



MANUEL SCIURTI

PROGETTARE STRUTTURE IN LEGNO IN ZONA SISMICA

GUIDA E FOGLI DI CALCOLO PER LA VERIFICA A FLESSIONE,
TAGLIO, COMPRESSIONE E TRAZIONE DI ELEMENTI IN LEGNO
AI SENSI DELLE NTC 2018



Clicca e richiedi di essere contattato
per **informazioni** e **promozioni**



WEBAPP
INCLUSA

GRAFILL

Manuel Sciurti

PROGETTARE STRUTTURE IN LEGNO IN ZONA SISMICA

Ed. I (10-2025)

ISBN 13 978-88-277-0513-1

EAN 9 788827 705131

Collana **COME FARE PER**

DISCLAIMER

Le informazioni contenute in questo libro sono a scopo informativo e non fanno riferimento alla particolare situazione di un individuo o di una persona giuridica.

Non costituiscono oggetto di consulenza. Questi contenuti non possono sostituire la consulenza individuale da esperti in singoli casi concreti.

Nessuno dovrebbe agire sulla base di queste informazioni senza un'adeguata consulenza professionale e senza un esame approfondito della situazione.

L'Autore non si assume alcuna responsabilità per le decisioni prese da parte del lettore sulla base delle informazioni fornite in questo libro.



**Licenza d'uso da leggere attentamente
prima di attivare la WebApp o il Software incluso**

Usa un QR Code Reader
oppure collegati al link <https://grafill.it/licenza>

Per assistenza tecnica sui prodotti Grafill aprire un ticket su <https://www.supporto.grafill.it>

L'assistenza è gratuita per 365 giorni dall'acquisto ed è limitata all'installazione e all'avvio del prodotto, a condizione che la configurazione hardware dell'utente rispetti i requisiti richiesti.

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 - 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 - Fax 091/6823313 - Internet <http://www.grafill.it> - E-Mail grafill@grafill.it

**CONTATTI
IMMEDIATI**



Pronto GRAFILL
Tel. 091 6823069



Chiamami
chiamami.grafill.it



Whatsapp
grafill.it/whatsapp



Messenger
grafill.it/messenger



Telegram
grafill.it/telegram

Finito di stampare presso **Tipografia Publistampa S.n.c. - Palermo**

Edizione destinata in via prioritaria ad essere ceduta nell'ambito di rapporti associativi.

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.



**PRONTO
GRAFILL**

**CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

SOMMARIO

PREMESSA	p.	7
1. INTRODUZIONE	"	9
1.1. Impiego del legno nell'edilizia	"	10
1.2. Le vulnerabilità delle strutture lignee	"	12
1.3. Tipologia di strutture lignee	"	14
2. PROPRIETÀ DEL LEGNO	"	16
2.1. Le caratteristiche chimiche e fisiche del legno massiccio	"	16
2.2. Altre proprietà fisiche del legno massiccio	"	19
2.3. Legno lamellare	"	20
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	"	21
3.1. Le norme tecniche per le costruzioni del 2018	"	21
3.2. La Circolare applicativa 7/2019	"	27
3.3. Le caratteristiche del legno massiccio negli standard tecnici	"	28
3.3.1. Compressione parallela alle fibre	"	28
3.3.2. Compressione ortogonale alle fibre	"	28
3.3.3. Trazione parallela alla direzione delle fibre	"	29
3.3.4. Trazione ortogonale alla direzione delle fibre	"	29
3.3.5. Flessione	"	29
3.3.6. Taglio	"	30
3.3.7. Modulo elastico medio parallelo alle fibre	"	30
3.3.8. Modulo elastico medio ortogonale alle fibre	"	31
3.3.9. Modulo elastico di taglio medio	"	31
3.4. Le caratteristiche del legno lamellare negli standard tecnici	"	31
3.4.1. Compressione parallela alle fibre	"	32
3.4.2. Compressione ortogonale alle fibre	"	32
3.4.3. Trazione parallela alla direzione delle fibre	"	33
3.4.4. Trazione ortogonale alla direzione delle fibre	"	33
3.4.5. Flessione	"	34
3.4.6. Taglio	"	34

