

# Acquedotto di Lorenzo Nottolini: studi e indagini per la documentazione, la valorizzazione e la conservazione

## Lorenzo Nottolini aqueduct: studies and surveys for documentation, enhancement and conservation

Giulia Albini

Dottoranda | Centro DIAPReM, Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara |  
giulialbini97@gmail.com

Lorenzo Nottolini, con il suo Acquedotto, fornì alla collettività un'opera dal grande valore funzionale e in attento rapporto con le preesistenze storiche della città di Lucca e in armonia con la natura che la circonda. L'architetto riuscì a padroneggiare una grande diversità di tecniche, passando dalla sistemazione paesaggistica al dettaglio di arredo urbano. Fu costruito tra il 1822 e il 1832, sotto il Ducato Borbonico, per risolvere i gravi problemi di approvvigionamento idrico che per molti anni hanno afflitto la città di Lucca.

L'opera oggi non è più in funzione e necessita, oltre che di un progetto di restauro e la previsione di una manutenzione programmata e periodica, anche di un disegno paesaggistico a scala urbana. Allo scopo di rappresentare e analizzare questo esteso sistema e in ultimo di definire gli interventi necessari a salvaguardia e conservazione del complesso, è stata eseguita una campagna di rilievo, realizzata grazie a strumentazione digitale, laser scanner e drone fotografico, supportata e verificata da un rilievo diretto di alcuni elementi.

Lorenzo Nottolini, with his Aqueduct, provided the community with a work of great functional value and in careful relation to the historical pre-existences of the city of Lucca and in harmony with the surrounding nature.

The architect succeeded in mastering a great diversity of techniques, moving from landscaping to detailed street furniture.

It was built between 1822 and 1832, under the Bourbon Duchy, to solve the serious water supply problems that plagued the city of Lucca for many years.

The work is no longer in operation today and needs not only a restoration project and the provision of programmatic and periodic maintenance, but also a landscape design on an urban scale.

In order to represent and analyze this extensive system and ultimately to define the necessary interventions to safeguard and preserve the complex, a survey campaign was carried out using digital instrumentation, laser scanner and photographic drone, supported and verified by a direct survey of some elements.

00.

Foto da drone fotografico del tratto di archi dell'acquedotto inserito nel contesto urbano e paesaggistico | Photo from the photographic drone of the section of the aqueduct arches set in the urban and landscape context







01.

Foto da drone fotografico delle Parole d'Oro, area che ospita le opere di presa dell'acquedotto | Photo from the photographic drone of the Parole d'Oro, area housing the aqueduct intake works

## L'ACQUEDOTTO

Ci troviamo nella provincia di Lucca, più precisamente nella Piana di Lucca, un'area pianeggiante che comprende quasi tutta la Lucchesia e altre aree limitrofe.

Questo territorio comprende oggi vari comuni tra cui il comune di Lucca e quello di Capannori, interessati dal passaggio dell'acquedotto, oggetto di studio.

Nel 18esimo secolo l'approvvigionamento idrico costituiva un grave problema per la città. L'acqua infatti, fino a quel momento, era garantita da pozzi mal custoditi che causavano continue pestilenze.

Al 1809 risale il primo Decreto per la costruzione dell'acquedotto emanato sotto il Principato di Elisa Baciocchi, sorella minore dell'imperatore Napoleone Bonaparte.

I lavori vennero affidati all'ingegner De Sambucy ma furono poco dopo interrotti a causa dello straripamento del fiume Serchio.

Solamente dopo il Congresso di Vienna, con Lucca capitale del Ducato sotto la reggenza dei Borboni, nel 1822 venne decretata nuovamente la costruzione dell'Acquedotto.

I lavori vennero inizialmente affidati all'ingegnere Giuseppe Valentini, ma passarono poi in mano a Lorenzo Nottolini, che già da qualche anno era stato insignito della nomina di Regio Architetto della Casa e Corte.

Seguendo il suo progetto vennero dunque realizzati gli

## THE AQUEDUCT

We are located in the province of Lucca, more precisely in the Plain of Lucca, a flat area that includes almost all of Lucca and other neighboring areas.

This area today includes several municipalities including the municipality of Lucca and the municipality of Capannori, which are affected by the passage of the aqueduct, the subject of this study.

