

Zenitale e obliquo. Cartografia del paesaggio e visualizzazione tridimensionale

Alfonso Doderò, Fabio Lucchesi

LCart (Dipartimento di Architettura, Università di Firenze), via Micheli, 2, 50121, Firenze,
tel. +390552756465, fax +39055275705, e-mail alfonso.doderò@gmail.com; fabio.lucchesi@unifi.it

Riassunto

Le tendenze culturali e legislative recenti (tra tutte: la Convenzione Europea del Paesaggio) pongono un particolare accento sul tema della comunicazione pubblica dei contenuti di conoscenza negli strumenti di governo del territorio. Appare oggi particolarmente utile una riflessione sulle implicazioni connesse alle scelte tecniche dei metodi di comunicazione, e in particolare di visualizzazione, dell'informazione territoriale.

Il contributo mostra alcuni esiti di un'esperienza svolta ai margini della redazione dell'apparato cartografico del Piano Paesaggistico della Regione Toscana, recentemente adottato. La ricerca tenta di individuare metodi per migliorare l'efficacia della descrizione cartografica, estendendone le possibilità di fruizione attraverso punti di vista obliqui, in una versione digitale delle tradizionali "carte in rilievo". I risultati grafici vengono presentati qui, insieme alla descrizione delle scelte tecniche e degli strumenti *software* utilizzati per la loro produzione.

Abstract

Recent cultural and legislative trends (e.g. European Landscape Convention) put great emphasis on the issues of the public communication of knowledge-contents in spatial planning. For these reasons, it is now useful to think about the implications of the various methods of communication, and in particular the visualization of spatial information.

The contribution shows the results of an experience carried out within the outlining of the Landscape Plan of the Region of Tuscany, which has been recently adopted. The experiment aimed at identifying the ways of improving the effectiveness of the cartographic description by creating a digital version of the traditional "raised-relief maps". The graphic results are here presented along with the description of the technical choices and the software tools used for their realization.

Conoscere e comunicare i valori di territorio e paesaggio

Un tema centrale coinvolto oggi nella costruzione delle politiche urbanistiche, territoriali e paesaggistiche consiste nella sfida ai problemi complessi che derivano dalla pluralità e dalla eterogeneità degli attori coinvolti da quelle politiche. Questa complessità deve essere presa in carico nelle azioni di produzione e di comunicazione della conoscenza e, in particolare per quanto si riferisce in questa circostanza, della conoscenza veicolata da rappresentazioni cartografiche.

Il ruolo dei quadri conoscitivi costruiti in vista della redazione di strumenti di pianificazione e di valutazione di ambiente, paesaggio e città è profondamente rinnovato rispetto al passato; sempre più essi si definiscono come arene pubbliche di dibattito e di partecipazione alla costruzione di decisioni di governo; per questo motivo i repertori cartografici dovrebbero essere capaci di favorire – in forme aperte alla interazione e al confronto dialettico tra le diverse posizioni in campo – la lettura delle implicazioni connesse alla proposta di trasformazioni alternative. La conoscenza è un terreno di confronto e di accordo: l'esplicitazione chiara della distribuzione degli interessi e delle 'poste in gioco' può definire nuovi e più efficaci modelli di *governance*. Si pensi al ruolo degli

abitanti, che, a prescindere da eventuali motivazioni economiche, sono interessati al territorio come proprio ‘ambiente di vita’. La Convenzione Europea del Paesaggio¹ attribuisce al paesaggio il ruolo di “componente essenziale del contesto di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro comune patrimonio culturale e naturale e fondamento della loro identità”. La Convenzione afferma che in tutto il territorio possono essere individuati paesaggi diversi, e attribuisce alle persone l’autorità di riconoscerne valori e criticità; la definizione delle politiche di trasformazione dello spazio dovrebbe avvenire attraverso la consultazione e, si spera, la partecipazione attiva di tutti i soggetti coinvolti, compresi gli abitanti. Da queste premesse risulta evidente il ruolo delle attività di scambio comunicativo nelle pratiche di costruzione delle azioni di governo del territorio; ma è ugualmente evidente che di questo ruolo deve essere investito anche il fondamentale strumento utilizzato per veicolare informazione spaziale, che sia relativa alla conoscenza o alla decisione: la cartografia.

