

Enrico Ravagnan

Edifici in legno a struttura portante con pannelli X-Lam

**DIMENSIONAMENTO COMPLETO DI UN EDIFICIO
FINO AGLI ELEMENTI METALLICI DI CONNESSIONE**

- **Guida pratica e software per il calcolo delle viti e delle connessioni metalliche dei pannelli strutturali**
 - ↳ Analisi dei carichi e dimensionamento sollecitazioni da sisma
 - ↳ Ricerca del centro di massa e delle rigidezze con redistribuzione delle sollecitazioni
 - ↳ Calcolo della viteria e delle connessioni metalliche
 - ↳ Stampa della relazione di calcolo
 - ↳ Normativa di riferimento

- **Conforme a quanto disposto dalle NTC 2008 e dagli EC8 ed EC5**

Enrico Ravagnan

EDIFICI IN LEGNO A STRUTTURA PORTANTE CON PANNELLI X-LAM

ISBN 13 978-88-8207-541-5

EAN 9 788882 075415

Software, 72

Prima edizione, marzo 2014

Ravagnan, Enrico <1967->
Edifici in legno a struttura portante con pannelli X-Lam / Enrico Ravagnan
– Palermo : Grafill, 2014.
(Software ; 72)
ISBN 978-88-8207-541-5
1. Strutture in legno.
624.184 CDD-22
SBN Pal0266103
CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il presente volume è **disponibile anche in versione eBook** (formato *.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.

Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con conto corrente postale, bonifico bancario, carta di credito e paypal. Per i pagamenti con carta di credito e paypal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno smartphone o un tablet il codice QR sottostante.



I lettori di codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **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

Finito di stampare nel mese di marzo 2014

presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

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.

Sommario

PRESENTAZIONE di Albino Angeli.....	p.	1
INTRODUZIONE	"	3
Ringraziamenti.....	"	4
1. MODULO – ANALISI	"	5
1.1. Dati iniziali: i dati geometrici dell’edificio.....	"	5
1.2. Località.....	"	12
1.3. Analisi dei carichi.....	"	13
1.3.1. Carichi da vento.....	"	16
1.4. Calcolo dei carichi da neve.....	"	18
1.5. Calcolo dei carichi da vento.....	"	19
1.6. Calcolo dei carichi da sisma.....	"	26
1.6.1. Caratteristiche generali delle costruzioni.....	"	26
1.6.2. Regolarità in pianta.....	"	27
1.6.3. Regolarità in altezza.....	"	27
1.6.4. Passo 1: definizione della tipologia costruttiva.....	"	30
1.6.5. Passo 2: definizione del periodo dell’azione sismica.....	"	31
1.6.6. Passo 3: definizione dei parametri spettrali.....	"	32
1.6.7. Passo 4: definizione delle caratteristiche strutturali.....	"	36
1.6.8. Passo 5: calcolo dello spettro di progetto per l’analisi lineare.....	"	38
1.6.9. Passo 5a: calcolo dello Spettro di progetto per analisi lineare: calcolo secondo EC8.....	"	40
1.6.10. Passo 5b: calcolo dello Spettro di progetto per analisi lineare: secondo NTC 2008.....	"	41
1.6.11. Passo 6: calcolo delle forze sismiche.....	"	42
1.6.12. Spostamento massimo della costruzione.....	"	43
2. MODULO – CENTRO DI MASSA E CENTRO DELLE RIGIDEZZE	"	44
2.1. Modellazione e inserimento dei dati.....	"	47
2.1.1. Dati iniziali.....	"	47
2.1.2. Materiali.....	"	48
2.1.3. Centro di massa e centro delle rigidezze.....	"	49

3. IMPALCATO RIGIDO NEL PIANO.....	p.	71
4. CARICHI VERTICALI: DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI SOLAIO E DEI PANNELLI PARETE.....	"	79
5. DIMENSIONAMENTO DELLA CARPENTERIA METALLICA: HOLD DOWN, PIASTRE FORATE E VITI A TAGLIO	"	84
5.1. Equilibrio alla rotazione.....	"	84
5.2. Equilibrio alla traslazione	"	85
5.3. Dimensionamento delle connessioni	"	86
5.1.1. Individuazione del pannello (nome del pannello).....	"	86
5.1.2. Dati geometrici del pannello	"	87
5.1.3. Caratterizzazione delle sollecitazioni.....	"	87
5.1.4. Dimensionamento dei connettori a trazione (ribaltamento).....	"	90
5.1.5. Dimensionamento dei connettori a taglio	"	94
5.1.6. Collegamento tra pannelli parete	"	98
5.1.7. Collegamento tra pannelli solaio.....	"	99
6. ESEMPI	"	101
6.1. Progetto nuovo edificio residenziale.....	"	101
6.1.1. Dati iniziali.....	"	103
6.1.2. Analisi dei carichi	"	105
6.1.3. Calcolo del centro di massa e delle rigidezze	"	108
6.1.4. Calcolo della carpenteria metallica	"	119
6.2. Nuova scuola di valle, Monterosso Grana	"	143
6.3. Recupero di sottotetto con sopraelevazione.....	"	157
6.3.1. Analisi dei carichi	"	158
6.3.2. Calcolo del centro di massa e delle rigidezze	"	164
7. ALLEGATO A: CALCOLO DEL CENTRO DELLE RIGIDEZZE.....	"	174
8. ALLEGATO B: DIAGRAMMA DI FLUSSO PER IL DIMENSIONAMENTO DI EDIFICI IN ZONE A RISCHIO SISMICO.....	"	180
9. BIBLIOGRAFIA.....	"	181
10. LINK UTILI	"	183
11. INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE ALLEGATO	"	184
11.1. Introduzione.....	"	184
11.2. Requisiti minimi hardware e software	"	184
11.3. Download del software e richiesta della password di attivazione	"	185
11.4. Installazione e attivazione del software	"	185

