

# Strumenti computazionali per la modellazione delle lanterne napoletane

Mara Capone  
Gianluca Barile  
Angela Cicala

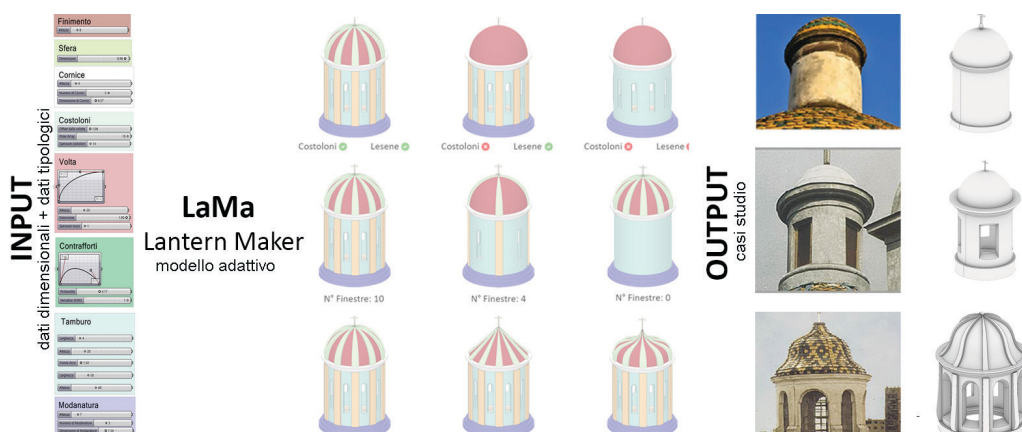
## Abstract

Nell'ambito di una ricerca finanziata sulle cupole napoletane è stato sviluppato un modello algoritmico adattivo per generare diverse tipologie di lanterne. Da un punto di vista metodologico il processo parte dalla scomposizione semantica dell'elemento 'lanterna' e dalla definizione di un lessico condiviso, basato sull'analisi di trattati storici e vocabolari specialistici. La mappatura dei casi reali ha permesso di individuare criteri e regole geometriche-configurative utili alla classificazione tipologica. Tali regole hanno guidato lo sviluppo di un modello computazionale in *Visual Programming Language* (VPL), denominato *LaMa\_Lantern Maker*, concepito secondo i principi della *shape grammar*. L'obiettivo è definire parametri flessibili per adattare il modello a casi con caratteristiche e complessità differenti. Una fase cruciale è rappresentata dal test di adattabilità ai casi reali: lo *script* è stato ottimizzato in base ai risultati della verifica della coerenza formale e delle valutazioni esperienziali. LaMa consente di generare modelli digitali con livelli di dettaglio variabili, utilizzabili sia in ambito informativo che comunicativo. Tra le sperimentazioni in corso, è in fase di sviluppo un'interfaccia *user-friendly* per favorire l'utilizzo dello strumento anche da parte di utenti non esperti.

## Parole chiave

Lanterne, cupole, modellazione parametrica, *digital twin*, *shape grammar*.

LaMa\_Lantern Maker:  
un modello adattativo  
per la configurazione  
delle diverse tipologie di  
lanterne (elaborazione  
grafica di G. Barile.)



## Introduzione

Nell'ambito di una ricerca finanziata sulle cupole napoletane è stato sviluppato un modello algoritmico adattivo in grado di generare parametricamente diverse tipologie di lanterne. L'obiettivo principale dello strumento è la costruzione di modelli digitali a vari livelli di dettaglio, utilizzabili sia in contesti specialistici che in ambiti ludico-didattici, con l'intento di avvicinare anche un pubblico non esperto alla comprensione dell'architettura storica.

Attraverso un'interfaccia parametrica, l'utente è guidato alla scoperta delle componenti formali e costruttive delle lanterne, grazie alla possibilità di esplorare e modificare direttamente i parametri che consentono di controllare la geometria e le dimensioni. In questo modo, il modello non solo favorisce un apprendimento attivo e intuitivo, ma contribuisce anche a sviluppare una maggiore consapevolezza critica nei confronti del patrimonio architettonico, promuovendone la conoscenza attraverso la sperimentazione e la modellazione diretta.

La lanterna è un elemento architettonico essenziale del macroelemento cupola, che, insieme al tamburo, garantisce generalmente l'illuminazione naturale all'interno delle chiese e contribuisce alla stabilità strutturale della cupola, alleggerendone la sommità [Agosta 2018, p. 35]. In epoca romana, l'illuminazione interna era affidata esclusivamente all'oculo, come nel caso del Pantheon [Conforti 1997, p. 23]. A partire dal Rinascimento, la lanterna viene introdotta come elemento di protezione dell'oculo, evolvendo progressivamente in una struttura architettonica complessa che caratterizza la maggior parte delle cupole estradossate [Ottoni 2008, p. 45-48]. Lo studio dei trattati ha consentito di individuare le regole geometriche per il dimensionamento delle cupole e dei loro elementi costitutivi, tra cui la lanterna. Questi principi, già presenti nel trattato di Scamozzi [1615] e di Serlio [1619], trovano pieno sviluppo negli scritti di Vittone [1760] e, in particolare, di Carlo Fontana. Nel *Templum Vaticanum*, Fontana definisce le *Regole per le Cupole Semplici*, fornendo indicazioni geometriche dettagliate per la costruzione del tamburo, la determinazione dei sestii e la configurazione della lanterna, la cui altezza – esclusa la croce – si definisce pari alla metà del diametro della cupola. Per armonizzarne le proporzioni con il resto della struttura, Fontana propone una ripartizione accurata in basamento, capitello e altri elementi decorativi e descrive dettagliatamente il procedimento per disegnare la lanterna, la piccola struttura che si trova in cima alla cupola, basato su precise costruzioni geometriche che, partendo dalla divisione del diametro, consentono di determinare i punti e le linee guida che strutturano forma e decorazioni dell'intera lanterna [Fontana 1694] (fig. 1).

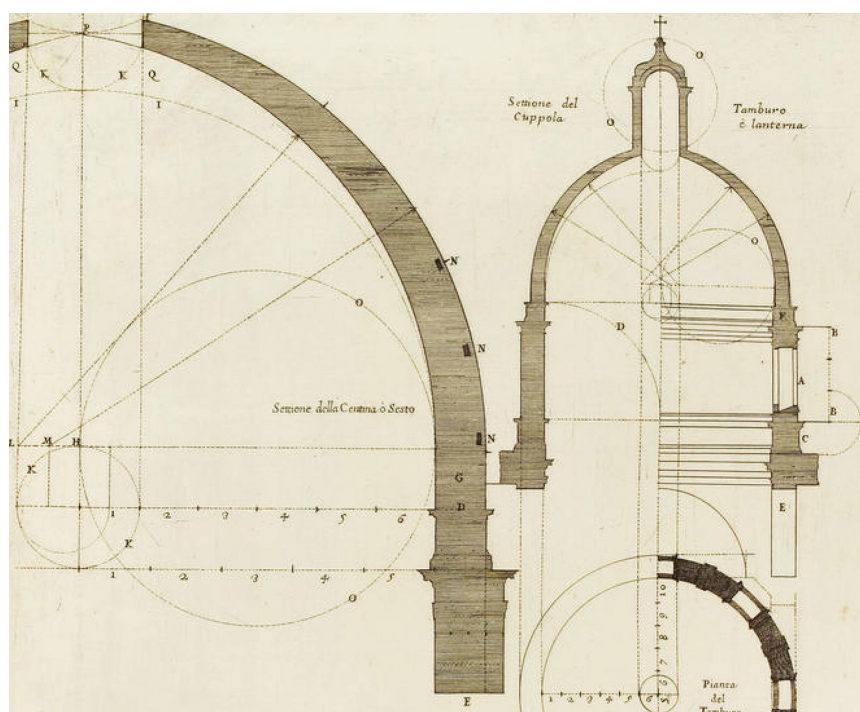


Fig. 1. Dimostrazioni e Regole per costruire le cupole semplici dal trattato di Carlo Fontana *Il Tempio Vaticano* 1694 [Curcio 2003, p. 337].

L'analisi dei trattati e il confronto con i principali dizionari – in particolare l'*Art and Architecture Thesaurus* – hanno costituito il punto di partenza per la definizione di un lessico condiviso, basato su annotazioni semantiche relative a cupole e lanterne. Partendo dalla tipologia più semplice, con calotta estradossata, e dal disegno riportato dal Fontana, la lanterna (o lanternino) è stata scomposta in sette elementi fondamentali (fig. 2): cornice inferiore; tamburo; cornice superiore; volta; coronamento/cuspide; sfera; finimento. In alcune configurazioni complesse, come nel caso della lanterna del *Tempio Vaticano*, l'estradosso acquisisce un'autonomia formale più marcata, fino a inglobare la volta interna. In questo caso, il coronamento diventa un elemento architettonico integrato, descritto da Fontana con il termine cuspide. Infatti, nelle cupole di grandi dimensioni la lanterna è spesso caratterizzata dalla presenza di una doppia calotta e di uno spazio intermedio – detto *vacuo* – che si viene a definire tra l'estradosso della volta interna e l'intradosso della cuspide. Un ulteriore elemento, presente nel *Tempio Vaticano* e in altre lanterne monumentali, è l'*ambulacro*: un camminamento esterno al tamburo che avvolge l'intera struttura (fig. 3).

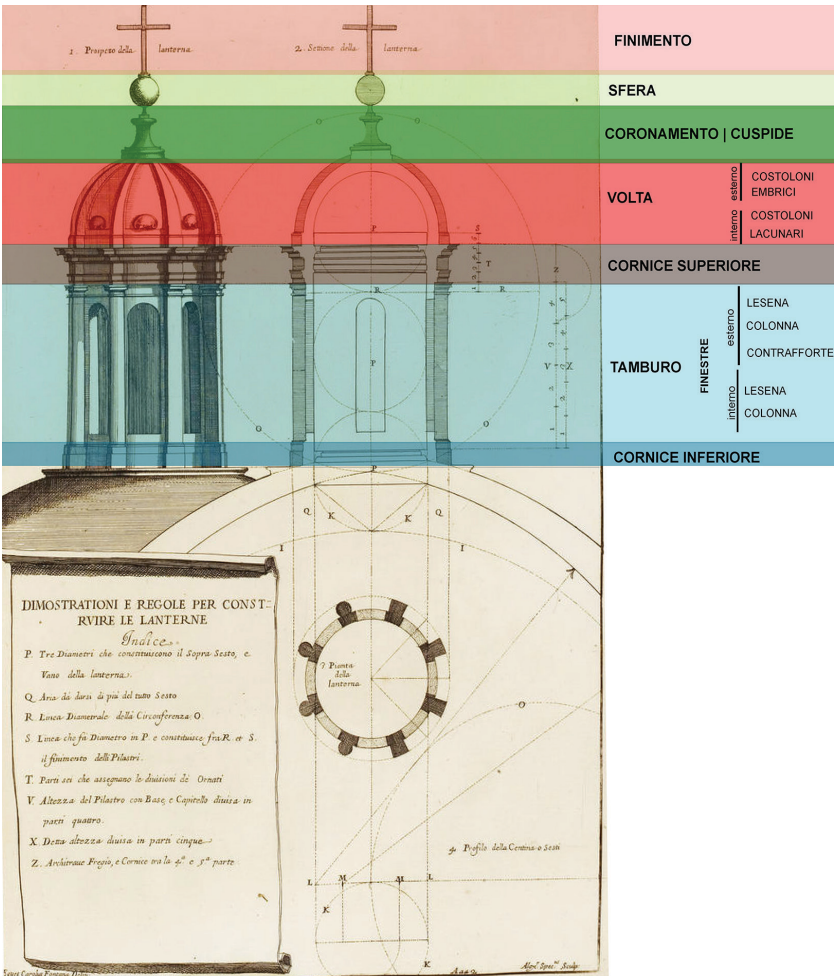


Fig. 2. Scomposizione semantica dell'elemento 'lanterna'. Elaborazione del disegno *Dimostrazioni e Regole per costruire lanterne* dal trattato di Carlo Fontana *Il Tempio Vaticano* 1694 (elaborazione grafica di M. Capone).

### Le diverse tipologie della lanterna

La mappatura delle cupole e delle lanterne delle chiese napoletane è stata condotta con l'obiettivo di costruire un quadro dettagliato e sistematico della distribuzione, delle caratteristiche architettoniche e della varietà tipologica delle lanterne presenti sul territorio. L'indagine ha permesso di distinguere le chiese dotate di cupola con lanterna da quelle in cui la lanterna è assente, facilitando così la raccolta, l'organizzazione e la consultazione di dati relativi alla loro tipologia, alla storia, all'impianto architettonico e alle specificità costruttive (fig. 4).



