitale a filo di ferro ai prototipi virtuali in grado di simulare morfologie complesse seguendo parametri modificabili in tempo reale, disponibili in larga misura e in varie forme per principianti o per utenti esperti. Per l'urbanista contemporaneo è oggi

disponibile uno strumento capace di costruire scenari di città futuribili o possibili: si tratta di software parametrici (ad esempio City Engine™, sviluppato presso l'ETH di Zurigo, prima release lanciata nel 2008) che, sulla base di dati tecnico-urbanistici assegnati, partendo eventualmente da modelli strutturali predefiniti, sono in grado di elaborare progetti e visioni di nuovi assetti territoriali. Questi strumenti sono ovviamente valide risorse a cui è possibile attingere come supporto ad un processo di simulazione delle scelte progettuali, ma sarebbe molto incauto pensare che possano porsi come soluzioni alternative ad una consapevole e

approfondita progettazione urbanistica. L'illusione di aver scoperto un congegno in grado di ragionare autonomamente, una volta inseriti i dati di input, potrebbe generare spiacevoli sorprese. Non va dimenticato che il progettista, architettonico o urbanistico che sia, è portatore di un sapere non sostituibile da un calcolatore o da un software, perché capace di raccogliere, leggere e interpretare i segni della cultura e della storia e di rifletterli all'interno di un universo costruito al cui centro c'è sempre l'Uomo.

LA MODELLAZIONE VARIAZIONALE

La modellazione parametrica è uno strumento



Fig. 7 Utica, New York, United States, Olde Yankee Map and Photo, 1873.

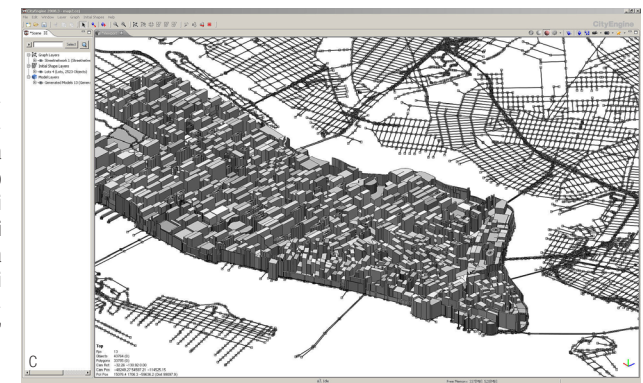
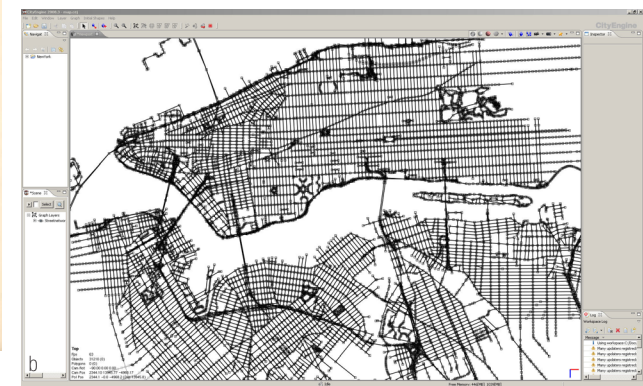
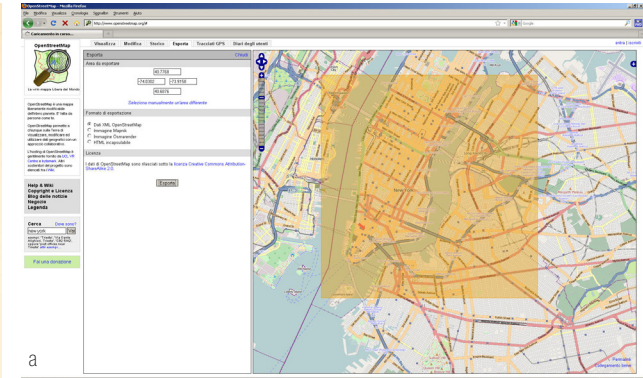


Fig. 8. (a) generazione parametrica della città a partire dalla cartografia esistente: una vista di Manhattan attraverso il sistema di libera fruizione Open Street Map. (b) Generazione parametrica della città mediante acquisizione della cartografia ottenuta all'interno del software City EngineTM: i tracciati stradali che delimitano i lotti vengono trattati vettorialmente come elementi di base dai quali ricavare sagome di volumi. (c) Generazione parametrica della città mediante distribuzione di volumi: il software attribuisce valori di altezza e di estensione agli edifici posizionati nei lotti precedentemente individuati, considerando un parametro di tipo "random" per differenziare la composizione planimetrica degli edifici.