Presentazione

È ormai opinione diffusa che il materiale legno offra buone performance quando viene sottoposto ad azioni di tipo sismico, però spesso i progettisti trascurano i motivi per i quali ciò avviene.

Di seguito si vogliono citare, in ordine di importanza, alcune caratteristiche intrinseche di un edificio di legno, che permettono di assorbire in maniera eccellente azioni di tipo sismico:

- 1) **Leggerezza:** è il requisito sicuramente più importante; infatti l'azione sismica altro non è che un'accelerazione al suolo che si trasforma in forza proporzionalmente alle masse in gioco. Un edificio in legno pesa dalle 3 alle 5 volte in meno rispetto ad un edificio costruito in maniera tradizionale (cemento armato e laterizio) e fino a 10 volte in meno rispetto ad un edificio storico costruito in pietra.
- 2) **Sisma azione di tipo istantaneo:** il materiale legno offre delle buonissime performance statiche quando le azioni hanno breve durata e vengono esaltate quando le azioni sono di tipo istantaneo.
- 3) **Basso modulo elastico:** tale caratteristica fisica del materiale legno è molto limitativa in ambito statico, in quanto spesso l'orditura secondaria di coperture e solai è dimensionata per rispondere ai requisiti di freccia. In ambito dinamico, invece, avere una struttura molto deformabile è un vantaggio, in quanto aumenta il periodo proprio della struttura, e quindi le forze in gioco date dall'azione sismica, si riducono. Ovviamente anche per forze orizzontali l'eccessiva deformabilità di un edificio può essere dannosa, in quanto possono non essere soddisfatti gli stati limite di danno e di operatività dell'edificio; pertanto il valore di deformabilità per azioni orizzontali, deve essere valutato attentamente dal progettista.
- 4) **Duttilità:** l'edificio in legno presenta dei valori di duttilità elevati permettendo, per certe tipologie costruttive, di arrivare a coefficienti di struttura q fino a 5. Questa duttilità però non è una caratteristica intrinseca del materiale, che presenta un tipico comportamento elasto-fragile, ma è fornita dagli elementi metallici di giunzione.

Pertanto, realizzare una buona progettazione sismica di un edificio in legno, equivale a progettare le connessioni atte al trasferimento delle forze tra un elemento ligneo e l'altro e dall'edificio in legno alla parte sottostante in cemento armato.

Il presente volume affronta la progettazione sismica di un edificio in legno attraverso un'analisi statica lineare che, in accordo a quanto riportato nelle NTC del 2008, è utilizzabile solo quando l'edificio presenta caratteristiche di regolarità sia in pianta che in elevato.

Al di là del come il progettista modella l'edificio e di conseguenza di come ottiene le azioni sismiche su ogni singolo elemento strutturale risulta molto importante la verifica ed il corretto posizionamento degli angolari cosa che all'interno del presente volume è presente in maniera accurata.

Personalmente non sono entrato nel merito delle ipotesi, dei numeri e degli esempi riportati all'interno del presente volume però è sicuramente consigliabile ad un progettista che si avvicina alla progettazione strutturale di queste tipologie di edifici; infatti sicuramente potrà trovare un valido metodo su come affrontare questo tipo di progettazione partendo dall'analisi delle forze sismiche in gioco fino alla verifica del singolo elemento di connessione.

Ing. ALBINO ANGELI
Rotho Blaas GmbH S.r.l.

Introduzione

Negli ultimi anni della mia attività professionale ho visto crescere l'interesse per gli edifici con struttura in legno.

Grazie a caratteristiche quali l'elevata resistenza alle sollecitazioni sismiche, le ottime caratteristiche in termini di isolamento termico, e i concetti di bioedilizia, gli edifici con struttura in legno sono diventati sempre più richiesti nella pratica professionale quotidiana.