3.4.7.	Modulo elastico medio parallelo alle fibre	p.	34
3.4.8.	Modulo elastico medio ortogonale alle fibre.....	"	35
3.4.9.	Modulo di taglio medio	"	35
3.5.	Formule di verifica e di progetto per le strutture in legno.....	"	35
3.5.1.	Valutazione di resistenza	"	36
3.5.2.	Verifica a trazione parallela alla fibra.....	"	36
3.5.3.	Verifica a compressione parallela alla fibra.....	"	36
3.5.4.	Verifica a compressione perpendicolare alla fibra	"	37
3.5.5.	Verifica a flessione	"	37
3.5.6.	Verifica a tensoflessione.....	"	37
3.5.7.	Verifica a pressoflessione.....	"	38
3.5.8.	Verifica a taglio	"	38
3.5.9.	Verifica a torsione	"	39
3.5.10.	Verifica a torsione e taglio.....	"	39
3.5.11.	Verifica a instabilità per elementi compressi.....	"	39
3.5.12.	Verifica a instabilità per elementi inflessi	"	40
4.	ANALISI SISMICA DELLE STRUTTURE	"	41
4.1.	Analisi statica lineare.....	"	41
4.2.	Analisi statica non lineare	"	43
4.3.	Analisi dinamica lineare	"	44
4.4.	Analisi dinamica non lineare	"	45
5.	PROGETTAZIONE STRUTTURALE	"	46
5.1.	Strutture e connessioni in legno	"	46
5.1.1.	Connessione a dente semplice	"	52
5.1.2.	Connessione a dente arretrato	"	54
5.1.3.	Dente doppio	"	55
5.1.4.	Unioni con viti	"	57
5.1.5.	Unioni con barre incollate	"	57
5.1.6.	Chiodatura.....	"	58
5.2.	Progettare una capriata in legno.....	"	59
5.3.	Progettare un solaio in legno	"	62
6.	COMPORTAMENTO SISMICO DELLE STRUTTURE LIGNEE	"	64
6.1.	Analisi di strutture in legno in zona sismica.....	"	65
6.1.1.	Analisi della documentazione progettuale.....	"	65
6.2.	Soluzioni progettuali per mitigare il rischio sismico	"	66
6.2.1.	Introduzione di controventi.....	"	66
6.2.2.	Ispessimento elementi strutturali.....	"	68

7. ESEMPIO PRATICO	
DIMENSIONARE E VERIFICARE UN TELAIO IN LEGNO	
IN CLASSE DI DUTTILITÀ CD "B"	p. 73
7.1. I materiali impiegati	" 74
7.2. Analisi dei carichi di copertura	" 74
7.3. Analisi dei carichi del solaio di interpiano	" 75
7.4. Fattorizzazione dei carichi e combinazioni	" 75
7.5. Predimensionamento della trave A-B-C	" 76
7.6. Predimensionamento pilastro B	" 77
7.7. Analisi statica della trave interpiano	" 78
7.8. Analisi statica della pilastrata	" 86
7.9. Determinazione delle masse	" 89
7.10. Definizione dello spettro di risposta	" 90
7.11. Valutazione degli effetti torsionali	" 94
7.12. Applicazioni delle azioni sismiche sulla struttura	" 96
7.13. Verifica della trave	" 104
7.14. Verifica del pilastro	" 106
8. ESEMPIO DI CALCOLO	
ANALISI STATICA LINEARE E DETERMINAZIONE	
DELLO SPETTRO ELASTICO DI UN EDIFICIO	" 108
9. ESEMPIO DI CALCOLO	
VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	
DI UNA CAPRIATA DI LEGNO	" 176
10. LA WEBAPP INCLUSA: CONTENUTI E ATTIVAZIONE	" 180
10.1. Contenuti della WebApp	" 180
10.2. Requisiti hardware e software	" 180
10.3. Attivazione della WebApp	" 180
BIBLIOGRAFIA	" 181
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	" 187
FONTI WEB	" 189