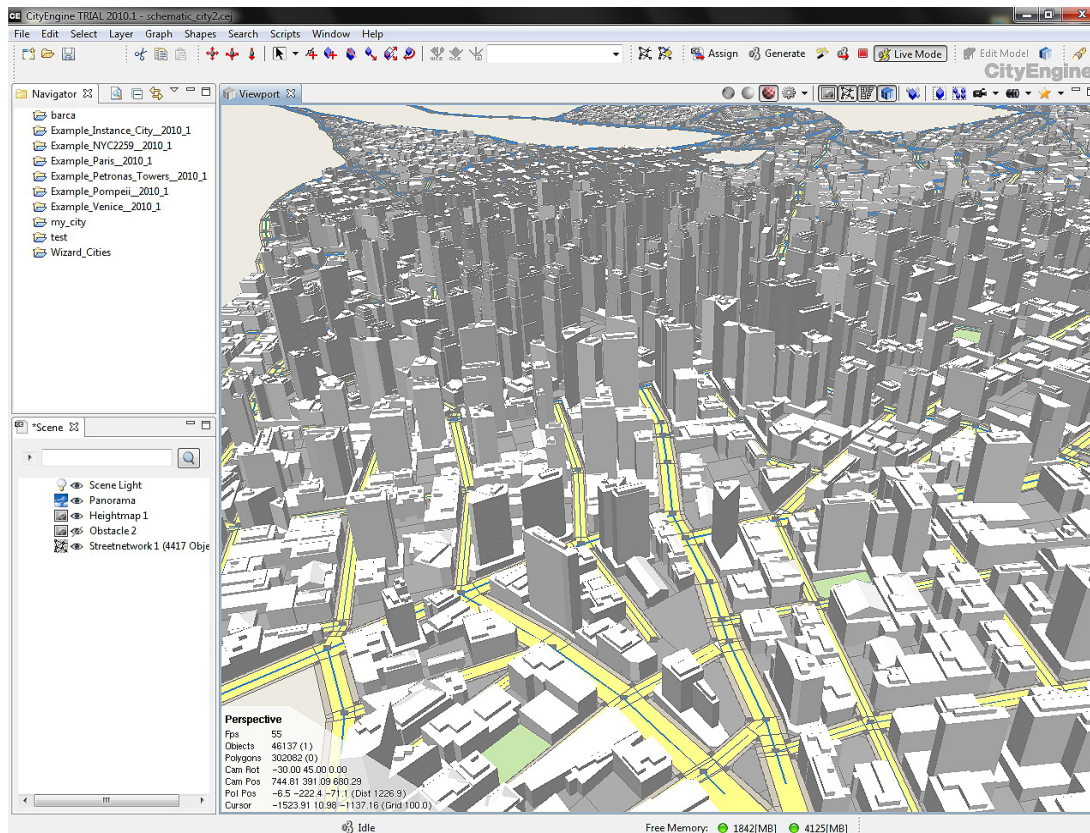


Fig. 9 Interfaccia grafica del software Procedural City Engine. Il programma esegue algoritmi parametrici in grado di strutturare primitive geometriche per simulare scenari urbani complessi: è inoltre possibile importare impianti urbani, riferibili a città esistenti, per ottenerne un modello parametrizzato.

potente basato sulla formalizzazione di vincoli e caratteri in grado di mettere a sistema variabili di forma e di relazione. I programmi che possono gestire questa modalità di rappresentazione, verticali per l'ambiente costruito, sono stati sviluppati a livello commerciale per offrire strumenti di pianificazione ai progettisti, ora capaci mediante essi di immaginare e visualizzare alternative di aggregazione e sviluppo secondo le logiche più disparate.