I software di calcolo, presenti sul mercato, trattano fundamentalmente il calcolo di strutture in cemento armato, acciaio, o a muratura portante; solo in questi ultimi anni sono apparsi su mercato programmi che sono stati integrati con elementi o estensioni che trattano il dimensionamento delle strutture in legno.

Ho avuto modo di valutare alcuni software in commercio, ma, a parte quelli specialistici realizzati per le coperture a struttura lignea ed associati a macchine di taglio a controllo numerico, non ho trovato dei software che, al pari di quelli per le strutture in cemento armato, rispondessero alle mie esigenze di "economicità" e facilità d'uso.

Per contro, i maggiori produttori di pannelli in compensato di tavole, mettono a disposizione dei fogli di calcolo per il dimensionamento dei pannelli parete e dei pannelli solaio. Allo stesso modo i maggiori produttori di viteria per legno offrono dei fogli di calcolo per il dimensionamento delle proprie viti.

Da qui è nata l'esigenza di avere uno strumento di lavoro semplice ed efficace che riuscisse a implementare l'analisi delle sollecitazioni e i fogli di calcolo per il calcolo delle strutture in compensato di tavole e il calcolo della carpenteria metallica.

Questi fogli di calcolo sono realizzati partendo dalla mia esperienza didattica in alcuni corsi di aggiornamento, indirizzati a colleghi e tecnici del settore, con argomento l'attuale normativa tecnica e il calcolo in zona sismica.

I fogli realizzati in Excel a scopo didattico, si sono rivelati molto presto utili strumenti nella quotidiana pratica professionale, in particolar modo sia nelle situazioni di verifica degli edifici esistenti, sia per la verifica dell'accettabilità dei risultati come prescritto dalle NTC 2008 al paragrafo 10.2.

L'evoluzione da strumento didattico a strumento di lavoro ha fatto sì che i nuovi fogli abbiano mantenuto l'intelligibilità dello strumento didattico, ma che, in qualità di strumento di lavoro, siano diventati una traccia per organizzare efficacemente il calcolo delle strutture di questo tipo.

Il risultato è stato raggiunto anche grazie all'aiuto di amici e colleghi che ne hanno verificato l'effettiva facilità d'uso da parte di un utilizzatore terzo e hanno suggerito correzioni e integrazioni finalizzate ad ottimizzarne l'impiego.

I fogli sono organizzati per moduli:

- 1) **Analisi dei carichi:** vengono inseriti i dati geometrici dell'edificio, la località, i materiali che caratterizzano la copertura e i solai di piano e restituisce le sollecitazioni verticali, neve, vento e sisma.
- 2) **Determinazione del centro di massa e delle rigidezza:** vengono inseriti i dati geometrici dei singoli elementi strutturali per ottenere come risultato, in base a quanto già ottenuto dal modulo analisi dei carichi, come risultato le sollecitazioni su ogni singolo elemento.
- 3) **Calcolo delle viti e degli Hold Down:** in base alle sollecitazioni sui singoli elementi strutturali, pannelli, vengono dimensionate le viti e le staffe necessarie per i vari collegamenti.

I primi due moduli sono di carattere generale, utilizzabili nell'analisi delle sollecitazioni per gli edifici in muratura, acciaio e cemento armato.

Il terzo modulo è espressamente pensato per la carpenteria metallica degli edifici realizzati con struttura portante in pannelli di compensato di tavole.

» RINGRAZIAMENTI

La realizzazione di questo lavoro è avvenuta grazie a quella rete di rapporti di amicizia e fiducia che si sono formati in ambito professionale, dove attraverso la condivisione delle conoscenze e la discussione delle problematiche tecniche si sviluppa quella cultura tecnica che ci permette di crescere e migliorare professionalmente.

Tra i vari amici e colleghi, con cui ho condiviso in varia misura questo progetto, devo ringraziare l'ing. Sandro Gregorini, che, come a suo dire, si è prestato a fare il *dummie tester* ai miei fogli di calcolo, così come a leggere il testo del presente libro.

Un ringraziamento particolare va alla collega ing. Monica Lerda che in più di un decennio di attività professionale assieme, mi ha spronato in una continua crescita personale e professionale attraverso l'aggiornamento continuo, la ricerca e la realizzazione di progetti comuni; ma soprattutto come principale fautrice del presente libro, in quanto senza il suo incalzante e a volte tempestoso interessamento non avrebbe mai preso forma.

Capitolo 1

Modulo – Analisi

Questo modulo è pensato per raccogliere i dati geometrici che caratterizzano l’edificio e ottenere delle schede di facile lettura, che contengano tutti i riferimenti teorici da normativa.

La forma dei fogli contenuti in questo modulo è stata raggiunta modulando le esigenze di lavoro con le richieste dei funzionari dell’ufficio sismico della Regione Piemonte, durante i vari incontri di revisione e controllo di vari progetti, sia nell’ambito delle nuove realizzazioni che degli interventi sull’esistente.

