

METODO DI PREDIMENTONAMENTO MEMBRATURE

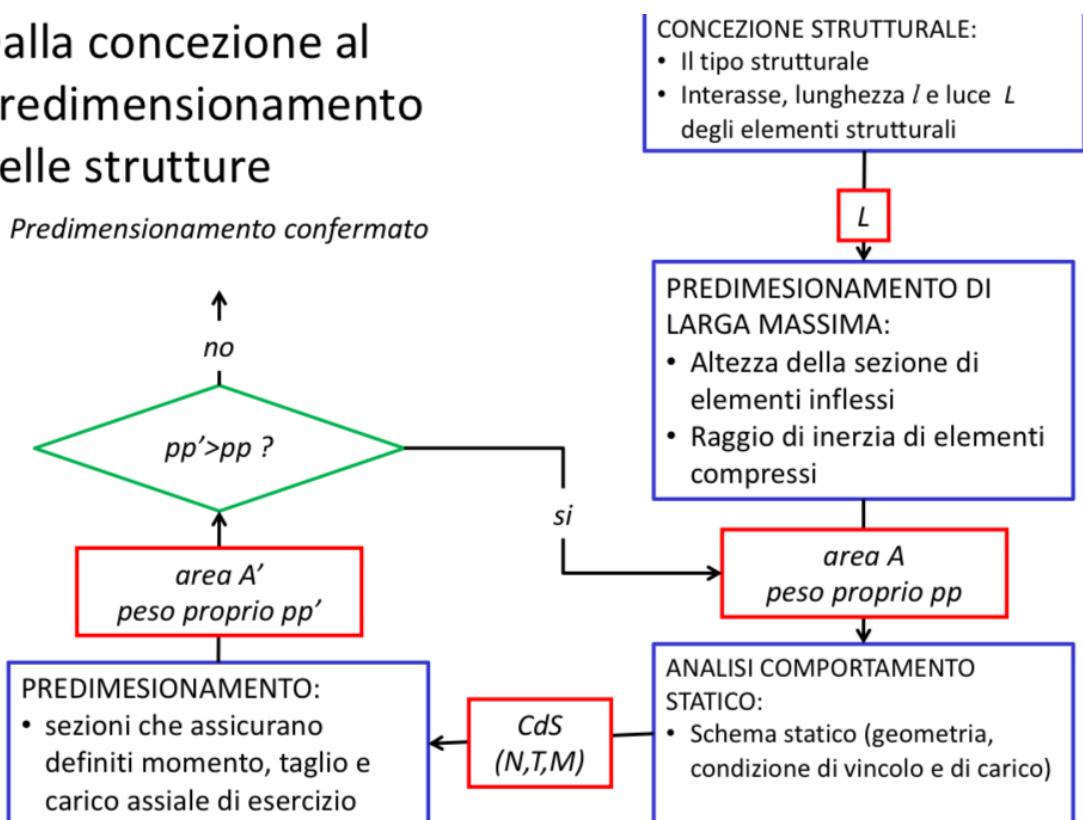
L'Acciaio: predimensionamento

Utilità del predimensionamento: capire quali dimensioni dare alle nostre strutture nel nostro progetto di strutture

Schema di flusso:

Dalla concezione al predimensionamento delle strutture

Predimensionamento confermato



Concezione strutturale permette di determinare schemi statici che servono per calcolare le caratteristiche di sollecitazione.

L'unica incognita della concezione strutturale sono le lunghezze L

Serve stimare l'ingombro delle nostre strutture, e quindi stimare la sua sezione che ha determinate caratteristiche.

La grandezza della sezione determina la dimensione del nostro elemento e di conseguenza il suo peso. Se non conosciamo la sezione (peso della trave) non possiamo progettare la sezione, e quindi il peso della trave.

Gli schemi statici che abbiamo imparato ad usare rappresentavano una serie di carichi:

Il carico permanente (che consideriamo delle strutture portate), il carico accidentale (variabile), e qpp (carico proprio della trave).

Come sapere il qpp della trave se non conosciamo la sezione? Non possiamo progettare il peso della trave.

Dobbiamo approssimare la dimensione della trave e poi a posteriori valutare se l'ipotesi era vicina ad una soluzione possibile.