Le amministrazioni pubbliche hanno dunque il compito di migliorare la sensibilità generale su questi temi, per esempio comunicando presso un pubblico necessariamente sempre più vasto una migliore conoscenza del proprio territorio, tenendo conto della pluralità di valori che gli sono attribuiti. Gli abitanti, immaginati come singoli cittadini, o come un arcipelago di gruppi costituiti sulla base di un comune interesse, debbono prendere posto nell’arena dialogica in cui si costruisce la conoscenza territoriale; e questa necessità pone ai detentori dell’*expertise* tecnico, tradizionalmente detentori esclusivi della produzione di conoscenza, una sfida duplice. Si tratta, da un lato, di definire i modi e gli strumenti attraverso i quali gli abitanti possano contribuire con la propria sensibilità e competenza alla costruzione della conoscenza; si tratta, d’altra parte, di conquistare la capacità di costruire presso il vasto pubblico degli abitanti la consapevolezza di valori e qualità territoriali che rischiano di rimanere invisibili alla percezione sociale.

Per questi motivi appare oggi utile e urgente una riflessione adeguata sulle implicazioni connesse alle scelte tecniche nell’uso dei metodi di comunicazione, e in particolare di visualizzazione, dell’informazione territoriale. Le immagini cartografiche presentate da questo contributo intendono assumere questa sfida; non rinunciano alla formalizzazione scientifica della rappresentazione, ma cercano di costruire un linguaggio espressivo capaci di coinvolgere le attitudini interpretative dei saperi comuni. La sperimentazione cerca di integrare il rigore della tradizione disciplinare con i nuovi linguaggi della comunicazione e le possibilità offerte dalle innovazioni tecnologiche nel campo della *computer graphics*.

Il contesto della sperimentazione

Nel luglio del 2014 il Consiglio Regionale della Toscana ha adottato una integrazione al piano di indirizzo territoriale (PIT), con valenza di piano paesaggistico. Tale integrazione è stata redatta dagli uffici dell’amministrazione regionale in collaborazione con il Centro Interuniversitario Scienze del Territorio (CIST), che è una associazione tra docenti e ricercatori universitari nata da un “accordo tra i principali Atenei ed Istituti toscani con la volontà di ricomporre una visione unitaria delle differenti discipline che affrontano le politiche territoriali ed il governo del territorio regionale”. Un accordo di collaborazione tra CIST e Regione Toscana ha definito i temi che costituiscono l’oggetto della cooperazione tra le due istituzioni; in sintesi estrema, tali temi riguardano l’elaborazione di metodologie per formare quadri conoscitivi, politiche e progetti innovativi finalizzati al governo del territorio e, contestualmente, per definire criteri relativi alla costruzione degli archivi informativi georeferenziati tali da garantire l’accessibilità e l’implementazione nel tempo delle conoscenze territoriali. Un tema ricorrente nelle indicazioni poste alla base delle attività di revisione della componente paesaggistica del PIT ha riguardato

¹ Come è noto, La Convenzione Europea del Paesaggio è un documento adottato dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell’Ambiente del Consiglio d’Europa nel 2000. La convenzione riconosce l’importanza culturale del paesaggio, il suo ruolo ambientale, sociale (come elemento fondamentale a garantire la qualità della vita delle popolazioni), e storico (come fondamentale componente dell’identità europea). La Convenzione definisce politiche, obiettivi di salvaguardia e metodi di gestione relativi al paesaggio ed è stata ratificata dallo Stato italiano nel 2006.