Il modulo analisi è caratterizzato dai seguenti fogli:

- Introduzione.
- 02 Dati iniziali.
- Località.
- 03 Analisi Carichi.
- 04 Neve.
- 05 Vento.
- 06 Sisma.

1.1. DATI INIZIALI: I DATI GEOMETRICI DELL’EDIFICIO

In questo foglio vengono inseriti i dati generali dell’edificio, che serviranno per la definizione dei carichi da vento, neve e sisma:

- **località**: scelta a tendina nella quale scegliere la località dove è situato l’edificio. L’elenco delle località deve essere stato precedentemente inserito nel foglio *località* (si veda paragrafo 1.2);

Esempio

Dati iniziali			
Località		Cuneo	
Tipo edificio		Casa a 1 solaio	
Altezza di colmo	$Z_{1,II} =$	7,4	m
Altezza di gronda	$Z_{1,I} =$	4,91	m
Pendenza copertura	$\alpha_1 =$	19	°
	$\alpha_2 =$	19	°

Figura 1.

Passo 1: selezionare la cella in azzurro della località.

Dati iniziali			
Località		Cuneo	▼
Tipo edificio		Casa a 1 solaio	
Altezza di colmo	$Z_{1,II} =$	7,4	m
Altezza di gronda	$Z_{1,I} =$	4,91	m
Pendenza copertura	$\alpha_1 =$	19	°
	$\alpha_2 =$	19	°

Figura 2.

Passo 2: selezionando la cella si attiva il menu a tendina.

Dati iniziali			
Località		Cuneo	▼
Tipo edificio		Cuneo	▲
Altezza di colm		La Morra	
Altezza di gron		Limone Piemonte	
		Monterosso grana	
Pendenza copertura		Peveragno	
		Pianfei	
		Roccasparvera	
		Savigliano	
	$\alpha_1 =$	19	°
	$\alpha_2 =$	19	°

Figura 3.

Passo 3: selezionare la freccetta per espandere l'elenco, risulta così possibile scegliere la località dove è situato l'edificio. La località deve essere stata preventivamente inserita nel proprio archivio delle località.

Tipo edificio: scelta a tendina dove scegliere il numero di piani che caratterizza l'edificio. Questa scelta è pensata per guidare all'inserimento dei dati che caratterizzano in altezza l'edificio e che verranno successivamente utilizzati per la definizione dei carichi da vento e da sisma.

Esempio

Dati iniziali			
Località		Cuneo	
Tipo edificio		Casa a 1 solaio	
Altezza di colmo	$Z_{1,II} =$	7,4	m
Altezza di gronda	$Z_{1,I} =$	4,91	m
Pendenza copertura	$\alpha_1 =$	19	°
	$\alpha_2 =$	19	°

Figura 4.

Passo 1: selezionare la cella azzurra del **Tipo edificio**.

Dati iniziali	
Località	Cuneo
Tipo edificio	Casa a 1 solaio
Altezza di colmo	$Z_{4,II} = 7,4$ m
Altezza di gronda	$Z_{1,I} = 4,91$ m
Pendenza copertura	$\alpha_1 = 19^\circ$
	$\alpha_2 = 19^\circ$

Figura 5.

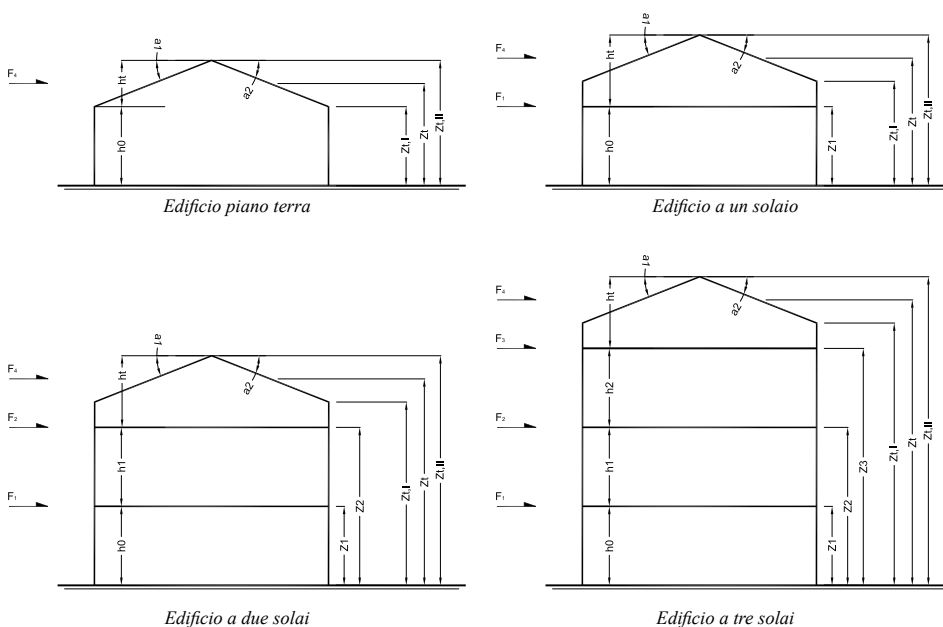
Passo 2: selezionando la cella si attiva il menu a tendina.