PREMESSA

Il legno rappresenta uno dei materiali maggiormente impiegati nell'ingegneria civile e, negli ultimi anni, sta vivendo una fase di riscoperta e valorizzazione nell'edilizia contemporanea. La sua diffusione è cresciuta in modo significativo grazie alla crescente attenzione verso la sostenibilità ambientale e alla ricerca di soluzioni costruttive a ridotto impatto ecologico. Questo rinnovato interesse ha portato progettisti e professionisti del settore a confrontarsi con sempre maggiore frequenza con le normative nazionali e internazionali che regolano l'impiego del legno in ambito strutturale.

L'opera nasce con l'obiettivo di fornire un supporto concreto a ingegneri, architetti e geometri nella progettazione di edifici in legno, in particolare in aree a rischio sismico. Il testo si propone come guida pratica e approfondita, introducendo i principi fondamentali della progettazione antisismica e illustrando i requisiti prestazionali che le strutture in legno devono soddisfare per garantire sicurezza e affidabilità in caso di evento sismico.

Ampio spazio è dedicato allo studio del legno come materiale da costruzione, con una descrizione delle sue proprietà fisiche, chimiche e meccaniche, con particolare attenzione alla durabilità, alla resistenza al fuoco e alla resistenza a fatica. Segue un'analisi dettagliata delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (NTC 2018) e della relativa Circolare applicativa 7/2019, con focus sulle verifiche e sui criteri progettuali richiesti per ciascun elemento strutturale.

Vengono inoltre esaminati i collegamenti tra gli elementi lignei, quali bullonature, chiodature e l'impiego di piastre metalliche, aspetti essenziali per assicurare un comportamento globale coerente con le prescrizioni normative.

Per approfondire la comprensione del comportamento sismico delle strutture in legno, sono presentate le principali tipologie di analisi strutturale:

- analisi statica lineare;
- analisi statica non lineare;
- analisi dinamica lineare;
- analisi dinamica non lineare.

Le analisi dinamiche, rispetto a quelle statiche, includono la variabile tempo, permettendo di ottenere una quantità di informazioni maggiore, sebbene a fronte di una complessità superiore. Le analisi lineari assumono la linearità del materiale e del comportamento strutturale, mentre quelle non lineari tengono conto sia della non linearità geometrica sia di quella del materiale.

Il volume si completa con un progetto esemplificativo di un telaio in legno in zona sismica, sviluppato passo dopo passo, e con una sezione dedicata all'uso dei **fogli di calcolo** (disponibili nella **WebApp inclusa**) illustrata tramite casi concreti.

I fogli di calcolo (in MS Excel), parte integrante della pubblicazione, sono:

- **Verifiche strutturali legno:** per l'analisi statica lineare di edifici multipiano che esegue verifiche a flessione, a taglio, a compressione e a trazione di elementi in legno, ai sensi delle NTC 2018.
- **Spettro di risposta:** per determinare lo spettro di risposta elastico.

INTRODUZIONE

Il suolo italiano ha sempre avuto un'elevata pericolosità sismica; per questo motivo si sono sviluppate diverse normative antisismiche nel corso dei decenni. Una delle normative che ha gettato le basi delle attuali conoscenze è l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 2003, ovvero l'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274. Questa normativa disciplina alcuni aspetti, come, per esempio, la forma in pianta che deve avere un edificio per rispondere adeguatamente in caso di sisma. Infatti, è consigliabile che la struttura sia doppiamente simmetrica, al fine di rendere uniforme la risposta per qualunque direzione dell'azione del sisma.