precisamente proprio la conoscenza veicolata dalla cartografia. Nel momento in cui l'assessore al territorio della Regione Toscana comunicava alla pubblica opinione le ragioni dell'avvio di questa fase di revisione della disciplina paesaggistica del PIT pronunciava questa frase: "Uno dei rilievi più consistenti della Direzione regionale del Ministero al piano a suo tempo adottato (giugno 2009) è l'assenza di rappresentazioni cartografiche adeguate dei diversi paesaggi della Toscana. Pertanto una delle azioni qualificanti la nuova redazione del piano dovrà consistere nella predisposizione di una cartografia in grado di evidenziare e articolare le caratteristiche paesaggistiche". Nella ripartizione dei compiti tra i ricercatori applicati al supporto delle attività istituzionali di revisione della disciplina paesaggistica, sotto la responsabilità generale di Paolo Baldeschi, a un gruppo di lavoro è stato affidato il compito di sperimentare una metodologia di costruzione di una cartografia espressiva delle diverse identità dei paesaggi della Toscana, capace di ricostruire in una sintesi visuale efficace le acquisizioni conoscitive e interpretative delle diverse competenze disciplinari. Il risultato della sperimentazione è una serie cartografica in scala 1/50000, a copertura di tutto il territorio regionale, finalizzata alla evidenziazione dei caratteri di identità dei paesaggi toscani². La carta fa parte dell'apparato conoscitivo del piano ed è consultabile sul web³. Presentando in una sorta di diagramma di flusso le fasi del progetto e della sua redazione, si dirà che la *Carta dei Caratteri del Paesaggio* è l'esito di: (i) una selezione delle informazioni disponibili nelle banche dati topografiche e tematiche istituzionali, finalizzata alla documentazione degli elementi maggiormente caratterizzanti il paesaggio; (ii) una generalizzazione di tali dati adatta a conservare - nella transizione tra le scale dettagliate di origine a quella di minor dettaglio finale - la completezza, la leggibilità delle informazioni e, soprattutto, la valorizzazione del ruolo descrittivo proprio degli elementi che definiscono le identità paesaggistiche locali; (iii) l'uso di tecniche di simbolizzazione finalizzate alla resa espressiva delle relazioni strutturali che sottostanno alle relazioni di prossimità dei segni topografici.

Questione di punti di vista

Durante la redazione del PIT toscano i temi della comunicazione e del possibile raccordo tra le forme descrittive e la sensibilità comune sono stati affrontati secondo direzioni diverse. Per quanto riguarda i metodi di raccolta della conoscenza sociale è stato sperimentato un portale *web mapping* interattivo per raccogliere segnalazioni su valori e disvalori percepiti del paesaggio⁴; questa iniziativa è probabilmente destinata a produrre i risultati più interessanti nel corso del tempo, durante il consolidamento della discussione pubblica sul significato culturale e sulla efficacia del piano come strumento di governo. Per quanto riguarda invece l'aspetto che interessa più direttamente il presente contributo, vale a dire la comunicazione della conoscenza prodotta nel corso della redazione del piano, occorre riferire che la *Carta dei Caratteri del Paesaggio*, sebbene in molte occasioni autorevolmente apprezzata⁵ per la sua validità comunicativa, è stata giudicata in qualche altra non completamente efficace ai fini della chiara comprensione della natura tridimensionale dello spazio geografico. Alcuni documenti del Piano sono stati dunque corredati di forme di rappresentazione redatte con tecniche, non propriamente cartografiche, che attingono al repertorio espressivo delle *vedute a volo d'uccello*, giudicate più efficaci e capaci di restituire la struttura fisiografica del territorio. In sintesi estrema, si dirà che sono venuti a contrapporsi due *punti di vista* (fuori di metafora): quello *zenitale*, tipico dell'ambizione sinottica della rappresentazione cartografica e quello *obliquo*, tipico dei linguaggi della illustrazione pittorica.

² Cfr. Lucchesi F. et al., 2012, "La rappresentazione cartografica dei caratteri dei paesaggi toscani", Atti XVI Conferenza Nazionale Asita, Vicenza

³ Cfr. <http://www.regione.toscana.it/-/piano-di-indirizzo-territoriale-con-valenza-di-piano-paesaggistico>

⁴ Cfr. <http://www.paesaggiotoscana.it>

⁵ La Carta dei caratteri del paesaggio ha vinto una Honorable Mention nella the Reference Map Category della CaGIS Competition, organizzata dalla Cartography and Geographic Information Society (USA) con la seguente motivazione: "The judges felt the piece was well-designed and displayed very interesting information in a compelling manner". Cfr. <http://www.cartogis.org/awards/winners.php>