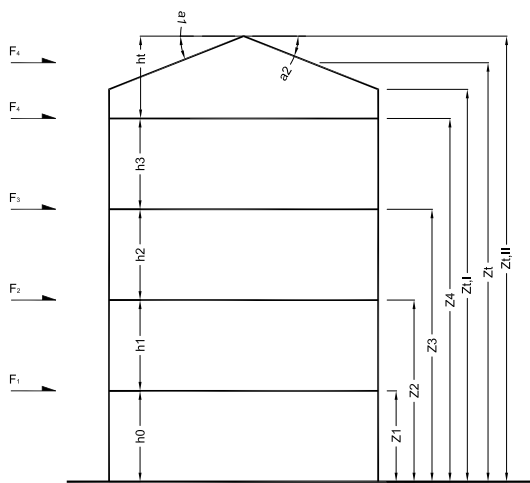
Dati iniziali	
Località	Cuneo
Tipo edificio	Casa a 1 solaio
Altezza di colmo	<ul style="list-style-type: none"> Casa piano terra Casa a 1 solaio Casa a 2 solai Casa a 3 solai Casa a 4 solai
Altezza di gronda	$\alpha_1 = 19^\circ$
Pendenza copertura	$\alpha_2 = 19^\circ$

Figura 6.

Passo 3: selezionare la freccetta per espandere l'elenco, risulta così possibile scegliere la tipologia di edificio in funzione del numero di solai.

La scelta del tipo di edificio aggiorna l'immagine che schematizza l'edificio:





Edificio a quattro solai

Successivamente i dati, celle gialle, da inserire sono:

- altezza di colmo $Z_{t,II}$:
- altezza di gronda $Z_{t,I}$:
- pendenza copertura α_1, α_2 : il dato è collegato al calcolo del carico da neve
- quota di solaio z_{nn} : inserire l'altezza del solaio, rispetto al piano terra z_0
- quota iniziale z_0 : quota del piano terra. Questa potrà essere uguale a 0 o diversa da 0 a seconda del progetto architettonico.

A seconda della scelta del *Tipo di edificio* vengono aggiornate le celle di inserimento delle varie quote di piano:

Esempio

Dati iniziali	
Località	Cuneo
Tipo edificio	Edificio piano terra
Altezza di colmo	$Z_{t,II} = 7,00$ m
Altezza di gronda	$Z_{t,I} = 3,00$ m
Pendenza copertura	$\alpha_1 = 19^\circ$
	$\alpha_2 = 19^\circ$
Quota iniziale	$z_0 = 0,00$ m

Figura 7. Edificio piano terra: è richiesta solo la quota del piano di 0 sismico

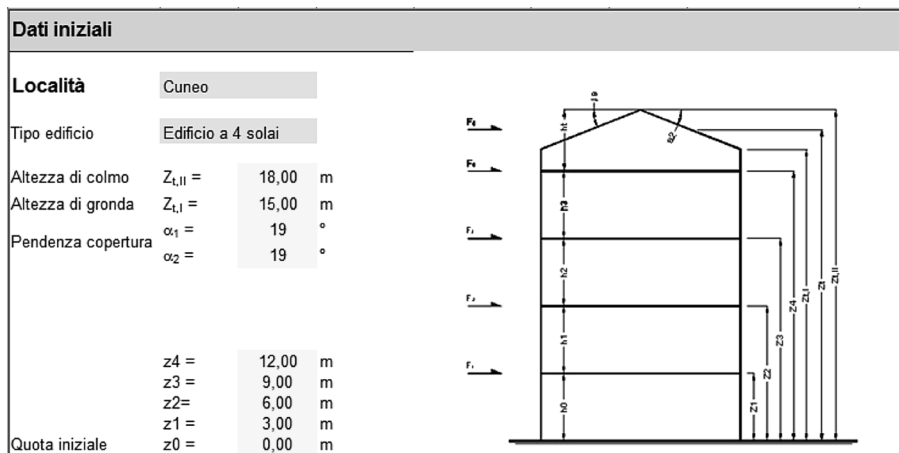


Figura 8. Edificio a 4 solai: sono richieste le quote di tutti i piani di solaio

L'opzione *Quota iniziale* è stata pensata in quanto il piano terra, a seconda del progetto architettonico, può non coincidere con il piano 0,00 architettonico pur coincidendo con lo 0 sismico, ad esempio lo 0.00 architettonico preso a livello del piano autorimesse o il piano strada più alto rispetto al solaio 0, quindi per poter utilizzare agevolmente le quote di piano indicate nel progetto architettonico, basta inserire come Z_0 la quota indicata nel progetto architettonico per il solaio che coincide con lo 0 sismico e avere le restanti altezze di calcolo corrette.

