



Comune Prato
Realizzazione di un condominio solidale
in via A. Meoni

Soggetto attuatore:



via Giotto n. 20 59100 Prato
tel. 0574 43771 fax 0574 437726
c.f. e p.iva 01937100970

PRESIDENTE

Ing. Federico Mazzoni

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Giulia Bordina *E.P.P. S.p.A.*

PROGETTO

Ing. Giulia Bordina *E.P.P. S.p.A.*

PROGETTO STRUTTURALE E IMPIANTI

Ing. Leonardo Negro

Ing. Francesco Rossi

Ing. Riguccio Soci

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Riguccio Soci

PROGETTO ESECUTIVO

STRUTTURE				TAVOLA
Relazione tecnica generale				ST_R_01
SCALA	REV. 01	DATA 08/03/2017	FILE	

Relazione tecnica generale

strutture

OGGETTO:

Progetto per la realizzazione di un edificio di edilizia residenziale.

COMMITTENTE

Edilizia Pubblica Pratese.

Via Giotto N. 20 - 59100 PRATO

Tel. 0574-43771 - Fax 0574-437726

PROGETTISTA ARCHITETTONICO

ING. GIULIA BORDINA

Ufficio Incremento del Patrimonio EPP spa

Via Giotto N. 20 - 59100 PRATO

Tel. 0574-43771 - Fax 0574-437726

E-mail : g.bordina@ediliziapubblicapratese.it

PROGETTISTA DELLE STRUTTURE

ING. LEONARDO NEGRO

Via Guizzelmi, 6 – 59100 PRATO

Tel. 0574-061991 – Fax 0574-063867

E-mail: ing.leonardonegro@gmail.com

INDICE

1	Oggetto della relazione	4
2	Descrizione generale dell'opera	4
3	Normative e documenti di riferimento.....	6
4	Ipotesi di calcolo.....	7
4.1	Metodo di Calcolo dei pannelli X-LAM.....	8
4.2	Principi di calcolo dei pannelli a strati incrociati di tavole.....	8
4.3	Stato tensionale dei pannelli.....	8
5	Criteri adottati per le misure di sicurezza e metodo di calcolo	9
5.1	Schematizzazione delle azioni.....	9
5.2	Legami costitutivi adottati per la modellazione dei materiali.....	9
6	Allegati	10

1 Oggetto della relazione

La presente relazione di calcolo riguarda il calcolo delle strutture in legno e c.a. di un edificio destinazione d'uso residenziale ubicato in Via Armando Meoni, Loc. Grignano nel Comune di Prato.



Figura 1- localizzazione dell'intervento

2 Descrizione generale dell'opera

L'edificio è a due livelli fuori terra e un terzo livello dove è presente il locale tecnico.

Il fabbricato è a pianta rettangolare 30.65 x 10.80 ml, altezza in gronda di circa 6.15 con:

- struttura di fondazione a graticcio di travi a T rovescia in c.a.
- struttura in elevazione in legno a pannelli X-LAM sia per le pareti che per i solai
- ballatoio esterno in acciaio per la distribuzione ai vari appartamenti e scala centrale in acciaio posta al centro dell'edificio che si sviluppa su tre piani fuori terra.