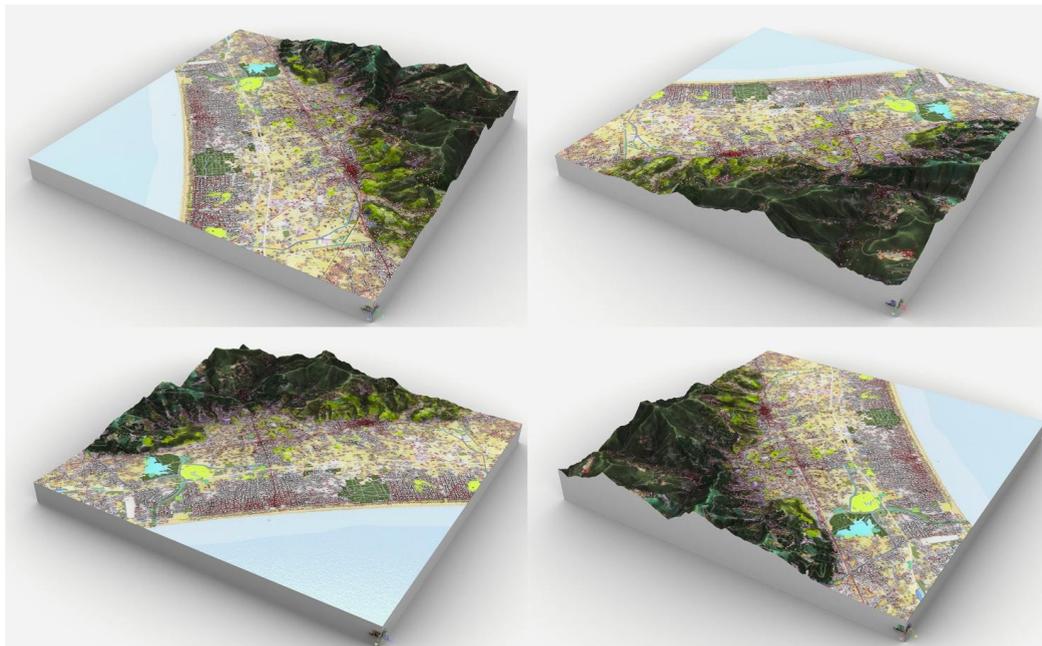


Figura 1 - Viste alternative della □carta in rilievo□virtuale;
la costa di Forte dei Marmi e le Alpi Apuane.

La questione non ha una natura esclusivamente tecnica: il paesaggio non è la sommatoria delle sue componenti fisiche; la tavola che vuole rappresentarlo deve avere una capacità descrittiva superiore all'insieme delle informazioni, e delle misure, che contiene. L'immagine deve rendere evidenti ordini spaziali, regole di giacitura, principi di relazione. I nessi visivi tra i segni che popolano la mappa debbono farsi propriamente *struttura di relazioni*: il rapporto tra le forme del suolo e la morfogenesi dei centri urbani collinari; il legame tra le gerarchie idrografiche e la definizione delle trame agrarie dei fondovalle alluvionali; il ruolo generatore dei tracciati di impianto rispetto alle articolazione delle parti di città, e così via. La sperimentazione riportata di seguito tenta di affrontare una domanda di ricerca che è apparsa sufficientemente chiara: è possibile migliorare l'efficacia della rappresentazione senza rinunciare al rigore metrico della cartografia? È possibile affrontare il tema della chiarezza comunicativa sottraendolo all'arbitrio delle soluzioni grafiche e riportandolo nell'ambito formale delle procedure della *generalizzazione cartografica*?

Con lo scopo di verificare una possibile risposta a queste domande la Carta dei caratteri del paesaggio è stata elaborata per consentirne una visualizzazione tridimensionale, secondo la stessa intenzione descrittiva che ha promosso, per esempio, la produzione, con strumenti tradizionali, delle cosiddette "carte in rilievo" dell'Istituto Geografico Militare.

Le scelte tecniche

Le immagini presentate sono state costruite simulando, per via digitale, la ripresa fotografica di una scena reale: una "carta in rilievo" collocata in un ambiente reale illuminato artificialmente.

La composizione della scena è stata definita attraverso una sequenza ordinata di operazioni: (i) la modellazione digitale della carta; (ii) la definizione della inquadratura attraverso i parametri dell'obiettivo fotografico; (iii) la configurazione dei criteri di illuminazione; (iv) la definizione delle modalità di *rendering* digitale delle condizioni di illuminazione scelte.

