

**APPLICAZIONE DI NUOVE METODOLOGIE DI INDAGINE  
GEOMETRICO-NUMERICA-METRICA ED ARCHEOASTRONOMICA  
PER L'ANALISI DI MONUMENTI ROMANI D'ETÀ IMPERIALE**

**OBIETTIVI**

Nell'ambito delle scienze applicate alla protezione dei Beni Culturali, l'aspetto conoscitivo del monumento riveste particolare importanza sia ai fini della conoscenza degli *iter* progettuali e costruttivi, sia per la acquisizione di validi parametri geometrici da impiegare negli interventi di recupero/restauro per una più corretta rivalutazione-restituzione del monumento stesso.

Scopo principale del progetto è lo studio, attraverso tecniche di grafica computerizzata e di analisi statistica, delle planimetrie di monumenti romani di età imperiale per evidenziarne gli schemi geometrici compositivi (ovverosia le **forme** e gli **schemi numerici** che le determinano) e dedurre l'**unità di lunghezza** impiegata all'epoca in ogni singolo cantiere costruttivo.

Requisito essenziale per un'indagine oggettiva è la possibilità di disporre di rilievi affidabili, in primis il rilievo dello *status quo* del monumento. Nel caso in cui lo *status quo* sia il risultato dell'avvicendamento di diverse fasi - o costruttive o di restauro - si potrà, là dove esistano, fare riferimento anche a validi rilievi di fase a carattere ricostruttivo.

Completterà la ricerca la considerazione degli aspetti archeoastronomici legati ai monumenti esaminati ed il loro eventuale nesso con quelli geometrici.

La presente ricerca risulta focalizzata su importanti strutture architettoniche di età imperiale (da Augusto a Costantino) ed è principalmente rivolta all'analisi di strutture circolari, sebbene vengano prese in considerazione anche alcune strutture rettangolari e poligonali. In via preliminare si sono individuate le seguenti strutture (in grassetto le circolari).

**ROMA:****Pantheon;****Mausoleo di Augusto;**

Sala Ottagona della Domus Aurea;

**Mausoleo di Adriano;**

Tempio di Venere e Roma nel Foro Romano;

**Mausoleo di Costanza;****VILLA ADRIANA:****Teatro Marittimo;****Canopo;****Roccabruna;****OSTIA ANTICA:**

Capitolium.

Saranno inoltre considerati alcuni monumenti di età repubblicana.

**ROMA:****Area Sacra di Largo Argentina, Tempio B;**

Area Sacra di Largo Argentina, Tempio C;

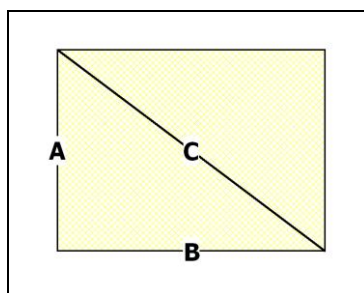
**Foro Boario, Tempio di Ercole Vincitore;**

Foro Boario, Tempio di Portunus.

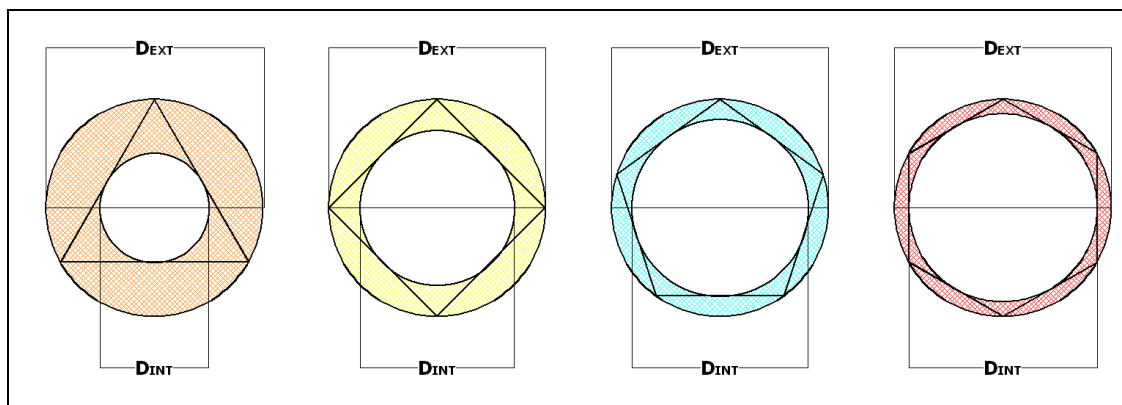
## APPLICAZIONE DI NUOVE METODOLOGIE DI INDAGINE GEOMETRICO-NUMERICA-METRICA ED ARCHEOASTRONOMICA PER L'ANALISI DI MONUMENTI ROMANI D'ETÀ IMPERIALE