In the 18th century, water supply was a serious problem for the city of Lucca. Water in fact, until that time, was guaranteed by poorly guarded wells that caused continuous plagues.

The first Decree for the construction of the aqueduct issued under the principality of Elisa Baciocchi, younger sister of Emperor Napoleon Bonaparte, dates back to 1809.

The work was entrusted to engineer De Sambucy but was shortly afterwards halted due to the overflowing of the Serchio River.

Only after the Congress of Vienna, with Lucca the capital of the Duchy under the regency of the Borboni, was the construction of the Aqueduct decreed again in 1822.

The work was initially entrusted to engineer Giuseppe Valentini, but then passed into the hands of Lorenzo Nottolini, who had already been awarded the appointment of Royal Architect of the House and Court a few years before.

Following his design, therefore, the elements that

elements that compose the extensive work and that provided the city with two qualities of water: drinking water, coming from various springs connected and intended for food use; and ornamental water, coming from Rio S. Quirico and Rio della Valle and which through a filtration system was purified to the point of potability to reach the fountain in Piazza S. Martino.

On January 22, 1836, the aqueduct was completed.

In 1933, its function as the main aqueduct having ceased, the new and current civic aqueduct having been built, a pillar and two arches were demolished to construct the Florence-sea road. In order to ensure visual continuity, a new arch was built completely different from the others. First in 1944 by the retreating German army and later in 1961 with the doubling of the highway new arches and pillars were demolished arriving at the present state. The aqueduct is missing 6 arches, 4 pillars and 1 buttress, for a 42-meters long section.

made up the extensive work were built and provided the city with two qualities of water: drinking water, coming from various springs connected and intended for food use; and ornamental water, coming from Rio S. Quirico and Rio della Valle and which through a filtration system was purified to the point of potability to reach the fountain in Piazza S. Martino.

On January 22, 1836, the aqueduct was completed.

In 1933, its function as the main aqueduct having ceased, the new and current civic aqueduct having been built, a pillar and two arches were demolished to construct the Florence-sea road. In order to ensure visual continuity, a new arch was built completely different from the others.

First in 1944 by the retreating German army and later in 1961 with the doubling of the highway new arches and pillars were demolished arriving at the present state.

The aqueduct is missing 6 arches, 4 pillars and 1 buttress, for a 42-meters long section.



02.

Foto della Serra Vespaia, costruita trasversalmente ai due rii, è il punto di confluenza delle acque del Rio S. Quirico e del Rio della Valle. Contiene un sistema di filtraggio attraverso cui passava l'acqua | Photo of Serra Vespaia, built transversely to the two streams, is the confluence point of the waters of Rio S. Quirico and Rio della Valle. It contains a filtration system through which the water passed

## IL FUNZIONAMENTO

Le sorgenti dell'acquedotto, e quindi l'acquedotto stesso, si sviluppano a partire dalle pendici del monte Serra, vetta più alta dei Monti Pisani.

L'Acquedotto del Nottolini può essere descritto suddividendolo in 3 parti compositive:

1] L'area a monte, detta le "Parole d'Oro", nel comune di Capannori, dove si trovano 18 sorgenti e le opere di ispezione, depurazione, raccolta e trasporto delle acque; Prende il nome dalle lettere in ottone presenti sull'omonimo

## THE OPERATION

The springs of the aqueduct, and thus the aqueduct itself, develop from the slopes of Mount Serra, the highest peak of the Monti Pisani.

The Nottolini Aqueduct can be described by dividing them into 3 compositional parts:

1] The upstream area, called the "Golden Words," in the municipality of Capannori, where there are 18 springs and the works of inspection, purification, collection and transportation of water; It takes its name from the brass letters on the bridge of the same name, which the citizens of Lucca of old



ponte, che i cittadini lucchesi di un tempo scambiarono per oro. Da quello che si è potuto desumere da pubblicazioni e disegni storici, quest'acqua veniva immessa in una condotta sotterranea, fino ad un Bottino, costruzione a pianta ottagonale con la funzione di serbatoio. Da qui la condotta proseguiva protetta da una lastricatura in pietra alternata da grandi massi circolari che costituivano i chiusini d'ispezione. L'acqua di lusso, invece, era l'acqua dei due rii. Essa scorre tutt'ora sotto il loro letto rivestito di materiale lapideo. Ad una profondità di 4-5 metri, si trova la galleria filtrante, composta da massi, ghiaia, sabbia e carbone, all'interno della quale scorreva l'acqua fino ad arrivare alla Serra Vespaia contenente il vero e proprio filtro depurativo.