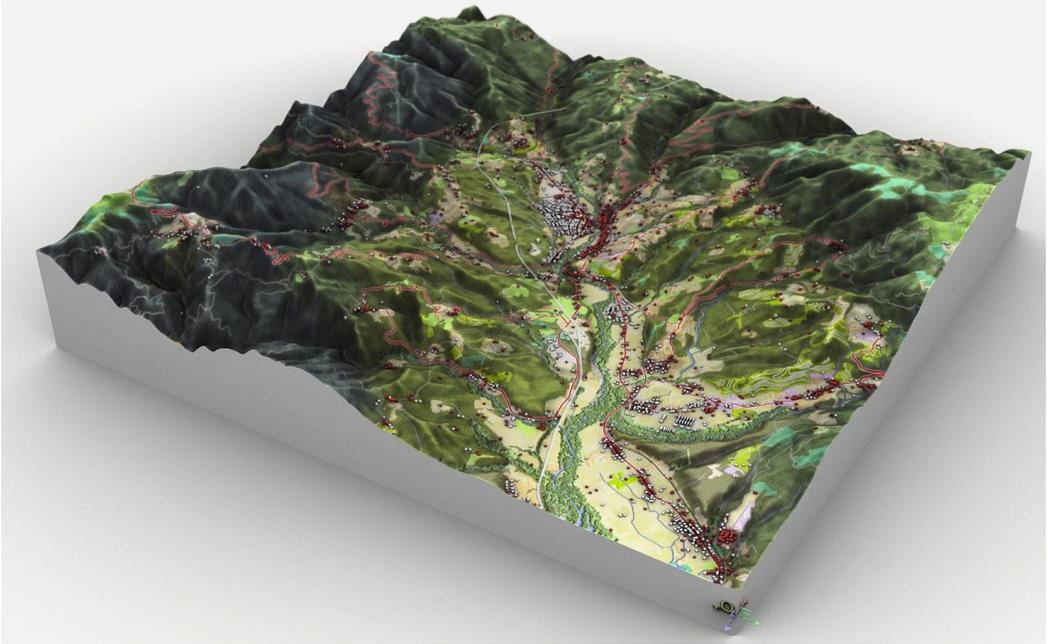


Figura 2 - La Valle di Pontremoli.

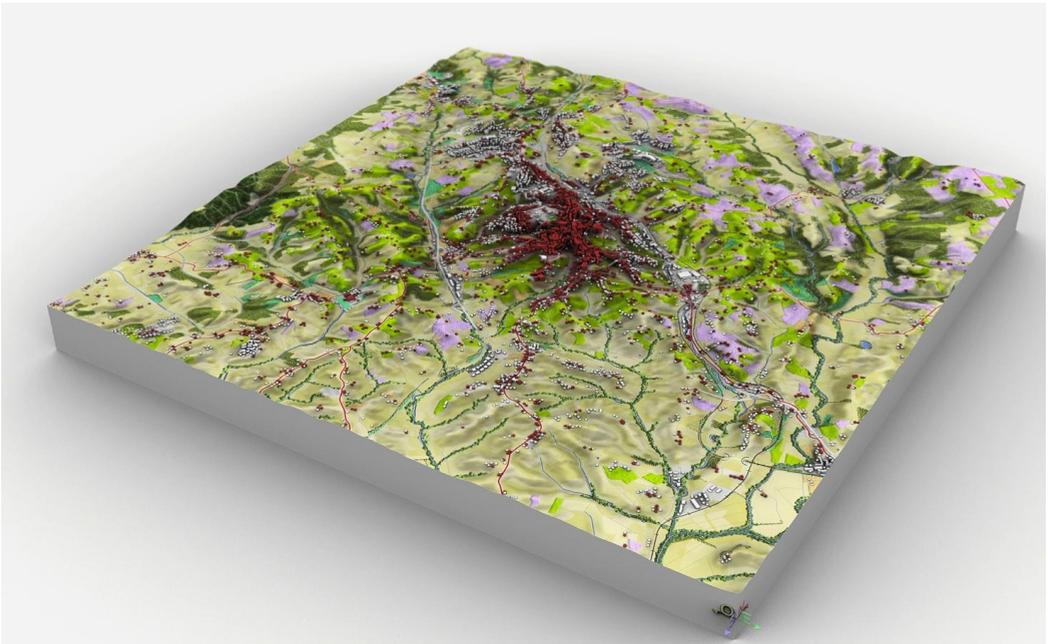


Figura 3 - I rilievi di Siena.