Impostare schema statico in cui abbiamo tutti i carichi (carico variabile, peso struttura portate, peso della struttura propria che deriva dall'area/sezione predimensionata).

Una volta valutate caratteristiche di sollecitazione, si può valutare la resistenza di una possibile sezione. (Passaggio nel corso di Scienze delle costruzioni).

Abachi dove "entriamo" con le caratteristiche di sollecitazione, e troviamo dimensione della sezione. A' e peso proprio pp': risultati più precisi, confrontabili con quelli ottenuti ipotizzando le dimensioni. Se è minore non è un problema: vuol dire che la sezione definitiva è più grande, quindi più pesante e resistente.

Se risulta essere maggiore, dobbiamo nuovamente ipotizzare un predimensionamento.

Limiti di deformabilità:

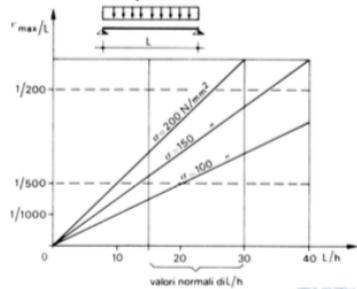
- ben più condizionanti di quelli imposti dalla resistenza del materiale;
- elevata deformabilità per effetto dei carichi variabili
- deformabilità incompatibile con l'uso corretto della struttura in esercizio

• Arcarelli $v_{max} < L/200$;

• Solai (per carichi variabili) $v_{max} < L/400$;

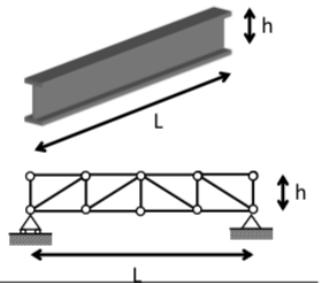
• Travi caricate da muri o tramezzi $v_{max} < L/500$;

• Spostamento orizzontale $x_{max} < H/500$.
(edifici alti sotto l'azione del vento)

Rapporti luce - altezza:

• ≈ 20 ;

• ≈ 10 ;



Predimensionamento di larga massima:
Abbiamo la variabile L: luce della trave

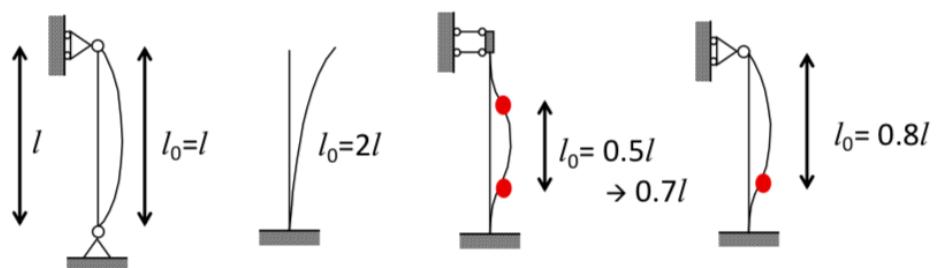
Nel progetto d'acciaio è sempre più vincolante il progetto alla deformabilità piuttosto che alla rottura.
I rapporti per il predimensionamento "grezzo" tengono conto di entrambi questi fattori (rottura e abbassamenti).

Uno di questi rapporti è ad esempio rapporto luce-altezza:

Limiti di snellezza:

Necessari per evitare l'instabilità per carico di punta di elementi compressi eccessivamente snelli.

Lunghezza libera di inflessione l_0 : distanza tra due punti di flesso nella deformata.



$$\rightarrow \text{snellezza} \quad \lambda = \frac{l_0}{i_{min}} \longrightarrow \text{Minimo raggio di inerzia della sezione (dai sagomari)}$$

$\lambda < 200$ membrature principali
 $\lambda < 250$ membrature secondarie

($\lambda < 150$ se azione dinamica)
($\lambda < 200$ se azione dinamica)

Trave altezza: 1/20esimo della luce
Sistema reticolare altezza 1/10 della luce

Dall'altezza riusciamo a capire già la sezione che possiamo usare.
I produttori indicano per ogni altezza, i valori utili per le sezioni.