Allo stesso tempo, si suggerisce di adottare una struttura di facile interpretazione, al fine di evitare incertezze in fase di analisi. Dal punto di vista geometrico, è consigliabile che il baricentro delle masse di un determinato piano coincida, per quanto possibile, con il baricentro delle rigidezze. Il baricentro delle masse si determina calcolando il baricentro geometrico di tutte le masse appartenenti a un piano; il baricentro delle rigidezze si determina calcolando il baricentro geometrico delle rigidezze degli elementi strutturali presenti nel medesimo piano. Il coincidere di questi due baricentri permette di evitare fenomeni torsionali sfavorevoli.

Dal punto di vista strutturale, si consiglia di avere un elevato grado di iperstaticità tramite un'elevata ridondanza di elementi strutturali. Questo permette una dissipazione maggiore di energia sismica e, allo stesso tempo, una migliore distribuzione delle sollecitazioni generate dal sisma. In aggiunta, si consiglia un'orditura degli elementi strutturali doppiamente simmetrica, al fine di uniformare la risposta della struttura per qualsiasi direzione del sisma. I solai devono essere sufficientemente rigidi per ripartire le sollecitazioni proporzionalmente alle rigidezze di ciascun elemento strutturale.

Un solaio si definisce infinitamente rigido, secondo le NTC 2018, quando: «*gli orizzontamenti piani possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano medio a condizione che siano realizzati in calcestruzzo armato, oppure in latero-cemento con soletta in calcestruzzo armato di almeno 40 mm di spessore, o in struttura mista con soletta in calcestruzzo armato di almeno 50 mm di spessore collegata agli elementi strutturali in acciaio o in legno da connettori a taglio opportunamente dimensionati*».

Infine, per garantire una buona interazione struttura-terreno, si necessita una fondazione adeguatamente progettata. Ovvero, una fondazione in grado di trasmettere il carico della struttura sovrastante al terreno senza produrre cedimenti eccessivi oppure delle

PROPRIETÀ DEL LEGNO

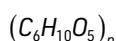
Nel presente capitolo vengono introdotte le proprietà fisiche, chimiche e meccaniche del legno strutturale, questo per dare al lettore tutte le conoscenze necessarie per apprendere i vantaggi e svantaggi dell'impiego del legno nell'edilizia.

Infatti, una corretta progettazione prevede di conoscere il comportamento del materiale sotto stress, andando quindi a dimensionare adeguatamente ciascun elemento strutturale. Di conseguenza, si analizza, in maniera approfondita, il legno massiccio e lamellare; quest'ultimo sta trovando sempre più spazio nell'ambito della progettazione edilizia.

2.1. Le caratteristiche chimiche e fisiche del legno massiccio

Il legno massiccio, chiamato anche massello, si ricava da due tipologie di piante, ovvero le latifoglie e le conifere. Nelle latifoglie si trovano il rovere, il frassino e il leccio, mentre nelle conifere si annoverano il pino, il larice e l'abete.

Dal punto di vista chimico, il legno è composto da cellulosa, emicellulose, lignina ed estrattivi. In questa composizione, la percentuale più grande la detiene la cellulosa, con circa il 50% del totale. La cellulosa è un polimero a base di glucosio, avente la seguente formula chimica:



Questo polimero forma le fibre del legno, mentre la lignina ha il compito di tenerle unite. La lignina è un polimero organico, presente nel materiale ligneo per il 23-25%. Essa è formata da composti fenolici. Infine, vi sono le emicellulose; esse sono dei polisaccaridi poco solubili in acqua. Quest'ultime influiscono notevolmente sul comportamento fisico e meccanico del legno.

Dal punto di vista fisico, il legno è un materiale anisotropo. Il termine anisotropo identifica un materiale che ha caratteristiche fisiche differenti in base alla direzione che si sta prendendo in considerazione. Infatti, le fibre del legno hanno una direzione preferenziale; di conseguenza, il comportamento del materiale dipende fortemente dall'orientamento considerato, se per esempio è parallelo o ortogonale alla direzione principale delle fibre.