### RISULTATI ATTESI

Per ogni monumento indagato saranno messi in luce i principali schemi geometrici compositivi insieme alle combinazioni numeriche di interi ad essi associate. Nello specifico, le strutture rettangolari risulteranno riferite a combinazioni note di numeri interi (**A-B-C**) con potere di squadro, associate quindi a terne sia pitagoriche ( $C^2=A^2+B^2$ ) che quasi-pitagoriche ( $C^2 \approx A^2+B^2$ );



le forme circolari risulteranno di norma riferite a schemi numerici specifici, legati all'iscrizione nelle circonferenze di poligoni regolari.



Le combinazioni numeriche ottenute, a loro volta, consentiranno di dedurre l'unità di misura impiegata in ogni singolo cantiere e di verificare se questa è rimasta costante nell'arco del periodo storico considerato.

### TIPOLOGIA DEI DATI (ACQUISIZIONE E/O ELABORAZIONE)

L'acquisizione dei dati sarà effettuata sui rilievi importati in CAD (*Computer Aided Drawing*). Alle forme geometriche individuate saranno applicate tecniche di *best-fit* che consentono il riconoscimento delle combinazioni numeriche associate: i dati saranno costituiti da misure di distanze, nello specifico le misure dei lati per le strutture rettangolari e dei diametri e dei lati di poligoni inscritti/circoscritti per le strutture circolari. L'elaborazione di tali dati avverrà impiegando fogli di calcolo che, oltre a consentire il calcolo delle medie e della deviazione standard dei valori misurati, permettono anche di ottenere grafici in grado di visualizzare la distribuzione dei dati stessi.

## APPLICAZIONE DI NUOVE METODOLOGIE DI INDAGINE GEOMETRICO-NUMERICA-METRICA ED ARCHEOASTRONOMICA PER L'ANALISI DI MONUMENTI ROMANI D'ETÀ IMPERIALE

### METODOLOGIE

L'**analisi geometrica**, basata sul confronto tra le forme geometriche individuabili nei rilievi e le forme geometriche teoriche (ossia legate agli schemi numerici), si avvale di metodologie CAD e di metodi statistici per il trattamento dei dati. Prevede le seguenti fasi:

1. *Studio storico-critico del monumento ed esame di eventuali studi geometrici precedenti.*
2. *Ricerca dei rilievi esistenti e scelta dei più affidabili.*
3. *Riduzione dei rilievi in formato digitale e successiva acquisizione in CAD (Corel Micrografx Designer).*
4. *Studio preliminare per l'individuazione delle principali geometrie da sottoporre ad analisi.*
5. *Analisi geometrica mediante:*
  - calibrazione del misuratore dell'applicativo CAD in base alla scala metrica del rilievo;
  - costruzione delle forme geometriche con criteri di *best-fit* e determinazione delle misure dei loro lati o dei loro diametri a seconda del caso;
  - confronto tra i valori ottenuti e gli schemi numerici teorici possibili allo scopo di selezionare lo schema per il quale si verifica il più alto grado di correlazione;
  - verifica della coerenza tra lo schema teorico scelto e il *best-fit* ottenuto per la forma in esame tramite test statistici opportuni.
6. *Determinazione dell'unità di misura:*
  - determinazione dei moltiplicatori che giustificano il contemporaneo impiego di tutti gli schemi rilevati: tali moltiplicatori riconducono le forme ad essere espresse con numeri interi della medesima unità di lunghezza;
  - misura della scala metrica con la nuova unità di lunghezza;
  - determinazione del valore in metri di tale unità.

L'**indagine archeoastronomica** è basata sul confronto dell'orientamento delle strutture architettoniche con orientamenti archeoastronomicamente rilevanti, come le direzioni dei quattro punti cardinali, quelle solstiziali (alba e tramonto del Sole ai solstizi), quelle dei lunistizi (maggior e minor) e quelle di levata e tramonto eliacale di pianeti e di stelle brillanti.

