

Pisae Forma Urbis. Digital drawing and 'reading' of the city

MASSIMO GASPERINI

Abstract

Se il territorio costituisce il supporto materiale sul quale si sono impressi e sovrapposti i segni lasciati dall'uomo attraverso i secoli, la città può essere a ragione considerata la massima manifestazione dell'intervento dell'uomo su di esso. I processi urbani che determinano un impianto con tutte le sue modificazioni dinamiche sono interconnessi senza soluzione di continuità storica tanto da essere riassunti e rinvenuti nella trama stessa della città. Possedere gli strumenti per cercare di comprenderne i contenuti costituisce un primo atto cognitivo di fondamentale importanza qualora si intenda partecipare consapevolmente all'accumulazione di nuove proposte all'interno del tessuto storicizzato. La fase analitica della lettura conduce alla comprensione di questi processi dinamici che hanno determinato storicamente gli assetti insediativi e infrastrutturali del territorio. In analogia con la letteratura possiamo asserire che il palinsesto territoriale corrisponde al testo della storia dell'uomo e per essere compreso deve essere letto con la logica del progetto, lo strumento eletto della disciplina dell'architettura. Il documento principale per la lettura è il rilievo. Sottoporre la forma urbana di Pisa all'indagine sperimentale della lettura mediante l'adozione di nuovi strumenti digitali costituisce un momento di approfondimento e di sintesi delle conoscenze acquisite oltre ad esperire nuove metodologie analitiche sia nel campo degli studi storico-archeologici che in quelli dell'urbanistica e dell'architettura. I modelli tridimensionali digitali di Pisa e del suo territorio entrano per la prima volta a far parte di tale apparato strumentale, potenzialmente aperto verso nuovi possibili modi di utilizzazione. In particolare la Pianta della città si pone come supporto tecnico per molteplici e multiformi applicazioni.

Abstract

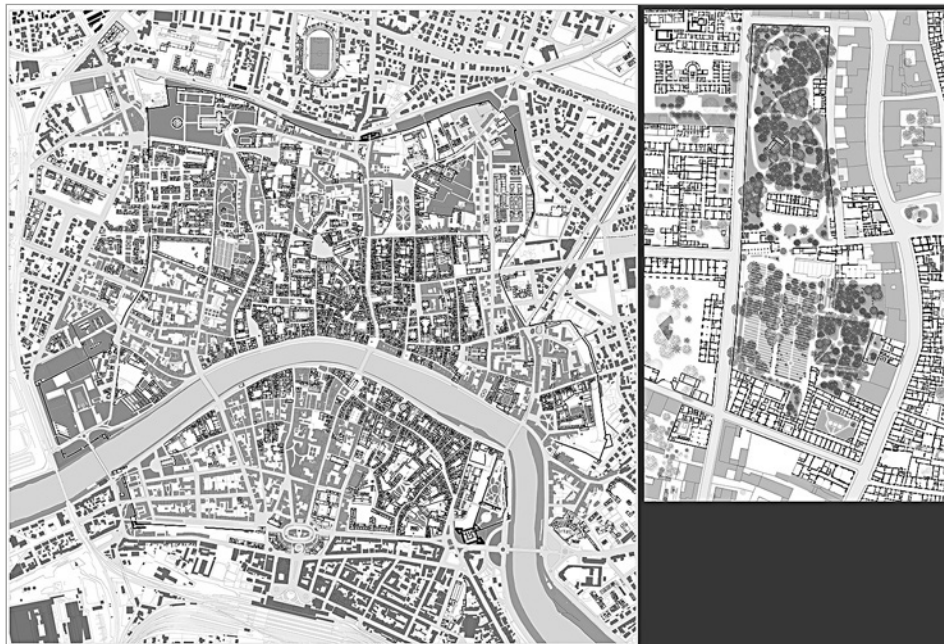
If the territory is the material support on where the marks left by man through the centuries are impressed and superimposed, the city could be rightly considered as the greatest manifestation of the human intervention on it. The process that determine an urban system with all its dynamic changes are interconnected in a historical continuum so as to be summarized and found in the same interlaced city. To have the means in such a way as to try to understand its contents is primary importance if one intends to participate with good knowledge of a case in proposing new plans within the historical tissue. The analytical phase of reading leads to understand these dynamic process that have historically caused the settling down order and the territorial structure. On the analogy of the literature we can assert that the territorial palimpsest accords with the man history text and to be understood should be read with the logic of the plan, the elect instrument of the architectonic discipline. The main document for reading is the survey. To submit the urban form of Pisa to the experimental research of the reading by using new digital instruments is an opportunity of search and synthesis of the acquired knowledges besides to test new analithical methodologies both in the field of historical and archaeologic studies and in those of the town-planning and architecture. For the first time the digital three-dimensional models of Pisa and its territory take part of this instrumental system, potentially open to new modes of use. Particularly the 3D representation of the town is a technical support for many and multiform applications. However, these new instruments of representation need to be connected with new methods of 'reading' and interpretation.

Keywords

3D city model, G.I.S., territory and town, reading and typological interpretation

Massimo Gasperini. Architect and researcher in the Representation Sciences, former lecturer in the Faculty of Architecture of Florence and Genova, founded in 2003, the *Archèlab* study dealing with architectural and urban design at different scales of intervention. Since 2007 he is Executive Director of CISPUP, International Centre for the Study of Urban and Territorial Processes. He has participated in numerous national and international competitions, receiving awards and mentions. His projects have been exhibited at the "X International Architecture Exhibition at the Venice" and other national exhibitions. His drawings were published in important digital magazines including *The Architectural Review Folio* and *Industriarchitettura*. critical connections. Among the major monographic publications concerning the architectural design and landscape include: *Shining Dark Territories. 100 thoughts of architecture* (with A. Melis, Pisa 2015), *Saverio Muratori. Architetture interrotte/Unbuilt Masterworks*, (Pisa, 2012), *Disegni d'architettura e di paesaggi. Appunti del Corso di Rappresentazione della città, del territorio e del paesaggio*, (Pisa, 2010); *ArchCube. Esperienze di Progettazione Architettonica Assistita*, (Firenze 2006). Dal 2009 è direttore delle collane editoriali *Architetture/Paesaggio* (Istos Edizioni) e *Le ragioni del disegno* (ETS).

[Fig. 1] Pianta di Pisa. A sinistra l'elaborato originale integrale restituito alla scala 1:1000; a destra il dettaglio della Pianta di Pisa. Rilievo urbano e ambientale del Giardino dei Semplici. Scala 1:250.



- 1 Fortier, Bruno., in: *Casabella* n. XLIX, 1985, Novembre 518.
- 2 Vagnetti, Luigi, *Quaderno n. 8-9-10*, aprile 1972, Edizioni dell'Istituto di Progettazione Architettonica, Università degli Studi di Genova, Facoltà di Architettura, p. 22.
- 3 Un'opera di notevole rilevanza nell'ambito del rilevamento architettonico e urbano è quella compiuta dall'"Ufficio Studi e Progettazione" del Comune di Pisa (divenuto più tardi "Ufficio Progetti"), creato dall'Architetto Massimo Carmassi nel 1974 e da lui diretto sino al 1990. Carmassi avviò un vasto programma sistematico di rilievo che, nell'arco di sedici anni, consentì di raccogliere una grande quantità di materiale iconografico sulla città grazie al prezioso contributo di numerosi professionisti interni all'Amministrazione Pubblica e agli studenti delle Facoltà di Ingegneria di Pisa e di Architettura di Firenze. In questo contesto fu intrapresa una prima ricognizione sintetica della città attraverso il montaggio di particelle catastali in scala 1:200 teso al completamento dell'impianto degli isolati e del disegno schematico dei prospetti della città inscritta entro le mura medievali. Seppure mai completato, questo lavoro permise di istituire uno strumento adeguato ad affrontare, in maniera corretta, i temi del recupero degli edifici storici. Così i primi lavori concreti sul tessuto urbano, elaborati dai tecnici dello stesso Ufficio, rappresentarono l'occasione per mettere a punto una metodologia di rilievo capace di leggere in profondità la struttura materiale e le leggi compositive degli edifici antichi, alla scala opportuna e con un approccio grafico sofisticato. Con l'abbandono dell'Ufficio Progetti Carmassi, sulla base dell'esperienza acquisita attraverso il rilievo della città, proseguì autonomamente con il suo Studio le indagini su Pisa. Queste ricerche approderanno al "Progetto Mura", una proposta estesa ad una superficie di oltre ottanta ettari rivolta alla valorizzazione delle risorse monumentali. Questo ambizioso piano, che ha impegnato Carmassi e la sua équipe per decenni, vedrà la parziale realizzazione con i piani integrati al Progetto P.I.U.S.S. Massimo Carmassi continuerà successivamente ad interessarsi a Pisa, prima con l'ambiziosa impresa di realizzare un modello tridimensionale digitale della città, una sorta di trasposizione virtuale dell'idea del plastico urbano maturata dallo stesso Carmassi all'inizio degli anni '80 del secolo scorso, poi in ambito didattico, allo I.U.A.V. di Venezia, con dei progetti di recupero di aree monumentali sviluppati nel contesto dei "laboratori integrati di conservazione" (A.A. 2008-2010). La realizzazione del plastico digitale della città, al quale fui chiamato a partecipare, ha dato l'occasione a chi scrive di avviare il lungo processo di affinamento metodologico sui temi del rilevamento urbano, facilitato anche dallo sviluppo tecnologico ed informatico.