Gli elementi strutturali delle strutture lignee, come travi e pilastri, si ricavano dai fusti degli alberi. Quest'ultimi hanno una sezione trasversale pressoché circolare, che si accre-

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo si introducono tutte le nozioni fondamentali per progettare correttamente un edificio in condizioni sismiche. Infatti, prendendo in riferimento le norme tecniche per le costruzioni del 2018, si introducono tutte le formule necessarie per una corretta progettazione in zona sismica, andando a definire l'azione sollecitante, le caratteristiche del materiale e i criteri normativi.

3.1. Le norme tecniche per le costruzioni del 2018

Attualmente le regole, che disciplinano la progettazione antisismica, sono contenute nelle NTC 2018, ovvero norme tecniche per le costruzioni del 2018. In particolare, il capitolo 2 delle NTC 2018 che introduce il concetto di vita nominale di progetto (acronimo V_N). La vita nominale di progetto è il tempo di mantenimento dei livelli prestazionali di una costruzione, a patto che si esegua la manutenzione ordinaria.

Tabella 3.1. Vita Nominale (fonte: NTC 2018)

Tipo di costruzione	Vita nominale (anni)
Costruzioni temporanee	10
Costruzione con livelli di prestazione ordinari	50
Costruzione con livelli di prestazione elevati	100

Determinata la vita nominale di una costruzione, si può passare a studiare la vita di riferimento che tiene conto dell'esposizione di un edificio mediante una classe d'uso, ovvero del suo grado di affollamento.

Le classi d'uso attualmente disciplinate sono quattro, ovvero:

- Classe d'uso 1: Edifici con presenza occasionale di persone.
- Classe d'uso 2: Edifici suscettibili ad affollamenti.
- Classe d'uso 3: Edifici suscettibili ad affollamenti significativi.
- Classe d'uso 4: Edifici pubblici o strategici importanti.

Di conseguenza si ha che:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (3.1)$$

ANALISI SISMICA DELLE STRUTTURE

In questo capitolo si andranno ad introdurre i vari concetti di analisi sismica delle strutture, al fine di valutare al meglio il comportamento delle costruzioni in caso di terremoto. In particolare, si affronteranno l'analisi statica lineare, l'analisi statica non lineare (chiamata anche *pushover*), l'analisi dinamica lineare e l'analisi dinamica non lineare. Le analisi lineari, sono quelle che considerano un comportamento lineare del materiale, mentre le analisi non lineari prendono in considerazione la non linearità geometrica e del materiale. Le analisi statiche, a differenza di quelle dinamiche, non considerano la variabile tempo.

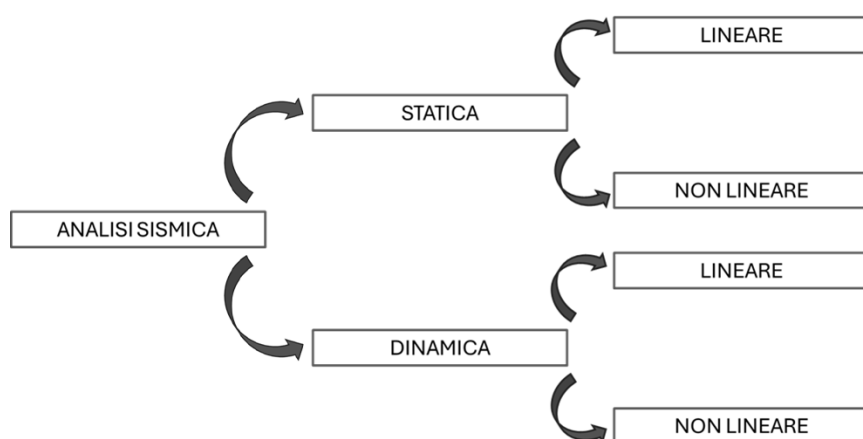


Figura 4.1. Diverse tipologie di analisi

4.1. Analisi statica lineare

L'analisi statica lineare è una tipologia di analisi che simula il comportamento di un sisma applicando delle forze statiche orizzontali distribuite su tutta l'altezza dell'edificio oggetto di studio. Quest'analisi può essere applicata sia per le strutture con un comportamento dissipativo e sia per le strutture con un comportamento non dissipativo.