2] Gli archi che collegavano i due tempietti, quello di Guamo e quello di San Concordio, e che portavano l'acqua in città tramite il cosiddetto "torrione", ovvero il condotto ospitato al di sopra degli archi; il primo tratto si costituisce di 339 arcate per una lunghezza di circa 2.5 km, il secondo, verso la città, è di 114 arcate per circa 1 km.

3] La rete di distribuzione idrica tramite condotto forzato all'interno delle mura cittadine, in cui l'acqua sgorgava attraverso fontane pubbliche e private.

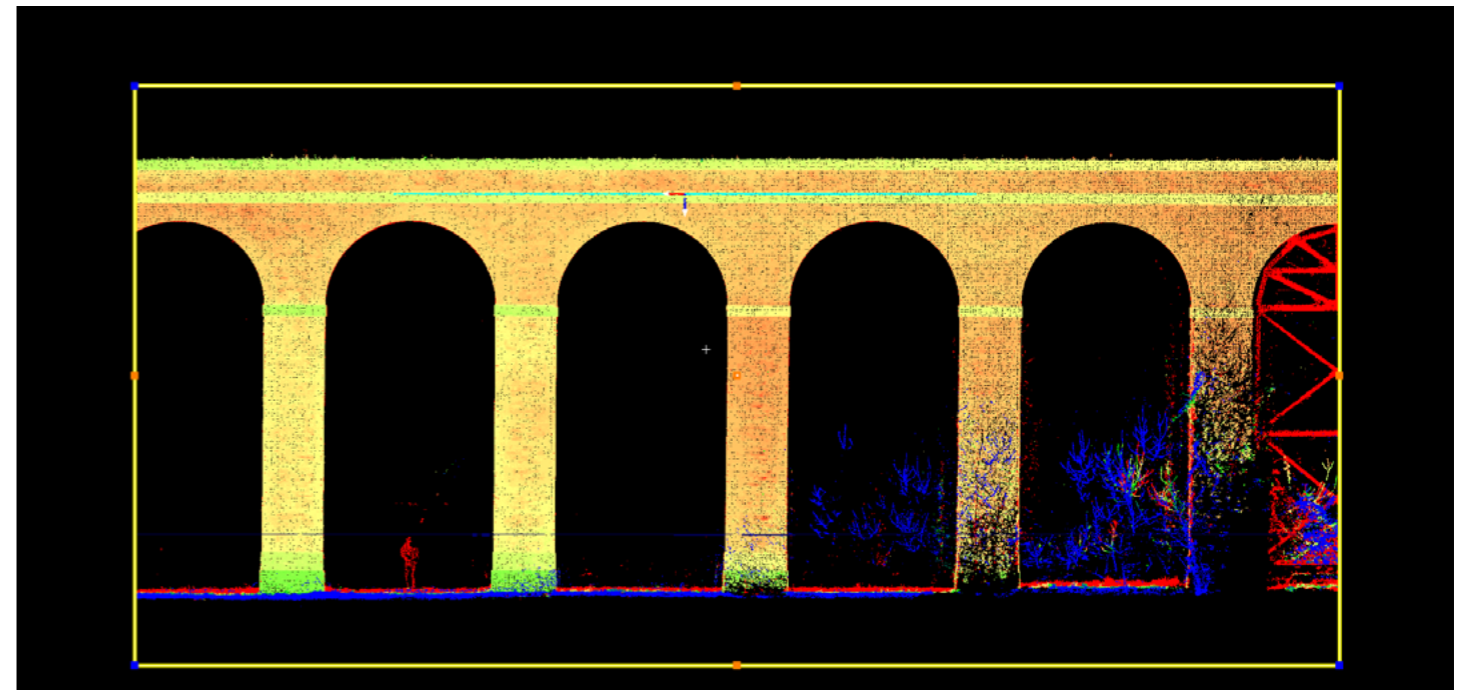
mistook for gold.

From what we have been able to gather from historical publications and drawings this water was fed into an underground conduit, up to a Bottino, an octagonal building with the function of a reservoir. From here the conduit continued protected by stone paving alternating with large circular boulders that formed the inspection manholes.