- 4 Numerosi sono i rilievi architettonici informatizzati e raccolti negli ultimi anni nelle diverse occasioni professionali e di ricerca, prevalentemente riferibili agli edifici più notevoli di Pisa. Considerabile è anche

La Pianta di Pisa. Questioni metodologiche

A proposito del paziente lavoro analitico dell'Atlante di Parigi, Bruno Fortier ha scritto: "Ridistribuite sul suolo teorico e sulla base matematica perfettamente affidabile, le immagini che se ne sprigionarono nulla più avevano in comune con quelle che un catasto avrebbe potuto dare. Esse fornivano le informazioni di un catasto: tracciati viari, ingombri degli edifici, struttura fondiaria e parcellare, presentavano sì un paesaggio, ma un paesaggio assai instabile nel quale la città appariva anzitutto come una gigantesca memoria, un archivio minerale leggibile nello spazio e nel quale effettivamente si apriva ma che ci inviava quasi istantaneamente a ripercorrerla nel tempo"¹.

La *Pianta di Pisa* allo stato attuale, nella sua qualità testimoniale, costituisce un'importante documento per la conoscenza della *forma* urbana. Il carattere morfologico e ambientale che essa restituisce testimonia la sua dimensione organica che "per mantenersi vitale, ha necessità assoluta di rinnovare continuamente le cellule dei suoi tessuti, entro i limiti stessi della sue leggi di equilibrio biologiche"².

Diversamente dalle precedenti esperienze di rilievo urbano riguardanti la città³, *La Pianta di Pisa* si propone come piattaforma innovativa per la documentazione del patrimonio edilizio esistente. Infatti la sua concezione informatica definisce un sistema in continua evoluzione, indispensabile strumento di annotazione delle trasformazioni dell'organismo urbano nelle sue componenti costitutive di carattere strutturale e ambientale, anche delle porzioni più minute.

L'elaborato trova la sua ideale restituzione su carta alla scala 1:600, nondimeno dimostra particolare efficacia negli approfondimenti dei settori urbani sino a giungere alla scala 1:200 poiché l'insieme è frutto del montaggio ragionato di rilievi architettonici⁴. Proprio in questi casi la fissità del disegno tradizionale dichiara i suoi limiti rispetto alla dinamicità del sistema informatico fondato su una banca dati numerica e geometrica in cui ogni elemento, opportunamente restituito attraverso l'adozione di una gerarchia di segni istituiti entro una struttura lessicale propria del rilievo urbano, è rappresentato nella sua complessità tipologica e strutturale. [fig. 1].

Il criterio che permette l'aggregazione di un numero elevato di rilievi architettonici di tipo planimetrico, rappresentativi delle sezioni a livello del piano terra, è il medesimo

il materiale cartaceo riferito ai complessi monumentali e ad alcuni comparti urbani elaborati in occasione delle campagne di rilievo architettonico coordinate dall'Ufficio Progetti del Comune di Pisa. Per questi ultimi grafici si è trattato di affrontare un paziente e ragionato lavoro di acquisizione e di lucidatura (ricalco interpretativo) che ha coinvolto una dozzina collaboratori nelle porzioni urbane di San Francesco e di Santa Maria, quartieri questi particolarmente interessanti per gli studi sui processi evolutivi della città storica. Le maggiori istituzioni cittadine (Provincia di Pisa, Comune di Pisa, Università di Pisa, Ufficio Arcidiocesi di Pisa), insieme a numerosi tecnici hanno aderito all'operazione di riaggiornamento, fornendo rilevamenti architettonici di elevato dettaglio qualitativo e apportando correttivi in corso d'opera, in una sorta di singolare processo partecipato aperto alla conoscenza.

- 5 Il criterio utilizzato tradizionalmente per la costruzione delle piante urbane ad elevato dettaglio, descrittive della sezione dei piani terra, esclude, nella generalità dei casi, il rilevamento diretto e totale di tutti i manufatti edilizi, operazione evidentemente onerosa tanto per l'impiego di tempo che questa imporrebbe, quanto per la materiale difficoltà di accessibilità per la gran parte di edifici pubblici e privati. Nonostante il progressivo sviluppo delle tecniche di rilevamento urbano (si vedano le applicazioni con tecnologia laser scan) il rilievo strumentale diviene ancora oggi una operazione difficilmente eseguibile su aggregati di una certa dimensione e complessità. La base di partenza è dunque costituita dal materiale grafico proveniente dagli Uffici Tecnici Erariali pertinenti al Catasto Edilizio Urbano (planimetrie particellari e mappe di insieme) e dal confronto diretto con la realtà mediante il controllo delle misure fondamentali, l'individuazione delle strutture portanti, la precisazione dei vani porta e finestra degli involucri edilizi, il riconoscimento degli organismi statici (volte, solai, archi architravi, ecc.) e la notazione delle relazioni reciproche per quanto attiene ad ogni particella. Ciò nella consapevolezza che il Catasto è spesso scarsamente fedele e dunque non probatorio circa il rigore dei dati geometrici. I suoi grafici particellari sono infatti generalmente affetti da gravi manchevolezze e da alterazioni profonde della realtà obiettiva, poiché quasi sempre trascurano precise angolazioni delle murature, documentandole come ortogonali, oppure, talora, omettono lo spessore dei muri d'ambito. È compito del rilevatore ponderare tali lacune con il confronto con il confronto diretto con la fisica presenza dei manufatti, attraverso sopralluoghi spediti e sommari (reali e virtuali), purché condotti con la chiara consapevolezza di ciò che si intende ottenere.
- 6 Con l'acronimo C.A.D. (*Computer Aided Design*) si indicano tutti quei sistemi informatici dedicati al disegno geometrico assistito da calcolatore; il termine G.I.S. (*Geographic Information System*) si riferisce a sistemi informatici rivolti all'elaborazione grafica e statistica di dati geografici.
- 7 C.T.R. 2K (1:2000) realizzata secondo il sistema geodetico-cartografico 'Roma 40 Gauss-Boaga fuso Ovest', Codice EPSG 3003.

adottato dal metodo tradizionale di riaggiornamento catastale⁵. Il sistema digitale rispetto al metodo tradizionale impone una maggiore precisione metrica e geometrica: i fogli catastali in tempi passati aggregati e assemblati attraverso un empirica procedura di 'collage' sono oggi sostituiti da trame geometriche vettoriali opportunamente restituite, classificate e referenziate al sistema geografico tramite software di disegno digitale assistito e database geografico G.I.S.⁶.

Merita soffermarsi sulla questione procedurale per sgombrare il campo da possibili equivoci di tipo concettuale. Vi è una grande differenza tra rilievo architettonico e rilievo urbano, anche se comune è il termine che li designa e analoghe possono apparire le operazioni di rilevamento. Un rilievo urbano, per sua natura, appare più riduttivo di quello architettonico e nel contempo più complesso e astratto. Rinuncia alla qualità espressiva dell'architettura per esaltare i dati strutturali dell'organismo urbano intriso di livelli di articolazione ben più stratificati di quelli appartenenti ad un singolo edificio; il rilievo urbano è notazione della *forma urbis* e non semplice mosaico di rilievo delle singole unità edilizie e dunque meno rappresentativo e più 'presentativo', si potrebbe dire meno iconico e più simbolico. La *forma* urbana non è l'immagine della città ma la sua forma-struttura, ovvero una notazione grafica che, pur mantenendo un alto quoziente di sostanza architettonica, rimane legato allo stato della notazione diagrammatico-simbolica. Teoricamente, però, il rilievo urbano dovrebbe ambire al raggiungimento della qualità metrica e restituiva del rilievo architettonico. Per questa ragione la *Pianta di Pisa* affida la massima precisione geometrica attingendo dalla 'complessità' del rilevamento architettonico, pur ricorrendo ad una modalità rappresentativa di tipo simbolico, per esaltare le forme del tessuto urbano, giungendo ad una sorta di quadro radiografico e di 'archivio minerale' della città.

Il rilievo dei pieni (strutture edilizie) e dei vuoti (struttura ambientale), anche se schematico, è indispensabile per la conoscenza analitica degli elementi che strutturano l'organismo urbano ed è uno strumento basilare per l'elaborazione delle azioni ammissibili. La progettazione urbana non può basarsi sulla tessitura delle unità edilizie catastali ma deve riguardare la reale conformazione e articolazione delle strutture edilizie nelle loro relazioni precipue. Il rilevamento esteso a tutti i piani del costruito o soltanto al piano terreno, come nel caso in esame, può fornire l'adeguata trama degli elementi strutturanti, invarianti del sistema urbano.

La necessità di realizzare un prodotto dinamico capace di trovare restituzione in un ampia gamma di scale di restituzione grafica ha imposto l'adozione di procedure operative ben definite e di un codice grafico universale: si sono resi così omogenei i rilievi vettoriali già acquisiti ed istituita una modalità specifica di disegno per quelli di nuova realizzazione. La convenzione utilizzata, nella sua semplicità strutturale, consente di attivare o annullare alternativamente diversi attributi grafici in dipendenza dalla scala di restituzione definitiva della pianta. Si individuano in tal modo i fattori costanti e preminenti per le scale di rappresentazione più generali (1:1.000 - 1:2.000) rinvenibili nelle strutture possenti del sistema difensivo medievale, nei muri portanti dell'edilizia civile, fino alle trame secondarie facenti parte delle delimitazioni delle proprietà, delle aree di pertinenza e di rispetto degli edifici, dell'andamento dei marciapiedi e del disegno dei vuoti urbani. Si ricercano altresì i dettagli più minuti degli edifici nelle linee in vista, nelle proiezioni dei soffitti e delle superfici voltate, nel disegno delle pavimentazioni, nell'arredo urbano, nella scrupolosa definizione del sistema vegetazionale per gli spazi esterni e per le porzioni da dettagliare maggiormente (scale 1:200 - 1:500).