L'indagine si avvale di programmi di astronomia posizionale che assicurano una notevole precisione nei risultati. Nello specifico per le analisi e le simulazioni si intende utilizzare il software SOLEX 11.0 (*SOLar system integration by a fast EXtrapolation method*). Le fasi previste sono:

1. *Verifica del corretto allineamento cardinale delle planimetrie ed eventuale correzione.*
2. *Selezione, sui best-fit realizzati, delle direzioni geometricamente significative.*
3. *Determinazione in CAD degli azimut di tali direzioni.*
4. *Confronto degli azimut misurati con quelli delle posizioni archeoastronomicamente rilevanti.*
5. *Verifica dell'intenzionalità secondo i criteri di Schaefer (significatività statistica dell'allineamento, testimonianze del suo valore simbolico, esistenza di prove archeologiche).*

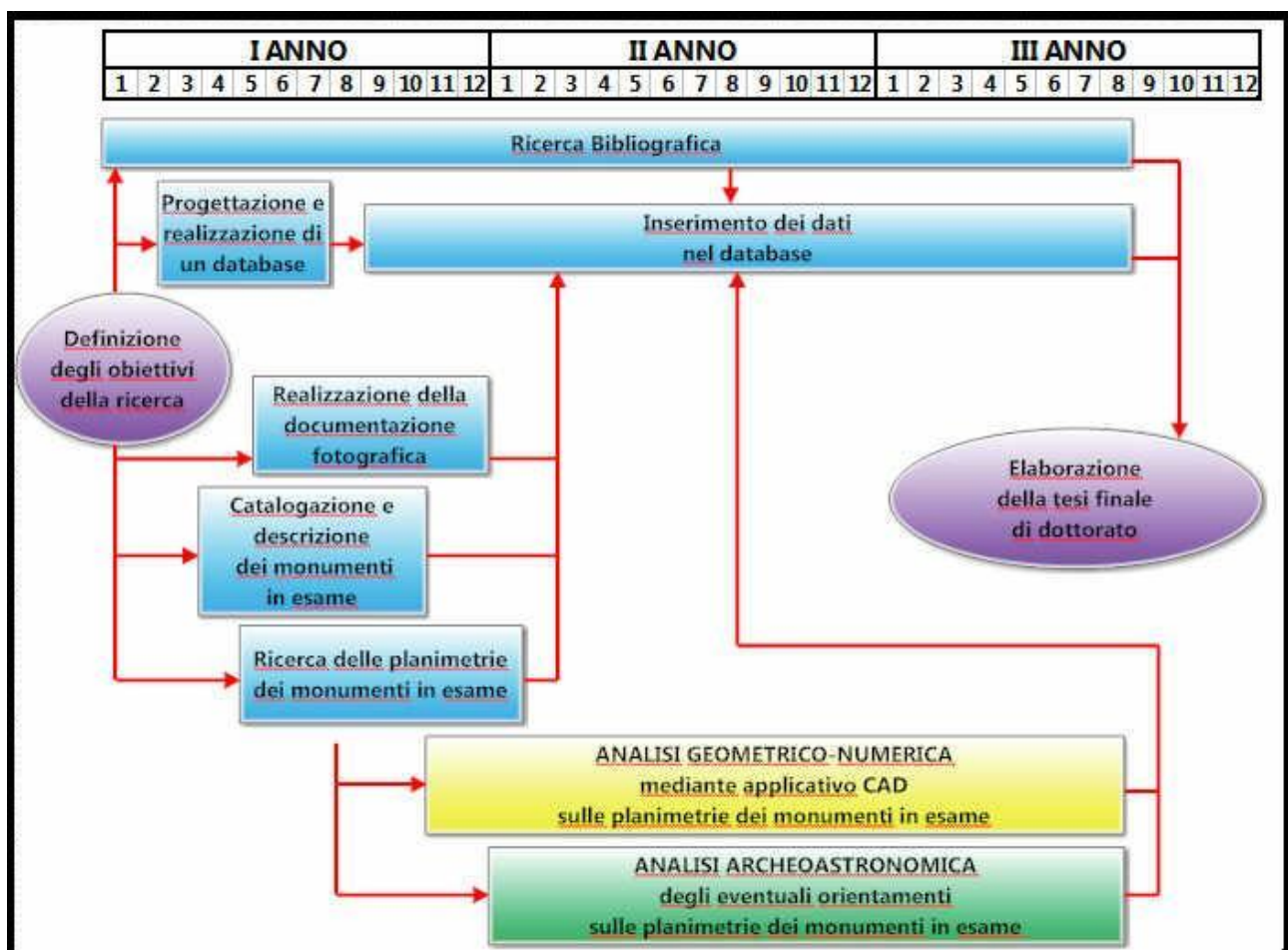
## APPLICAZIONE DI NUOVE METODOLOGIE DI INDAGINE GEOMETRICO-NUMERICA-METRICA ED ARCHEOASTRONOMICA PER L'ANALISI DI MONUMENTI ROMANI D'ETÀ IMPERIALE