The luxury water, on the other hand, was the water from the two streams. It still flows today under their beds lined with stone material. At a depth of 4-5 meters, there is the filter tunnel, composed of boulders, gravel, sand and coal, inside which the water flowed until it reached the Serra Vespaia containing the actual purifying filter.

2] The arches that connected the two small temples, the one in Guamo upstream and the one in San Concordio, and that brought water to the city through the so-called "torrione," or conduit housed above the arches; the first section consists of 339 arches for a length of about 2.5 km, the second, toward the city, is 114 arches for about 1 km.

3] The water distribution network via penstock within the city walls, in which water gushed out through public and private fountains.



04.

Estrazione nuvola di punti di un tratto di archi dell'acquedotto utilizzando Cyclone | Point cloud extraction of a section of aqueduct arches using Cyclone

03.

Foto di un tratto di archi utile per lo studio dei materiali e dello stato di conservazione | Photo of a section of arches useful for studying materials and state of preservation



## IL RILIEVO

Il rilievo scanner ha prodotto 82 scansioni per quanto riguarda l'area a monte delle Parole d'Oro e oltre 30 scansioni per quanto riguarda un tratto di 20 Archi.

Gli elaborati sono il risultato del procedimento di lavorazione della nuvola di punti.

La creazione di alcuni piani di sezione "Reference Plane" nel programma Cyclone ha permesso di sezionare la nuvola al fine di esportare le ortotimmagini di interesse. Queste sono successivamente state assemblate e ricalcate utilizzando il programma Autocad. Il risultato finale si traduce nella produzione dei classici elaborati grafici: piante, prospetti e sezioni.

Un'altra metodologia utilizzata è stata lavorare con la nuvola di punti direttamente su Autocad passando da Autodesk Recap.

Per il rilievo sono stati utilizzati due tipi di metodologie di misurazione: il rilievo con il Laser Scanner, detto indiretto, ha consentito di ricostruire le principali geometrie del manufatto, mentre il rilievo diretto è stato di ausilio per la verifica delle misure e lo studio del dettaglio.

Data la scarsità di dati moderni per quanto riguarda il rilievo dell'area a monte, la prima campagna di rilievo laser scanner si è concentrata al Parco delle Parole d'Oro.

Il rilievo del manufatto storico è stato pensato in funzione della successiva fase di analisi diagnostica del monumento, che necessariamente obbliga ad ottenere un modello di punti affidabile e definito almeno per la scala di restituzione 1:50.

Il disegno è stato realizzato su fogli CAD, divisi per layer,

## THE SURVEY

The scanner survey produced 82 scans regarding the area upstream of the Golden Words and over 30 scans regarding a section of 20 Arches.

The scans are the result of the point cloud processing procedure.

The creation of several "Reference Plane" section plans in the Cyclone program allowed the cloud to be sectioned in order to export the orthoimages of interest. These were subsequently assembled and recalculated using the Autocad program. The end result results in the production of the classic graphic designs: plans, elevations and sections.

Another methodology used was to work with the point cloud directly in Autocad by passing through Autodesk Recap.

Two types of measurement methodologies were used for the survey: the survey with the Laser Scanner, called indirect, allowed the reconstruction of the main geometries of the artifact, while the direct survey helped to verify the measurements and study the detail.

Given the scarcity of modern data regarding the survey of the upstream area, the first laser scanner survey campaign focused on the Golden Words Park. The survey of the historical artifact was designed in function of the subsequent phase of diagnostic analysis of the monument, which necessarily obliges to obtain a reliable and defined point model at least for the 1:50 scale of restitution.

The drawing was done on CAD sheets, divided by layers, different according to the meaning of the sign, thus distinguishing both semantically and graphically e.g., section lines versus first and second floor projection lines; projection of objects such as stones



05.

Estrazione nuvola di punti della Serra Vespaia e di due Bottini d'ispezione da Autocad | Point cloud extraction of the Serra Vespaia and two Inspection Slots from Autocad

differenti a seconda del significato del segno, distinguendo così sia a livello semantico che a livello grafico ad esempio le linee di sezione rispetto alle linee di proiezione di primo e secondo piano; la proiezione di oggetti come pietre e conci, rispetto a modanature o vegetazione.