L'analisi statica lineare può essere applicata a patto che vi siano le seguenti condizioni:

- costruzione regolare in altezza;
- il periodo del modo di vibrare principale (T_1) sia minore di $2,5 T_C$ o T_D .

PROGETTAZIONE STRUTTURALE

In questo capitolo andremo ad approfondire ogni aspetto della progettazione strutturale di una costruzione in legno, partendo dagli schemi strutturali tipici.

Successivamente, passeremo alle verifiche degli stati limite, dai dettagli costruttivi fino al comportamento dinamico in caso di sisma.

5.1. Strutture e connessioni in legno

Le strutture in legno sono spesso a telaio, ovvero composte da travi e pilastri che trovano la loro giunzione nei nodi.

Questa tipologia di strutture viene risolta mediante il metodo di Cross, un metodo iterativo che permette di giungere a una soluzione approssimata.

Il principio di questo metodo è che le sollecitazioni flessionali vengono ripartite in funzione delle aste convergenti al nodo.

Un telaio tipico in legno può essere schematizzato come segue:

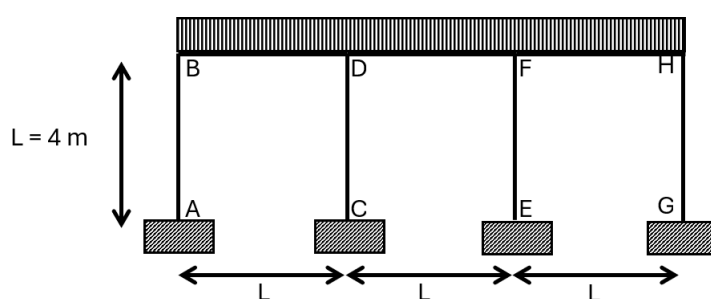


Figura 5.1. Telaio

La struttura, che rappresenta un classico telaio ligneo, possiede quattro pilastri, quattro travi e quattro nodi (B, D, F e H).

La connessione pilastro-fondazione viene modellizzata come se fosse un incastro, mentre la connessione tra travi e pilastri simula, il più possibile, la continuità materiale.

Il passaggio di questo metodo consiste nel calcolare i momenti di inerzia.

COMPORTAMENTO SISMICO DELLE STRUTTURE LIGNEE

Nella valutazione di sicurezza di una struttura in legno bisogna tenere in considerazione diversi parametri, come, per esempio, la vulnerabilità. La vulnerabilità è la propensione di una struttura a subire danni a seguito di un evento sismico.

L'analisi di vulnerabilità di un edificio in legno richiede lo studio di diversi parametri, ovvero:

- età della costruzione;
- tipologia di materiale impiegato;
- tipologia di fondazione adottata;
- presenza di lesioni e danni alla struttura;
- tipologia di collegamenti utilizzati;
- qualità dei dettagli costruttivi.

L'età della costruzione può fornire degli indizi in merito allo stato di salute di una costruzione esistente, in quanto, partendo dalla data di costruzione, è possibile risalire alle normative tecniche che ne hanno disciplinato l'utilizzo. Inoltre, è possibile ricavare le conoscenze tecniche e tecnologiche impiegate per la sua realizzazione. Un altro parametro di interesse è la tipologia di materiale impiegato. Infatti, la scoperta della tipologia di legno utilizzata può fornire delle utili informazioni in merito alle capacità meccaniche della struttura.