La base di riferimento geometrica per il montaggio complessivo dei vari settori urbani è la Carta Tecnica Regionale redatta su base vettoriale⁷. È su questa stessa cartografia che viene riferito il Sistema Informativo Territoriale del Comune di Pisa

ed altri sistemi strutturati su piattaforma G.I.S. a livello regionale e nazionale, poiché costituisce il rilievo più dettagliato, a livello topografico, della città. La cartografia numerica è stata comparata alla ortofoto ad alta risoluzione della città necessaria per delineare il corretto tracciamento dei percorsi, del profilo dei marciapiedi, dei dislivelli, della geometria dei vuoti urbani e dei loro elementi costitutivi (le piazze, i giardini, gli slarghi, le fontane, l'arredo urbano, ecc.). A ciò è stata inoltre relazionata la cartografia georeferenziata del Catasto Leopoldino-Fertinando (1819-1835), il primo catasto geometrico particellare della Toscana realizzato con principi geodetici agrimensori assolutamente innovativi per l'epoca in cui fu redatto. Questo pregevole documento storico ha agevolato le successive stesure planimetriche diacroniche, effettuate incrociando i dati storico-archivistici con quelli geometrici dedotti dall'assetto attuale del tessuto urbano, dati questi indispensabili per ulteriori letture urbane.

Dopo la strutturazione di una banca dati organizzata per tipologie edilizie e omogenea nelle informazioni vettoriali, si è proceduto all'inserimento delle porzioni tessutali sulla carta di base. La diversa natura di queste elaborazioni ha sollevato un primo punto di criticità di ordine metodologico riferibile alla diversa struttura geometrica delle informazioni: l'approssimazione descrittiva delle mappe numeriche 'al 2.000', caratterizzate dall'ingombro delle masse murarie e dal tracciamento delle particelle annesse, implicita nel criterio di documentazione e rappresentazione di questo tipo di prodotti cartografici, risulta incompatibile con il più puntuale insieme geometrico-descrittivo rinvenibile nelle piante architettoniche eseguite con metodi di rilevamento diretto, strumentale o integrato. L'adozione della ortofotogrammetria a colori costituisce un buon supporto per ovviare a questo genere di divergenza, introducendo un nuovo elemento descrittivo di confronto maggiormente associabile al livello di dettaglio dei rilievi architettonici. Ciò ha permesso la corretta referenziazione delle particelle nel complesso degli isolati urbani agevolando la definizione di molti dettagli difficilmente desumibili dalla carta tecnica, come ad esempio l'andamento dei dispositivi dei tetti, argomento facente parte di una tavola specifica.

La naturale trasposizione della *Pianta di Pisa* su un sistema informativo geografico garantisce una più opportuna gestione della notevole quantità di informazioni geometriche di cui è costituita. Ciò fornisce inoltre una elevata flessibilità di utilizzo di tutte quelle informazioni connesse alla banca dati, siano esse numeriche, descrittive oppure grafiche. Attraverso l'istituzione di *records* è possibile inserire nuove tipologie di informazioni tratte da analisi diversificate sulla città e, non ultimo, si ricerca una relazione diretta con il modello digitale tridimensionale di Pisa di cui si tratterà successivamente⁸ [fig. 2].

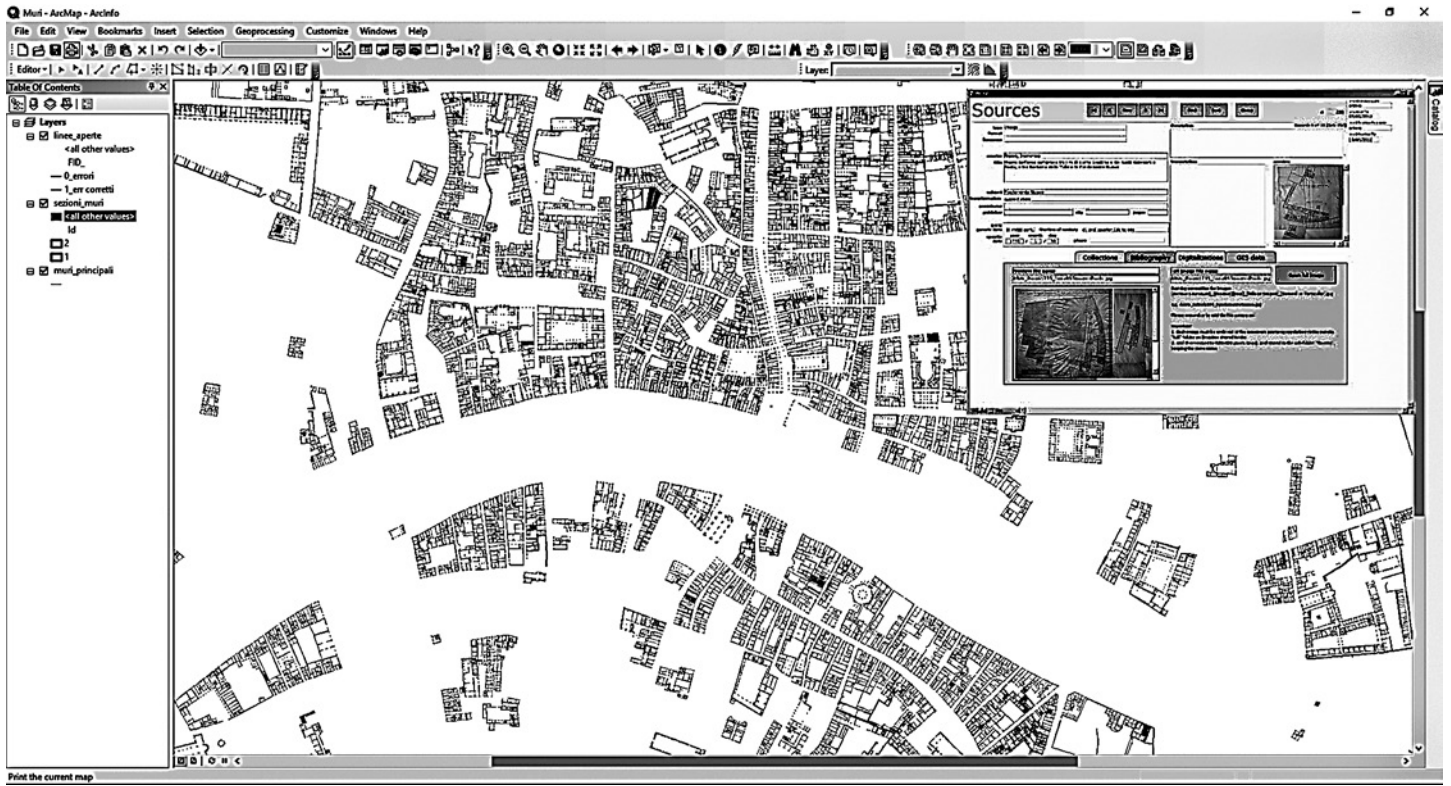
La non accessibilità di alcuni dati planimetrici riferibili prevalentemente alle proprietà private, non ha consentito, al momento, di completare il rilievo planimetrico delle strutture edilizie, tuttavia, la restituzione dettagliata integrale dei settori urbani di San Francesco, di Santa Maria e di ampie porzioni settentrionali dei quartieri di San Martino e di Sant'Antonio, risulta esaustiva sia per gli studi multidisciplinari indirizzati alla lettura dei principali fenomeni trasformativi prevalentemente interconnessi alle leggi di aggregazione dei tipi edilizi, che per dimostrare la validità del documento. [fig. 2a-b-c].

La possibilità di integrare nella *Pianta di Pisa* ulteriori analisi ricostruttivo-congetturali in corso di realizzazione (*'Progetto Pisa Ottocento'*) apre la possibilità a comparazioni diacroniche simultanee della forma urbana⁹.

La realizzazione di un *webGIS* a gestione controllata potrebbe costituire la migliore soluzione per garantire il massimo aggiornamento delle informazioni e la condivisione degli archivi.