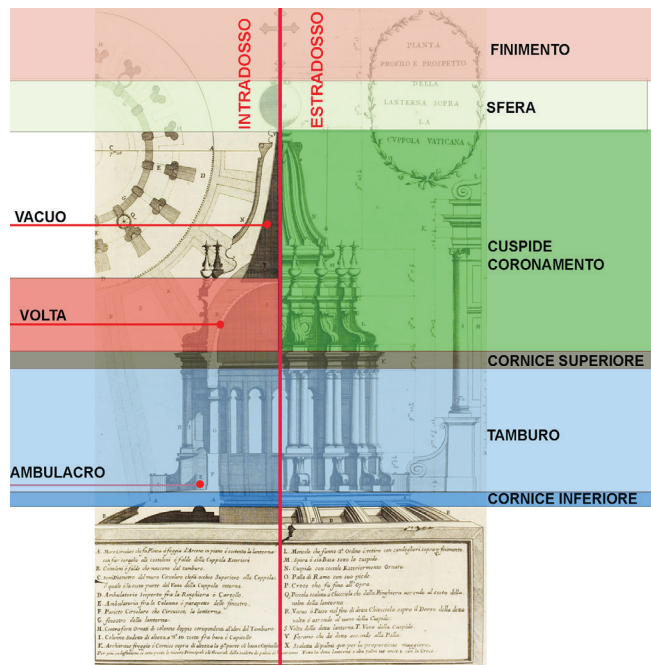


Fig. 3. Scomposizione semantica della Lanterna sopra la cupola Vaticana dal trattato di Carlo Fontana *Il Tempio Vaticano* 1694 (elaborazione grafica di M. Capone).

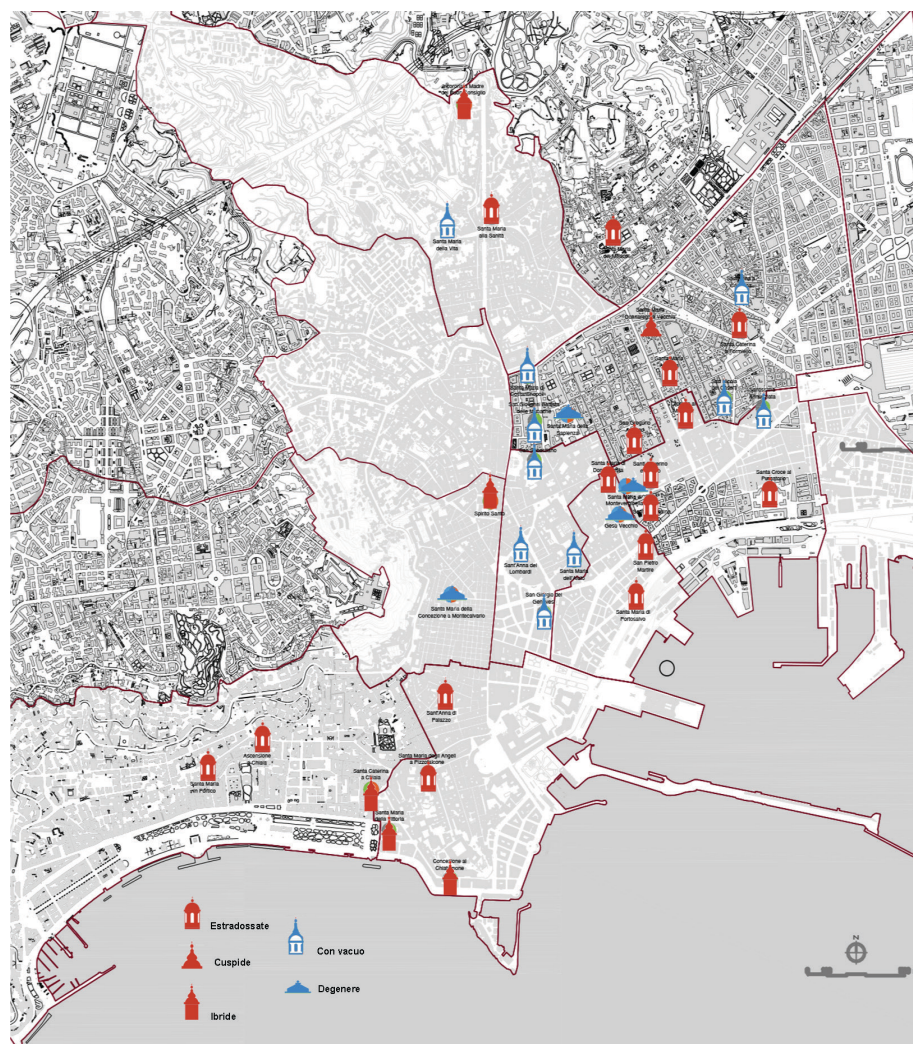


Fig. 4. Mappatura delle lanterne del centro storico di Napoli (elaborazione grafica di A. Cicala).



L'approccio adottato ha previsto un confronto costante tra l'analisi diretta dei casi reali e i riferimenti teorici tratti dai principali trattati storici. Da questa duplice lettura – empirica e teorica – è stato possibile individuare criteri di classificazione e parametri formali utili alla definizione delle diverse tipologie (fig. 5).



Fig. 5. Definizione delle diverse tipologie di lanterne e delle icone (elaborazione grafica di M. Capone).

In particolare, sono state definite cinque categorie principali:

1. lanterne con calotta estradossata: sono quelle lanterne che presentano una conformazione in cui l'intradosso e l'estradosso seguono geometrie simili, definendo un unico spessore murario;
2. lanterne con cuspide e vacuo: sono quelle lanterne caratterizzate da una doppia calotta quella interna generalmente sferica e quella esterna che può assumere forme diverse a seconda della geometria della curva generatrice. In questa tipologia si viene, quindi, a creare uno spazio interno (vacuo) tra l'estradosso della calotta inferiore e l'intradosso della superficie esterna detta anche cuspide;
3. lanterne a cuspide: sono tutti quei casi in cui la lanterna si riduce alla sola cuspide, priva di tamburo, assumendo un ruolo quasi esclusivamente simbolico o decorativo;
4. lanterne degeneri: sono quei casi in cui la presenza della lanterna è ridotta al minimo, spesso semplificata fino a diventare un mero raccordo strutturale o decorativo;
5. lanterne ibride: rappresentano una categoria intermedia in cui l'estradosso assume una forma cuspide con un tamburo chiuso, senza aperture visibili; dall'interno la lanterna non è visibile e talvolta si confonde negli affreschi presenti nell'intradosso della cupola. In questi casi la lanterna perde la sua originaria funzione di illuminare e non è più percepibile dall'interno. Ognuna di queste categorie può essere ulteriormente articolata in base alla presenza di elementi quali costoloni, contrafforti, lesene, o finestre di varie dimensioni e conformazioni, che contribuiscono alla definizione della morfologia finale.

L'osservazione puntuale dei casi censiti ha permesso la definizione di un set di icone rappresentative e la costruzione di un abaco tipologico (fig. 6), funzionale alla strutturazione di un sistema informativo georeferenziato. Questo sistema consente non solo di visualizzare e interrogare la distribuzione delle lanterne nel contesto urbano, ma anche di analizzare relazioni tra tipologie architettoniche, epoche costruttive e stato di conservazione.

In prospettiva, questa mappatura rappresenta una base conoscitiva solida per studi futuri volti al restauro, alla conservazione e alla valorizzazione del patrimonio architettonico napoletano. La raccolta strutturata delle informazioni consente di identificare rapidamente situazioni critiche e pianificare interventi mirati. La natura aperta e aggiornabile del lavoro permette inoltre l'integrazione di nuovi dati, rendendo lo strumento dinamico e adattabile a esigenze future.

L'intero sistema potrà essere progressivamente digitalizzato e integrato in piattaforme GIS, con la creazione di un *database* interrogabile che faciliti la fruizione da parte di studiosi, tecnici, amministratori e pubblico non specializzato. In questo modo, la mappatura non solo restituisce una fotografia aggiornata dello stato attuale, ma si configura anche come risorsa strategica per la gestione e la promozione della conoscenza delle cupole presenti in moltissime delle chiese napoletane, rendendo accessibili informazioni e analisi fondamentali per la loro tutela e valorizzazione.

### ***LaMa\_Lantern Maker: un modello algoritmico adattivo***

Partendo dallo studio dei casi esistenti mappati e dal trattato di Fontana, sono state definite le regole per la configurazione delle diverse tipologie di lanterna e individuati i principali parametri di riferimento utilizzati per l'impostazione di LaMa, un modello algoritmico adattivo che consente di generare un artefatto digitale di una specifica lanterna, con diversi livelli di dettaglio [Capone 2020, pp. 229-236]. Da un punto di vista metodologico i test di adattabilità ai casi reali sono stati fondamentali per definire le diverse possibili varianti, per correggere e implementare lo *script* [Scandurra et al. 2024, pp. 389-396].

L'algoritmo sviluppato per la generazione delle diverse tipologie di lanterna è stato concepito a seguito di un'analisi approfondita dei trattati storici, di un processo sistematico di scomposizione semantica della microarchitettura di riferimento. Punto di partenza per la definizione di LaMa è la genesi geometrica delle superfici per la generazione di lanterne a base circolare. Poiché si tratta di superfici di rivoluzione, il controllo e l'adattabilità è garantita dalla possibilità di modificare separatamente le curve generatrici, i profili interni ed esterni, di ciascun elemento. Questa separazione è stata fondamentale soprattutto per alcuni elementi ed in particolare per l'elemento volta/cuspide.

L'approccio metodologico adottato ha previsto l'identificazione degli elementi costitutivi per ciascuna delle tre principali tipologie di lanterna: lanterne con calotta estradossata; lanterne con cuspide e vacuo; lanterne a cuspide.

L'obiettivo è stato quello di ridurre al minimo i parametri per ottenere con lo stesso script la lanterna più complessa e quella più semplice. Sono stati quindi assunti come casi limite la lanterna con cuspide e vacuo e la lanterna a cuspide. Il primo test di adattabilità dimostra che modificando i parametri definiti si possono ottenere anche tutte le altre tipologie: le lanterne con calotta estradossata completa di coronamento, le lanterne degeneri e le lanterne ibride (fig. 7).

La strategia adottata, che prevede il controllo indipendente delle curve generatrici dell'intradosso e dell'estradosso, consente di generare tutte le tipologie di lanterna utilizzando lo stesso algoritmo e modificando solo alcuni parametri. A partire dalla configurazione più complessa – la lanterna con cuspide e vacuo, in cui tutti gli elementi architettonici sono presenti – è possibile arrivare alla tipologia degenera, in cui la lanterna è ridotta al minimo.

Ad esempio, grazie alla possibilità di controllare separatamente la curva generatrice dell'estradosso rispetto a quella dell'intradosso, si ottiene la tipologia a cuspide e vacuo quando la curva dell'estradosso si sviluppa completamente all'esterno rispetto alla volta sottostante, creando così uno spazio interno (vacuo). Al contrario, quando la curva dell'estradosso interseca la calotta estradossata, si configura un coronamento, dando luogo alla tipologia con calotta estradossata (fig. 7).



Fig. 6. Abaco e classificazione di alcune delle lanterne del centro storico di Napoli (elaborazione grafica di M. Capone).