Per quanto riguarda l'interazione struttura-terreno, è di fondamentale importanza trovare la tipologia di fondazione impiegata. Le fondazioni si suddividono in due grandi categorie: le fondazioni superficiali e le fondazioni profonde. Le fondazioni superficiali vengono impiegate quando il terreno con buone condizioni meccaniche si trova a profondità relativamente basse, dell'ordine di pochi metri; in questa categoria ricadono i plinti, le travi rovesce e le platee. Le fondazioni profonde si impiegano quando il terreno di buone caratteristiche meccaniche si trova a profondità elevate oppure non è presente; in questa tipologia di fondazioni si trovano le palificate con pali infissi e trivellati.

Un parametro da valutare, in fase di sopralluogo, per l'analisi di vulnerabilità di un'opera esistente, è la presenza di danni o lesioni alla struttura. Infatti, deformazioni eccessive o veri e propri danneggiamenti possono ridurre le capacità meccaniche della struttura portante. Per quanto concerne la qualità dei collegamenti, occorre studiare la loro natura, ovvero se sono unioni tradizionali o meccaniche, e, successivamente, la qualità di realizzazione.

ESEMPIO PRATICO

Dimensionare e verificare un telaio in legno in classe di duttilità CD "B"

Dimensionare e verificare il seguente telaio in legno in classe di duttilità CD "B".

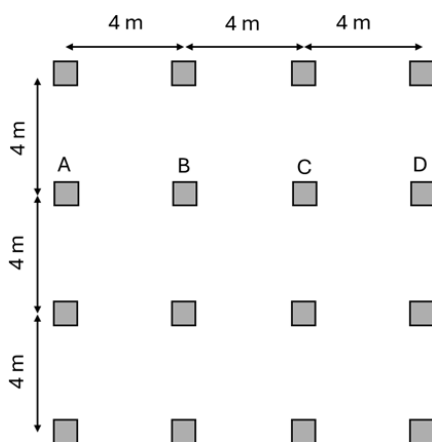


Figura 7.1. Pianta pilastri edificio in legno

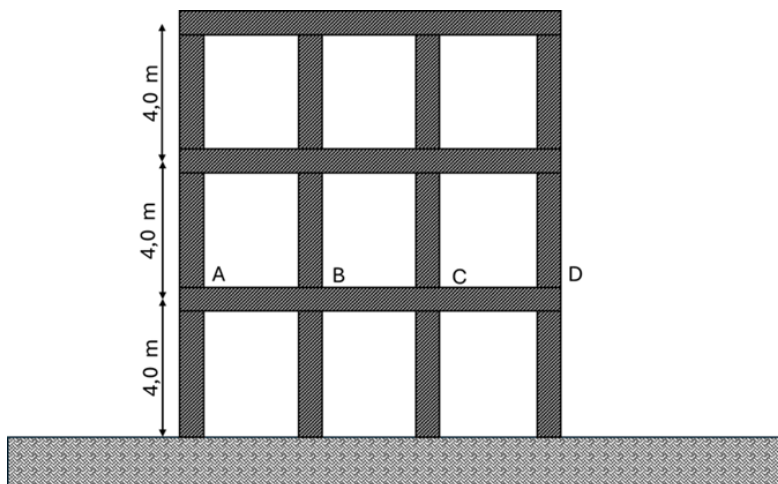


Figura 7.2. Sezione verticale

ESEMPIO DI CALCOLO

Analisi statica lineare e determinazione dello spettro elastico di un edificio

Determinare lo spettro elastico dell'edificio che presenta le seguenti caratteristiche:

- a_g (SLV) = 0,211 g;
- F_0 (SLV) = 2,411;
- $T_c^* = 0,302$;
- Categoria sottosuolo C;
- Categoria topografica T1;
- Classe di duttilità CD "B";
- Struttura a telaio in legno e tamponature, regolare in altezza e in pianta.