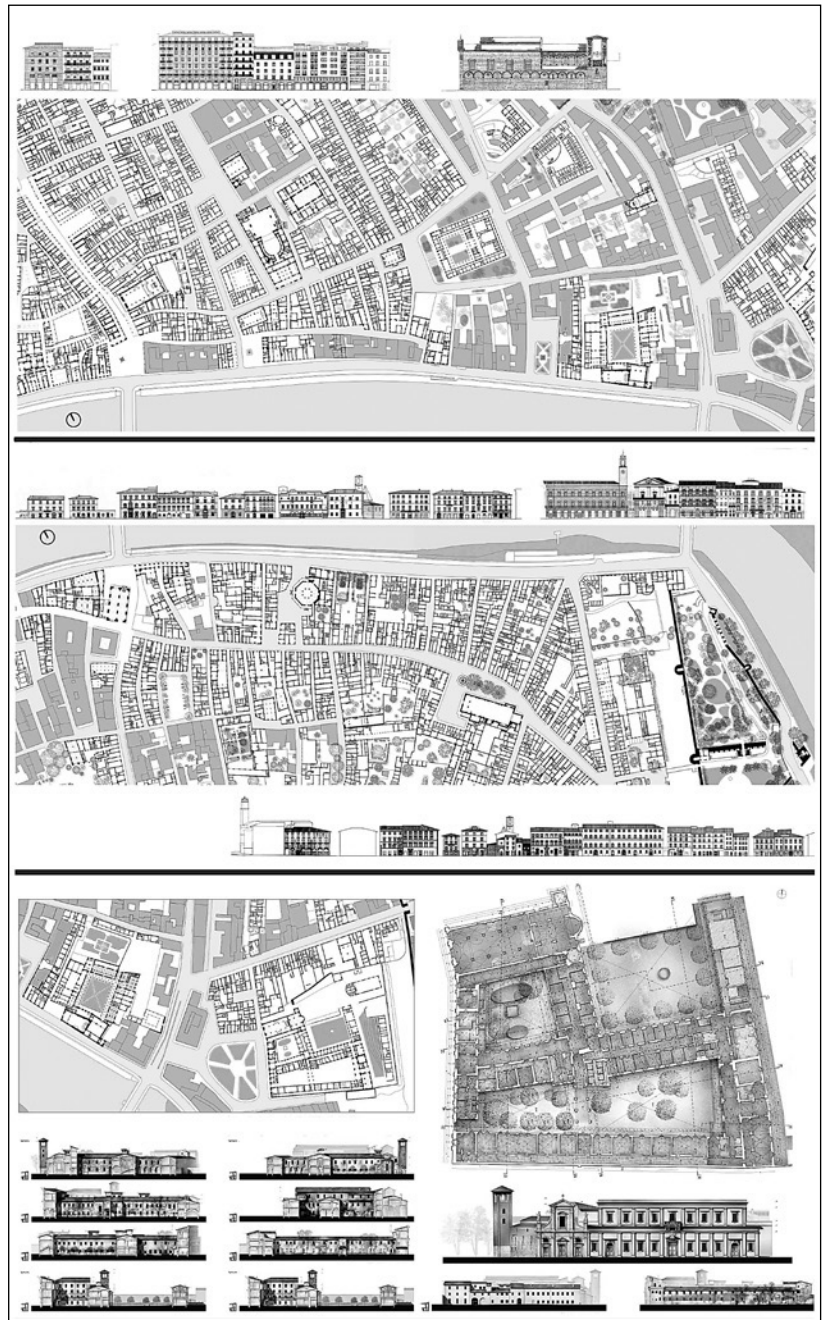
8 L'insieme bidimensionale così descritto diviene il palinsesto grafico per la definizione del database urbano capace di descrivere ogni singola unità edilizia referenziata al suo ingombro planimetrico.

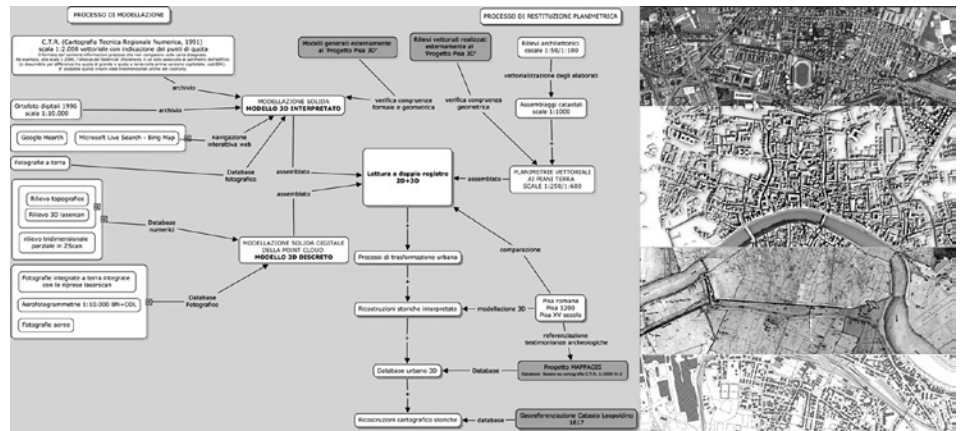
9 Il progetto denominato *Pisa Ottocento*, coordinato da chi scrive, ripropone una ricostruzione planimetrica e tridimensionale dell'assetto urbano e territoriale della città a partire dalla base cartografica descritta dal Catasto Leopoldino e dai cospicui documenti cartografici depositati presso l'Archivio di Stato di Pisa e di Firenze. Il progetto sarà descritto dettagliatamente ed illustrato nel secondo volume della presente collana.



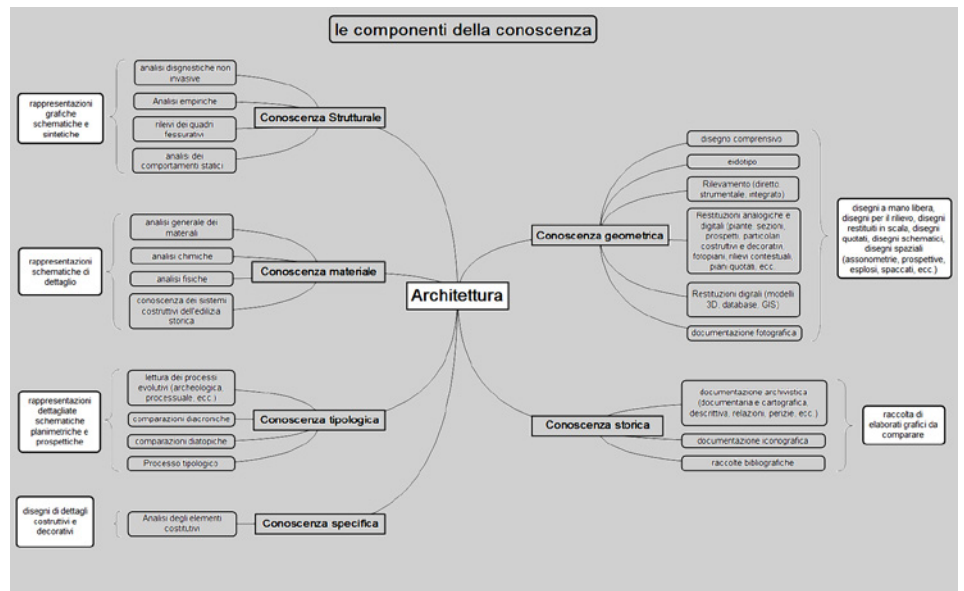
[Fig. 2] Pianta di Pisa all'interno dell'interfaccia G.I.S. (ESRI-ArcGIS-ArchMAP v.10.0).

[Fig. 2a-2b-2c] Pianta di Pisa. La planimetria, in corso di completamento, restituisce le sezioni dei piani terra di vaste porzioni dell'edificato del Centro Storico. Le zone fin qui rappresentate costituiranno la base cartografica per l'analisi processuale del tessuto antico della città. Le porzioni di isolati sono inoltre caratterizzate dalle sezioni prospettiche sui percorsi principali.





[Fig. 3] Principi di costruzione del modello digitale della città: diagramma operativo.



[Fig. 4] Le componenti della conoscenza.

Il rilievo analitico di Pisa si propone in tal modo come dato basilare e vincolante per ogni azione di conservazione e trasformazione della città. Il suo disegno può contribuire, rimanendo nel pieno del suo specifico disciplinare, a fornire un potente strumento di supporto alla progettazione urbanistica, divenendo una dei motori di modificazione della città poiché, nel rappresentarla con una pertinente trascrizione, ne stimola un conseguente destino progettuale, ne suggerisce assetti congruenti e dissonanti, ne garantisce la conservazione e ne condiziona la trasformazione.

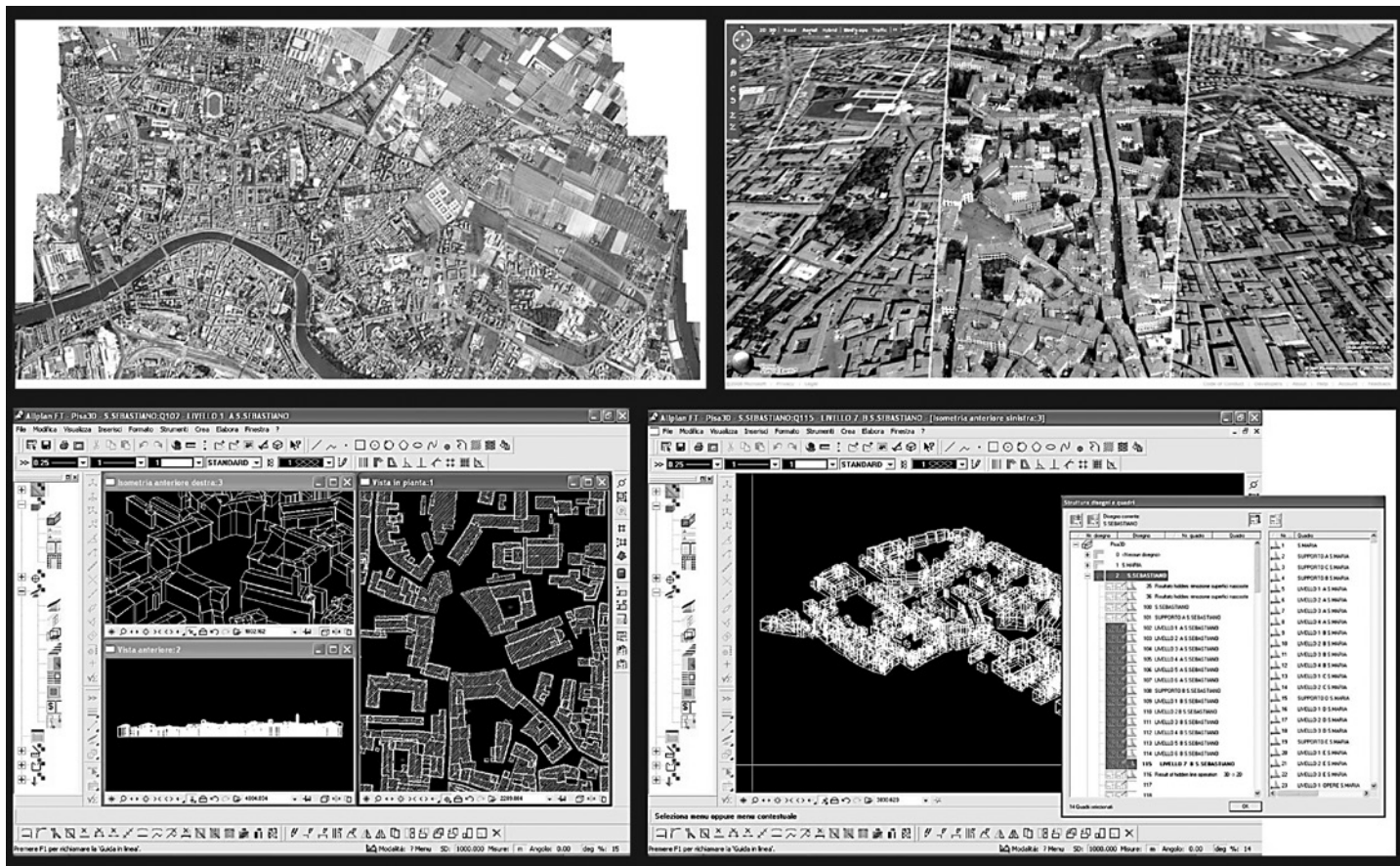
Pisa³: modello digitale tridimensionale della città