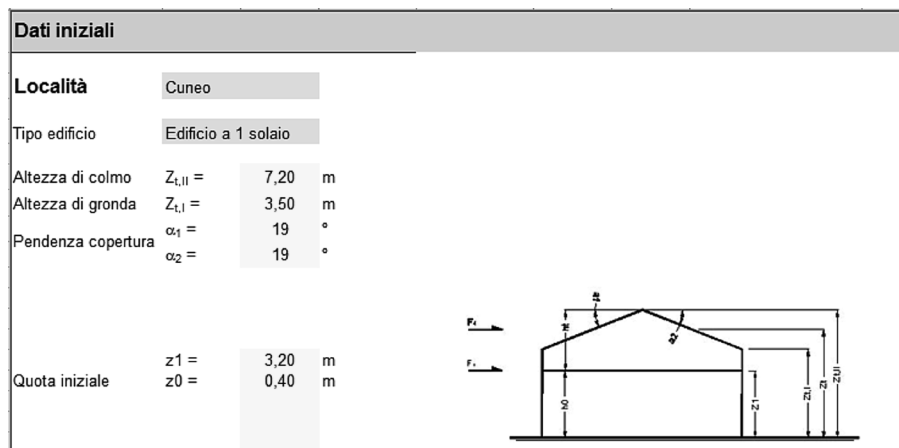


Figura 9. Edificio ad un solaio, es. villetta unifamiliare, dove il piano di solaio del piano terra è quotato a +0,40 m rispetto ad uno 0,00 di riferimento, situato in altra posizione, ad esempio all'ingresso del lotto di proprietà. Il piano di solaio del piano terra coincide con il piano di 0 sismico. Il piano terra non è sollecitato da sisma.

Qualora il primo solaio sia un piano rialzato, e quindi non coincida con lo 0 sismico, occorre considerare un piano in più, e la quota z_0 corrisponderà allo 0 sismico e z_1 alla distanza tra lo 0 e il piano di solaio rialzato.

Le successive quote z_n saranno tra il piano 0 e i relativi solai.

Esempio

Dati iniziali	
Località	Cuneo
Tipo edificio	Edificio a 2 solai
Altezza di colmo	$Z_{1,II} = 7,20$ m
Altezza di gronda	$Z_{1,I} = 3,50$ m
Pendenza copertura	$\alpha_1 = 19^\circ$
	$\alpha_2 = 19^\circ$
Quota iniziale	$z_2 = 3,20$ m
	$z_1 = 0,40$ m
	$z_0 = 0,00$ m

Figura 10. Edificio ad un solaio, es. villetta unifamiliare, dove il piano di solaio del piano terra è situato a $+0,40$ m rispetto allo $0,00$ di riferimento, piano rialzato. Il piano $0,00$ coincide con il piano di zero sismico. Il piano terra è sollecitato a sisma.

Sono previsti edifici caratterizzati fino ad un massimo di 4 solai oltre la copertura.

- **Dati geometrici per il calcolo delle sollecitazioni da vento:** piano per piano inserire la larghezza del fronte esposto al vento.

Esempio

Dati geometrici per il calcolo delle sollecitazioni da vento (fronte esposto al vento)			
Dimensioni rettangolo circoscritto all'edificio			
	lun	lar	m
$Z_1 =$	11,45	11,45	m
$z_0 =$	11,45	11,45	m

Figura 11. Edificio a un solaio: piano per piano vengono richieste le dimensioni dei fronti esposti al vento

Dati geometrici per il calcolo delle sollecitazioni da vento (fronte esposto al vento)			
Dimensioni rettangolo circoscritto all'edificio			
	lun	lar	
$z_1 =$	15,00	14,00	m
$z_3 =$	11,45	11,45	m
$z_2 =$	11,45	11,45	m
$z_1 =$	11,45	11,45	m
$z_0 =$	11,45	11,45	m

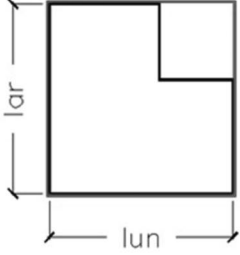


Figura 12. Edificio a 4 solai: piano per piano vengono richieste le dimensioni dei fronti esposti al vento

I dati così inseriti vengono poi utilizzati nel foglio *05 vento* per il calcolo delle sollecitazioni da vento e restituite, come sollecitazione puntuale, piano per piano, nel foglio *03 Analisi Carichi*.

La massima larghezza, nelle due direzioni, viene utilizzata anche per la trovare l'eccentricità accidentale, ex capitolo 7.2.6 ultimo paragrafo, nel foglio *Calcolo del Centro di Massa e Rigidezza*.

- **Dati geometrici per il calcolo delle sollecitazioni da sisma:** piano per piano inserire le superfici di solaio. Questo dato serve per il calcolo delle sollecitazioni sismiche.