### REALIZZABILITÀ

La realizzabilità del progetto di ricerca dipende *in toto* dalla possibilità di disporre di rilievi affidabili dei monumenti in esame. A seguito dell'esame dei rilievi disponibili verrà loro assegnata un grado di affidabilità (massimo, buono, sufficiente e scarso): il massimo grado si avrà per i rilievi eseguiti con le tecnologie digitali laser-scanner o GPS differenziale che consentono una restituzione grafica estremamente fedele; nel caso di rilievi indiretti realizzati con stazione totale o teodolite classico l'affidabilità sarà buona; infine, nel caso di rilievi diretti (manuali), l'affidabilità potrà essere sufficiente o scarsa.

La ricerca sarà svolta prevalentemente su rilievi con affidabilità massima/buona. La metodologia di analisi geometrico-numerica sarà comunque calibrata specificatamente per ogni categoria; in particolare, nel caso di rilievi diretti (che, essendo ricostruzioni grafiche, sono viziati da soggettività) sarà necessaria una più stringente e puntuale verifica.

### CRONOGRAMMA



## APPLICAZIONE DI NUOVE METODOLOGIE DI INDAGINE GEOMETRICO-NUMERICA-METRICA ED ARCHEOASTRONOMICA PER L'ANALISI DI MONUMENTI ROMANI D'ETÀ IMPERIALE

### ASPETTI INNOVATIVI RISPETTO ALLO *STATUS QUAESTIONIS*

Di norma, le indagini di tipo archeologico solo raramente si soffermano sul riconoscimento dei criteri impiegati nella realizzazione delle strutture e nella loro ideazione. Inoltre, nonostante l'affidabilità dei sistemi di rilievo disponibili ai nostri giorni (Stazione Totale, Laser Scanner, GPS, Immagini satellitari), non si è ancora giunti - se non in modo episodico e soggettivo - ad interpretazioni metriche compiute che possano costituire nel loro insieme una metodica di indagine universalmente accettata. Ancora oggi, per le strutture archeologiche, le analisi metrologiche tendono a formulare interpretazioni incentrate sulla presunta necessità dell'impiego del modulo architettonico secondo i canoni vitruviani; a loro volta le eventuali interpretazioni geometriche sono in genere basate sul presunto riconoscimento di un ristretto numero di semplici proporzioni armoniche note ( $1/2$ ,  $2/3$ ,  $4/3$ ...) e/o di alcune proporzioni irrazionali altrettanto note (sezione aurea,  $\pi$ ,  $\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{3}$ ...): spesso queste interpretazioni non hanno una solida base scientifica in grado di avvalorarle.

Gli aspetti innovativi di questa ricerca risiedono, da un lato, nell'impiego di rilievi di natura digitale il più possibile accurati (o comunque non riconducibili alla soggettività del disegnatore), dall'altro nell'impiego di opportuni criteri statistico-matematici (sia nel riconoscimento delle geometrie utilizzate nell'ideazione/progettazione, sia nel trattamento dei dati). La formulazione e la successiva verifica delle ipotesi viene infine effettuata sulla base di un appropriato confronto tra i risultati ottenuti e l'insieme delle forme geometriche, rilevanti per l'architettura antica, per le quali l'associazione con i valori numerici è ricavata teoricamente.

### ATTIVITÀ DIDATTICHE

#### Corsi:

1. **How to write a scientific paper** - *Dottorato in Scienze della Terra*
2. **Application of Numerical Modelling in the Earth Sciences** - *Dottorato in Scienze della Terra*
3. **Chemiometria** - *Dottorato in Scienze della Terra*
4. **Rilievo architettonico** (8 cr) - *Dottorato in Scienze della rappresentazione e del rilievo*
5. **Metodologie di rilievo applicato ai beni di interesse storico-artistico** (7 cr) – *Master "Restauro e Consolidamenti ad alta complessità"*
6. **Archeologia e storia dell'arte greca e romana** (6 cr) - *Archeologia* [Prof. La Rocca]
7. **Storia dell'architettura e dell'urbanistica antica e medievale** (8 cr) - *Architettura U.E.* [Prof. Bozzoni-Mannino]
8. **Metodologie di rilievo, cartografia digitale e modellazione** (9 cr) - *Master "Architettura per l'archeologia"*

#### Seminari:

1. **Rilievo Architettonico: Metodi e tecniche per il rilevamento** (2 cr)
2. **Rilievo Architettonico: Rilevamento digitale e modellazione** (3 cr)