Per la restituzione dei fotopiani è stata condotta una campagna fotografica. La fotogrammetria ha avuto un ruolo fondamentale per lo studio diagnostico dei materiali, dei degradi superficiali, per acquisire tutte le informazioni cromatiche e materiche relative allo stato di conservazione degli elementi analizzati. Per lo sviluppo di questa documentazione sono stati svolti sia rilievi a terra mediante fotocamere professionale, sia rilievi in quota tramite drone fotografico.

06.

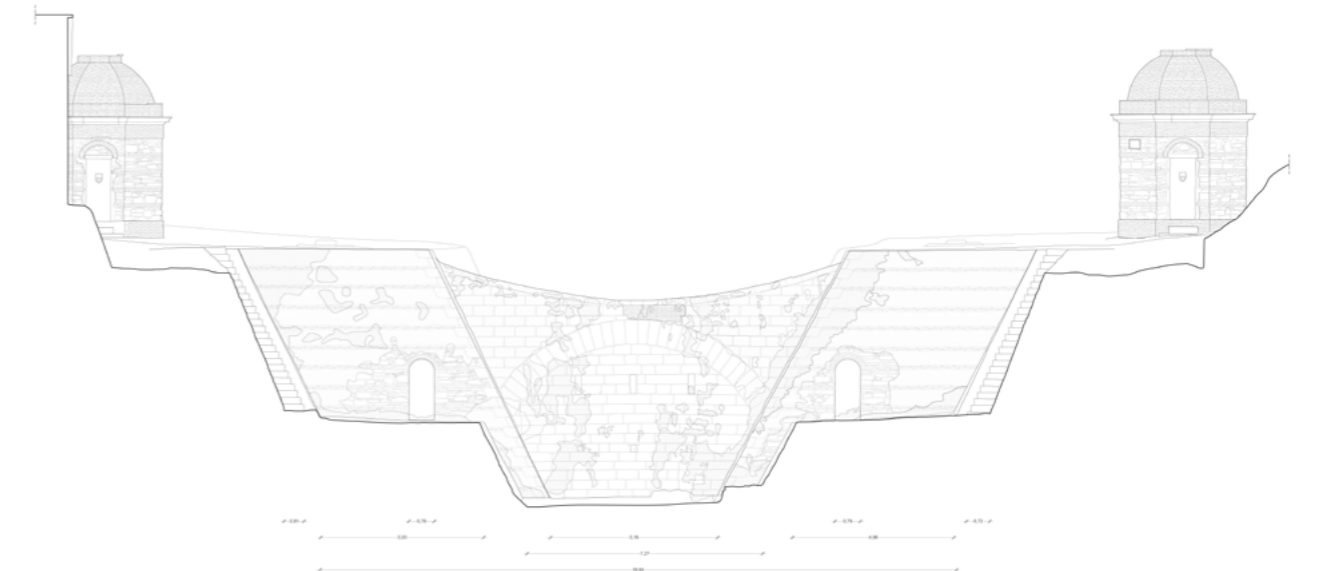
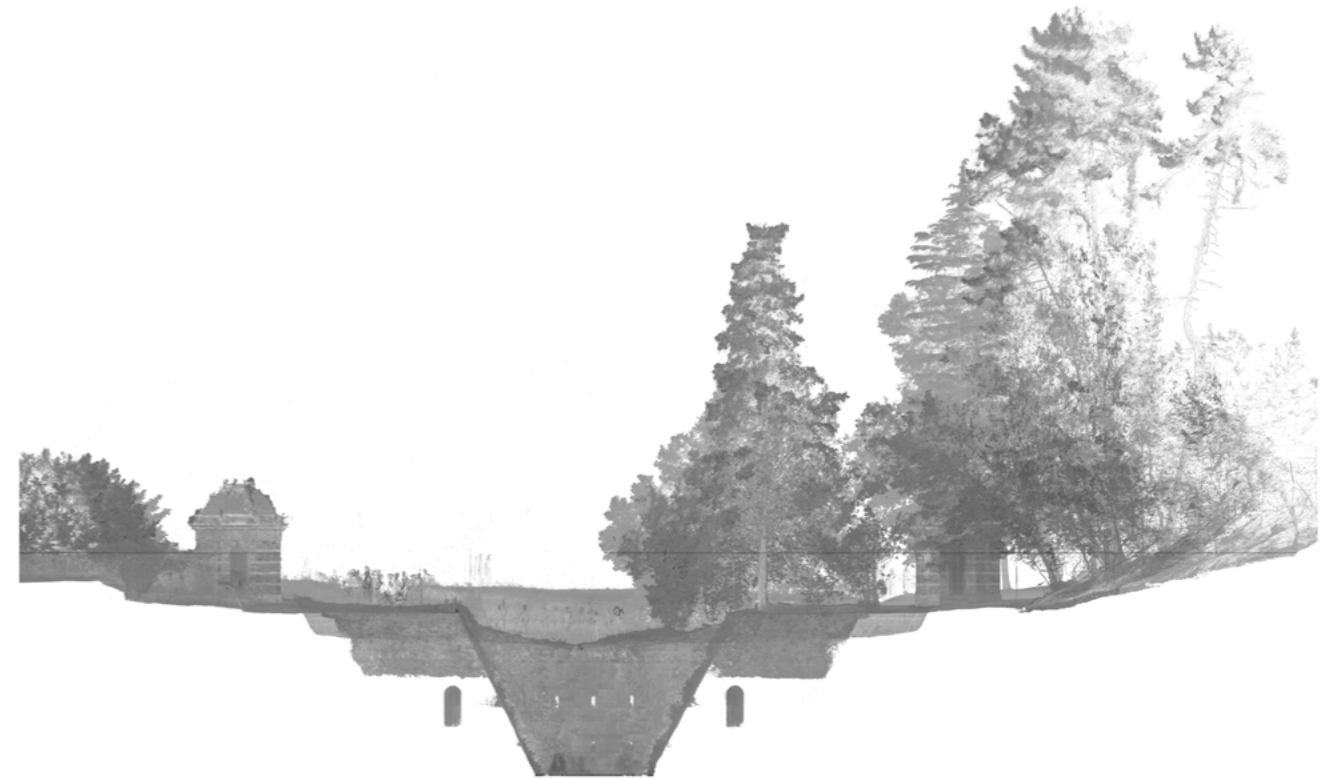
Restituzione geometrica bidimensionale della Serra Vespaia e di due Bottini d'ispezione utilizzando Autocad | Two-dimensional geometric restitution of the Serra Vespaia and two Inspection Slots using Autocad