Esempio

Dati geometrici per il calcolo delle sollecitazioni da sisma		
Superficie solaio di piano		
$z_1 =$	174	m ²
$z_0 =$	121,78	m ²

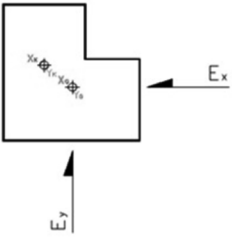


Figura 13. Edificio ad un solaio

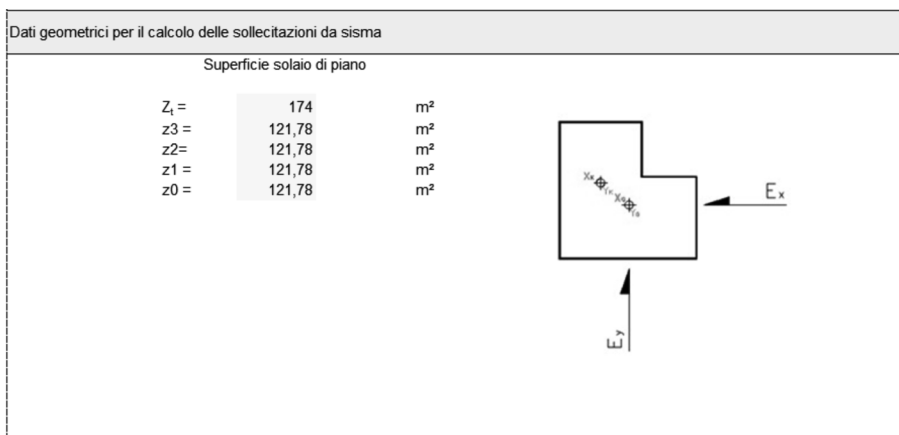


Figura 14. Edificio a 4 solai

Le dimensioni dei vari solai di piano associati ai relativi pesi determinati tramite l'analisi dei carichi vengono utilizzati nel foglio *06 Sisma* per il calcolo delle sollecitazioni sismiche E , per ogni piano.

1.2. LOCALITÀ

Questo foglio è l'archivio personale delle località in cui si opera: in considerazione che solitamente si opera su un numero limitato di località non viene inserito un elenco precostituito, ma ogni professionista potrà creare il proprio archivio.

I dati da inserire sono:

- *Località*: nome identificativo della località;
- *ID*: numero identificativo della riga, questa cella non può essere modificata;
- *a_s [m]*: altezza sul livello del mare della località espressa in metri;
- *Vento – zona*: indicativo della zona per il calcolo del vento ai sensi della Figura 3.3.1 delle NTC 2008;
- *Neve – zona*: indicativo della zona per il calcolo del carico da neve ai sensi della Figura 3.4.1 delle NTC 2008;
- *Latitudine*: latitudine della località o del luogo specifico dove è situato il manufatto edilizio espressa in decimali;
- *Longitudine*: longitudine della località o del luogo specifico dove è situato il manufatto edilizio espressa in decimali.

Esempio

I dati di Latitudine e Longitudine possono essere ottenuti tramite internet utilizzando i seguenti siti:

- Pvgis: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=it&map=europe>.
- Wikipedia.

Località	ID	a _s [m]	VENTO		NEVE	
			Zona	Zona	Latitudine	Longitudine
Beinette	1	491	1	Zona I - Alpina	44,366660	7,650000
Borgo San Dalmazzo	2	636	1	Zona I - Alpina	44,333333	7,483333
Caraglio	3	575	1	Zona I - Alpina	44,416667	7,433333
Castino	4	540	1	Zona I - Alpina	44,618800	8,183500
Cervasca	5	578	1	Zona I - Alpina	44,383333	7,466667
Chiusa Pesio	6	575	1	Zona I - Alpina	44,316667	7,683333
Cuneo	7	534	1	Zona I - Alpina	44,383333	7,550000
La Morra	8	513	1	Zona I - Alpina	44,633333	7,933333
Limone Piemonte	9	1010	1	Zona I - Alpina	44,200000	7,566667

Figura 15.

1.3. ANALISI DEI CARICHI

Il foglio è strutturato secondo moduli che si ripetono a seconda del numero di solai selezionati.

La scelta di tipo di edificio attiva una macro che scopre o nasconde parti del foglio in modo da mostrare solo i moduli necessari al calcolo e conseguentemente da stampare in relazione.

Ogni singolo modulo è organizzato nelle seguenti parti:

- Immissione dei dati geometrici e densità dei materiali per la valutazione dei carichi verticali:
 - Permanenti strutturali;
 - Permanenti non strutturali;
 - Variabili;
 - Neve: questo valore viene letto dal foglio *04 Neve* e viene calcolato in base alla località scelta nel foglio *02 Dati iniziali*.
- Combinazione dei carichi verticali agli SLU secondo gli opportuni coefficienti.
- Lettura dei dati delle sollecitazioni orizzontali da vento e sisma e relativa combinazione dei carichi.
- Combinazione dei carichi verticali agli SLE secondo gli opportuni coefficienti.