Dati di ingresso: sforzo assiale e luce libera di inflessione

TABELLE PER IL PREDIMENTONAMENTO DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO							
LUNGHEZZA ASTA= 1,00 mt							
N							
(KN)	HEA	HEB	HEM	sez. cava	sez. cava	2 UPN	2 "L"
10	HEA 100	HEB 100	HEM 100	45 x 3	40 x 3	2 UPN 30	2L 40 x 4
20	HEA 100	HEB 100	HEM 100	45 x 3	40 x 3	2 UPN 30	2L 40 x 4
30	HEA 100	HEB 100	HEM 100	45 x 3	40 x 3	2 UPN 30	2L 40 x 4
40	HEA 100	HEB 100	HEM 100	45 x 3	40 x 3	2 UPN 30	2L 40 x 4
50	HEA 100	HEB 100	HEM 100	50 x 3	45 x 3	2 UPN 30	2L 40 x 4
60	HEA 100	HEB 100	HEM 100	55 x 4	50 x 3	2 UPN 30	2L 45 x 4
70	HEA 100	HEB 100	HEM 100	55 x 4	40 x 5	2 UPN 30	2L 45 x 4

Dati di uscita: denominazione della sezione tra differenti tipi di sezione

(KN x m)					(KN)				
3	IPE 80			UPN 80	30	IPE 80			
5	IPE 100			UPN 100	40				UPN 65
7	IPE 120			UPN 120	45	IPE 100			
10	IPE 140	HEA 100		UPN 140	50	IPE 120	HEA 100		UPN 80
15	IPE 160	HEA 120	HEB 100	UPN 160	60		HEA 120	HEB 100	UPN 100
20	IPE 180	HEA 140	HEB 120	UPN 180	70	IPE 140			
25	IPE 200			UPN 200	80		HEA 140	HEB 120	

Dati di uscita: denominazione della sezione tra differenti tipi di sezione

N.B.: se la membratura è sollecitata da entrambe le CdS, entrambe le condizioni di dimensionamento debbono essere verificate

Noti:

- il predimensionamento di larga massima dell'elemento strutturale (peso proprio) e gli altri carichi agenti su di esso (direttamente o via relazioni gerarchiche con altri elementi);
- lo schema statico dell'elemento strutturale;
- le reazioni vincolari e le caratteristiche di sollecitazione lungo l'elemento strutturale (ovvero al termine dell'analisi strutturale),

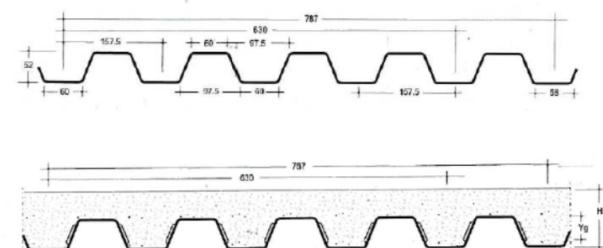
è possibile procedere al dimensionamento dell'elemento stesso.

In via semplificata, nell'ambito dell'Atelier del I anno, vengono fornite, quali strumenti operativi, alcune tabelle che, dato il modulo massimo della/e caratteristica/e di sollecitazione lungo l'elemento, forniscono alcune alternative progettuali per il suo dimensionamento.

N.B: questi strumenti soddisfano sia i limiti di resistenza del materiale, sia quelli di deformabilità e stabilità dell'elemento.

Dati di ingresso: momento flettente e/o sforzo di taglio

		TABELLE PER IL PREDIMENTENAMENTO DELLE SOLETTA IN C.A. CON LAMIERA GRECATA COLLABORANTE (spessore 10/10 mm)	
SPESSORE COMPLESSIVO SOLETTA (H)	PESO SOLETTA	M	T
[mm]	[KN/mq]	(KN x m)	(KN)
100	1,9	5	11
110	2,1	6	13
120	2,3	7	15