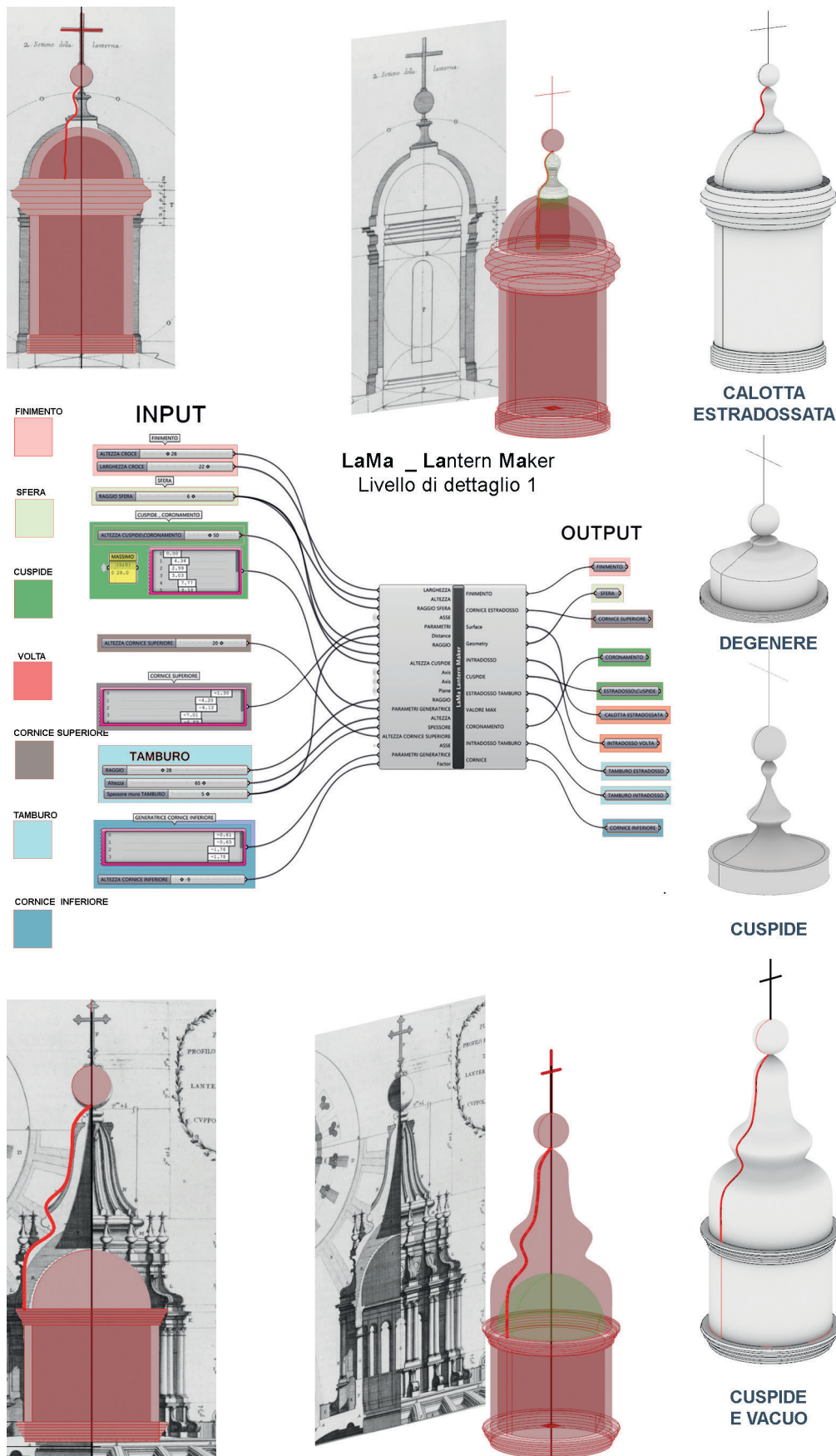


Fig. 7. LaMa\_Lantern Maker, livello di dettaglio 'uno'. Lo script è stato definito in modo da poter costruire i modelli digitali della maggior parte dei casi esistenti con diversi livelli di dettaglio. Primo test di adattabilità per la costruzione dei modelli del trattato del Fontana con dettaglio 'uno' (algoritmo G. Barile e M. Capone; elaborazione grafica di M. Capone).

L'adattabilità di LaMa è garantita dalla possibilità di modificare i parametri di riferimento per il controllo dimensionale e formale di ciascun elemento: la cornice inferiore, il tamburo, la cornice superiore, la volta, la cuspide/coronamento, la sfera e il finimento. Le diverse tipologie si ottengono modificando questi parametri e, quindi si ottiene la lanterna a cuspide, quando il tamburo non è presente, la tipologia degenera, quando la curva generatrice dell'estradosso si riduce al minimo e si ottengono le diverse tipologie ibride quando le dimensioni sono ridotte e il tamburo è privo di aperture. Per definire i diversi livelli di dettaglio lo *script* è stato strutturato in diverse parti che consentono di definire ulteriori elementi quali i costoloni/contrafforti e le finestre. Il livello di dettaglio 'uno' consente di definire solo gli elementi principali, quindi, le modanature delle cornici, il tamburo, la volta e la cuspide, mentre il livello di dettaglio 'due' consente di definire il numero e la forma dei costoloni e delle finestre (fig. 8).

Il tamburo, ad esempio, presenta generalmente aperture che consentono l'ingresso della luce, la cui forma può variare, può essere strutturato con lesene e/o mezze colonne, solitamente in armonia con il partito decorativo dei costoloni presenti nell'estradosso della volta. Per ottenere la massima flessibilità tali elementi sono stati formalizzati come insiemi di parametri e regole, costituendo così il dominio degli *input* dell'algoritmo (fig. 9)

Questi *input*, opportunamente combinati secondo criteri geometrici e morfologici, permettono di generare un modello ideale semplificato della lanterna relativa ad un determinato caso studio. L'integrazione di vincoli geometrici e principi di compositivi ha consentito di definire un sistema generativo capace di riprodurre varianti coerenti con le caratteristiche del modello di riferimento. In questo modo, il processo computazionale si configura non solo come uno strumento di sintesi formale, ma anche come un mezzo di analisi critica e interpretazione della struttura architettonica.

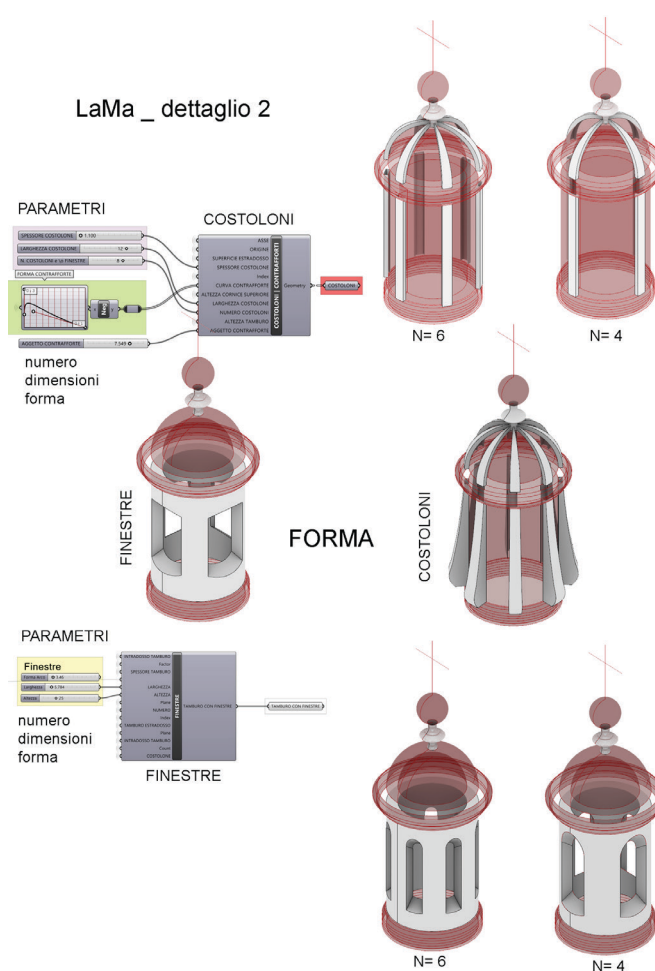


Fig. 8. LaMa\_Lantern Maker, livello di dettaglio 'due'. Allo script LaMa dettaglio 'uno' sono stati aggiunti altri script che consentono di definire livelli di dettaglio diversi quali i costoloni, le lesene, le finestre ecc., elementi che possono variare per dimensione e per forma (algoritmo di G. Barile e M. Capone; elaborazione grafica di M. Capone).

Come illustrato in fig. 9 emergono in modo chiaro le relazioni funzionali tra gli *input* e *output* del sistema, evidenziando come ciascun parametro contribuisca in maniera specifica alla modifica puntuale dei singoli elementi. In altre parole, ogni *input* è associato ad un aspetto o elemento distintivo della lanterna tipo, il quale viene elaborato secondo regole geometriche e caratteristiche tipologiche stabilite nel modello algoritmico.

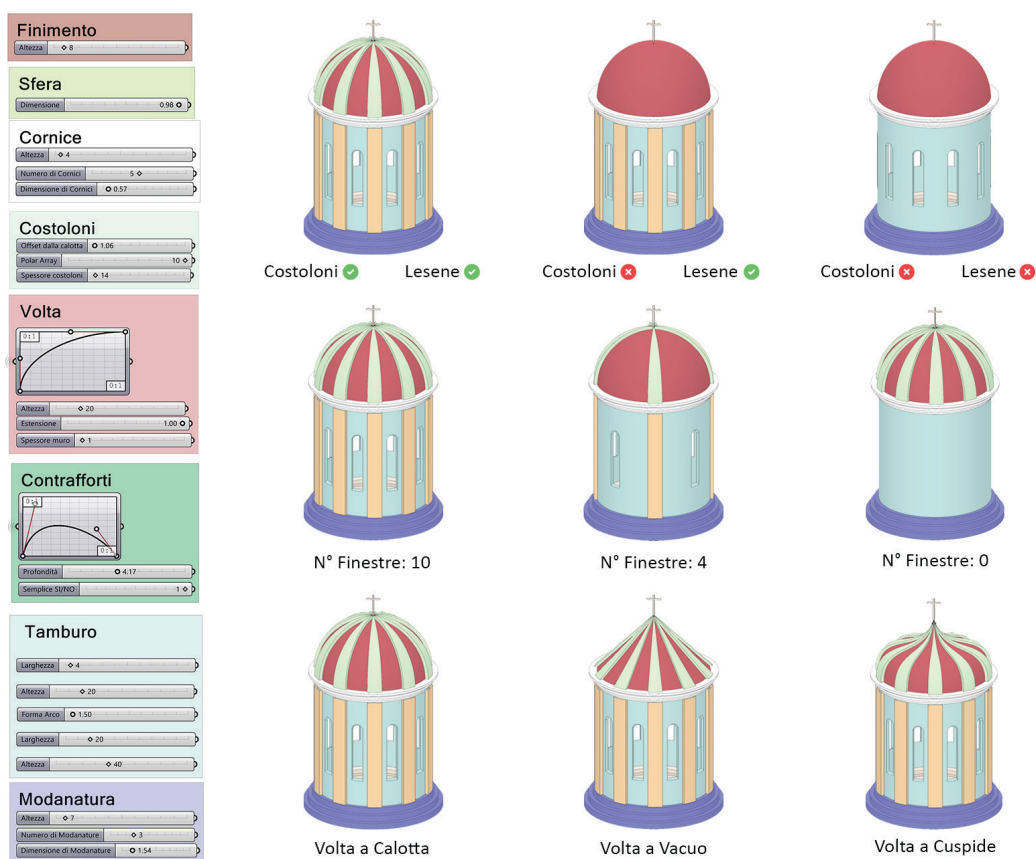


Fig. 9. LaMa consente di generare modelli tipologici diversi. Schema del funzionamento dello script (algoritmo e elaborazione grafica di G. Barile).

## LaMa\_ test di adattabilità

Il test di adattabilità è una fase fondamentale del processo che consente di correggere e/o implementare l'algoritmo per ottenere i diversi livelli di dettaglio desiderati [Capone, Lanza-ra 2022]. Il test sui diversi casi studio si basa sulla conoscenza dei dati metrici, piante sezioni, prospetti, nuvole di punti ecc. A seconda del tipo di dato disponibile si procede modificando i parametri in modo da ottenere il modello digitale che meglio approssima quello reale.

Nell'ambito della ricerca il primo test di adattabilità è stato realizzato utilizzando il disegno di Carlo Fontana per la costruzione delle cupole semplici e il disegno della lanterna della cupola del *Tempio Vaticano* (fig. 7). Il test dimostra come lo *script* LaMa consenta di generare le diverse tipologie di lanterne e come si possa adattare a rappresentare la transizione dalla lanterna semplice con tamburo a quella più complessa con cuspide e vacuo e, allo stesso tempo consenta di rappresentare anche i casi intermedi che abbiamo definito ibridi.

A seguito di questo primo test è emersa, ad esempio, la necessità di modificare il numero dei punti di controllo da utilizzare per definire la generatrice della cuspide/coronamento. Nella prima definizione dell'algoritmo è stato impostato un numero non modificabile, la revisione dello *script* in corso prevede la possibilità di modificare il numero di punti in funzione della complessità del caso studio in modo da rendere la generazione delle curve sezione più adattiva.