Esempio

Permanenti strutturali	Interasse [cm]	n.ro	lun [m]	lar [m]	h [m]	Kg/m ³	Kg/m ²	Totale [kg/m ²]
01								0,00
02								0,00
03								0,00
04								0,00
							G ₁ =	0,00

Figura 16.

Per un solaio laterocementizio 20 + 4 costituito da una cappa di completamento di 4 cm, travetti con interasse 50 cm e sezione 10 x 20 e pignatte da solaio da 20 cm si avrà:

Permanenti strutturali	Interasse [cm]	n.ro	lun [m]	lar [m]	h [m]	Kg/m ³	Kg/m ²	Totale [kg/m ²]
01 cappa cls					0,04 x	2500		100,00
02 travetti cls	50	2,00 x		0,10 x	0,20 x	2500		100,00
03 pignatte h20		8,00 x				11,6		92,80
04								0,00
							G ₁ =	292,80

Figura 17.

Per una copertura con struttura in legno costituita da trave di colmo, puntoni passo 80 cm, tavolato di chiusura, perline:

Permanenti strutturali	Interasse [cm]	n.ro	lun [m]	lar [m]	h [m]	Kg/m ³	Kg/m ²	Totale [kg/m ²]
01 colmo (larghezza tetto 15m)	1500	0,07 x		0,24 x	0,36 x	500		2,88
02 puntoni	80	1,25 x		0,16 x	0,20 x	500		20,00
03 banchina iniziale e finale	700	0,14 x		0,20 x	0,20 x	500		2,86
04 perline					0,02 x	500		10,00
							G ₁ =	35,74

Figura 18.

Si osservi che per tener conto anche del peso della trave di colmo viene inserita la larghezza complessiva del tetto nella casella relativa alla misura dell'interasse, analogamente, per tener conto del peso delle travi iniziali e finali, viene inserita quota parte della larghezza del tetto nella casella relativa alla misura dell'interasse.

I restanti strati sia del solaio laterocementizio che della copertura, essendo "modificabili" nel tempo, andranno inseriti nella successiva tabella dei carichi **Permanenti non strutturali**.

Permanenti non strutturali	Interasse [cm]	n.ro	lun [m]	lar [m]	h [m]	Kg/m ³	Kg/m ²	Totale [kg/m ²]
01								0,00
02								0,00
03								0,00
04								0,00
05								0,00
06								0,00
07								0,00
08								0,00
09								0,00
10								0,00
							G ₂ =	0,00

Figura 19.

Si ricorda che è buona norma calcolare l'effettiva incidenza del carico distribuito delle pareti; nell'esperienza professionale spesso mi è capitato di avere situazioni che si scostavano dai valori suggeriti dalla norma.

Per il solaio laterocementizio abbiamo:

Permanenti non strutturali	Interasse [cm]	n.ro	lun [m]	lar [m]	h [m]	Kg/m ³	Kg/m ²	Totale [kg/m ²]
01 Piastrelle					0,02 x	1800		27,00
02 sottofondo pavimento radiante					0,07 x	1100		77,00
03 pavimento radiante (tubazioni + acqua)							50	50,00
04 sottofondo alleggerito per impianti					0,10 x	650		65,00
05 pareti distribuite NTC 3,1,3,1							80	80,00
06 intonaco					0,01	1800		18,00
07								0,00
08								0,00
09								0,00
10								0,00
							G ₂ =	317,00

Figura 20.

Per quanto riguarda la copertura si ha:

Permanenti non strutturali	Interasse [cm]	n.ro	lun [m]	lar [m]	h [m]	Kg/m ³	Kg/m ²	Totale [kg/m ²]
01 manto di copertura - portoghesi laterizio					0,030 x	1800		54,00
02 travetti reggi tegola	30	3,33 x		0,04 x	0,05 x	500		3,33
03 travetto di ventilazione	60	1,67 x		0,04 x	0,05 x	500		1,67
04 telo antigoccia								0,00
05 fibra di legno alta densità					0,06 x	270		16,20
06 travetti tra isolante	60	1,67 x		0,06 x	0,20 x	500		10,00
07 fibra di legno					0,20 x	70		14,00
08 freno vapore								0,00
09								0,00
10								0,00
							G ₂ =	99,20

Figura 21.

Analogamente per i *Carichi variabili* si ha:

Variabili							Kg/m ²	Totale [kg/m ²]
01								0,00
02								
03								
							Q =	0,00

Figura 22.

Il solaio generico di piano deve essere completato con i relativi carichi:

Variabili							Kg/m ²	Totale [kg/m ²]
01	Cat. A1 Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)						200	200,00
02								
03								
							Q =	200,00

Figura 23.