

## Introduzione

La presente tesi ha per oggetto lo studio strutturale dell'intervento di riqualificazione architettonica del campanile della pieve dei SS. Ippolito e Cassiano in S.Casciano di Cascina, nella provincia di Pisa.

La torre campanaria è una struttura in cemento armato realizzata in tempi molto recenti, rispetto alla chiesa della pieve, in sostituzione del precedente campanile, che era andato distrutto dai bombardamenti tedeschi alla fine della Seconda Guerra Mondiale.

Al fine di conferire alla costruzione un nuovo aspetto, quanto più simile possibile a quello del campanile antecedente, è stato elaborato un progetto di modifica del rivestimento attuale, che prevede l'apertura di nuove finestre e l'apposizione di un rivestimento marmoreo, applicato a quello attualmente esistente in pannelli di cemento armato.

L'intervento, che ha solo fini estetici, va ad influire anche sul comportamento statico della costruzione per il peso non trascurabile del nuovo rivestimento, ma soprattutto sul comportamento dinamico in quanto risultano alterate sia le masse e, sebbene in misura minore, le rigidità della struttura.

Si rende pertanto necessario uno studio statico della struttura nel nuovo assetto e, per forza della attuale normativa tecnica, la verifica di adeguamento sismico.

Tali studi comportano lo svolgimento di approfondite indagini conoscitive della costruzione, la modellazione del comportamento statico e dinamico ed infine le verifiche sismiche.

Relativamente alle indagini conoscitive sono stati svolti un approfondito rilievo architettonico e strutturale, prove sperimentali sul conglomerato, eseguite mediante sclerometro e strumentazione agli ultrasuoni, e prove dinamiche di oscillazione forzata dal movimento di una delle campane.

Si è poi proceduto allo studio del comportamento statico e dinamico del campanile, dapprima nel suo stato attuale e quindi nello stato modificato, teso a confrontare le due situazioni e a valutare gli effetti degli interventi in progetto.

A tal fine è stato realizzato un primo modello agli elementi finiti della struttura nel suo stato attuale, modello che è stato poi calibrato confrontando i risultati dell'analisi con quelli ottenuti dalle prove dinamiche condotte *in situ*.

A tale modello si sono poi apportate le modifiche richieste dal progetto architettonico e quindi sono state condotte le verifiche sismiche secondo due diversi procedimenti, entrambi indicati dalla attuale normativa.

Il carattere ancora sperimentale della nuova normativa sismica e dei codici di calcolo conseguentemente predisposti, ha consigliato l'esecuzione di analisi di diverso tipo allo scopo

## *Introduzione*

di verificarne l'applicabilità pratica e di mostrarne la validità attraverso il confronto dei risultati.

Sono state dapprima condotte analisi in campo lineare: l'analisi modale, col fine di evidenziare le differenze prodotte nel comportamento dinamico della struttura a seguito dell'intervento; l'analisi time history per tre diversi accelerogrammi naturali; l'analisi dinamica associata allo spettro di progetto dell'attuale normativa e quindi le verifiche, in base alla classificazione sismica della zona.

Successivamente è stata condotta l'analisi non lineare allo scopo di ricavare le curve di capacità della struttura, dette anche curve di *pushover*, corrispondenti alle due combinazioni di carico previste dalla normativa stessa.

Per tali analisi è stato realizzato un nuovo modello non lineare del campanile che è stato costruito mediante impiego di un codice di calcolo specifico, del tipo a plasticità diffusa; in tale modello sono stati introdotti i legami costitutivi non lineari dei materiali, mentre non è stato necessario fare alcuna ipotesi circa il comportamento di insieme della struttura.

I risultati delle diverse analisi sono stati quindi confrontati e criticati, ricavandone utili considerazioni circa la validità dei metodi di verifica proposti dalla normativa di recente emanazione.