Da un punto di vista metodologico per generare il modello digitale la sezione della lanterna è il disegno che meglio si presta a gestire i diversi parametri. L'obiettivo è stato quello di definire un modello con il minor numero di parametri in modo da renderlo molto adattivo. I parametri dimensionali consentono di definire il modello con un livello di dettaglio base, in particolare il diametro della lanterna, l'altezza delle cornici, l'altezza della cuspide/coronamento, il raggio della sfera e le dimensioni del finimento sono i principali parametri utilizzati per effettuare il primo adattamento del modello al caso studio, mentre l'adattamento della curva generatrice alla sezione del caso studio rappresenta, invece, l'adattamento formale. LaMa consente di dettagliare ulteriormente il modello digitale definendo aspetti che si possono considerare 'tipologici', come la presenza dei costoloni, contrafforti o lesene sul tamburo e sull'estradosso della cuspide o della volta, delle finestre che possono variare ovviamente per numero, dimensione, posizione ma anche per forma.

Selezionati alcuni casi studio, l'algoritmo è stato testato per verificare il suo potenziale, e i suoi limiti, nell'adattarsi alle diverse tipologie di lanterne individuate durante la fase di mappatura. La fase di test dell'algoritmo si articola in due principali fasi: la 'valutazione tecnico-funzionale' e la 'valutazione esperienziale-educativa', con l'obiettivo di verificarne l'efficacia sia dal punto di vista della modellazione architettonica che della fruibilità anche da parte di utenti non esperti.

Nello specifico, la prima fase ha previsto la verifica della correttezza formale e geometrica dei vari modelli generati, confrontandoli con alcuni dei casi mappati nel contesto del centro storico e la redazione di un *report* per evidenziare le eventuali azioni correttive per superare le difficoltà incontrate nell'adattamento dello *script* al caso studio. In particolare, si procede utilizzando una sezione del caso studio e si modificano i parametri in modo da attarli alla sezione di rilievo. Si ottiene così un modello semplificato della lanterna oggetto di studio (figg. 10, 11).



Fig. 10. Test di adattabilità dello *script* per costruire il modello digitale delle lanterne delle Chiesa di Santa Maria di Donnaromita, di San Giuseppe dei Falegnami e di Santa Croce e Purgatorio al Mercato (elaborazione grafica di G. Barile).

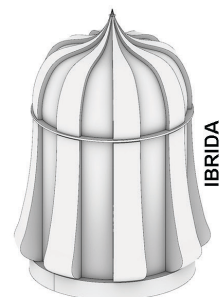
## CASO STUDIO



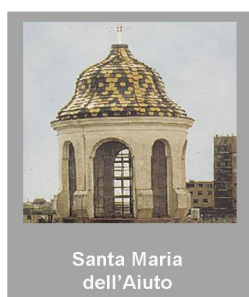
## INPUT \_ PARAMETRI

<b>Cornice</b>	<b>Costoloni</b>
Altezza: 0.1	Costoloni (mm): 0.100
Spessore di base: 0.1	Costoloni (mm): 0.100
Spessore di base: 0.100	Costoloni (mm): 0.100
<b>Tamburo</b>	<b>Contrafforti</b>
Altezza: 0.1	Contrafforti (mm): 0.100
Costoloni: 0.1	Contrafforti (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Contrafforti (mm): 0.100
<b>Finestre</b>	<b>Modanatura</b>
Altezza: 0.1	Modanatura (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Modanatura (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Modanatura (mm): 0.100
<b>Calotta</b>	<b>Sfera</b>
Altezza: 0.1	Sfera (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Sfera (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Sfera (mm): 0.100
<b>Finimento</b>	
Altezza: 0.1	
Altezza: 0.100	
Altezza: 0.100	

## MODELLO DIGITALE



<b>Cornice</b>	<b>Costoloni</b>
Altezza: 0.1	Costoloni (mm): 0.100
Spessore di base: 0.1	Costoloni (mm): 0.100
Spessore di base: 0.100	Costoloni (mm): 0.100
<b>Tamburo</b>	<b>Contrafforti</b>
Altezza: 0.1	Contrafforti (mm): 0.100
Costoloni: 0.1	Contrafforti (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Contrafforti (mm): 0.100
<b>Finestre</b>	<b>Modanatura</b>
Altezza: 0.1	Modanatura (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Modanatura (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Modanatura (mm): 0.100
<b>Calotta</b>	<b>Sfera</b>
Altezza: 0.1	Sfera (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Sfera (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Sfera (mm): 0.100
<b>Finimento</b>	
Altezza: 0.1	
Altezza: 0.100	
Altezza: 0.100	



<b>Cornice</b>	<b>Costoloni</b>
Altezza: 0.1	Costoloni (mm): 0.100
Spessore di base: 0.1	Costoloni (mm): 0.100
Spessore di base: 0.100	Costoloni (mm): 0.100
<b>Tamburo</b>	<b>Contrafforti</b>
Altezza: 0.1	Contrafforti (mm): 0.100
Costoloni: 0.1	Contrafforti (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Contrafforti (mm): 0.100
<b>Finestre</b>	<b>Modanatura</b>
Altezza: 0.1	Modanatura (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Modanatura (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Modanatura (mm): 0.100
<b>Calotta</b>	<b>Sfera</b>
Altezza: 0.1	Sfera (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Sfera (mm): 0.100
Altezza: 0.100	Sfera (mm): 0.100
<b>Finimento</b>	
Altezza: 0.1	
Altezza: 0.100	
Altezza: 0.100	



Fig. 11. Test di adattabilità dello script per costruire il modello digitale delle lanterne della Chiesa della Concezione al Chiatamone, di Santa Maria dei Miracoli e di Santa Maria dell'Aiuto (elaborazione grafica di G. Barile).

I casi studio selezionati sono stati individuati per rappresentare alcune delle diverse tipologie di lanterne, in particolare sono stati generati i modelli di lanterne estradossate come quella della Chiesa di San Giuseppe dei Falegnami e della Chiesa di Santa Croce e Purgatorio al Mercato, di lanterne ibride come quella della Chiesa della Concezione al Chiatamone, della Chiesa di Santa Maria di Donnaromita e della Chiesa di Santa Maria dei Miracoli, e infine una tipologia assimilabile a quella con cuspidi e vacuo della Chiesa di Santa Maria dell'Aiuto. Il progetto prevede il test sul maggior numero dei casi mappati di cui si dispone il rilievo della sezione in modo da valutare le modifiche da fare allo script per ottenere risposte in grado di approssimare il meglio possibile il di ciascun caso studio.

Conclusa questa fase e, quindi, una volta ottenuto uno strumento flessibile si procede alla costruzione di una interfaccia *user-friendly* per consentire l'utilizzo di LaMa anche ad un pubblico di non esperti. Questa sperimentazione in corso si basa sull'utilizzo di alcune piattaforme esistenti sia *open source* che commerciali, che consentono di importare l'algoritmo generato con uno strumento computazionale (*Grasshopper*) per trasformarlo in una sorta di 'configuratore' in grado di generare le diverse tipologie di lanterne.

La seconda fase ha previsto la valutazione esperienziale-educativa dell'interfaccia *user friendly*, si propone un test con utenti non specialisti in modo da valutare l'intuitività dell'interfaccia e la sua facilità di interazione con i parametri e la comprensione del loro effetto sul modello. Sono stati osservati i comportamenti esplorativi degli utenti, per capire se e come

interagiscono con lo strumento in modo creativo o riflessivo e sono stati raccolti i *feedback* qualitativi per valutare il potenziale educativo del processo su diverse categorie di utenti. In particolare, è stato chiesto quanto l'utilizzo dell'algoritmo abbia aiutato a comprendere la struttura e le logiche compositive dell'elemento architettonico lanterna e quanto sia aumentato il livello di conoscenza dell'elemento grazie a questa esperienza. Tutti i dati raccolti durante i test sono stati analizzati per calibrare ulteriormente l'algoritmo e migliorare l'interfaccia, in vista di una futura pubblicazione dell'*app* su una piattaforma *online*.

## Conclusione e futuri sviluppi

Lo sviluppo dell'algoritmo LaMa si inserisce all'interno di una ricerca in corso che prevede la realizzazione di un sito web dedicato alle cupole maiolicate e alle lanterne delle chiese napoletane. Il sito avrà una duplice funzione: da un lato, offrirà uno strumento operativo per studiosi ed esperti del settore; dall'altro, perseguirà finalità divulgative, rendendo accessibili contenuti specialistici a un pubblico più ampio.

Attraverso la mappatura, sarà possibile localizzare e osservare tutte le lanterne catalogate, analizzarne le caratteristiche strutturali e, mediante il confronto tra le diverse tipologie, verificare la validità dei criteri classificatori adottati. L'interfaccia *user-friendly* introdurrà l'utente a concetti fondamentali applicabili all'intero ambito della modellazione architettonica digitale, come la scomposizione semantica degli elementi e la modellazione parametrica.

In un percorso interattivo a carattere ludico-educativo, l'utente potrà sperimentare direttamente la costruzione digitale di una lanterna selezionata come caso studio, verificandone la correttezza attraverso il confronto tra la sezione del modello generato e quella dei rilievi reali. I principali sviluppi futuri dell'algoritmo LaMa prevedono l'ottimizzazione dell'algoritmo in relazione ai risultati dei test su un campione molto ampio delle lanterne napoletane mappate e l'implementazione di un'interfaccia grafica intuitiva (fig. 12), progettata per rendere l'utilizzo accessibile anche a utenti non esperti. Questa interfaccia permetterà di modificare in tempo reale i parametri generativi, consentendo così la rapida modellazione di diverse tipologie di lanternini presenti nelle chiese oggetto di studio. Tale approccio non solo potenzierà l'efficacia operativa dell'algoritmo, ma contribuirà anche alla diffusione del metodo tra studiosi, restauratori e progettisti interessati alla comprensione e alla riproduzione di elementi di microarchitettura storica come le lanterne.

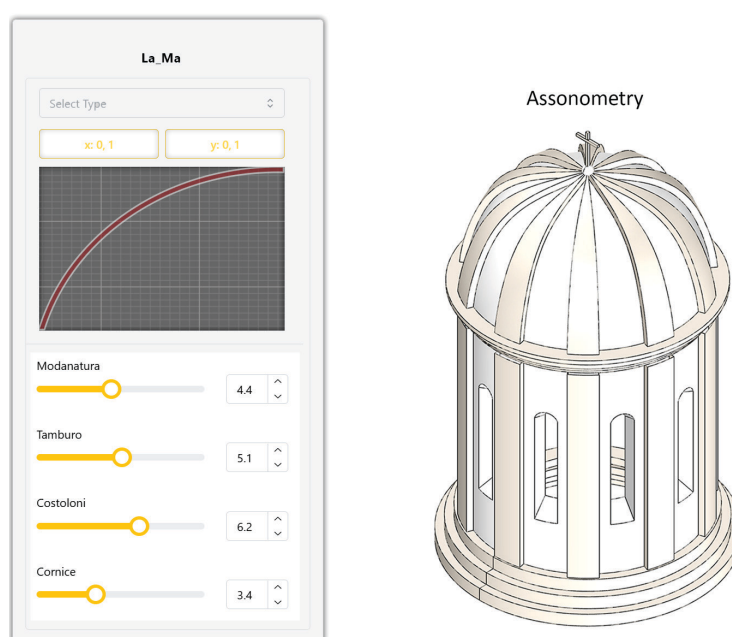


Fig. 12. Sperimentazione per la costruzione di un'interfaccia grafica interattiva per la modellazione speditiva delle lanterne (elaborazione grafica di G. Barile).



## Riferimenti bibliografici

Agosta, L. (2018). *Comportamento strutturale delle cupole murarie. Il caso di San Giorgio a Ragusa Ibla*. Tesi di laurea magistrale in Architettura per il Restauro e Valorizzazione del Patrimonio, relatore C. Tocci. Politecnico di Torino.

Conforti, C. (a cura di). (1997). *Lo specchio del cielo. Forme, significati, tecniche e funzioni della cupola dal Pantheon al Novecento*. Milano: Electa.

Curcio, G. (a cura di). (2003). *Il Tempio Vaticano 1694. Carlo Fontana*. Milano: Electa.

Capone, M. (2020). Geometrie per costruire. Strumenti parametrici per lo studio delle cupole napoletane del XV e XVI secolo. In V. Russo, S. Pollone (a cura di). *Cupole murarie tra XV e XVI secolo. Programmi, saperi costruttivi e restauri attraverso la Campania*. Ananke, n. 91. Perugia: Altralinea Edizioni, pp. 229-236.

Capone, M., Lanzara, M. (2022). Parametric tools for Majolica Domes Modelling. In *Nexus Network Journal*, 24(26), pp. 673-699. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00004-022-00605-z>.