La libertà fornita di affrancarsi dal controllo d'insieme dei tanti vincoli tra loro correlati e dei quali il moderno urbanista deve tenere in conto, appare come il più immediato vantaggio che questi strumenti possono apportare. Pertanto, rendendo più agile il sistema, nasce la volontà di una sperimentazione più libera, dove cioè il pianificatore può avventurarsi nello studio di logiche aggregative complesse, ispirate alle dinamiche di crescita e sviluppo dettate finanche

dalla mimesi naturale. In tale ottica il concetto di parametrizzazione, ormai ben consolidato nella modellazione digitale, dovrebbe forse essere sostituito da quello di variazionalità, intesa come un metodo di rappresentazione bidirezionale dove non si perviene solamente ad un modello influenzato da parametri bensì la topologia del modello stesso in divenire può modificare i vincoli imposti in precedenza, raggiungendo una maturità strumentale

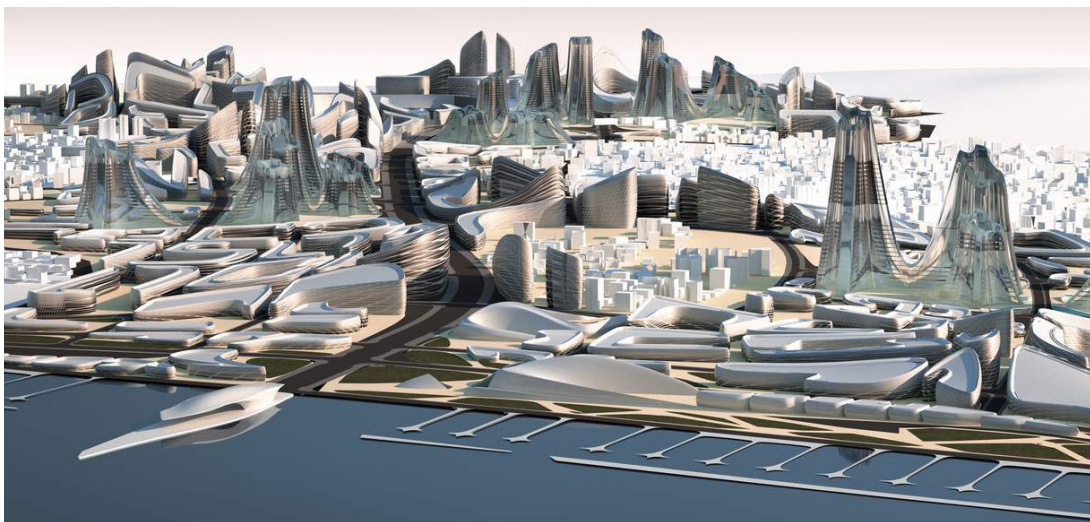
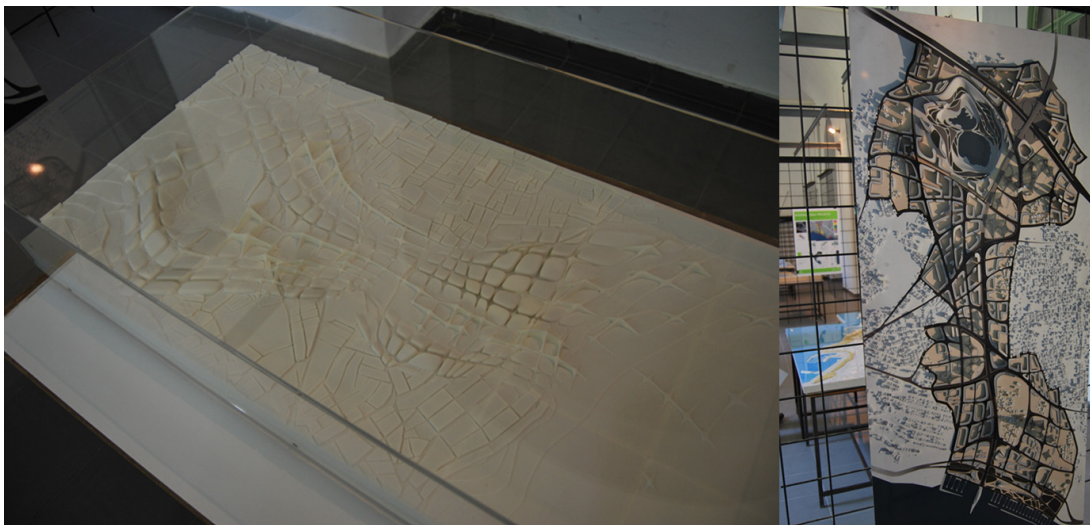