Tabella 8.1. *Peso orizzontamenti*

Solaio	Peso (kN)
Copertura	1700 kN
Secondo piano	2300 kN
Primo piano	2300 kN
TOTALE	1700 kN + 2300 kN + 2300 kN = 6300 kN

Tabella 8.2. *Quote orizzontamenti*

Solaio	Altezza (m)
Copertura	9
Secondo piano	6
Primo piano	3

Determinazione del coefficiente del sottosuolo:

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$S_T = 1,0$$

$$S_s = 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g}$$

$$S_s = 1,70 - 0,60 \cdot 2,411 \cdot \frac{0,211}{g} = 1,39$$

ESEMPIO DI CALCOLO

Verifica degli elementi strutturali di una capriata di legno

Si prende, come esempio, questa capriata (legno C22) e si chiede di verificare ciascun elemento strutturale (10×10) di cui è composta.

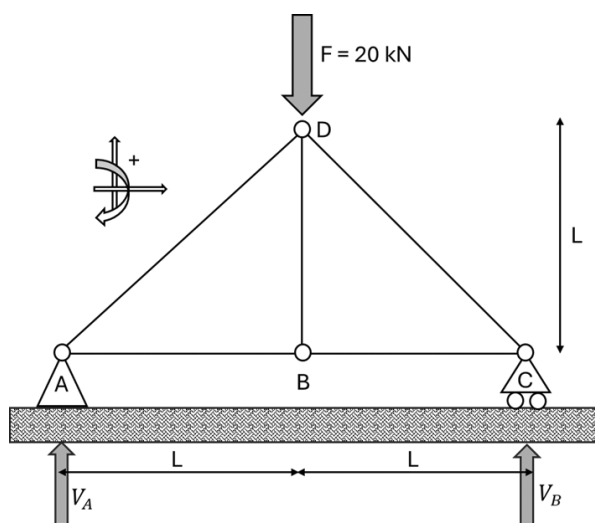


Figura 9.1. Capriata

Per prima cosa si scrivono le equazioni di equilibrio della struttura generale, per determinare il valore delle reazioni vincolari V_A e V_B .

$$\sum F_v = 0 = V_A + V_B - F$$

$$\sum F_h = 0$$

$$\sum M_C = V_A \cdot 2L - F \cdot L = 0$$

$$V_A = 0,5 F = 10 \text{ kN}$$

$$V_B = 0,5 F = 10 \text{ kN}$$

LA WEBAPP INCLUSA: CONTENUTI E ATTIVAZIONE

10.1. Contenuti della WebApp

La WebApp inclusa è parte integrante del libro e gestisce i seguenti contenuti:

- **Verifiche strutturali legno:** foglio di calcolo (in MS Excel) per l'analisi statica lineare di edifici multipiano che esegue verifiche a flessione, taglio, compressione e trazione di elementi in legno ai sensi delle NTC 2018.
- **Spettro di riposta:** foglio di calcolo (in MS Excel) per determinare lo spettro di risposta elastico.
- **Speciale Progettazione Strutturale:** banca dati di normativa e giurisprudenza costantemente aggiornata, a cura della redazione di www.lavoripubblici.it.

10.2. Requisiti hardware e software

- Dispositivi con MS Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android;
- Accesso a internet e browser web con Javascript attivo;
- Software per gestire documenti PDF e Office.

10.3. Attivazione della WebApp

- 1) Collegati al seguente indirizzo internet:

https://www.grafill.it/pass/0513_1.php

- 2) Inserisci i codici **[A]** e **[B]** riportati alla fine del libro e clicca **[Continua]**;
- 3) Accedi al tuo **account Grafill** oppure creane uno;
- 4) Clicca sul pulsante **[Gcloud]**;
- 5) Clicca sul pulsante **[WebApp]** in corrispondenza del prodotto acquistato;
- 6) Fai il *login* con le credenziali del tuo **account Grafill**;
- 7) Accedi alla WebApp cliccando la copertina del libro nello scaffale **Le mie App**.