07.

Elaborazione da rilievo con fotogrammetria elaborata con Agisoft Metashape della Serra Vespaia e di due Bottini d'ispezione | Processing from survey with photogrammetry processed with Agisoft Metashape of the Serra Vespaia and two Inspection Slot

and ashlars, versus mouldings or vegetation.

A photogrammetry campaign was conducted for the restitution of the photoplans. Photogrammetry played a fundamental role in the diagnostic study of materials, surface degradation, to acquire all the chromatic and material information related to the state of preservation of the analyzed elements. For the development of this documentation, both ground surveys by professional cameras and overhead surveys by photographic drone were carried out.



#### BIBLIOGRAFIA | BIBLIOGRAPHY

G. BEDINI, R. NOLLEDI, Lorenzo Nottolini ingegnere architetto, in «Casabella», n. 546, pp. 44-55, 1988;

M. DEZZI BARDESCHI, R. EVANGELISTI, V. REGOLI, P.C. SANTINI, Lorenzo Nottolini architetto a Lucca, Libreria editrice Baroni, Lucca, 1970;

M. A. GIUSTI, G. TUCCI, For the conservation of Lorenzo Nottolini's aqueduct in Lucca: survey and representation of historic infrastructure, CIPA 2005 XX International Symposium, Torino, 2015;

G. MOROLLI, L'ingegneria romantica di Lorenzo Nottolini (1787-1851). Fantasie tecnologiche e realismo territoriale nella Lucca della Restaurazione, Istituto di storia dell'architettura e restauro dell'Università di Firenze, Firenze, 1981;

C. SALVETTI, L'acquedotto di Lorenzo Nottolini, M. Pacini Fazzi, Lucca, 1987.

#### CREDITI | ACKNOWLEDGEMENT

Il lavoro di ricerca deriva dalla Tesi di Laurea realizzata da Giulia Albini presso il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze e sviluppata sotto la supervisione della prof.ssa Susanna Caccia Gherardini.

The research work derives from the Graduate Thesis carried out by Giulia Albini at the Department of Architecture, University of Florence and developed under the supervision of Prof. Susanna Caccia Gherardini.