Fig. 10 e Fig. 11 Progetto di Zaha Hadid Architects per la trasformazione urbana del waterfront di Istanbul, Kartal-Pendik district, sviluppato con Autodesk Maya. In alto plastico di progetto e masterplan, in basso simulazione grafico-visuale delle volumetrie.

senza dubbio maggiore per le finalità analitiche e di progetto. Dal punto di vista funzionale, un modellatore variazionale così immaginato dovrebbe risolvere simultaneamente più equazioni non lineari per rispettare la biunivocità dell'impianto di variabili del problema in esame, ma ciò non appare essere un problema, considerata la potenza di calcolo alla portata dei moderni elaboratori.

Muovendosi tra algoritmi in grado di gestire più parametri, il designer urbano può così concentrarsi sulla scala di layout sulla base del proprio senso critico e della propria esperienza: sarà il software in un secondo momento, od in parallelo, a restituire automaticamente valori di aree, densità abitative, metrature per gli spazi di parcheggio, criticità diffuse e così via. La scienza, scrive Jane Jacobs, è passata dal sistema a "due variabili" newtoniano all'estremo dell'analisi statistica dove miriadi di parametri interagiscono [Jacobs, 1961]. Questo il vero valore dello strumento digitale moderno: presentare in tempo reale dati di feedback maturati da scenari complessi e necessari ad ottenere una maggiore qualità progettuale. Il processo diviene in tal modo generativo, coinvolgendo sequenzialmente le variabili in gioco e le loro implicazioni nei confronti della completezza dello scenario urbano [Alexander et al., 1987]. Il meccanismo si configura come strumento di concertazione tra saperi, dal momento che le diverse conoscenze degli attori partecipanti al progetto possono convergere attraverso il calcolatore in un modello unitario, olistico per definizione, aggregante e sviluppabile a piacimento: il designer smette di essere un "esperto solitario" per trasformarsi in un collaboratore tra collaboratori e fruitori del costruito [Fowles, 1977], strutturando il proprio pensiero in un processo omnicomprensivo dove il termine stesso "urban

design” torna ad indicare la completezza spaziale della città [Alexander, 2004].

In questa luce, software parametrici in grado di raccogliere informazione e distribuirla graficamente su vari livelli possono essere una valida interfaccia a ben più complessi sistemi di trattamento dati geospaziali (GeoDBMS) atti a generare accurati e vasti modelli urbani [Höllerer e Feiner, 2004], visualizzabili perfino su larga distribuzione con semplici strumenti WebGIS quali Google Earth o MS Virtual Earth [Garagnani, Mingucci, Muzzarelli, 2009].

Regolare morfologia e funzione attraverso variabili parametriche non è propriamente un’innovazione culturale recente: già il principio dell’architettura classica voleva che il costruito fosse mutuato da regole precise, parametri aventi lo scopo

di armonizzare le forme e gli spazi seguendo rapporti metrici naturali, finanche nel contesto urbano. Sebbene negli ultimi anni le visionarie e pericolose derive estremiste del cosiddetto New Urbanism abbiano riportato alla ribalta questo vernacolo esasperato di epoca neoclassica, la lezione che la storia ha tramandato, transitando per la crisi del modernismo, del post-moderno, del decostruttivismo e del minimalismo, è stata quella di individuare principi ordinatori applicabili alla scala architettonica ed a quella urbana.