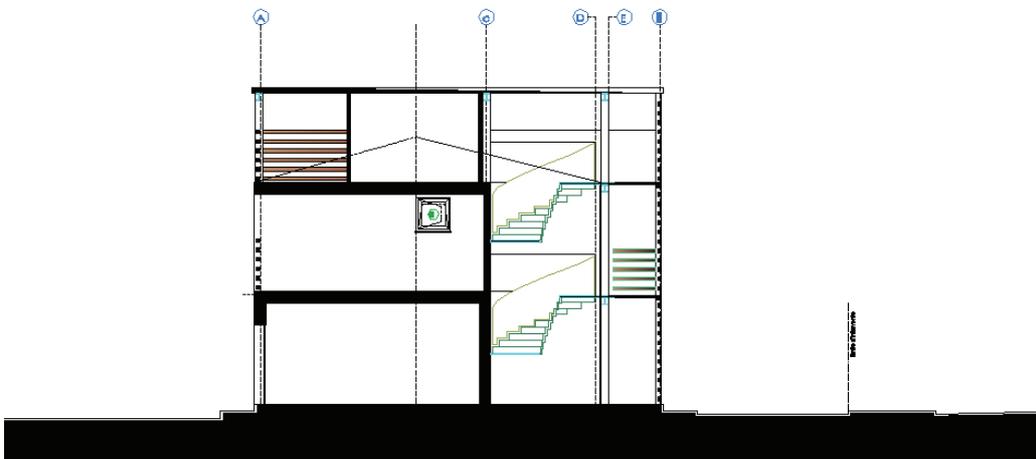


Figura 2 - sezione di riferimento

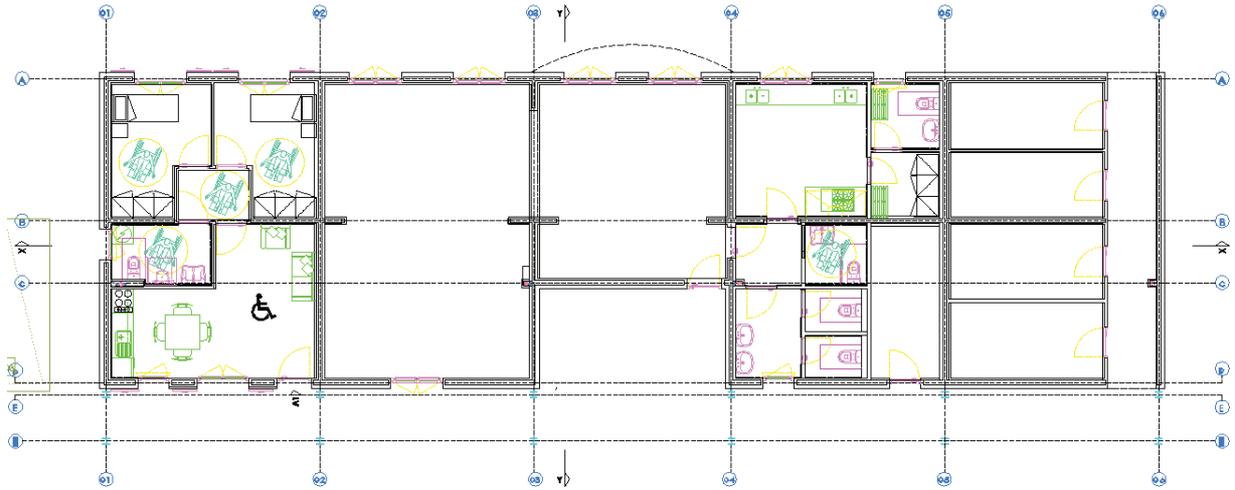


Figura 3- pianta piano terra

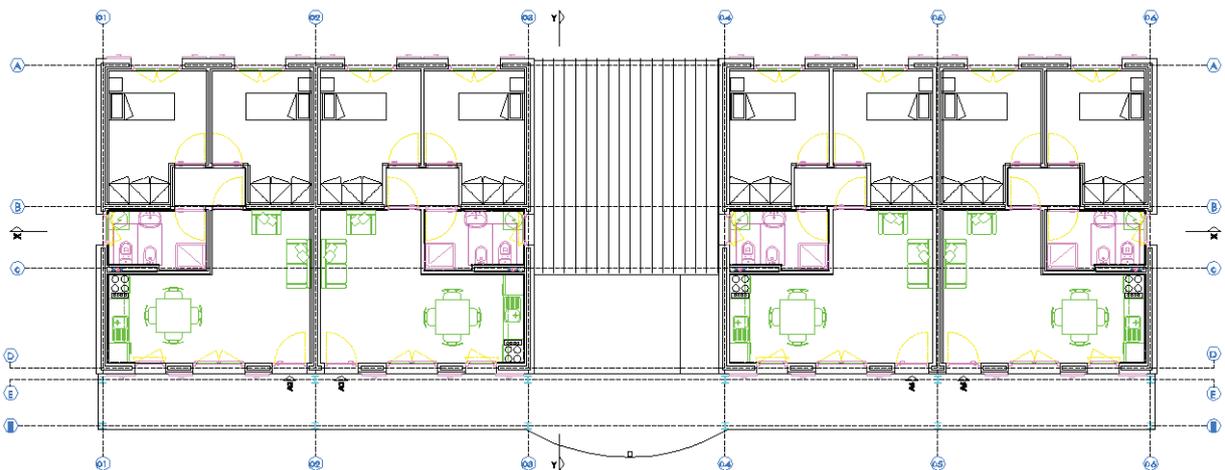