Dati di uscita: spessore complessivo e peso di alcuni tipi di lamiere grecate

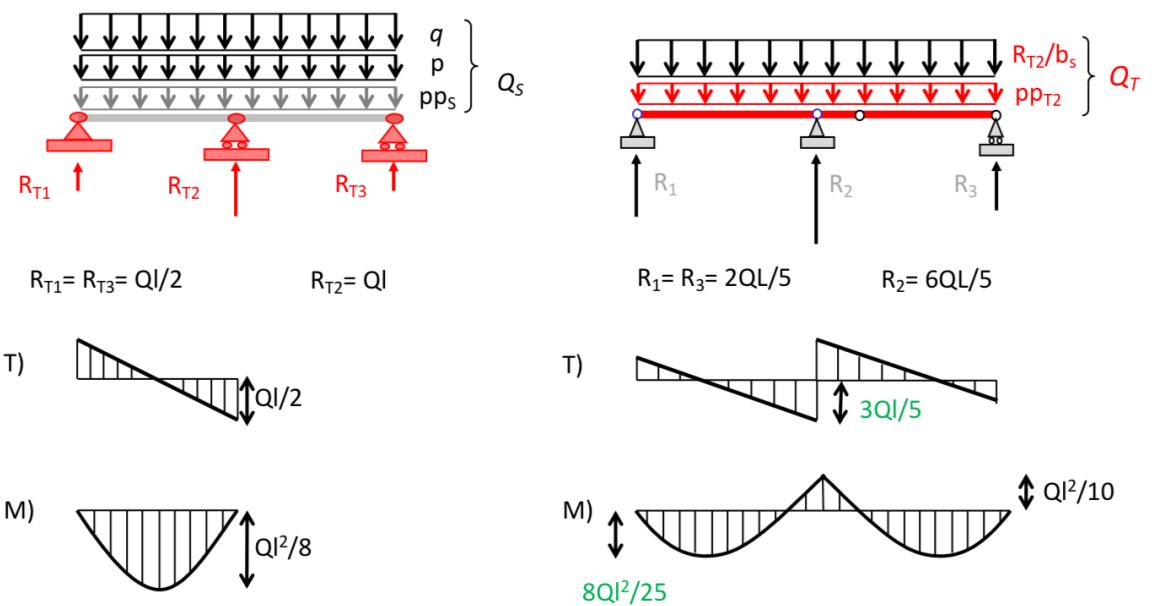
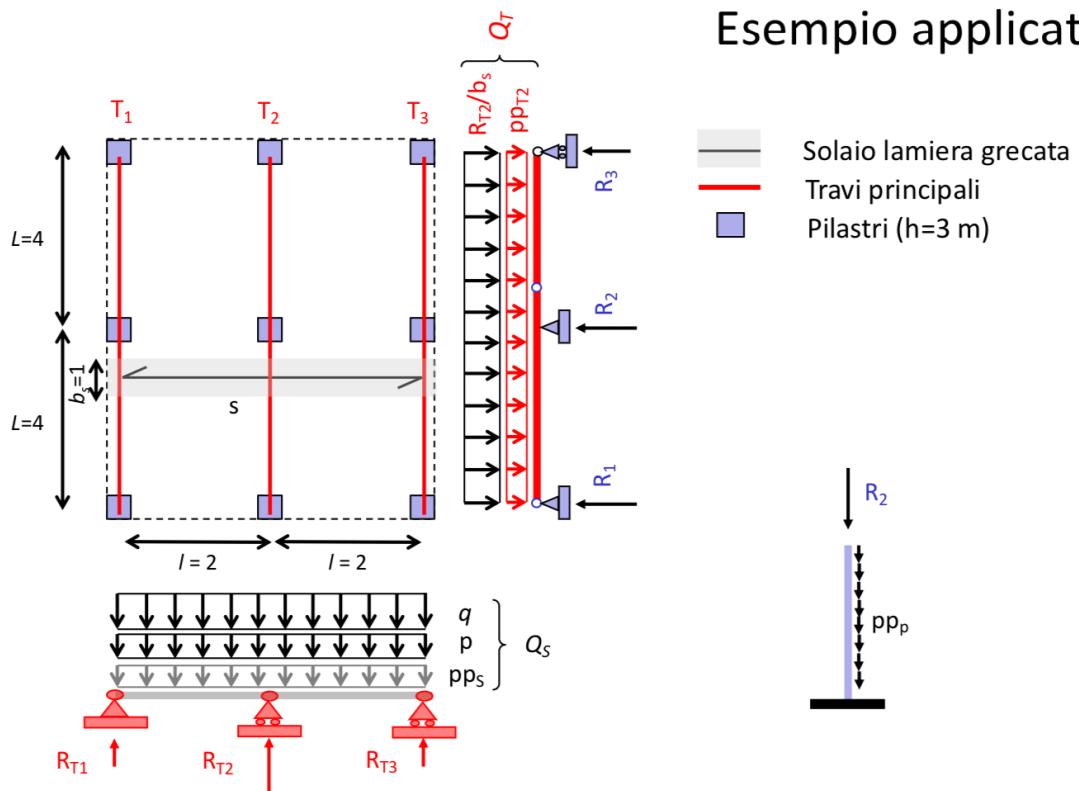
(kN)	Tondo pieno	Tubo circolare	UPN	Angolare a lati uguali
5	Φ 8	Φ 21.3 x 2.3	UPN 80	L 15 x 3
10	Φ 10	Φ 21.3 x 2.3	UPN 80	L 15 x 3
15	Φ 12	Φ 21.3 x 2.3	UPN 80	L 20 x 3
20	Φ 14	Φ 21.3 x 2.3	UPN 80	L 20 x 4
30	Φ 16	Φ 26.9 x 2.6	UPN 80	L 25 x 5
40	Φ 18	Φ 33.7 x 3.2	UPN 80	L 30 x 5
50	Φ 20	Φ 42.4 x 3.2	UPN 80	L 30 x 6
60	Φ 22	Φ 42.4 x 3.2	UPN 80	L 35 x 6
70	Φ 24	Φ 48.3 x 3.2	UPN 80	L 40 x 6
80	Φ 26	Φ 60.3 x 4.0	UPN 80	L 45 x 6