Fontana, C. (1694). *Il Tempio Vaticano e sua origine*. [https://archive.org/details/gri\\_33125008467413/page/n3/mode/2up](https://archive.org/details/gri_33125008467413/page/n3/mode/2up).

Ottoni, F. (2008). *La lunga vicenda delle fabbriche cupolate. Note storiche sulla stabilità, tra dibattito e sperimentazione*. Tesi di dottorato di ricerca in Forme e Strutture dell'Architettura, relatore C. Blasi. Università degli studi di Parma.

Scamozzi, V. (1615). *L' Idea dell'Architettura Universale*. <https://archive.org/details/dellideadellaarc00scam/page/n157/mode/2up?q=cupola&view=theater>.

Scandurra, S., Capone, M., Palomba, D. (2024). Fast and smart 3D modelling: an algorithmic tool based on church typology. In *International Archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, vol. XLVIII-2/W4-2024, pp. 389-396. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-2-W4-2024-389-2024>.

Serlio, S. (1619). *Tutte l'opere d'architettura et prospetiva*. [https://archive.org/details/ldpd\\_12898270\\_000/page/n181/mode/2up?q=lanterna](https://archive.org/details/ldpd_12898270_000/page/n181/mode/2up?q=lanterna).

Vittone, B. A. (1760). *Istruzioni elementari per indirizzo de' giovani allo studio dell'architettura civile*. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=gri.ark:/13960/t20c5kk6k&seq=112>.

## Autori

Mara Capone, Università degli studi di Napoli Federico II, [maracapone@unina.it](mailto:maracapone@unina.it)  
Gianluca Barile, Università degli Studi di Napoli Federico II, [gianluca.barile@unina.it](mailto:gianluca.barile@unina.it)  
Angela Cicala, Università degli Studi di Napoli Federico II, [angela.cicala@unina.it](mailto:angela.cicala@unina.it)

Per citare questo capitolo: Mara Capone, Gianluca Barile, Angela Cicala (2025). Strumenti computazionali per la modellazione delle lanterne napoletane. In L. Carlevaris et al. (a cura di). *èkphrasis. Descrizioni nello spazio della rappresentazione/èkphrasis. Descriptions in the space of representation*. Atti del 46° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Milano: FrancoAngeli, pp. 2429-2456. DOI: 10.3280/oa-1430-c882.

# Computational Tools for Neapolitan Lanterns Modelling

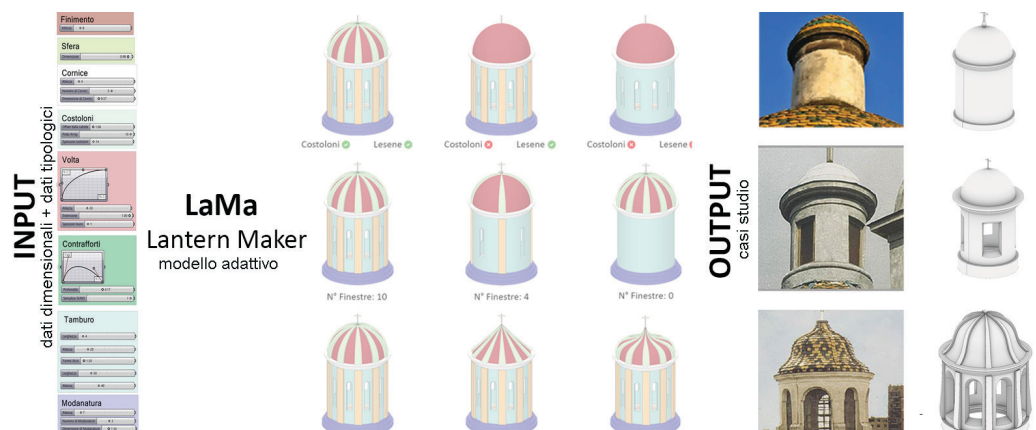
Mara Capone  
Gianluca Barile  
Angela Cicala

## Abstract

As part of a funded research project on Neapolitan domes, an adaptive algorithmic model was developed to generate different types of lanterns. From a methodological standpoint, the process begins with the semantic decomposition of the 'lantern' element and the definition of a shared lexicon, based on the analysis of historical treatises and specialized vocabularies. The mapping of real-world cases enabled the identification of geometric and configurational criteria and rules useful for typological classification. These rules guided the development of a computational model in VPL (Visual Programming Language), named LaMa\_Lantern Maker, designed according to the principles of shape grammar. The goal is to define flexible parameters to adapt the model to cases with varying characteristics and complexities. A crucial phase involved testing adaptability to real-world cases: the script was optimized based on the results of formal consistency checks and experiential evaluations. LaMa enables the generation of digital models with variable levels of detail, suitable for both informational and communicative purposes. Among the ongoing experiments, a user-friendly interface is under development to facilitate the use of the tool even by non-expert users.

## Parole chiave

Lanterns, domes, parametric modeling, digital twin, shape grammar.



LaMa\_Lantern Maker:  
an adaptive model for  
configuring different types  
of lanterns (graphical  
elaboration by G. Barile).

## Introduction

As part of a funded research project on Neapolitan domes, an adaptive algorithmic model was developed, capable of parametrically generating various types of lanterns. The primary objective of this tool is the creation of digital models at different levels of detail, suitable for both specialist contexts and educational or recreational applications. The aim is to engage a broader audience, including non-experts, in the understanding of historical architecture. Through a parametric interface, users are guided in discovering the formal and constructive components of lanterns, with the ability to explore and directly modify the parameters that control geometry and dimensions. In this way, the model not only promotes active and intuitive learning, but also fosters a greater critical awareness of architectural heritage, encouraging knowledge through experimentation and hands-on modeling. The lantern is a key architectural element of the dome macrostructure. Together with the drum, it generally ensures natural lighting within churches and contributes to the structural stability of the dome by reducing the weight at its apex [Agosta 2018, p. 35]. In Roman times, interior lighting relied solely on the oculus, as in the case of the Pantheon [Conforti 1997, p. 23]. Starting from the Renaissance, the lantern was introduced as a protective element for the oculus, progressively evolving into a complex architectural structure that characterizes the majority of extradosed domes [Ottoni 2008, pp. 45-48]. The study of architectural treatises enabled the identification of geometric rules for the sizing of domes and their constituent elements, including the lantern. These principles, already present in Scamozzi [1615] and Serlio's [1619] treatise, were fully developed in the writings of Vittone [1760] and, in particular, Carlo Fontana. In the *Templum Vaticanum*, Fontana defines the *Rules for Simple Domes*, providing detailed geometric guidelines for the construction of the drum, the determination of the dome curvature, and the configuration of the lantern. According to these rules, the height of the lantern –excluding the cross– is set at half the diameter of the dome. To harmonize its proportions with the rest of the structure, Fontana proposes a precise subdivision into base, capital, and other decorative elements, and describes in detail the method for drawing the lantern –this small structure at the top of the dome– based on rigorous geometric constructions. These constructions, starting from the division of the dome's diameter, allow for the identification of the points and guidelines that shape the form and ornamentation of the entire lantern [Fontana 1694] (fig. 1).

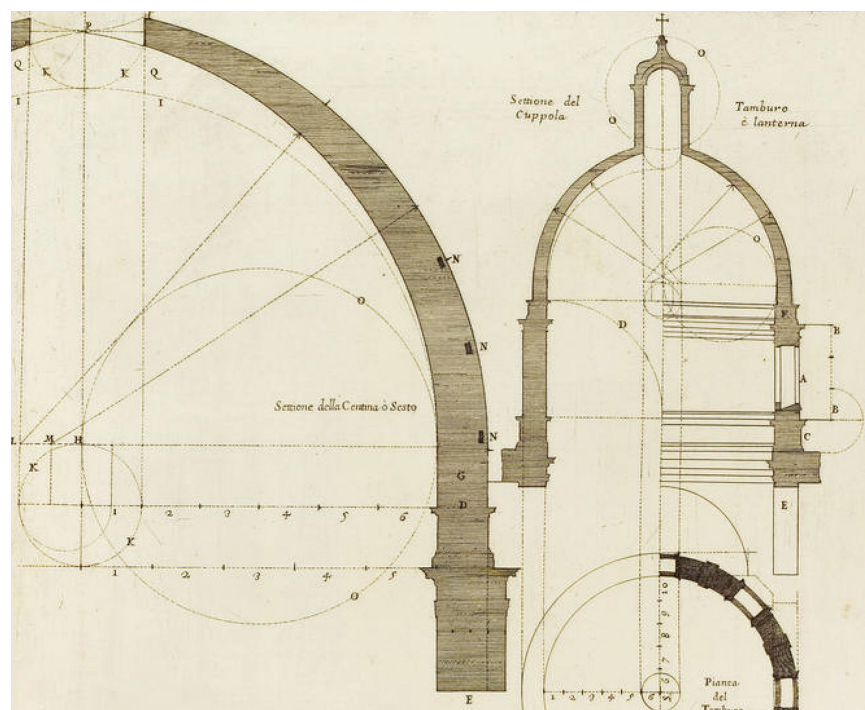


Fig. 1. Demonstrations and Rules for Constructing Simple Domes, from Carlo Fontana's treatise *Il Tempio Vaticano* 1694 [Curcio 2003, p. 337]



The analysis of these treatises, combined with a comparison of major architectural dictionaries –particularly the Art and Architecture Thesaurus– formed the basis for the definition of a shared lexicon, grounded in semantic annotations related to domes and lanterns. Starting from the simplest typology, with an extradosed cap, and from Fontana’s illustrated design, the lantern (or lanternino) was broken down into seven fundamental components (fig. 2): lower cornice; drum; upper cornice; vault; crowning element; sphere; finial. In more complex configurations, such as in the lantern of the *Vatican Temple*, the element assumes a more pronounced formal autonomy, even incorporating the vault. In this case, the crowning element becomes an integrated architectural feature, described by Fontana with the term *cuspid*e (spire). In large-scale domes, the lantern is often characterized by the presence of a double shell and an intermediate space –referred to as the *vacuum*– between the extrados of the inner vault and the intrados of the spire. An additional component, present in the *Vatican Temple* and in other monumental lanterns, is the ambulacrum: an external walkway around the drum that encircles the entire structure (fig. 3).

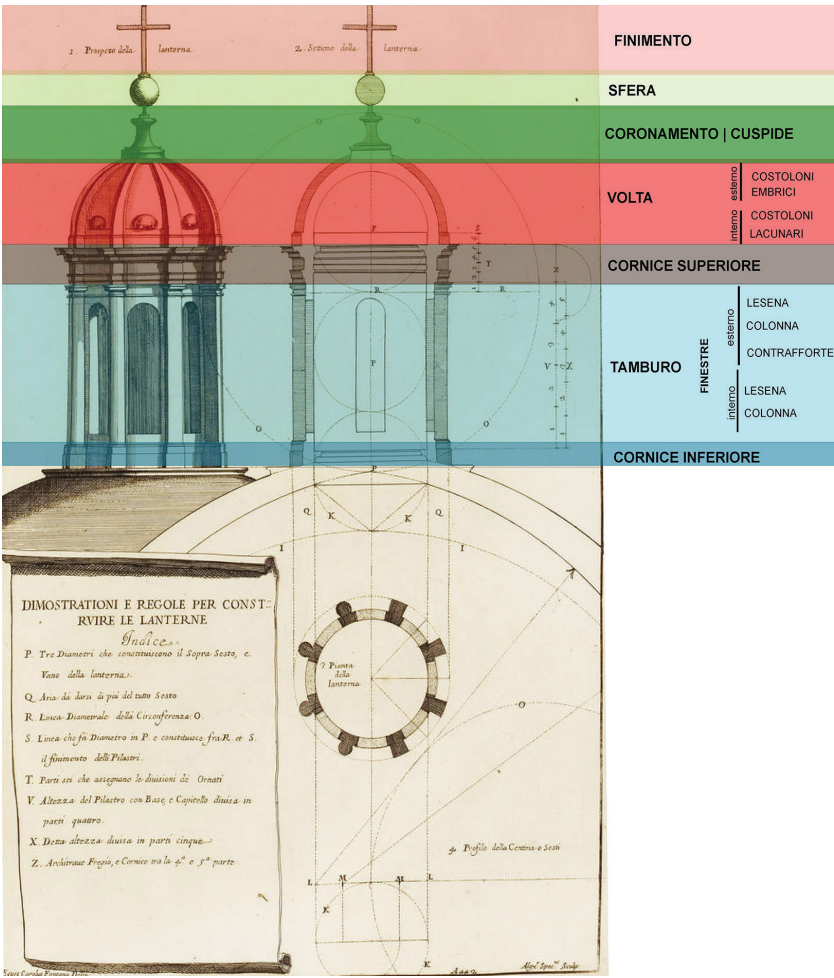


Fig. 2. Semantic decomposition of the lantern element. Elaboration of the drawing *Demonstrations and Rules for Constructing Lanterns* by Carlo Fontana. *Il Tempio Vaticano* 1694 (graphic elaboration by M. Capone).

