



Doctoral Thesis

## **Volumetric site analysis for the conceptualization of architecture in the urban context**

**Author(s):**

Leidi, Michele

**Publication Date:**

2014

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-010379127> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH NO. 22237

# **Volumetric Site Analysis for the Conceptualization of Architecture in the Urban Context**

A thesis submitted to attain the degree of  
DOCTOR OF SCIENCES of ETH ZURICH  
(Dr. sc. ETH Zurich)

presented by

**MICHELE LEIDI**

*MSc in engineering EPFL - MAS in architecture ETHZ*

born on *06.11.1981*

citizen of Lugano, Switzerland

accepted on the recommendation of

*Prof. Dr. Arno Schlueter*

*M.Sc. M.Arch. Markus Schaefer*

2014

## Abstract

The ongoing urbanization stresses the importance of cities in terms of global sustainability. The conception of sustainable and livable architecture in high and dense urban settings is therefore one of the primary challenges for architects and planners. Physical properties of urban sites such as solar radiation, airflows, and visibilities, are key factors necessary to achieve both human comfort and an efficient employment of building technologies. However, the analysis of these features in high and dense urban settings is a difficult task due to the intricate morphology of the built environment.

This research concerns the development and the experimentation of a new design methodology that aims to foster the inclusion of environmental information in the conceptualization of urban architecture. The proposed approach is based on the discretization of the urban site into a volumetric grid of points. At each of these points, different physical properties such as solar radiation, airflow and visibility are computed. The results of the analysis process are then made successively available in a custom visualization framework.

The joint presence of multiple variables and the ability to interact with their quantitative, volumetric, dynamic, and directional dimensions, allows developing an awareness of how these properties are distributed through the site. This enables the recognition of volumetric patterns and the investigation of multivariate and multidimensional correlations through space and time. This new environmental information can also be coupled with specific project demands related, for example, to space, daylight, shading, sight, ventilation, heat, or electricity.

Through the experimentation of the methodology in several case and user studies, it was possible to evaluate the capabilities, pertinence, and usability of the proposed technique in depth. The results confirmed that the methodology enables an augmented perception of environmental resources, and revealed the rich diversity of concepts that can emerge through the application of this process. Application examples concern the distribution of spaces and uses, the configuration of exterior surfaces, and new formal logics.

The inclusion of environmental information in the pre-design stage allows addressing conceptual design from a new perspective. Conventional performance-oriented design methods, such as early-design simulations or heuristic generative design processes, are based on the verification and improvement of an existing design sketch. Inversely, this new methodology allows retrieving initial design propositions directly from the environment. This bottom-up approach, based on an accurate observation of the local resources and constraints of each single urban site, allows designers to explore new conceptualizations, catalyzing the synthesis of beneficial design solutions that would be hardly conceivable otherwise.

## Riassunto

L'urbanizzazione in corso accentua l'importanza delle città in termini di sostenibilità globale. La concezione di architetture vivibili e sostenibili in ambienti ad alta densità urbana è quindi una delle maggiori sfide per architetti e pianificatori. Le proprietà fisiche di siti urbani come la radiazione solare, i flussi d'aria, e la visibilità, sono fattori chiave per raggiungere sia il comfort umano che un impiego efficiente di tecnologie sostenibili. Tuttavia, l'analisi di queste caratteristiche è un compito difficile a causa della complessa morfologia dell'ambiente costruito.

Questo lavoro di ricerca riguarda lo sviluppo e la sperimentazione di una nuova metodologia di progettazione che mira a favorire l'inclusione di informazioni ambientali nella concettualizzazione dell'architettura urbana. L'approccio proposto si basa sulla discretizzazione del sito urbano in una griglia di punti volumetrica. Per ciascuno di questi punti vengono calcolate diverse proprietà fisiche, come la radiazione solare, i flussi d'aria, e la visibilità. I risultati del processo di analisi sono successivamente resi accessibili attraverso un'interfaccia di visualizzazione interattiva.

La presenza congiunta di molteplici variabili e la possibilità di interagire con le loro dimensioni quantitative, volumetriche, dinamiche e direzionali, permettono di acquisire consapevolezza su come queste proprietà sono distribuite all'interno del sito. Questo consente il riconoscimento di motivi volumetrici di interesse, e lo studio di correlazioni multivariate e multidimensionali attraverso lo spazio e il tempo. Queste nuove conoscenze ambientali possono poi essere combinate con particolari esigenze del progetto relative ad esempio a spazio, luce, ombra, vista, ventilazione, calore, o elettricità.

Attraverso la sperimentazione della metodologia da parte di svariati utenti e in diversi casi di studio, è stato possibile valutare in modo approfondito le capacità, la pertinenza e l'usabilità della tecnica proposta. I risultati hanno confermato che la metodologia permette una percezione aumentata delle risorse ambientali, e hanno rivelato la ricca diversità di concetti che possono emergere attraverso l'applicazione di questo processo. Esempi d'applicazione concernono la distribuzione degli spazi e dei loro usi, la configurazione di superfici esterne, e nuove logiche formali.

L'inclusione delle informazioni ambientali nella fase pre-progettuale consente di affrontare la progettazione concettuale da una nuova prospettiva. I metodi di progettazione tradizionali orientati alla 'performance' ambientale, quali le simulazioni in fasi preliminari e i metodi di progettazione euristici, si basano sulla verifica e sul perfezionamento di uno schema progettuale esistente. Inversamente questa nuova metodologia permette di ottenere proposte iniziali direttamente dall'ambiente. Questo approccio 'bottom-up', basato su una attenta osservazione delle risorse e delle limitazioni di ogni singolo sito urbano, consente ai progettisti di esplorare nuove concettualizzazioni, catalizzando la sintesi di soluzioni progettuali benefiche difficilmente concepibili altrimenti.