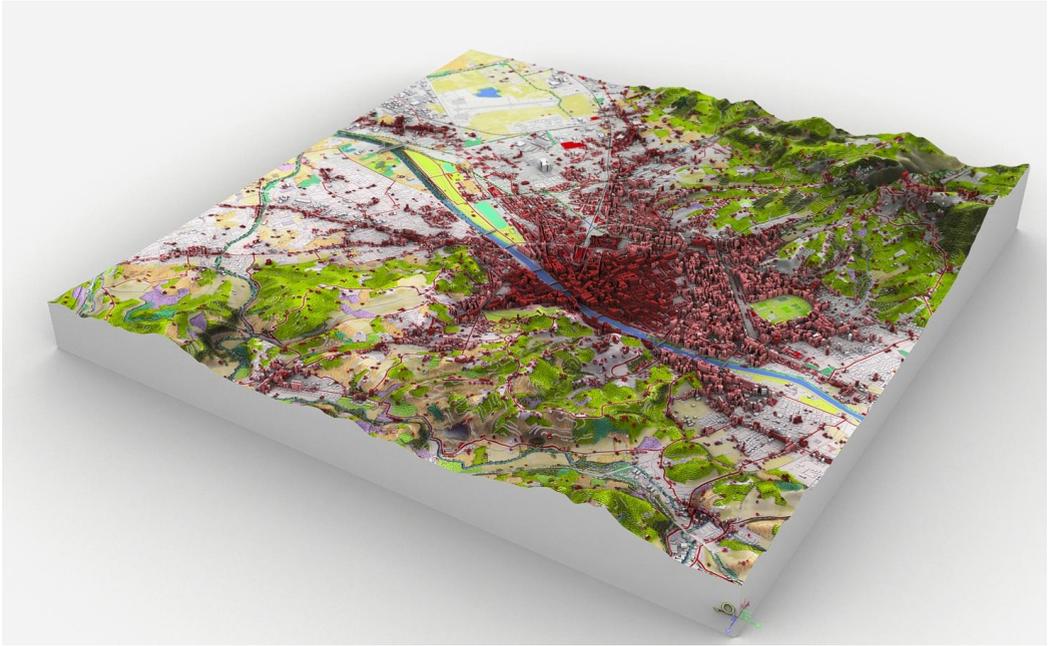


Figura 4 - Firenze.

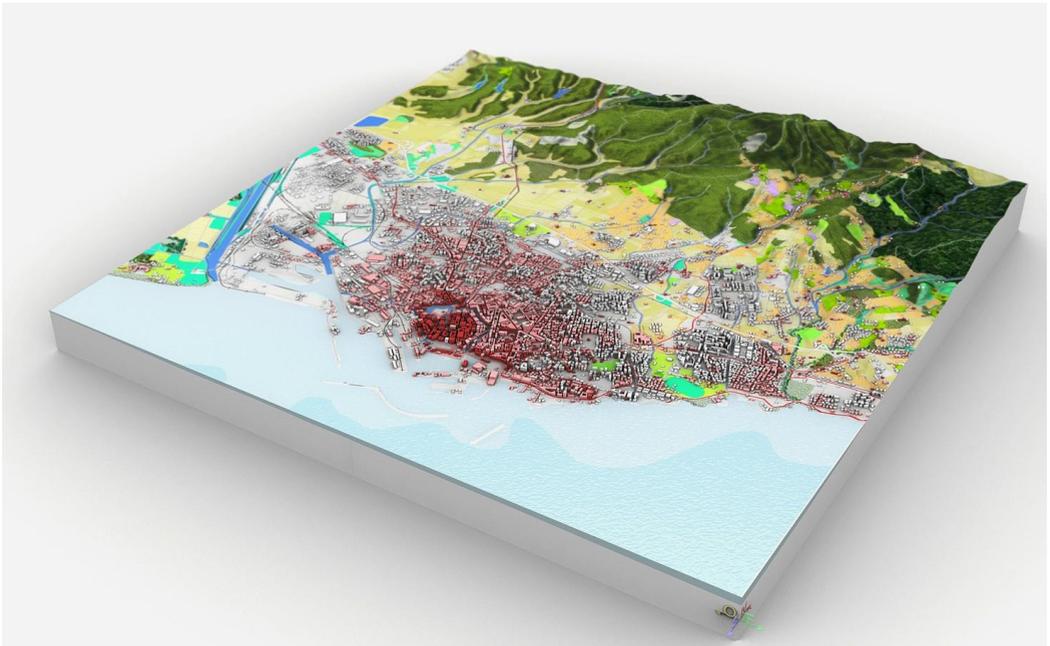


Figura 5 - La costa di Livorno.