Figura 6- pianta piano primo

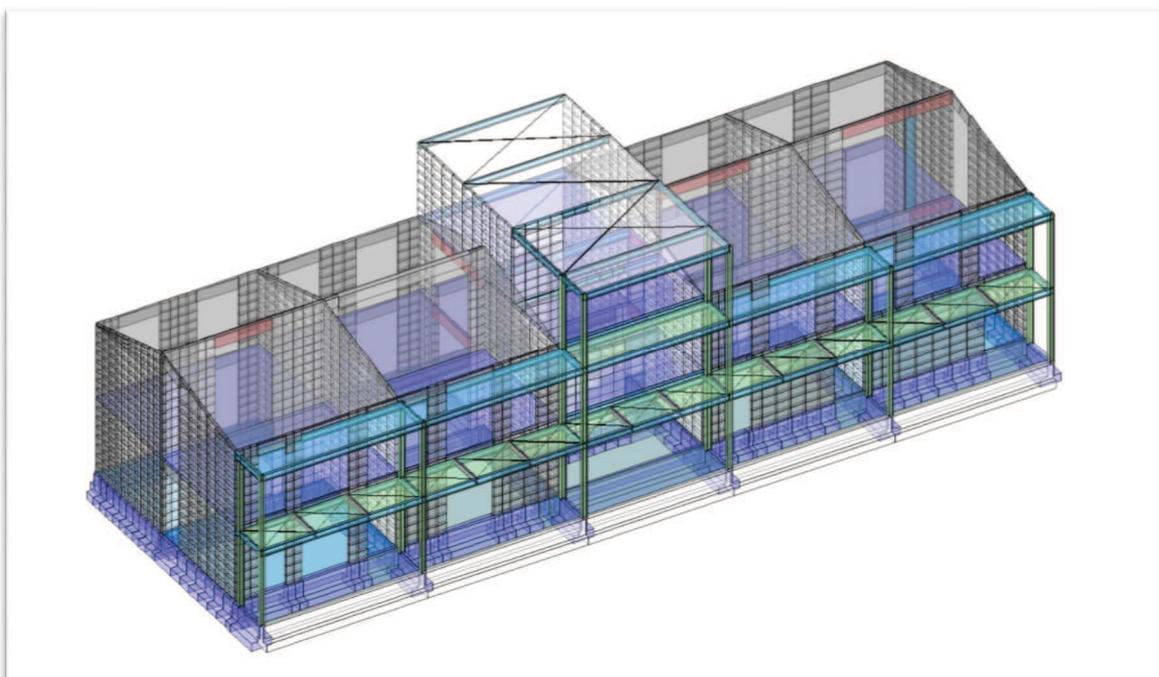
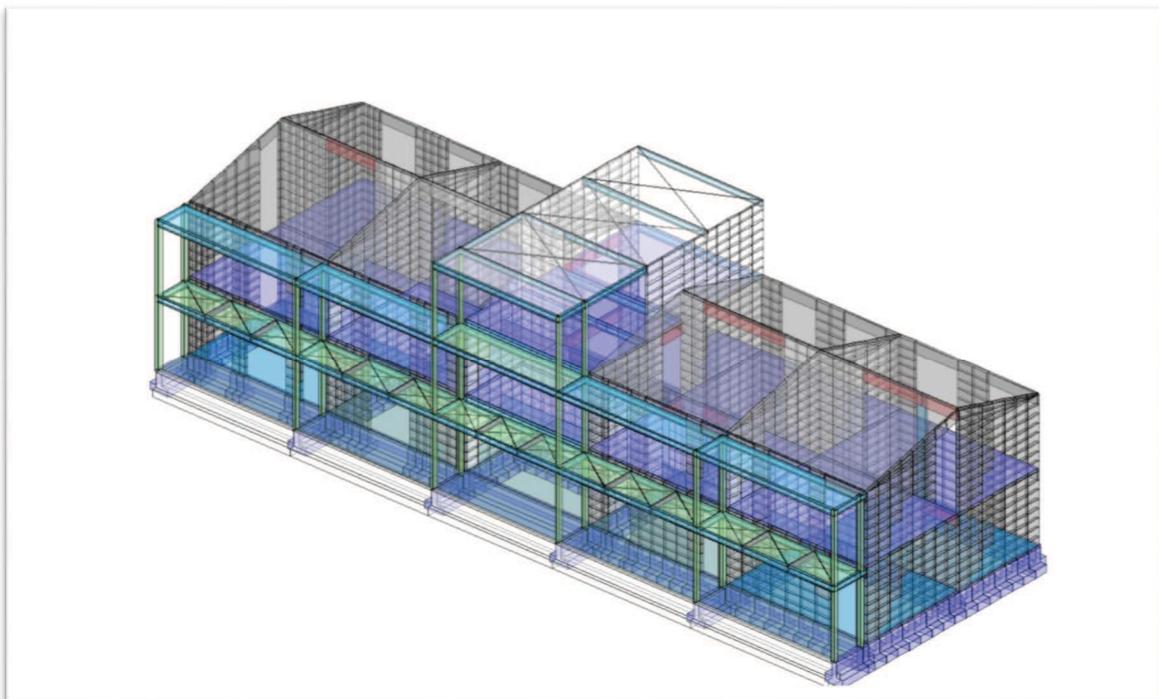
3 Normative e documenti di riferimento