L'approccio informatico alla costruzione del modello digitale¹⁰ di Pisa intende fornire una base metodologica capace di ampliare le prospettive della lettura dei processi di trasformazione della città e di fornire strumenti operativi che stimolino una più ampia condivisione pluridisciplinare e diffusione degli studi sui processi urbani e territoriali. La disciplina che sta a fondamento del criterio di concepimento del modello è il Rilievo nelle sue molteplici applicazioni, alle diverse scale d'intervento.

10 Il termine modello è da intendersi nella sua più ampia accezione, *in primis* scientifica poiché si tenta la combinazione di un insieme di teorie tendenti alla descrizione oggettiva del fenomeno urbano; in secondo luogo fisica poiché l'approdo interpretativo di questo modello applicativo si verifica sul piano rappresentativo ancora con un modello ma questa volta fisico ed interpretato sia che si voglia descrivere la consistenza della città nella sua attuale condizione, sia che si tenti una sua ricostruzione congetturale diacronica da esprimersi come sintesi processuale del fenomeno evolutivo.

Gli esiti di questa sperimentazione, ancora da comprovare, saranno tanto più efficaci quanto più evoluto, in termini rappresentativi e operativi, sarà il sistema informativo.

Creare uno spazio virtuale e dinamico entro cui collocare la fisicità dell'assieme urbano amplia le prospettive della interpretazione e della gestione dei processi di trasformazione urbana, tradizionalmente eseguita mediante le rappresentazioni cartografiche a due dimensioni. Il modello digitale inoltre, se strutturato e gestito all'interno di una specifica banca dati geometrica relazionata con la *Pianta di Pisa*, mostra una elevata capacità evolutiva; approfondito corretto ed ampliato nel tempo attraverso molteplici contributi sia pubblici che privati, potrebbe essere successivamente fruito da un'utenza ampliata attraverso i collaudati sistemi basati sul Web. [fig. 3-4].



[Fig. 5] Principi di costruzione del modello digitale della città: rilievi topografici digitali vettoriali e le informazioni interattive rilevabili dal GIS.

11 Le famiglie di elaborati indispensabili alla redazione del modello sono classificabili in:

- Rilievi architettonici in formato raster e vettoriale;
- Rilievi fotogrammetrici terrestri delle facciate sviluppati con l'impiego di prese fotografiche, raddrizzate attraverso misurazioni dirette delle dimensioni di massimo ingombro dei corpi edilizi;
- Eidotipi (disegni dal vero tracciati su quaderni).

Il contorno apparente dei fabbricati è definito da due ordini di quote: le quote a terra (coincidenti con il piano superficiale del modello digitale del terreno realizzato sotto forma di 'maglia' del piano quotato), e quelle della linea di gronda riportate in corrispondenza di ciascun edificio. L'oggetto della gronda è desunto dalle fotografie aeree che riproducono gran parte degli edifici; nel caso di lacune è stato utilizzato un criterio gerarchico in cui le massime sporgenze (dagli 80 ai 150 cm) sono riferibili agli edifici monumentali.

La modellazione presuppone una organizzazione dei dati stabilita a priori attraverso il corretto utilizzo delle gerarchie per livelli tipiche dei vari software di disegno assistito. Realizzato il modello sintetico complessivo (volumi edilizi con coperture in oggetto, marciapiedi, recinzioni, strade, piazze, sponde del fiume, ponti ecc.), per i quartieri analizzati in fase di approfondimento, il lavoro è proseguito nel trattamento superficiale degli edifici secondo le seguenti fasi:

Diversamente dalle altre esperienze di ricostruzioni di modelli della nostra città, nel nostro caso prevale la volontà di evidenziare, attraverso il disegno, la *Forma urbis*: si privilegiano in tal modo gli aspetti più intimamente legati alla dimensione dello spazio fisico, alle caratteristiche proporzionali, tipologiche, formali e dimensionali degli edifici, alle relazioni reciproche tra gli elementi della città, piuttosto che tendere ad un riscontro esclusivamente metrico degli stessi oppure ricercare le sue relazioni quantitative statistiche e censuarie.

Per la costruzione del modello si è reso necessario, in prima istanza, definire l'*iter* operativo e concettuale stabilendo le modalità e i limiti della misurazione istituendo dei margini di accettabilità data la scala di rappresentazione in ogni caso rapportabile a quella dei rilievi urbani. Il disegno è il risultato tangibile del modello e diviene l'ultimo atto del processo narrativo della forma urbana, per questo deve essere regolato da codici e convenzioni specifiche e prestabilite. Il processo descrittivo si basa sull'analisi della consistenza attuale della città i cui dati dimensionali e geometrici sono desunti da materiali diversificati: oltre alle 'carte misurate' (C.T.R., ortofotopiani, rilievi urbani ed architettonici), si sono affiancate cospicue campagne fotografiche a terra che hanno approfondito la conoscenza di singoli elementi. Particolarmente utili si sono rivelate inoltre le fotografie aeree parzializzate 'a volo d'uccello' e le immagini riprodotte lungo i principali percorsi urbani, liberamente disponibili dai principali motori di navigazione geografica interattiva. [fig. 5].

Una operazione come quella appena descritta comporta almeno due ordini di problemi principali: da un lato le modalità di rappresentazione della complessità di un organismo dinamico come quello della città utilizzando codici grafici appropriati alla scienza della rappresentazione architettonica e urbana; in secondo luogo la necessità speculativa di evidenziarne la struttura geometrica sottesa alle forme fisiche ed al loro disegno¹¹.

Lo sviluppo delle tecnologie informatiche e l'accessibilità dei dati cartografici rendono possibili forme di rappresentazione e di gestione delle informazioni alternative a



[Fig. 6a-6b] Vedute assonometriche del modello tridimensionale di Pisa.

quelle analogiche tradizionali, ma per questo non meno efficaci e pregevoli. Tali elaborazioni, se condotte secondo criteri scientifici e precise finalità, possono integrare e potenziare le capacità di un sistema informativo territoriale. Il modello urbano 3D si configura dunque come potenziale strumento di catalogazione e classificazione degli elementi costitutivi la città, divenendo un utile palinsesto per una lettura puntuale della stratificazione urbana a compendio delle tradizionali rappresentazioni zenitali - *in primis* la *Pianta di Pisa* - e in continuità con i modelli tridimensionali territoriali contestuali.

La lettura della città condotta in pianta e in alzato realizza un sistema conoscitivo a 'doppio registro' visivo, rigoroso, ricco di dati accessibili: nella pianta vengono descritte le caratteristiche strutturali dell'edificato, attraverso la sezione descrittiva generale al piano terreno, e degli spazi liberi, mediante il trattamento grafico del disegno dei giardini, dell'ingombro della vegetazione, ecc.; la rappresentazione assonometrica e/o prospettica indaga, diversamente, i rapporti proporzionali tra gli edifici, le loro differenze tipologiche, rivela le logiche dei rapporti tra spazi pubblici e privati, le implicazioni percettive, oltre ad evidenziare con estrema chiarezza i caratteri specialistici delle architetture monumentali in rapporto al loro contesto ambientale.

La sperimentazione condotta su Pisa, sul piano metodologico, trae spunto dal prezioso e monumentale lavoro svolto per la restituzione assonometrica dell'intera città di Napoli. Questa imponente operazione, se vista nel contesto italiano, va giustamente annoverata come un primato per l'efficacia narrativa di un sistema urbano e territoriale tanto ampio e complesso. La metodologia grafico-analitica adoperata per la costruzione di *Napoli in Assonometria*, fondata sin dal principio sulla adozione di un insieme di dati e di un corrispondente sistema rappresentativo di segni e codici, si è evoluta in un sistema informatizzato attraverso un processo elaborativo senza soluzione di continuità che ha permesso una accumulazione di differenti informazioni¹². [fig. 6a-6b].

