

## CONCLUSIONI

Nella presente Tesi è stato sviluppato il progetto di una galleria commerciale nell'U.T.O.E. di "Il Chiesino" nel Comune di Pontedera (PI), prestando particolare attenzione agli aspetti strutturali e fisico-tecnici.

Il progetto prevede un telaio principale composto da una copertura a capanna in acciaio e da un edificio sottostante in cemento armato che si sviluppa su due piani fuori terra ed in cui sono stati ricavati 6 negozi, suddivisi in 3 distinte tipologie.

Nella prima parte della Tesi sono stati affrontati il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali. L'analisi dei carichi e delle sollecitazioni, la progettazione e la verifica dei telai sono state condotte secondo il Metodo agli Stati Limite, con riferimento al recente DM 14 gennaio 2008. L'azione sismica è stata valutata per mezzo degli spettri di risposta elastico e di progetto, come descritto in normativa: il secondo spettro è stato ricavato applicando un fattore di struttura  $q = 3,2$ ; per la verifica sismica ci si è invece limitati ad un controllo sommario del comportamento dell'edificio a collasso.

Lo studio si è articolato in fasi successive. Nella prima fase è stata studiata la sola copertura a capanna in acciaio, della quale è stato fatto un predimensionamento mediante schemi statici elementari, per poi ricavare gli effettivi diagrammi delle sollecitazioni tramite il software *SAP2000 10.0.7*. Sono state quindi eseguite le verifiche degli elementi strutturali (resistenza, stabilità e deformabilità), dei collegamenti (saldati e bullonati) e degli ancoraggi delle colonne.

Nella seconda fase si è affrontata la progettazione della sottostante struttura in cemento armato; in questo caso, si è dovuto tener conto dell'interazione tra i due telai (acciaio e cemento armato), inserendo tra i carichi esterni agenti sul secondo le reazioni vincolari della colonna centrale del primo, che poggia sul solaio di copertura dei negozi. Ovviamente, a seguito dell'inserimento del blocco centrale in cemento armato, si è verificato un cambiamento delle sollecitazioni agenti sugli elementi in acciaio; tuttavia tali variazioni si sono rilevate trascurabili ai fini progettuali, avendo lasciato un certo margine di sicurezza nel dimensionamento dei giunti degli elementi strutturali.

Per ultimo è stato affrontato il dimensionamento della fondazione, composta da travi rovesce longitudinali e da travi di collegamento trasversali. Data la scarsa rilevanza dei momenti

flettenti alla base dei pilastri, le travi rovesce sono state dimensionate secondo lo schema di travi su suolo elastico caricate dal solo sforzo normale agente sui pilastri sovrastanti.

Nella seconda parte della Tesi sono state analizzate le prestazioni energetiche, illuminotecniche ed acustiche dell'edificio in cui è previsto l'inserimento delle attività commerciali. L'analisi è stata condotta utilizzando per i vari aspetti metodi di calcolo semplificati, presenti nella normativa nazionale o suggeriti da enti istituzionali pubblici e sviluppati tramite fogli di calcolo elettronici. Tale analisi ha permesso non soltanto di verificare la conformità del progetto alla normativa vigente nazionale ma anche di attribuire ad ogni requisito studiato un punteggio, in base alle scale di prestazione fornite dal Protocollo ITACA Sintetico (2° aggiornamento, aprile 2007).

Il Protocollo ITACA Sintetico è una forma ridotta del Protocollo ITACA, sistema a punteggio per la certificazione energetica ed ambientale degli edifici, basato sui principi del metodo internazionale Green Building Challenge, predisposto da un gruppo di lavoro interregionale costituitosi in Italia nel 2001. Delle 16 schede di valutazione che lo compongono sono state trattate in maniera analitica 8, e precisamente le seguenti: energia per la climatizzazione invernale, trasmittanza termica dell'involucro edilizio, acqua calda sanitaria, controllo della radiazione solare, inerzia termica, illuminazione naturale, energia elettrica da fonti rinnovabili, mantenimento delle prestazioni dell'involucro edilizio.

Particolare attenzione è stata prestata al requisito *Inerzia termica*. La parete leggera P1 inizialmente scelta per il tamponamento esterno, conforme al DLgs 192/05 e s.m.i. in termini di trasmittanza termica, ma caratterizzata da una massa superficiale pari a  $82 \text{ kg/m}^2$ , inferiore al valore minimo di legge ( $230 \text{ kg/m}^2$ ), ha dimostrato avere prestazioni non accettabili in condizione di transitorio termico. E' stato così necessario sostituire la parete P1 con un'altra parete leggera (P3), avente massa superficiale ( $96 \text{ kg/m}^2$ ) ancora inferiore a  $230 \text{ kg/m}^2$ , ma resistenza termica sufficiente a garantirle valori del ritardo temporale  $\tau$  e del fattore di decremento  $f$  migliori di quelli di una parete tradizionale con  $U \cong U_{\max}$  e  $M \cong M_{\lim}$ .

In conformità a quanto prescritto dal DLgs 192/05 e s.m.i. in termini di utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia termica ed elettrica, è stata prevista l'installazione di 4 collettori solari, che coprano circa il 65% del fabbisogno energetico annuo per la produzione di acqua calda sanitaria, e di 124 pannelli fotovoltaici per la produzione dell'energia elettrica necessaria in un anno per l'illuminazione artificiale dei negozi. Allo scopo di ridurre il carico termico dovuto all'irraggiamento solare estivo, è stato previsto l'inserimento di tendaggi alla veneziana all'interno di tutte le vetrate presenti nell'edificio.

Attraverso il sistema di pesatura dei requisiti previsto dal Protocollo ITACA Sintetico, è stato calcolato il punteggio complessivo, pari a 2,7: tale valore rappresenta un miglioramento delle prestazioni energetiche ed ambientali rispetto alla pratica edilizia corrente e permetterebbe l'accesso agli incentivi economici ed urbanistici previsti dal Protocollo stesso e dalla legislazione nazionale (Legge Finanziaria 2008) e locale (Legge Regionale n.1/2005) vigente. A tale proposito è stato interessante confrontare il suddetto risultato con quello che si sarebbe ottenuto mantenendo per il tamponamento esterno la parete P1; in questo secondo caso, infatti si sarebbero raggiunti punteggi parziali inferiori per tre requisiti: energia per la climatizzazione invernale, trasmittanza termica dell'involucro edilizio e inerzia termica, e quindi un punteggio complessivo pari a 2,2. Anche questa valutazione, maggiore di 2, in teoria sarebbe stata sufficiente per l'accesso agli incentivi; in realtà, però, ciò sarebbe stato negato dal fatto che la parete P1 non risulta conforme alla normativa nazionale.

Inoltre, sebbene il Protocollo ITACA Sintetico non abbia schede di valutazione relative alle prestazioni acustiche, è sembrato opportuno verificare anche i requisiti acustici passivi dell'edificio, ai sensi del DPCM 5 dicembre 1997, e valutarli in base alle scale di prestazione fornite dalle Linee Guida della Regione Toscana (2006). I punteggi raggiunti sono compresi tra 2 e 3, e sono da considerarsi senz'altro buoni.