Different lanterns typologies

The mapping of domes and lanterns in Neapolitan churches was conducted with the goal of constructing a detailed and systematic overview of their distribution, architectural features, and typological variety across the region. This investigation made it possible to distinguish between churches with domes featuring lanterns and those without, thus facilitating the collection, organization, and consultation of data concerning their typology, historical development, architectural layout, and construction specifics (fig. 4).

Fig. 3. Semantic decomposition of the Lantern above the Vatican Dome, based on a drawing by Carlo Fontana, by Carlo Fontana, 1694 (graphic elaboration by M. Capone).

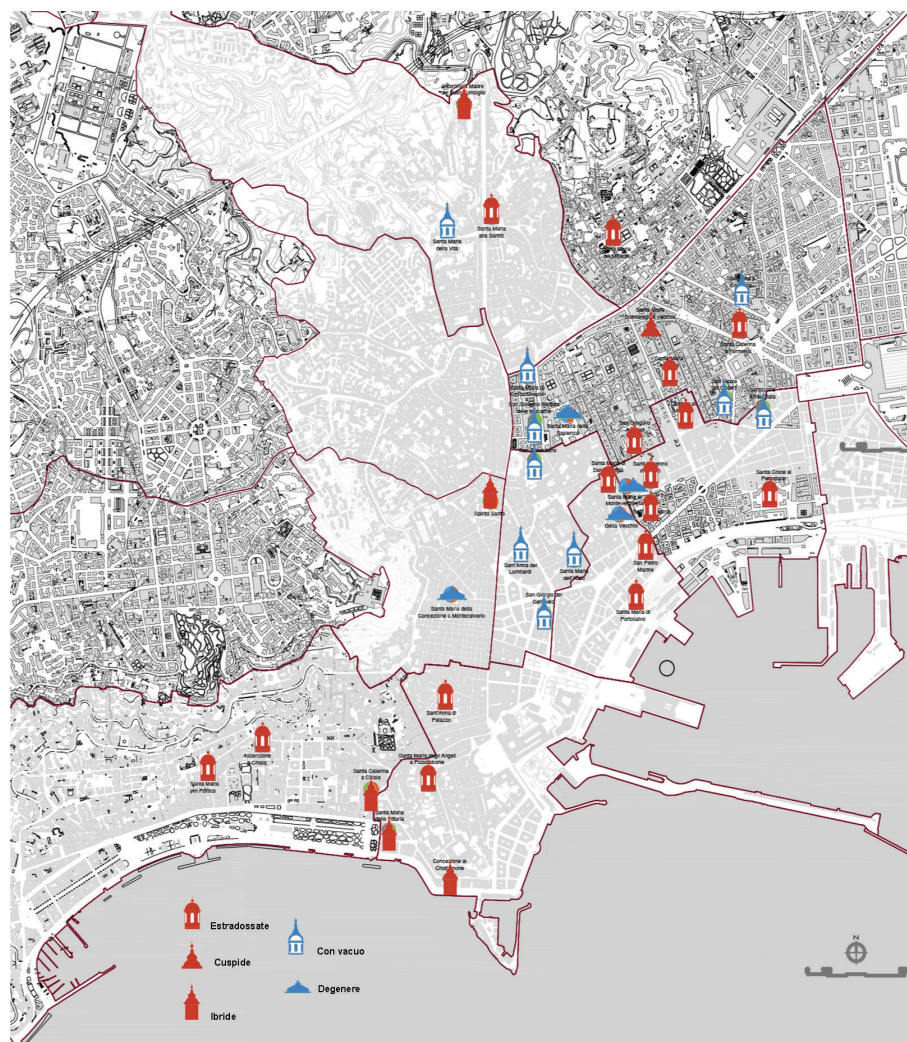
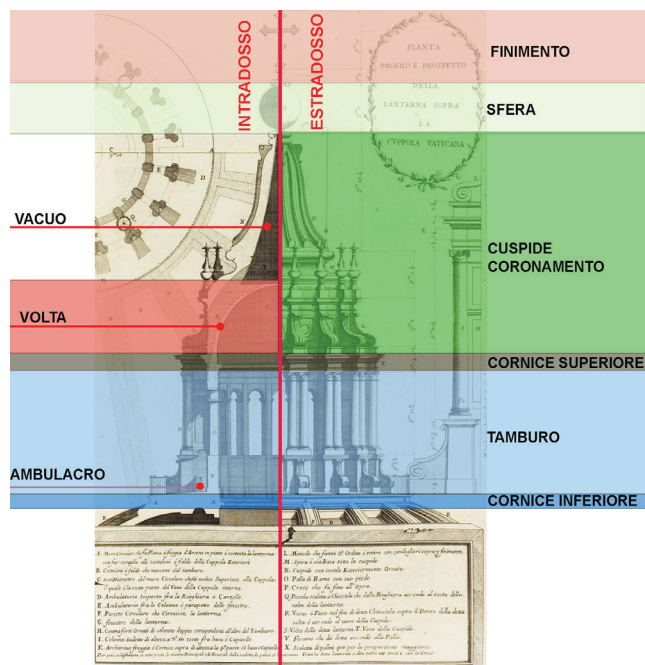


Fig. 4. Mapping of lanterns in the historic center of Naples (graphic elaboration by A. Cicala).

The adopted approach entailed a constant comparison between direct analysis of real-world cases and theoretical references drawn from major historical treatises. This dual empirical and theoretical perspective enabled the identification of classification criteria and formal parameters useful for defining distinct typologies (fig. 5).



Fig. 5. Definition of the different types of lanterns and related icons (graphic elaboration by M. Capone).

Five main categories were established:

1. lanterns with extradosed shell: these lanterns feature configurations in which the intrados and extrados follow similar geometries, resulting in a uniform wall thickness;
2. lanterns with spire and *vacuum*: characterized by a double shell –an inner shell typically spherical and an outer shell that may vary in shape depending on the generating curve’s geometry–. This configuration creates an internal space (*vacuum*) between the extrados of the lower shell and the intrados of the outer shell, also referred to as the spire (*cuspid*);
3. spire-only lanterns: instances where the lantern is reduced to the spire alone, with no drum, serving a predominantly symbolic or decorative role;
4. degenerate lanterns: these are minimal forms of lanterns, often simplified to the point of becoming mere structural or decorative junctions;
5. hybrid lanterns: an intermediate category encompassing cases where the extrados takes on a spire-like form with a closed drum and no visible openings; the interior is often inaccessible and may be visually obscured by frescoes on the intrados of the dome. In such cases, the lantern loses its original function of providing illumination and is no longer perceptible from the interior.

Each of these categories can be further detailed based on the presence of features such as ribs, buttresses, pilasters, or windows of varying sizes and configurations, all of which contribute to defining the final morphology.



Close observation of the surveyed cases enabled the definition of a set of representative icons and the creation of a typological catalog (*abaco*) (fig. 6), which supports the structuring of a georeferenced information system. This system allows not only for the visualization and querying of lantern distributions within the urban context, but also for the analysis of relationships between architectural typologies, construction periods, and states of preservation.

Looking ahead, this mapping provides a solid knowledge base for future studies aimed at the restoration, conservation, and valorization of Naples' architectural heritage. The structured collection of information allows for the rapid identification of critical situations and the planning of targeted interventions. The open and updatable nature of the work also enables the integration of new data, making the tool dynamic and adaptable to future needs.

The entire system is expected to be progressively digitized and integrated into GIS platforms, with the creation of a searchable database that facilitates access by scholars, professionals, administrators, and the general public. In this way, the mapping not only offers an up-to-date snapshot of the current state of lanterns and domes, but also serves as a strategic resource for managing and promoting knowledge about the domes that characterize a great many churches in Naples, making essential information and analyses accessible for their protection and appreciation.

### **LaMa\_Lantern Maker: an adaptive algorithmic model**

Building on the study of the mapped existing cases and Fontana's treatise, rules for configuring the different lantern typologies were established, along with the identification of key reference parameters used in the development of LaMa, an adaptive algorithmic model that enables the generation of a digital artifact of a specific lantern at varying levels of detail [Capone 2020, pp. 229-236]. From a methodological standpoint, the adaptability tests on real-world cases were crucial for defining the possible variants and for correcting and improving the script [Scandurra et al. 2024, pp. 389-396].

The algorithm developed for generating the various lantern typologies was conceived following an in-depth analysis of historical treatises and a systematic process of semantic decomposition of the relevant micro-architecture. The starting point for the definition of LaMa lies in the geometric genesis of surfaces used to generate lanterns with a circular base. As these are surfaces of revolution, control and adaptability are ensured through the ability to independently modify the generating curves—the internal and external profiles of each element—. This separation proved particularly important for certain components, especially the vault/spire element.

The methodological approach involved the identification of constituent components for each of the three main lantern typologies: lanterns with extradosed shell; lanterns with spire and *vacuum* (*vacuo*); spire-only lanterns.

The goal was to minimize the number of parameters needed to generate both the most complex and the simplest lantern using a single script. Therefore, the lantern with spire and *vacuum* and the spire-only lantern were used as boundary cases. The initial adaptability test demonstrates that, by modifying the defined parameters, it is also possible to generate all the other typologies: lanterns with an extradosed shell including a crowning element, degenerate lanterns, and hybrid lanterns (fig. 7).

The adopted strategy—based on the independent control of the intrados and extrados generating curves—makes it possible to generate all lantern typologies using the same algorithm, with only minor parameter changes. Starting from the most complex configuration—the lantern with spire and *vacuum*, where all architectural elements are present—it is possible to transition to the degenerate typology, where the lantern is reduced to its minimal expression.

For example, by controlling the generating curve of the extrados separately from that of the intrados, the 'spire and *vacuum*' typology is obtained when the extrados curve extends entirely outside the underlying vault, thereby creating an internal space (*vacuum*). Conversely, when the extrados curve intersects with the extradosed shell, a crowning element is formed, resulting in the 'extradosed shell' typology (fig. 7).





Fig. 6. Abacus and classification of selected lanterns from the historic center of Naples (graphic elaboration by M. Capone).