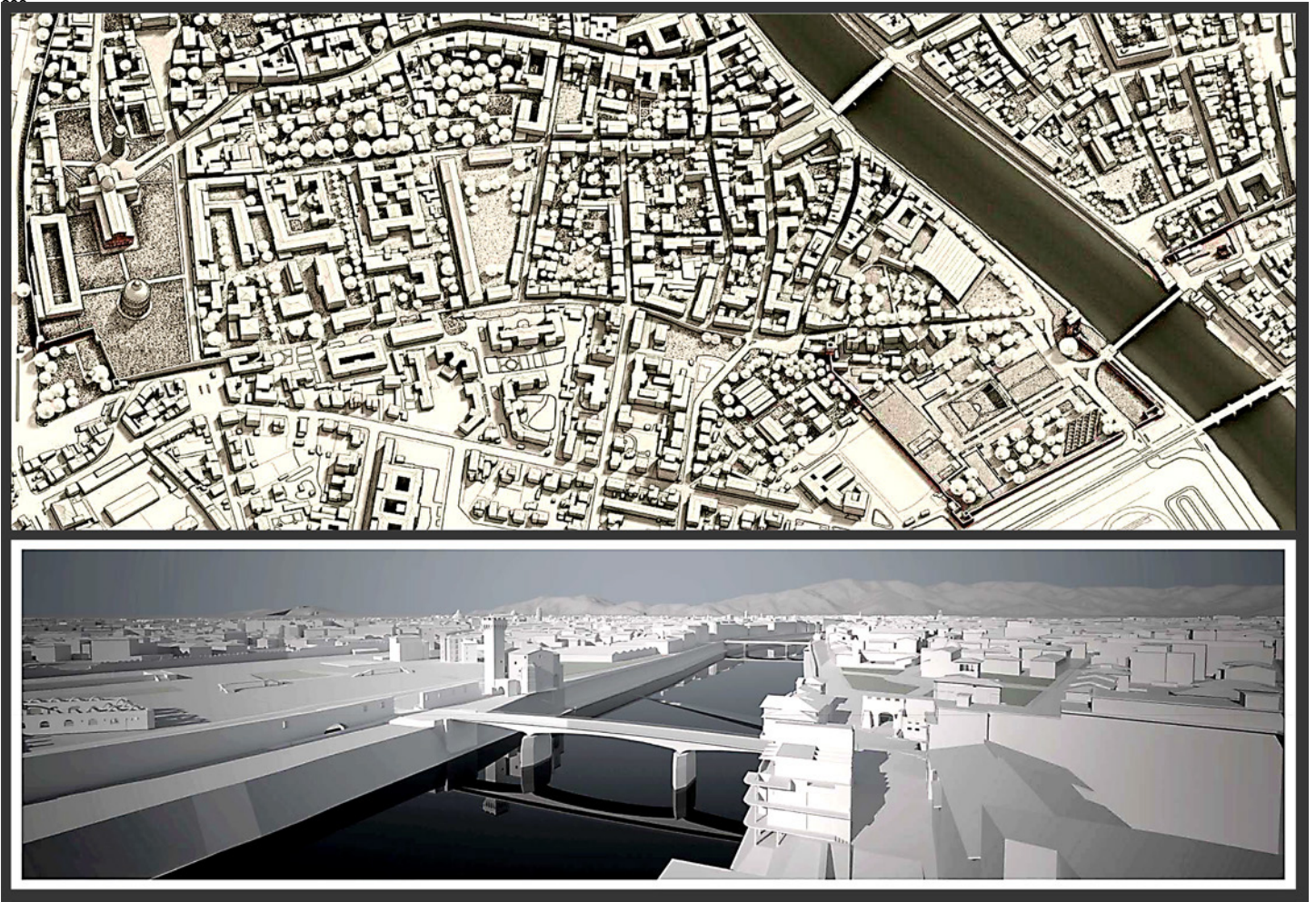
Anche nel caso di *Pisa Tridimensionale* lo sforzo metodologico e teorico si è rivelato da subito imponente e ha comportato *in itinere* adeguamenti procedurali man mano sempre più precisati. A differenza del caso precedentemente richiamato, in cui la visione univoca (assonometria isometrica dal fronte mare) imponeva sin dal principio un 'abaco di segni' corrispondenti ad una relativa scala di rappresentazione e orientamento isometrico, nel nostro caso, impostando l'intera ricostruzione informatica in 3D, non è stato possibile definire a priori una scala univoca di restituzione per l'intero assieme urbano ne, tanto meno, adottare un sistema di segni univoco per ogni veduta da realizzare difficilmente prevedibile a priori. La fase modellatoria ha comunque implicitamente adottato un trattamento geometrico assimilabile all'impiego di una gerarchia dei segni volto a rendere massimamente leggibile le caratteristiche dei modelli, indipendentemente dai punti di vista. La resa definitiva del modello ombreggiato conferisce una visione plastica chiara anche nei punti più densi e articolati dell'aggregato urbano.

- Creazione di mappature bidimensionali. Le mappature sono state estrapolate da rilievi architettonici e preventivamente ridisegnate in modo discreto mediante la lucidatura vettoriale. In alcuni casi si è resa necessaria l'esecuzione di rilevamenti fotogrammetrici di esigue porzioni di edifici privi di qualsiasi informazione grafica. L'applicazione delle mappature vettoriali bidimensionali è stata effettuata in prima istanza per la definizione delle architetture più importanti. In un secondo momento sono state indagate modellazioni solide circostanziate come ulteriore scalarità di visualizzazione;

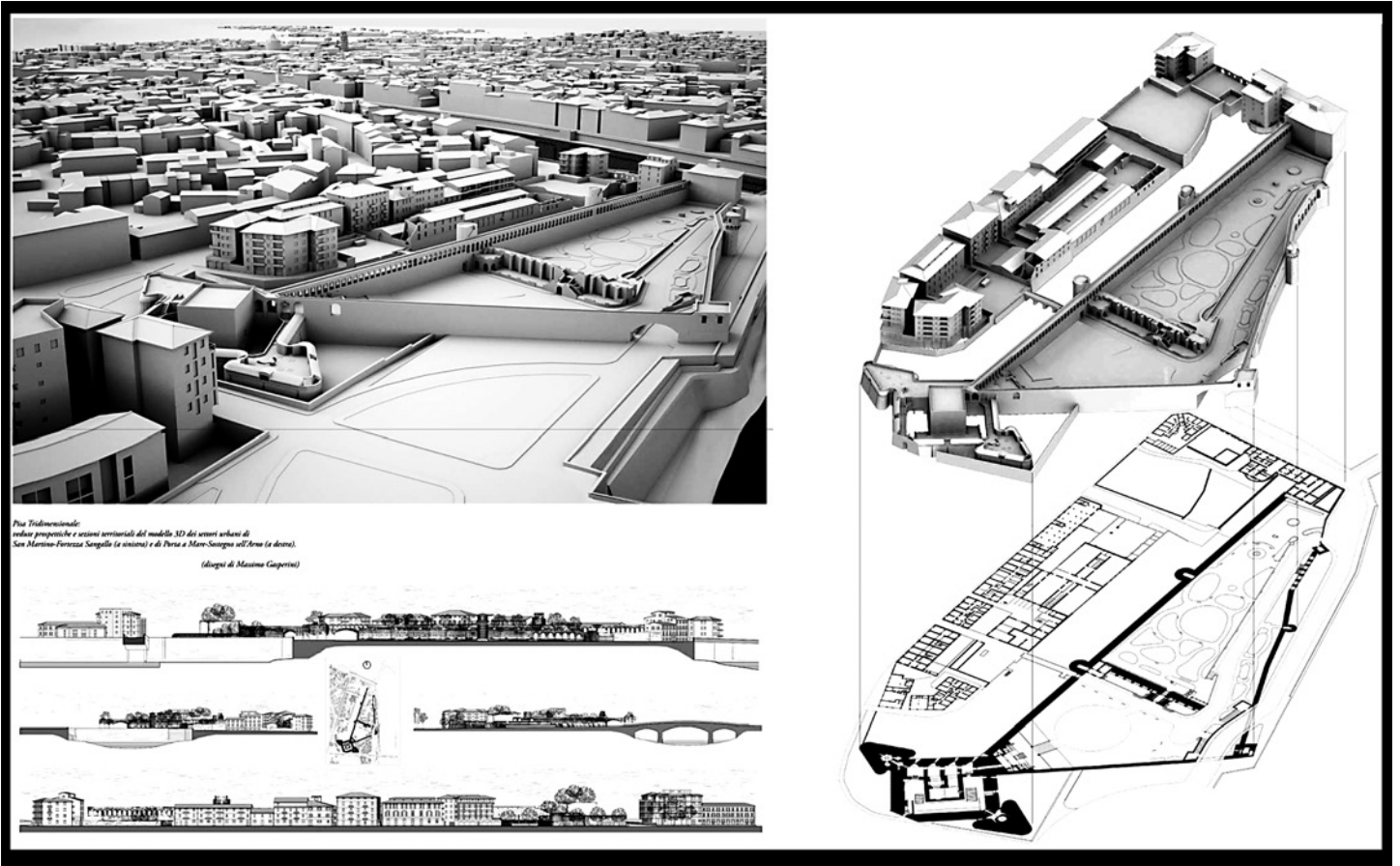
- Creazione di una banca dati per la classificazione dei principali elementi architettonici e decorativi degli edifici indagati;

- Realizzazione di vedute urbane particolarmente significative. Questa fase viene approfondita con l'intento di comparare i diversi metodi di restituzione digitale della scena urbana attraverso i seguenti momenti fondamentali: *modello geometrico* come sintesi di astrazione; *modello materico* (mappatura con fotografie ortorettificate) ovvero il *modello mimetico* come simulacro della realtà; il *modello interpretato* come recupero della espressività soggettiva. Per ognuno dei metodi sopra descritti sono state realizzate vedute assonometriche e prospettiche.

12 Per maggiori dettagli si vedano: BACULO GIUSTI, Adriana, *Napoli al quattromila. Assonometria e pianta sinottica della città*, Electa, Napoli, Napoli, 1996; BACULO GIUSTI, Adriana, *Napoli in Assonometria*, Electa, Napoli, Napoli, 1992.