la modellazione tridimensionale

L'oggetto della rappresentazione è una "carta in rilievo" di un elemento corrispondente a un porzione di territorio quadrata e di 10 km di lato. La forma quadrata è stata scelta in quanto permette di costruire inquadrature minimizzando perdite di dettagli del campo visivo quando si sposti nello spazio il punto di vista dal quale la carta viene ripresa. L'estensione di 100 km² della sezione territoriale è adeguata al livello di dettaglio desiderato per l'immagine finale. Il modello tridimensionale è realizzato in ambiente GIS (ESRI ArcScene) ed esportato come insieme di vettori. In questa fase le misure cartografiche sono quelle reali nel piano e subiscono viceversa una *vertical exaggeration* di fattore 1.2 per il suolo e 1.5 per gli edifici (salvo specifiche eccezioni). L'esportazione avviene in formato vrml (Virtual Reality Model Language) e trasferita in ambiente Autodesk 3D Studio Max. Qui il modello viene scalato fino alle dimensioni della "carta in rilievo": 10x10m; sul modello viene drappeggiata la Carta dei caratteri del paesaggio.

l'inquadratura

L'obiettivo fotografico virtuale, orientato verso il centro dell'elemento, ha un angolo di campo di 45°, corrispondente all'angolo orizzontale inquadrato da un obiettivo di focale 45 mm nel formato fotografico 24x36 mm; un tale obiettivo si dice in genere "normale", proprio perché corrisponde, all'ingrosso, all'angolo di campo dell'occhio umano. Il punto nodale dell'obiettivo è collocato a 15 m di distanza e a 10 m di altezza sul piano dal centro della "carta in rilievo"; l'asse visivo, appunto obliquo, così ottenuto permette un buon equilibrio tra la lettura dei dettagli del modello e della sua forma complessiva.

l'illuminazione

Le scelte nella definizione dell'illuminazione virtuale sono determinanti per la qualità dell'immagine per quanto riguarda la resa plastica delle forme del suolo; in questo caso la "carta in rilievo" è illuminata da una serie di luci fotometriche (vale a dire: che simulano un decadimento secondo parametri fisicamente corretti) che riproducono l'ambiente di uno studio fotografico. Quest'aspetto è fondamentale: la natura della luce utilizzata, assai diversa da quella solare, ha un ruolo decisivo nella simulazione della ripresa di una "carta in rilievo" virtuale.

il rendering digitale

Per una resa quanto più realistica dell'illuminazione del modello tridimensionale si è fatto uso del motore di *rendering* caratteristico dell'ambiente *Autodesk 3D Studio Max*, vale a dire *NVIDIA Mental Ray*, funzionale al calcolo della cosiddetta *illuminazione globale*. Tale metodo di calcolo permette di quantificare sia la luce diretta, che investe gli oggetti, sia quella indiretta, che deriva dal rimbalzo della prima sulle superfici presenti nella scena. Il motore di *rendering NVIDIA Mental Ray* calcola dunque l'illuminazione globale (*Global Illumination*) sommando i valori di luce diretta e di luce indiretta; il calcolo è realizzato attraverso l'uso di algoritmi diversi: *Ray Tracing* (specializzato nel calcolo della luce diretta), *Final Gather* e *Photon Map* (specializzati in calcolo di luce indiretta e riflessioni; possono essere utilizzati singolarmente o in combinazione).

Si può facilmente intuire che un'immagine digitale è tanto più realistica quanto più accurato è il calcolo dell'illuminazione. In presenza di geometrie complesse come quelle oggetto della presente sperimentazione – si pensi ad esempio al grande numero di edifici individuabili in una porzione di territorio di 100 km² – gli algoritmi preposti alla valutazione dell'illuminazione indiretta richiedono tuttavia una notevole quantità di tempo per il calcolo che può risultare talvolta perfino eccessiva. Al fine di ottimizzare dunque il rapporto tra fotorealismo e tempo di calcolo, è stato scelto di combinare l'uso dell'algoritmo per la misura dell'illuminazione indiretta *Final Gather* (particolarmente adatto alla simulazione degli effetti dell'illuminazione naturale) con le cosiddette *mappe di oscuramento ambientale (Ambient Occlusion)*. L'*Ambient Occlusion* è una tecnica di *rendering* affine, per finalità, ai metodi di calcolo della luce indiretta, ed è dedicata nello specifico

alle interazioni di illuminazione tra oggetti contigui. Tale tecnica crea chiaroscuri più marcati ed enfatizza dettagli che sarebbe molto più oneroso calcolare con altri algoritmi⁶.

Per sfumare il carattere molto tecnico della trattazione è bene precisare, in conclusione, che se le procedure e gli algoritmi presentati sono caratteristici dell'ambiente *software* utilizzato, viceversa i concetti essenziali (illuminazione globale come relazione tra illuminazione diretta e indiretta, metodi alternativi per l'ottimizzazione dell'illuminazione indiretta, utilità della tecnica Ambient Occlusion) sono da considerarsi questioni essenziali a prescindere dall'ambiente software utilizzato.