Il progetto è stato redatto in accordo con le seguenti normative e documenti:

1. D.M. II.TT. - 14/01/08 "Norme tecniche per le costruzioni"
2. D.M. II.TT. - 06/05/08 "Integrazioni al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni"
3. CNR DT 206/2007 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture di legno".
4. EN 1990:2004: Eurocode – Basis of structural design
5. EN 1995-1-1:2009: Eurocode 5 - Design of timber structures - General – Common rules and rules for buildings
6. EN 1995-1-2:2004: Eurocode 5 - Design of timber structures - General - Structural fire design
7. EN 1998-1:2004: Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - General rules, seismic actions and rules for buildings;
8. UNI EN 338: 2004: Structural Timber – Strength Classes.
9. UNI EN 1194: 2000: Timber Structures – Glued Laminated Timber – Strength classes and determination of characteristic values.
10. L. 02/02/1974 n.64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
11. CIRC. 617 - 02/02/09 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008
12. DIN 1052/2008-12

4 Ipotesi di calcolo

Per il modello di calcolo è stato utilizzato il programma agli elementi finiti ProSap Professionale della 2SI di Ferrara, il programma consente di modellare, oltre al cemento armato, le pareti e i solai X-LAM secondo l'effettiva stratigrafia permettendo di definire la reale rigidezza del pannello e determinare lo stato tensionale dentro ogni singola tavola e nelle superfici di incollaggio. Il programma consente in oltre di determinare lo stato di sollecitazione delle unioni tra pannelli e lo stato tensionale nella combinazione di carico eccezionale dovuta a incendio con la sezione residua.



4.1 Metodo di Calcolo dei pannelli X-LAM

Il sistema costruttivo a pannelli di tavole incollate a strati incrociati (Comunemente detto X-LAM), ideato e sviluppato in Germania all'inizio degli anni '90, ha conosciuto negli ultimi 10-15 anni un rapido e crescente sviluppo in tutta Europa fino a diventare allo stato attuale probabilmente il sistema più utilizzato nella realizzazione di edifici, anche pluripiano, a struttura di legno. Il pannello di legno lamellare a strati incrociati è un prodotto industriale ben codificato come processo produttivo: anche se l'approvazione di una specifica norma tecnica EN armonizzata è tuttora in corso, i maggiori produttori nel frattempo si sono dotati di marcatura CE mediante ETAG/CUAP. Esso è costituito dalla sovrapposizione di strati di tavole di legno massiccio, disposti ortogonalmente fra loro e collegati mediante incollaggio. Le tavole che compongono il pannello sono generalmente di abete, sono singolarmente classificate (a vista o a macchina, in modo conforme alla EN 14081) in base alla loro resistenza e hanno spessore variabile dai 15 ai 40 mm. Laddove necessario, le tavole vengono giuntate in lunghezza, in modo conforme alla EN 385, poi sono assemblate in strati disposti ortogonalmente fra loro in numero dispari (3,5,7,9 strati) e incollati a freddo con colle poliuretatiche (senza rilascio di formaldeide) o a base di melammina-urea-formaldeide (a basso rilascio di formaldeide). Le tavole possono essere incollate anche di fianco per ottenere un elemento ancora più rigido e resistente soprattutto nei confronti delle azioni taglianti. I pannelli così composti, con spessori variabili dai 70 ai circa 400 mm, risultano degli elementi costruttivi molto rigidi e resistenti, sufficientemente isotropi nel piano, che possono essere utilizzati come elementi portanti di parete o solaio.