[Fig. 7a]



*Plus Tridimensionnelle:
redair prospective e sezioni verticali del modello 3D dei servizi urbani di
San Marino-Fortezza Sengalli (a sinistra) e di Ponte a Mare-Sanquara all'Orto (a destra).
(disegni di Massimo Gasperini)*

[Fig. 7b]



[Fig. 7c]

[Fig. 7a-7b-7c] Vedute prospettiche del Modello di Pisa. Settore ovest, quartiere di Santa Maria, Cittadella Vecchia, Arsenali Medicei, Torre Guelfa (Fig. 7a); Veduta prospettica e esplosa assonometrica del comparto urbano della Fortezza Nuova di Giuliano da Sangallo (Fig. 7b); Fortezza di Giuliano Da Sangallo: prospettive di progetto del Vallo del Sangallo (Fig. 7c).

La modellazione digitale, circoscritta inizialmente alla città *intra moenia* e ampliata poi ad alcune parti periferiche, illustra in un primo grado di approssimazione gli edifici nella loro articolazione volumetrica analizzando la tipologia delle strutture sull'Arno (ponti, sponde murate e scali) oltre alla geometria dei vuoti urbani (marciapiedi, elementi delle piazze, monumenti, fontane, principali elementi di arredo urbano). Il modello trova maggiore approfondimento descrittivo successivamente mediante incrementi scalari sempre più definiti tendenti ad esplicitare porzioni urbane opportunamente isolate in virtù di una suddivisione di settori stabiliti a priori. Per via sperimentale tali approfondimenti hanno coinvolto tessuti caratterizzati dalla presenza di emergenze monumentali indagando soprattutto le loro caratteristiche morfologiche, tipologiche e stilistiche con particolare attenzione al dettaglio strutturale e decorativo delle architetture.

Il disegno nel suo insieme ripropone una visione astratta ed immediata della complessità urbana. Sul piano della percezione si ritrovano, in parte, alcuni aspetti salienti della vedutistica ottocentesca giacché la traduzione di *Pisa Tridimensionale* nella sua variante bidimensionale, attinge dalla vedutistica classica i modi di fissità della scena urbana pur derivando da uno strumento moderno estremamente dinamico e tanto flessibile da evocare una catena seriale di approfondimenti di dati rivolti a documentare la città nel suo assieme e nel suo dettaglio. [fig. 7a - 7b - 7c].

Dalle vedute complessive emergono realtà diverse che è possibile riconoscere, astrarre e mettere in relazione con il contesto in cui sono inserite, riconoscendo i percorsi matrice del sistema urbano, le relazioni tra le connotazioni architettoniche, estrarre informazioni su elementi che sono assimilabili tra loro poiché rispondenti a criteri di classificazione analoghi.



[Fig. 8] Modello teorico della pianificazione romana nell'area pisana e lucchese costruita sulla base della "Teoria della Forma Quadrata Italiae" (G. Cataldi, 1980). Cartografia originale in scala 1:100.000. Elaborazione di Massimo Gasperini.

[Fig. 9] Ricostruzione congetturale della città al XIX secolo: Il Catasto Leopoldino Ferdinando nel territorio pisano. (1810-1827 ca.) Struttura simultanei dei pieni e dei vuoti urbani e territoriali.

La restituzione degli elementi costitutivi l'assieme urbano ha determinato un processo di analisi ed esemplificazione di parti ricorrenti e riconducibili all'essenza di forme già consolidate in chi ha esperienza diretta della città. Nel caso specifico la rappresentazione assonometrica da nord-est/sud-ovest accentua efficacemente la particolare struttura urbana in cui i tracciati principali isorientati di via Oberdan - Borgo Stretto - Corso Italia, via Santa Maria, via San Francesco rimarcano i quartieri storici disposti sulla riva destra dell'Arno, quasi come se la rappresentazione spaziale divenisse una matrice rivelatrice della 'regola' della struttura urbana.

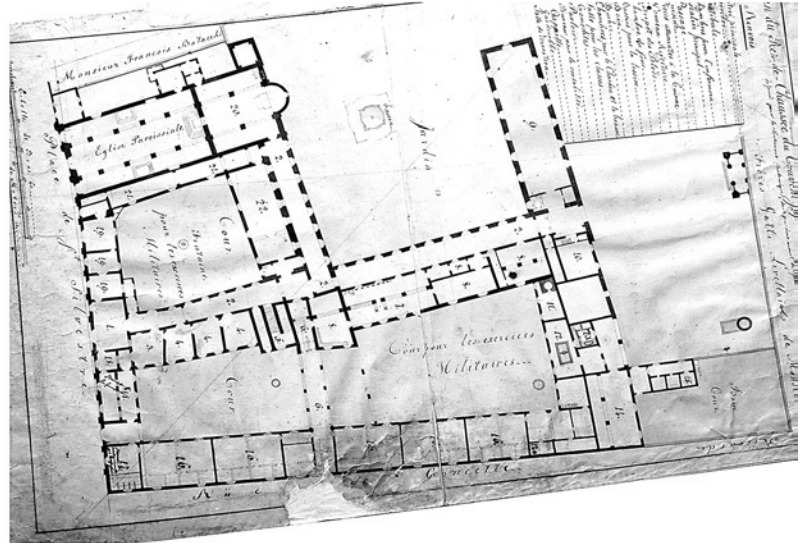
Differentemente dalle immagini fotografiche riprese dall'alto la veduta in proiezione assonometrica totale di Pisa costituisce un documento visivo che enuclea, classifica, codifica e traspone, mediante un procedimento di sintesi, tutte le componenti insite nella città e che il programma grafico-analitico registra e traduce attraverso un diagramma puntuale e omogeneo. I grafici spaziali costituiscono un utile compendio alla comprensione della sua struttura morfologica oltre che porsi come strumento basilare per qualsiasi ipotesi ricostruttiva sia di carattere storico che di tipo progettuale.

Non è superfluo infine ammettere che la fase costruttiva del modello diviene un'esperienza conoscitiva insostituibile soprattutto se accompagnata dal disegno planimetrico: si indagano le relazioni tra le parti, si analizzano i connotati distributivi, compositivi e costruttivi delle unità edilizie e delle architetture specialistiche, se ne approfondisce la forma e la struttura. Si viene in tal modo ad instaurare una relazione di continuità ed omogeneità tra i dati planimetrici e quelli altimetrico-spaziali. Si impara a conoscere la città disegnandola.

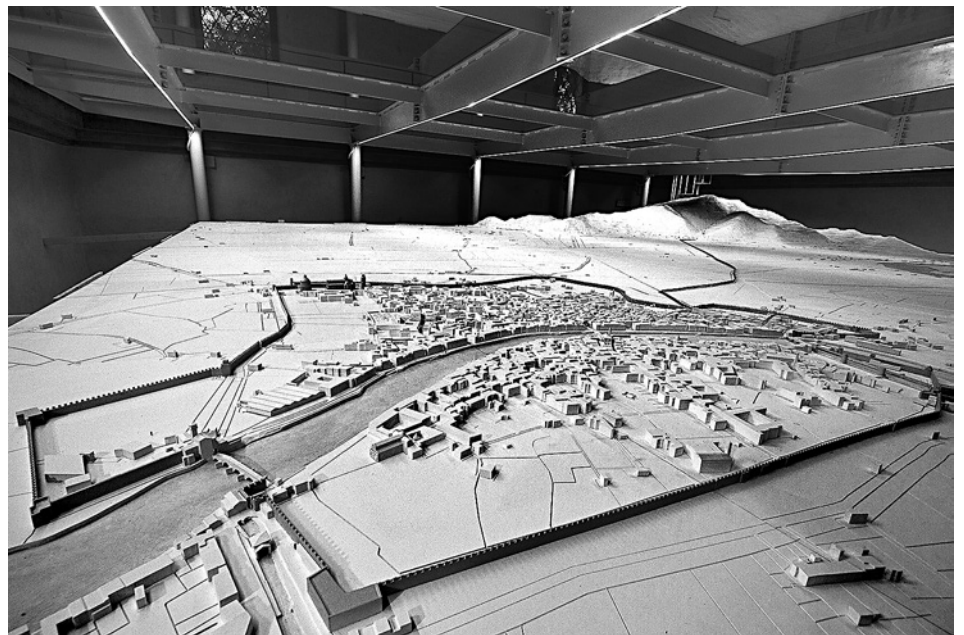
La componente geometrico-numerica e l'analisi urbana e territoriale

Un modello come quello descritto pone le basi a numerose applicazioni di carattere analitico inerenti lo studio dei fenomeni urbani connessi alla scala più generale dell'organismo territoriale. La relazione tra planimetrie e modellazioni contemporanee, fondate sulla scienza del rilievo, e le ricostruzioni storico-congetturali realizzate per fasi diacroniche fondamentali, come quella accennata precedentemente riferibile alla città ottocentesca, produce inoltre un notevole incremento della conoscenza, base essenziale per la gestione e il controllo delle future trasformazioni urbane [fig. 8-9-10-11].