L’urbanistica di avanguardia si è così rivolta verso una parametrizzazione favorita dagli strumenti computazionali già introdotti, assurgendo a nuovo stile. L’impiego di nuove tecniche, di animazioni digitali, di simulazioni virtuali e di strumenti per

cercare nuove forme, insieme alla modellazione variazionale e “scriptabile” ha condotto in questi ultimi anni ad un movimento strettamente interconnesso a livello mondiale di progettisti alla ricerca di soluzioni innovative nella pianificazione della città. Per arrivare a questo però i soli strumenti per quanto avanzati non sono sufficienti: l’estetica urbana infatti è per i progettisti parametrici sintetizzabile in un’eleganza ordinatrice della complessità e della fluidità continua che i sistemi esistenti in natura ispirano [Schumacher, 2007]. La città come un organismo vivente quindi cresce, si organizza e ri-organizza dinamicamente attraverso pattern che si auto-generano seguendo ordinamenti non sempre previsti o precostituiti [Frei Otto, 2009].

Mentre il Moderno era fondato sul concetto di spazio universale, l’urbanistica parametrica dei nuovi

progettisti computazionali differenzia i campi: lo spazio è vuoto, i campi sono pieni, come riempiti da un fluido in movimento, con le sue onde, i suoi moti laminari o turbolenti.

Strumenti come Generative Component™ di Bentley o Digital Project™ di Gehry Technologies stanno lentamente conquistandosi una nicchia di utilizzatori esperti sempre più ampia, contribuendo a chiudere il cerchio di quello svincolamento tra progetto e onere per il progettista di supervisione generale già trattato. Ne è un valido esempio il Kartal-Pendik Masterplan di Istanbul ad opera di Zaha Hadid Architects, nel quale l'ottimizzazione della rete viaria di un'importante area nella porzione asiatica della città è stata parametrizzata con il modulo hair dynamics di Autodesk Maya. In questo particolare caso di

studio si è ricercata un'articolazione relazionale tra torri, edifici a blocco e strade nel tessuto urbano, in virtù della modellazione digitale in grado di variare continuamente lo spazio in funzione delle decisioni di progetto.

Il software CityEngine™ della società svizzera Procedural sintetizza pragmaticamente quanto esposto in questo scritto, rendendo disponibili tutta una serie di trasformazioni volumetriche comandate da parametri: ancora una volta resta valida, per fortuna, la posizione del filosofo John Searle, il quale afferma che l'esecuzione di un programma da parte di un calcolatore non lo promuoverà mai ad essere pensante. Ciò proprio a causa delle limitazioni intrinseche alla programmazione, ma più in generale del buon senso dell'utilizzatore.

BIBLIOGRAFIA

- Alexander C., *A New Theory of Urban Design*, with Hajo Neis, Artemis Anninou, Ingrid King, Oxford University Press, New York, 1987
- Alexander C., *The Nature of Order. An essay on the art of building and the nature of the universe* (four books), Center for Environmental Structure, 2003
- Fowles B., *What happened to design methods in architectural education?* *Design Methods and Theories*, 11 (1), 1977, pp. 17–31.
- Frei Otto P., *Occupying and Connecting. Thoughts on Territories and Spheres of Influence with Particular Reference to Human Settlement*, Edition Axel Menges, Stuttgart/London, 2009
- Garagnani S., Mingucci R., Muzza-relli A. (2008), *Cartografie, Web-GIS e modelli interattivi: verso un sistema "globale" di referenziazione dei dati di rilievo architettonico*, in DISEGNARECON, Vol. 1, n.2, Alma@DL Università degli studi di Bologna
- Hallaway D., Höllerer T., Feiner S., Bridging the gaps. *Hybrid tracking for adaptive mobile augmented reality in Applied Artificial Intelligence, Special Edition on Artificial Intelligence in Mobile Systems*, Vol. 25, No. 5, July 2004
- Lynch K., *The image of the city*, MIT Press, Cambridge Massachusetts, 1960; edizione italiana *L'immagine della città*, Marsilio, Padova 1964
- Rossi A., *L'architettura della città*, Marsilio, Venezia, 1966
- Sitte C., *Der Städtebau nach seinen künstlerischen Grundsätzen*, 1889; edizione italiana *L'arte di costruire le città. L'urbanistica secondo i suoi fondamenti artistici*, Jaca book, Milano 1981
- Schumacher P., *Aguing for Elegance*, in Castle H., Rahim A., Jamelle H., *Elegance, Architectural Design*, January/February, Vol.77, No.1, Wiley Academy, London, 2007