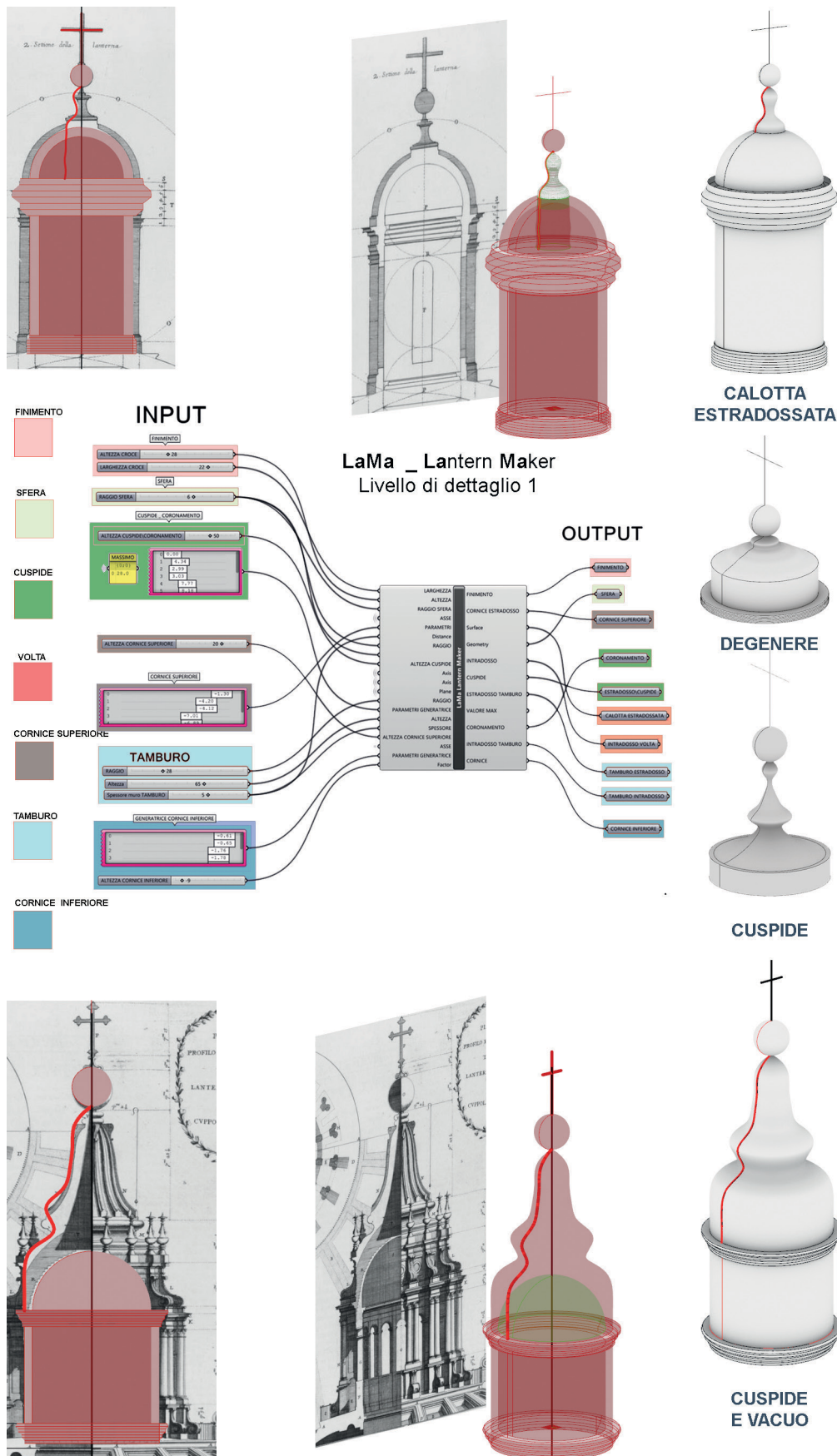


Fig. 7. LaMa\_Lantern Maker, Level of Detail 'one'. The script was designed to generate digital models of most existing cases at various levels of detail. First adaptability test for modeling lanterns from Fontana's treatise at detail level 'one' (algorithm by G. Barile and M. Capone; graphic elaboration by M. Capone).

LaMa's adaptability is ensured by the ability to modify reference parameters that control the dimensions and formal characteristics of each element: the lower cornice, drum, upper cornice, vault, spire/crowning element, sphere, and finial. The different typologies are generated by adjusting these parameters. For instance, the spire-only lantern typology results when the drum is omitted; the degenerate typology arises when the extrados generating curve is reduced to a minimum; and hybrid typologies occur when dimensions are minimized and the drum lacks visible openings. To define the varying levels of detail, the script was structured into modular components that allow the addition of further elements such as ribs/buttresses and windows. Detail level 'one' enables the definition of only the primary architectural features, such as cornice moldings, drum, vault, and spire, while detail level 'two' allows for customization of the number and shape of ribs and windows (fig. 8).

The drum, for example, typically features openings that allow light to enter; these vary in shape and may be framed by pilasters and/or half-columns, usually coordinated with the decorative arrangement of the ribs. To achieve maximum flexibility, these elements were formalized as sets of parameters and rules, thus forming the input domain of the algorithm (fig. 9).

These inputs, when appropriately combined according to geometric and morphological criteria, allow for the generation of a simplified ideal model of the lantern corresponding to a specific case study. The integration of geometric constraints and architectural composition principles has enabled the definition of a generative system capable of producing variants consistent with the stylistic characteristics of the reference model. In this way, the computational process serves not only as a tool for formal synthesis, but also as a means of critical analysis and interpretation of architectural structures.

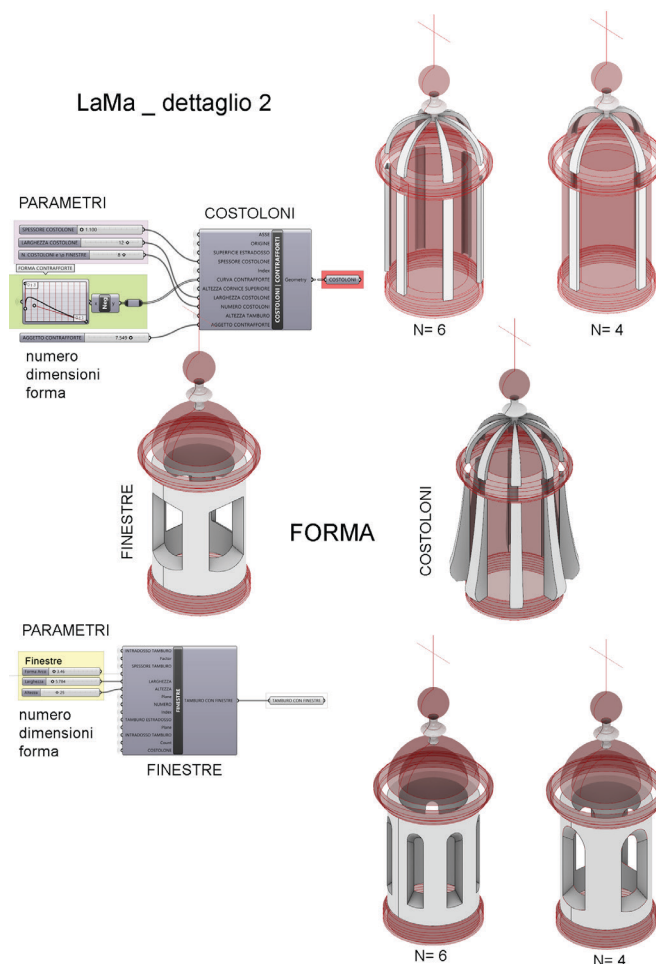


Fig. 8. LaMa\_Lantern Maker, Level of Detail 'two'. Additional scripts have been integrated into the LaMa Level 'one' framework to enable the modeling of various detailed elements such as ribs, pilasters, and windows etc., features that may vary in shape and size (algorithm by G. Barile and M. Capone; graphic elaboration by M. Capone).



As illustrated in fig. 9, the functional relationships between the system's inputs and outputs are clearly outlined, demonstrating how each parameter specifically contributes to the detailed modification of individual components. In other words, each input is associated with a distinct feature or element of the reference lantern, which is processed according to geometric rules and typological characteristics established within the algorithmic model.

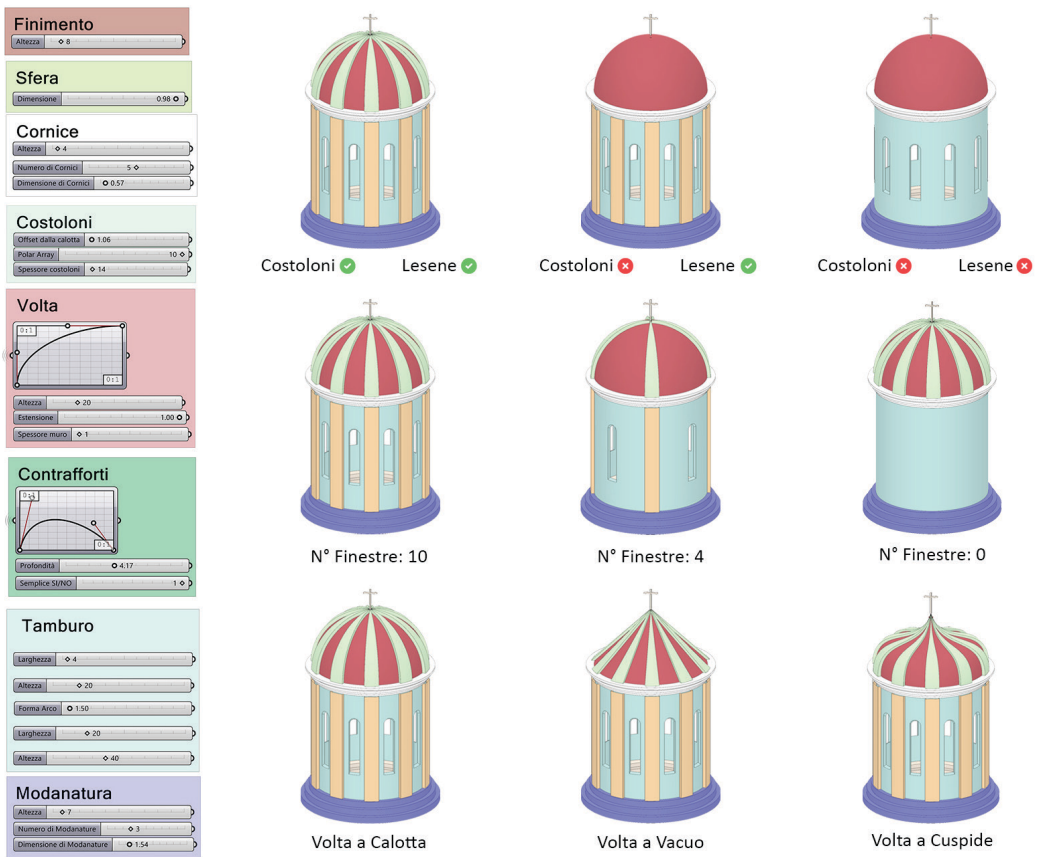


Fig. 9. LaMa enables the generation of different typological models. Diagram of the script's functioning (algorithm and graphic elaboration by G. Barile).

### LaMa\_adaptability test

The adaptability test is a fundamental phase of the process, allowing for corrections and/or improvements to the algorithm to achieve the desired levels of detail [Capone, Lanzara 2022]. Testing across various case studies is based on the availability of metric data –plans, sections, elevations, point clouds etc. Depending on the type of data available, parameters are modified to produce a digital model that best approximates the real-world counterpart.

Within the scope of the research, the first adaptability test was conducted using Carlo Fontana's drawing for the construction of simple domes and the design of the lantern atop the dome of the *Vatican Temple* (fig. 7). This test demonstrates how the LaMa script can generate the different lantern typologies and adapt to represent the transition from a simple lantern with a drum to the more complex spire-and-vacuum typology, while also representing intermediate cases that have been classified as hybrid.

Following this initial test, the need emerged, for example, to modify the number of control points used to define the spire/crowning generating curve. In the algorithm's initial version, this number was fixed; the ongoing revision of the script allows for the number of points to be adjusted based on the complexity of the case study, making the generation of section curves more adaptive.



From a methodological perspective, the section drawing of the lantern was found to be the most effective tool for managing the various parameters required to generate the digital model. The goal was to define a model using the smallest possible number of parameters, thus maximizing adaptability. Dimensional parameters such as the diameter of the lantern, height of the cornices, height of the spire/crowning element, radius of the sphere, and dimensions of the finial are the primary variables used to initially adapt the model to the case study. The adjustment of the generating curve to the case study's section drawing, on the other hand, represents the formal adaptation. LaMa enables further refinement of the digital model by defining aspects considered typological, such as the presence of ribs, buttresses, or pilasters on the drum and on the extrados of the spire or vault, as well as windows, which may vary in number, size, position, and shape.

A selection of case studies was used to test the algorithm's potential and its limitations in adapting to the various lantern typologies identified during the mapping phase. The testing process consisted of two main evaluation modes: technical-functional assessment and experiential-educational evaluation, with the goal of verifying the tool's effectiveness in both architectural modeling and usability by non-expert users.

Specifically, the first phase involved verifying the formal and geometric accuracy of the various generated models by comparing them to mapped cases from the historic city center. A report was produced to highlight any necessary corrective actions for improving the script's adaptability to the specific case study. This phase included aligning the model's section to the survey data by adjusting the parameters accordingly, thus obtaining a simplified model of the lantern under study (figs. 10, 11).