IDENTIFICAZIONE CATASTRALE E CONSERVENZA									
SEZIONE	FOLIO	PARTICELLE	SUBALTERNI	SPEDIE DELLE PROPRIETA'	CONDIZIONE DI AGENE DEL PROPRIETARIO E NOME DEL FIDEI COMISSARIO	CLASSIFICAZIONE DEL SPEDIMENTO	DESTINAZIONE SPED. SPECIFICO	SPAZIO NON EDIFICATO	CONSERVENZA IN FINE
C	3	100							
LOCALIZZAZIONE									
CASA			QUARTIERE	VIA PRATA, CIVICITA'	VIA PRATA, CIVICITA'				
FONTI ARCHIVISTICHE - DATI DI BASE									
ARCHIVO	FONDO	CL.	DESCRIZIONE (SPECIFICHE)	AUTORE	DATA	UNITA' DI MISURA	ANTIFOTIA		
	Conservazione archivio	1. 100.10.10	Planis del convento di San Silvestro di S. Donato di Pisa (Proprietà per il Comune di Pisa)	1800	1800	1000 mq			
	Archivio di Stato di Pisa (ASDP)	1. 11	Planis del Convento di S. Donato di Pisa (Proprietà per il Comune di Pisa)	1800	1800	1000 mq			
		1. 10	Planis del Convento di S. Donato di Pisa (Proprietà per il Comune di Pisa)	1800	1800	1000 mq			
	Carta Catastrale	1. 100.10.10	Planis del Convento di S. Donato di Pisa (Proprietà per il Comune di Pisa)	1800	1800	1000 mq			
RICOSTRUZIONE DEL RILIEVO ARCHITETTONICO					RICOSTRUZIONE DEL MODELLO TOPOGRAFICO				
DESCRIZIONE					DESCRIZIONE				
CARTA					CARTA				
NOME FILE					NOME FILE				
FILE COLLEGATI					FILE COLLEGATI				
ANTIFOTIA					ANTIFOTIA				
DESCRIZIONE					DESCRIZIONE				
PUNTI DELLA RICOSTRUZIONE					PUNTI DELLA RICOSTRUZIONE				
NOTE ALLA RICOSTRUZIONE PLANIMETRICA					NOTE ALLA RICOSTRUZIONE				



[Fig. 10] Ricostruzione congetturale della città al XIX secolo: Le fonti documentarie e i materiali di base nella ricostruzione del complesso di San Silvestro.



[Fig. 11] Ricostruzione congetturale della città al XIX secolo: Il modello realizzato all'interno del Cisternone dell'Acquadotto Mediceo di Pisa.

La possibilità di relazionare simultaneamente al dato cartografico bidimensionale e al modello tridimensionale ulteriori informazioni di carattere geometrico, funzionale, censuario, strutturale, normativo, storico, demografico, produrrebbe di per sé indubbi vantaggi per la 'conoscenza totale' della città. L'integrazione delle diverse banche dati spaziali fruibili ed implementabili da un'utenza allargata (amministrazioni, centri di ricerca e cittadinanza), porterebbe ad una semplificazione e razionalizzazione dei flussi di lavoro connessi all'istruttoria e alla produzione di qualsiasi provvedimento emesso nello svolgimento dell'attività amministrativa inerente gli interventi pubblici sia in fase progettuale che esecutiva alle diverse scale, dalla città, al quartiere, all'unità immobiliare.

Inoltre l'enorme quantità di dati frutto della redazione degli atti di governo del territorio potrebbe confluire nel modello 3D e nella pianta dinamica della città. In tal modo sarebbe possibile estrarre la mole di dati in possesso delle amministrazioni, da remoto, ovvero senza sopralluoghi e verifiche in situ, consentendo di portare a termine rapidamente le fasi preliminari per la stesura del quadro conoscitivo, propedeutico ad ogni ulteriore elaborazione dell'attività pianificatoria.

Operazioni quali il computo delle superfici e dei volumi delle unità edilizie minime, ottenute con l'ausilio di software capaci di integrare e processare diverse banche dati riferibili al modello tridimensionale della città, diverrebbero semplici procedure automatiche con risultati attendibili in termini quantitativi. A questo potrebbe essere associato il quadro delle destinazioni d'uso dei complessi edilizi nell'intero sistema urbano. Ciò vale anche per gli spazi aperti della città con la fragilità dei loro elementi costitutivi: le classificazioni vegetazionali eseguite entro un quadro analitico omogeneo produrrebbero degli abachi tipologici capaci di individuare i vari gradienti di criticità; i modelli degli elementi minimi dell'arredo urbano potrebbero essere più facilmente rapportati alla natura degli interventi da realizzare.

Anche nel campo della gestione degli interventi legati alla prevenzione dei rischi e delle fragilità di natura ambientale (valutazioni di carattere geologico, rischio idraulico, calcolo energetico degli edifici, inquinamento ambientale, ecc.) il modello 3D realizzato con adeguati criteri geometrico-descrittivi si rivela essenziale poiché offre la possibilità di generare simulazioni altamente sofisticate tali da prevenire fenomeni naturali.

Evidenti sono infine i benefici del modello tridimensionale in ambito turistico in termini di potenziale comunicativo relativamente alle offerte culturali, all'accoglienza, alle informazioni del patrimonio storico e artistico della nostra città. L'impiego di dispositivi mobili quali palmari, smartphone, laptop e tablet produrrebbe il duplice ruolo di guida virtuale della città, attraverso itinerari culturali, e guida virtuale all'identificazione dei servizi commerciali e ricettivi presenti sul territorio.

Ovviamente l'adozione di una infrastruttura informativa ad ampio spettro come quella appena descritta impone una maggiore consapevolezza dei mezzi informatici e una maggiore elasticità nel convertire certe modalità operative obsolete verso nuovi scenari maggiormente efficienti. La sinergia tra istituti di ricerca e le aziende locali specializzate nello sviluppo software e hardware assumerebbe un ruolo fondamentale per la messa a punto e il collaudo dell'intero progetto. Pisa potrebbe in tal modo divenire in caso di studio per l'applicazione di una piattaforma innovativa universalmente diffondibile nelle diversificate condizioni urbane e territoriali.

Bibliografia

Albisinni, Piero; Carlevaris, Laura; Catizzone, Antonio; De Carlo, Laura; Di Stefano, Vittorio; Micucci, Alessandro, *Cartographic models for a diachronic analysis of the urban image of Rome*, in: *My Ideal City. Scenarios for the European City of the 3rd Millennium*. Università Luav di Venezia, Venezia: 2011, pp. 163-171.

Baculo Giusti, Adriana, *Napoli al quattromila. Assonometria e pianta sinottica della città*, Napoli: Electa, 1996.

Baculo Giusti, Adriana, (a cura di), *Napoli al 2000*, Napoli: Electa Napoli, 2000.

Bertocci, Stefano; Bua, Sara; Parriniello, Sandro; Picchio, Francesca, *Montepulciano 3D: Modelli virtuali per l'urbanistica e lo sviluppo dell'ambiente urbano*, in *DISEGANRECON* n.13, Aprile 2014.

Calabi, Donatella, *Built city, designed city, virtual city, the museum of the city*, Roma: Centro per lo studio di Roma (CROMA) - Università degli studi Roma Tre, 2013.

- Carmassi, Massimo, *Pisa: il rilievo della città*, Firenze: Alinea Editrice, 1993.
- Carmassi, Massimo, *la ricostruzione di una città*. in IUAV n. 118, Venezia.
- Cataldi, Giancarlo, *Architettura e città nel territorio delle province. "Leggere" per progettare nel contesto*, in: *Architetture Pisane* n.12/07: 70-75, Pisa: Ets Edizioni, 2007.
- Cataldi, Giancarlo; Massimo, Gasperini, *Architettura e città nel territorio delle province/Pisa 1, Il territorio delle piane di Pisa e di Lucca in età etrusco-romana*, in: *Architetture Pisane* n.15-16/08, Pisa: Ets Edizioni, 2008, pp. 62-71.
- De Carlo, Laura, *Metamorfosi dell'immagine urbana. rappresentazione, documentazione, interpretazione, comunicazione*, Roma: Gangemi Editore, 2014.
- De Paolis, Lucio Tommaso, *Applicazione interattiva di realtà aumentata per i beni culturali*, SCIRES-IT, SCientific RESearch and Information Technology, Vol 2, Issue 1, CASPUR-CIBER Publishing, 2012.
- Fortier, Bruno, *L'Atlas de Paris*, in *Casabella*, n° 517-518, Ott.-Nov. 1985.
- Gasperini, Massimo, *Pisa Forma Urbis, Rappresentazione e lettura della città e del territorio*, Tesi di Dottorato di Ricerca in 'Rilievo e rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente', Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Progettazione dell'architettura, 2008.
- Gasperini, Massimo, *Un modello per il territorio. Verso un modello digitale della Toscana*. in: *Architetture Pisane*, n.13-14/07, Pisa: Ets Edizioni, , 2007, pp. 86-89.
- Gasperini, Massimo, *Un modello per la città. Pisa 3D: per una rappresentazione dinamica della città*, in: *Architetture Pisane*, n.15-16/08, Pisa: Ets Edizioni, 2008, pp.72-79.
- Gasperini, Massimo, *Pisa tridimensionale. Un modello per la lettura della forma della città*, in: *Le dimore di Pisa. L'arte di abitare i palazzi di una antica Repubblica Marinara dal Medioevo all'Unità d'Italia*", ADSI Sezione Toscana, Firenze: Alinea, 2010, pp. 141-148.
- Gasperini, Massimo, *Disegni d'architettura e di paesaggi. Appunti del Corso di Rappresentazione della città, del territorio e del paesaggio*, Pisa: Ets Edizioni, 2010.
- Gini Bartoli, Velia, *Lucca 700/800*, Vol I, Lucca: Publied, 2011.
- Gini Bartoli, Velia, *Lucca 700/800*, Vol II, Lucca: Publied, 2014.
- Vagnetti, Luigi, *Il rilevamento del centro antico di Genova: prolegomeni per lo studio di un tessuto urbano*, Genova: Edizioni dell'Istituto di progettazione architettonica, 1972.