4.2 Principi di calcolo dei pannelli a strati incrociati di tavole

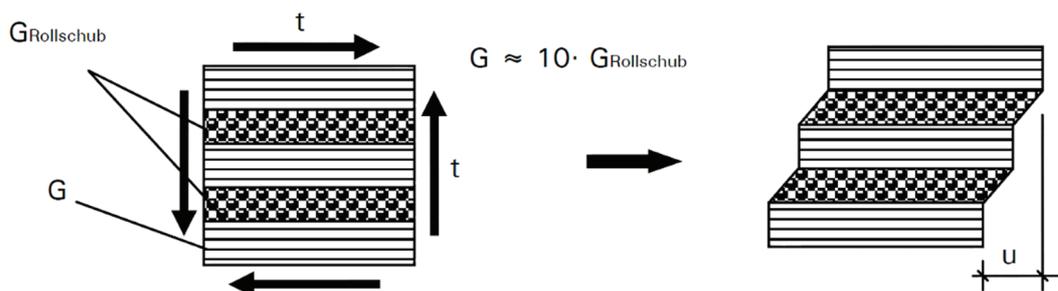
I pannelli essendo formati da strati dispari di tavole incrociate hanno comportamento ortotropo e pertanto presentano differente rigidità nei due piani di giacitura delle tavole. Sia i solai che le pareti sono schematizzati utilizzando un materiale con diverso modulo di elasticità normale nelle due direzioni principali.

I pannelli di legno a strati di tavole incrociate, siano essi utilizzati come solai o come pareti vengono verificati secondo la Teoria dell'analogia del taglio, così come descritta all'interno della norma DIN 1052/2008-12 nell'Appendice D.

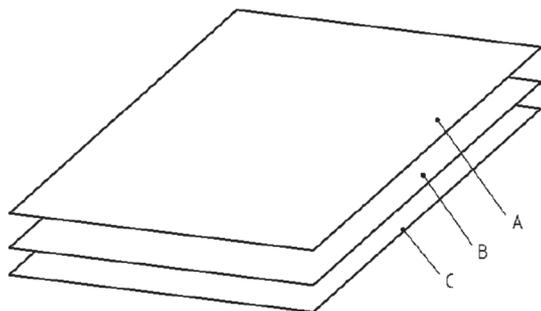
4.3 Stato tensionale dei pannelli

Nel capitolo D.3 della DIN 1052:2008 sono trattati i pannelli composti da strati sottili collegati tra loro in maniera cedevole. La cedevolezza dell'unione è trattata nell'allegato G delle DIN 1052:2008 in maniera del tutto analoga a quanto previsto dalle UNI EN 1995-1-1.

Essendo i vari strati incollati tra loro, la rigidità della sezione composta è determinata sulla base della rigidità a taglio per rotolamento delle tavole che compongono gli strati ortogonali all'orditura. La cedevolezza dell'unione tra gli strati portanti (quelli per cui le tensioni normali sono orientate parallelamente alla fibratura) è data dalla deformazione a taglio per rotolamento degli strati ad essi ortogonali.



Il metodo di calcolo trattato nel Capitolo D.3 delle DIN è chiamato "Analogia del Taglio" e prevede la suddivisione del pannello di n strati in 3 piani fittizi (A, B, C) ai quali sono attribuite le caratteristiche di rigidità dell'intero pannello ripartite in base al tipo di sollecitazione; tutto questo nell'ipotesi di medesime deformazioni delle tre superfici.



Le rigidzze sono così ripartite:

Superficie A: rigidzza flessionale e rigidzza torsionale nel comportamento a piastra.

Superficie B: quota parte di Steiner della rigidzza flessionale e rigidzza a taglio considerando la connessione deformabile.

Superficie C: Rigidzza alla dilatazione e a taglio nel comportamento a lastra.