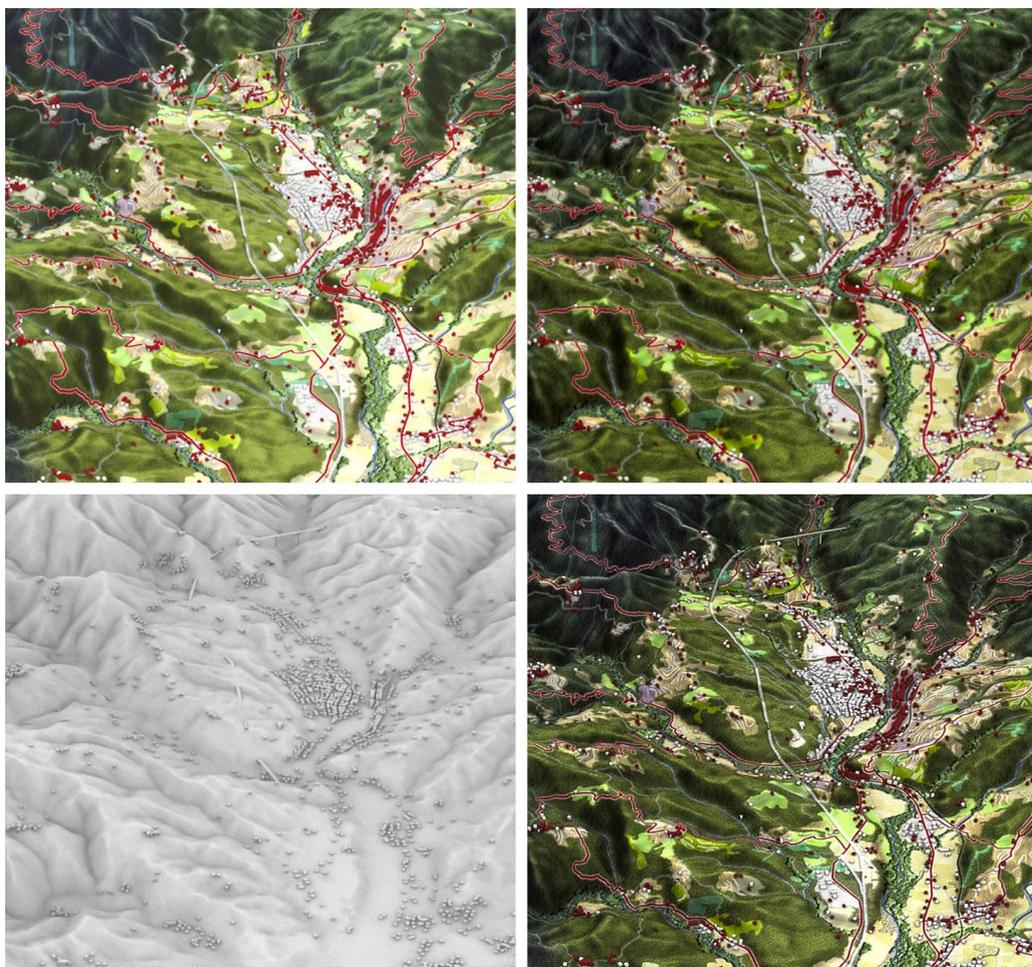


Figura 6 - Il rendering dell'illuminazione: in alto a sinistra, sola illuminazione diretta; in alto a destra, illuminazione diretta e indiretta (Final Gather); in basso a sinistra, mappa di oscuramento ambientale; in basso a destra, integrazione nel rendering finale.

⁶ Per comprendere il senso una mappa di oscuramento ambientale si consideri l'esempio seguente: i punti delle superfici delle geometrie rappresentate emettono raggi luminosi in ogni direzione; il *software* valuta l'estensione di questi raggi fino alla individuazione di un eventuale ostacolo: se i raggi nel loro percorso non vengono ostacolati da alcun oggetto, raggiungendo così uno sfondo vuoto (p.e. il cielo), la luminosità del punto di partenza deve essere aumentata; una scelta opposta deve essere operata se i raggi intercettano un altro oggetto. Punti estremamente nascosti saranno più scuri, punti più esposti saranno più chiari. La velocità di resa fa dell'*Ambient Occlusion* uno strumento ideale per la realizzazione di scene complesse quali quelle illustrate nella presente sperimentazione.