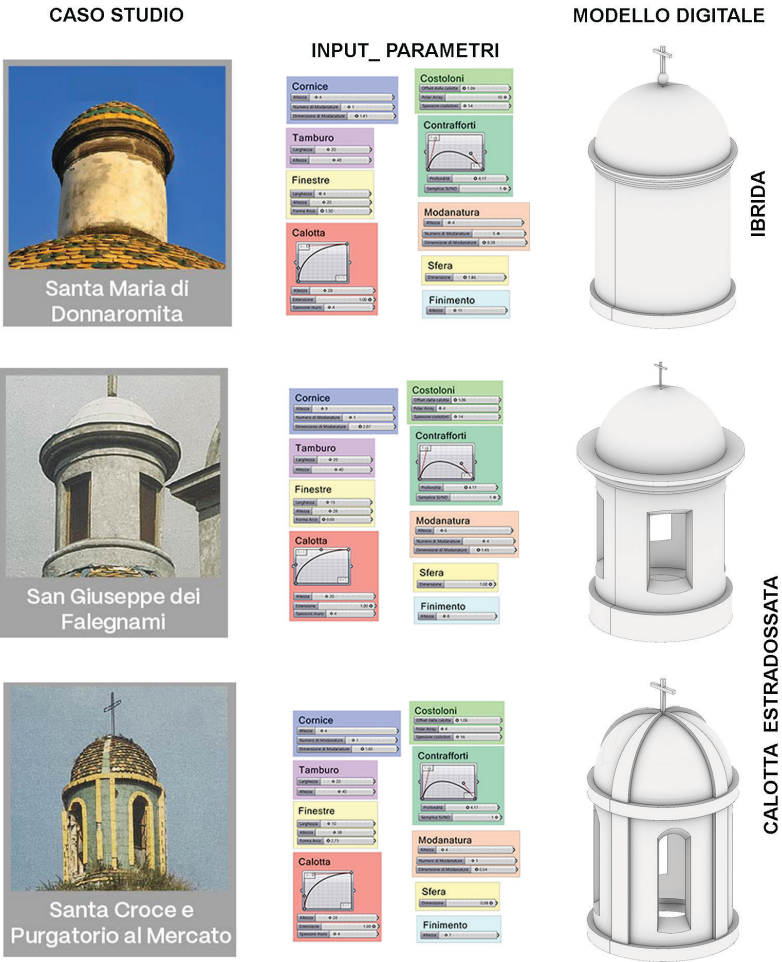


Fig. 10. Adaptability test of the script for generating digital models of the lanterns of the churches of Santa Maria di Donnaromita, San Giuseppe dei Falegnami, and Santa Croce e Purgatorio al Mercato (graphic elaboration by G. Barile).

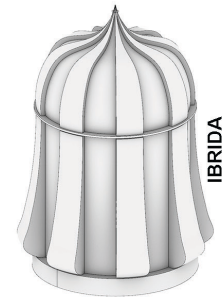
## CASO STUDIO



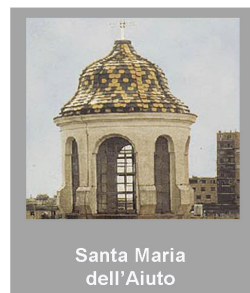
## INPUT \_ PARAMETRI

<b>Cornice</b>	<b>Costoloni</b>
Altezza: 0.1	Costoloni (mm): 0.10
Spessore di base: 0.1	Costoloni (mm): 0.10
Spessore di base: 0.10	Costoloni (mm): 0.10
<b>Tamburo</b>	<b>Contrafforti</b>
Altezza: 0.10	Contrafforti (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Contrafforti (mm): 0.10
<b>Finestre</b>	<b>Modanatura</b>
Altezza: 0.1	Modanatura (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Modanatura (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Modanatura (mm): 0.10
<b>Calotta</b>	<b>Sfera</b>
Altezza: 0.10	Sfera (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Sfera (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Sfera (mm): 0.10
<b>Finimento</b>	
Altezza: 0.1	
Altezza: 0.1	

## MODELLO DIGITALE



<b>Cornice</b>	<b>Costoloni</b>
Altezza: 0.1	Costoloni (mm): 0.10
Spessore di base: 0.1	Costoloni (mm): 0.10
Spessore di base: 0.10	Costoloni (mm): 0.10
<b>Tamburo</b>	<b>Contrafforti</b>
Altezza: 0.10	Contrafforti (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Contrafforti (mm): 0.10
<b>Finestre</b>	<b>Modanatura</b>
Altezza: 0.1	Modanatura (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Modanatura (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Modanatura (mm): 0.10
<b>Calotta</b>	<b>Sfera</b>
Altezza: 0.10	Sfera (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Sfera (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Sfera (mm): 0.10
<b>Finimento</b>	
Altezza: 0.1	
Altezza: 0.1	



<b>Cornice</b>	<b>Costoloni</b>
Altezza: 0.1	Costoloni (mm): 0.10
Spessore di base: 0.1	Costoloni (mm): 0.10
Spessore di base: 0.10	Costoloni (mm): 0.10
<b>Tamburo</b>	<b>Contrafforti</b>
Altezza: 0.10	Contrafforti (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Contrafforti (mm): 0.10
<b>Finestre</b>	<b>Modanatura</b>
Altezza: 0.1	Modanatura (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Modanatura (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Modanatura (mm): 0.10
<b>Calotta</b>	<b>Sfera</b>
Altezza: 0.10	Sfera (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Sfera (mm): 0.10
Altezza: 0.10	Sfera (mm): 0.10
<b>Finimento</b>	
Altezza: 0.1	
Altezza: 0.1	



Fig. 11. Adaptability test of the script for generating digital models of the lanterns of the churches of Concezione al Chiatamone, Santa Maria dei Miracoli, and Santa Maria dell'Aiuto (graphic elaboration by G. Barile).

The selected case studies were chosen to represent the diverse lantern typologies:

- extradosed lanterns such as those of San Giuseppe dei Falegnami and Santa Croce e Purgatorio al Mercato;
- hybrid lanterns such as those of La Concezione al Chiatamone, Santa Maria di Donnaromita, and Santa Maria dei Miracoli;
- a lantern with a spire and vacuum typology, as found in Santa Maria dell'Aiuto.

The project foresees testing the algorithm on the largest possible number of mapped cases for which sectional survey data are available, in order to evaluate the script revisions needed to approximate each case study as closely as possible.

Once this phase is complete and a flexible tool has been developed, the next step is the creation of a user-friendly interface, allowing LaMa to be accessible to non-expert users.

This ongoing experimentation involves using various existing platforms –both open-source and commercial– that support the importation of the computational algorithm and its transformation into a kind of 'configurator', in this case capable of generating different lantern typologies.

The second phase involved an experiential-educational evaluation of the user-friendly interface. A test was conducted with non-specialist users to assess the intuitiveness of the interface, the ease of interaction with parameters, and the clarity of their effects on the model. User behavior was observed to assess whether and how individuals interacted with

the tool in a creative or reflective manner; and qualitative feedback was collected to evaluate the educational potential of the process.

Participants were specifically asked: 'to what extent did using the algorithm help you understand the structure and compositional logic of the architectural element 'lantern,' and how much did your knowledge of the element increase through this experience?'

All data collected during testing were analyzed to further refine the algorithm and improve the interface, with the goal of eventually publishing the application on an online platform.

## Conclusion and future developments

The development of the LaMa algorithm is part of an ongoing research project aimed at the creation of a dedicated website focused on majolica-tiled domes and lanterns of Neapolitan churches. The website will serve a dual purpose: on one hand, it will provide a practical tool for scholars and professionals in the field; on the other, it will serve educational and outreach objectives, making specialized content accessible to a broader audience.

Through the mapping platform, users will be able to locate and explore all catalogued lanterns, analyze their structural features, and, by comparing different typologies, assess the validity of the classification criteria adopted. The user-friendly interface will introduce users to fundamental concepts in digital architectural modeling, such as the semantic decomposition of architectural elements and parametric design.

In an interactive, educational, and play-based experience, users will be able to engage in the digital construction of a selected case-study lantern, verifying its accuracy by comparing the generated model section with that of real architectural surveys.

Future developments of the LaMa algorithm include the implementation of an intuitive graphical interface (fig. 12), designed to make the tool accessible even to non-expert users. This interface will enable real-time modification of generative parameters, allowing for the rapid modeling of various lantern typologies found in the studied churches. This approach will not only enhance the operational efficiency of the algorithm but will also promote the wider adoption of the method among scholars, restorers, and designers interested in understanding and replicating historical micro-architectural elements such as lanterns.

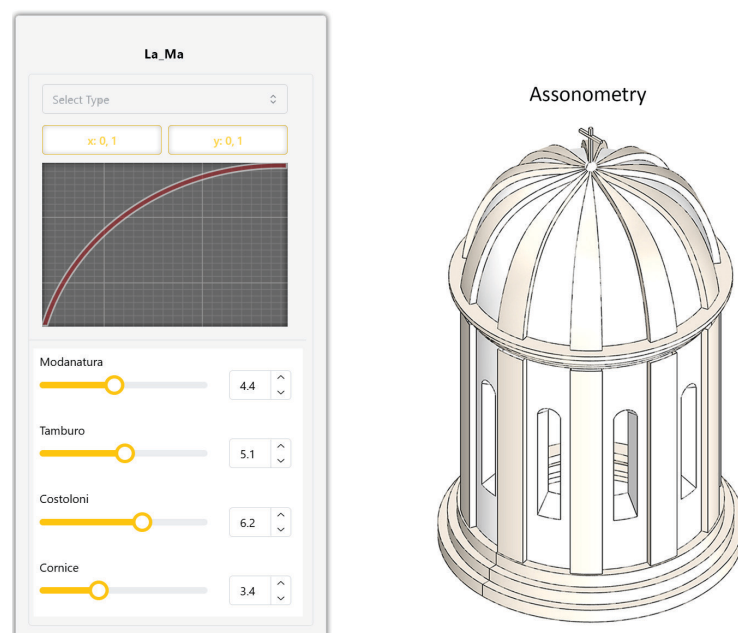


Fig. 12. Experimentation for the development of an interactive graphical interface for streamlined lantern modeling (graphic elaboration by G. Barile).

## Reference List

- Agosta, L. (2018). *Comportamento strutturale delle cupole murarie. Il caso di San Giorgio a Ragusa Ibla*. Tesi di laurea magistrale in Architettura per il Restauro e Valorizzazione del Patrimonio, relatore C. Tocci. Politecnico di Torino.
- Conforti, C. (a cura di). (1997). *Lo specchio del cielo. Forme, significati, tecniche e funzioni della cupola dal Pantheon al Novecento*. Milano: Electa.
- Curcio, G. (a cura di). (2003). *Il Tempio Vaticano 1694. Carlo Fontana*. Milano: Electa.
- Capone, M. (2020). Geometrie per costruire. Strumenti parametrici per lo studio delle cupole napoletane del XV e XVI secolo. In V. Russo, S. Pollone (a cura di). *Cupole murarie tra XV e XVI secolo. Programmi, saperi costruttivi e restauri attraverso la Campania*. Ananke, n. 91. Perugia: Altralinea Edizioni, pp. 229-236.
- Capone, M., Lanzara, M. (2022). Parametric tools for Majolica Domes Modelling. In: *Nexus Network Journal*, 24(26), pp. 673–699. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00004-022-00605-z>.
- Fontana, C. (1694). *Il Tempio Vaticano e sua origine*. [https://archive.org/details/gri\\_33125008467413/page/n3/mode/2up](https://archive.org/details/gri_33125008467413/page/n3/mode/2up).
- Ottoni, F. (2008). *La lunga vicenda delle fabbriche cupolate. Note storiche sulla stabilità, tra dibattito e sperimentazione*. Tesi di dottorato di ricerca in Forme e Strutture dell' Architettura, relatore C. Blasi. Università degli studi di Parma.
- Scamozzi, V. (1615). *L' Idea dell' Architettura Universale*. <https://archive.org/details/dellideadellaarc00scam/page/n157/mode/2up?q=cupola&view=theater>.
- Scandurra S., Capone, M., Palomba D. (2024). Fast and smart 3D modelling: an algorithmic tool based on church typology. In *International Archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*. vol. XLVIII-2/W4-2024, pp. 389-396. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-2-W4-2024-389-2024>.
- Serlio, S. (1619). *Tutte l'opere d'architettura et prospetiva*. [https://archive.org/details/ldpd\\_12898270\\_000/page/n181/mode/2up?q=lanterna](https://archive.org/details/ldpd_12898270_000/page/n181/mode/2up?q=lanterna).
- Vittone, B.A. (1760). *Istruzioni elementari per indirizzo de' giovani allo studio dell'architettura civile*. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=gri.ark:/13960/t20c5kk6k&seq=112>.

## Authors

Mara Capone, University of Naples Federico II, [maracapone@unina.it](mailto:maracapone@unina.it)  
Gianluca Barile, University of Naples Federico II, [gianluca.barile@unina.it](mailto:gianluca.barile@unina.it)  
Angela Cicala, University of Naples Federico II, [angela.cicala@unina.it](mailto:angela.cicala@unina.it)

To cite this chapter: Mara Capone, Gianluca Barile, Angela Cicala (2025). Computational Tools for Neapolitan Lanterns Modelling. In L. Carlevaris et al. (Eds.), *èkphrasis. Descrizioni nello spazio della rappresentazione/èkphrasis. Descriptions in the space of representation*. Proceedings of the 46th International Conference of Representation Disciplines Teachers. Milano: FrancoAngeli, pp. 2429-2456. DOI: 10.3280/oa-1430-c882.