5 Criteri adottati per le misure di sicurezza e metodo di calcolo

Il calcolo è stato effettuato con il metodo semiprobabilistico agli stati limite secondo le prescrizioni contenute nel DM 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e l'Eurocodice 5 (UNI EN 1995-1) "Progettazione delle strutture di legno" per quanto riguarda le strutture lignee. La struttura è verificata per LA resistenza al fuoco calcolata secondo il "metodo della sezione efficace" (EN 1995-1-2).

Il coefficiente di sicurezza sul materiale legno per le verifiche agli SLU è preso pari a $\gamma_m=1,50$ per gli elementi di legno massiccio, per i pannelli a strati incrociati e per le unioni e $\gamma_m=1,45$ per gli elementi di legno lamellare come indicato nel D.M. Il. TT. - 06/05/08 "Integrazioni al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni".

5.1 Schematizzazione delle azioni

Le azioni derivanti dal carico di neve e vento e sisma sono state schematizzate come carichi statici agenti sull'edificio, quelle derivanti dal sisma sono state schematizzate come carichi statici (analisi statica lineare). Per la definizione delle azioni e le combinazioni utilizzate si rimanda al capitolo dedicato della relazione di calcolo. Le combinazioni sono effettuate secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite considerando le azioni definite dalle normative citate.

L'edificio è stato considerato in classe d'uso II (edifici ordinari) con vita nominale di 50 anni.

5.2 Legami costitutivi adottati per la modellazione dei materiali

Il legame costitutivo per la modellazione del materiale legno è di tipo lineare-elastico fino a rottura, ipotesi ampiamente giustificata per gli elementi di legno in dimensione d'uso nelle strutture sia dalle normative che dalla letteratura tecnica esistente a livello nazionale e internazionale.

Per gli elementi di acciaio utilizzati per le connessioni meccaniche il legame è di tipo elasto-plastico bilineare.

Per gli elementi in calcestruzzo armato il legame è di tipo elasto-plastico bilineare.

Per gli elementi in acciaio il legame è di tipo elasto-plastico bilineare.

6 Allegati

- Affidabilità dei codici di calcolo

DICHIARAZIONE DI AFFIDABILITÀ

Dichiarazione del produttore-distributore di PRO_SAP PROFESSIONAL SAP riguardante l'affidabilità del codice
(D.M. 14/01/2008 - Paragrafo 10.2)

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo
Titolo: PRO_SAP PROFESSIONAL Structural Analysis Program
Autore-Produttore: ZSI Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Affidabilità dei codici

- Inquadramento teorico della metodologia

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensiodelimitativo indotto da carichi statici.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensiodelimitativo indotto da carichi dinamici (tra i quali quelli di tipo sismico).

Gli elementi, lineari e non lineari, utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento TRUSS (asta)	Elemento BRICK (solido)
Elemento BEAM (trave)	Elemento CIRCULAR
Elemento MEMBRANE (membrana)	Elemento BOUNDARY (molle)
Elemento PLATE (piastra-guscio)	Elemento STIFFNESS (matrice di rigidità)

- Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità

ZSI ha verificato, in collaborazione con il DISTART dell'Università di Bologna e con il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara, l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

È possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.zsi.it/affidabilita.php>

- Filtri di autodiagnostica

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni anormali.

Garanzia di qualità

Dal 1 dicembre 1998 ZSI ha prodotto un manuale di qualità in funzione dei requisiti della norma di riferimento UNI EN ISO 9001.

Tutte le attività dell'azienda sono regolate dalla documentazione e dalle procedure in esso contenute.

In relazione alla attività di validazione dei prodotti software si dichiara inoltre quanto segue:

- la fase di progetto degli algoritmi è preceduta dalla ricerca di risultati di confronto reperibili in letteratura o riproducibili con calcoli manuali;

- la fase di implementazione degli algoritmi è continuamente validata con strumenti automatici (tools di sviluppo) e attraverso confronti;

- il software che implementa gli algoritmi è testato, confrontato e controllato anche da tecnici qualificati che non sono intervenuti nelle precedenti fasi.

Nella produzione del software ZSI implementa componenti sviluppati da CMC - Computing Objects SARL, spin-off dell'Ecole Centrale Paris, France. È disponibile la documentazione di affidabilità di tali componenti all'indirizzo web:

http://www.zsi.it/software/download/manuali/pro_sap_quaderni/Affidabilita/benchmarks_e_sap.zip

PRO_SAP
Professional Structural Analysis Program

Rev. del 14/09/2013