Dati di uscita: denominazione della sezione tra differenti tipi di sezione

Nelle strutture in acciaio è quasi sempre probabile vedere lamiere grecate con soletta collaborante.

La forma le consente di avere una rigidezza flessionale

Esempio applicativo

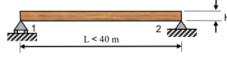
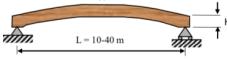
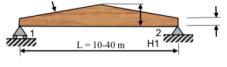
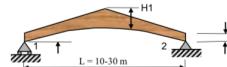
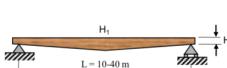
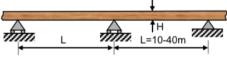
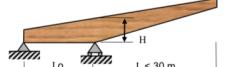


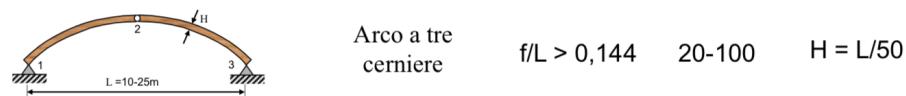
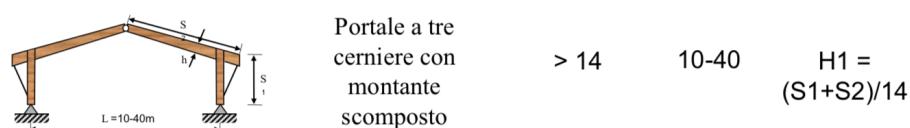
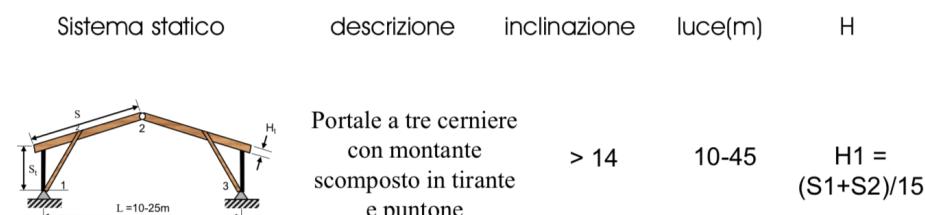
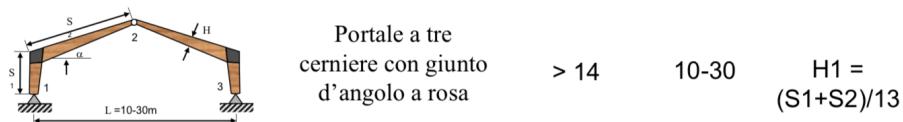
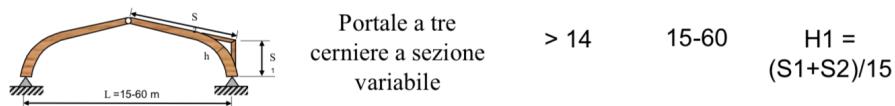
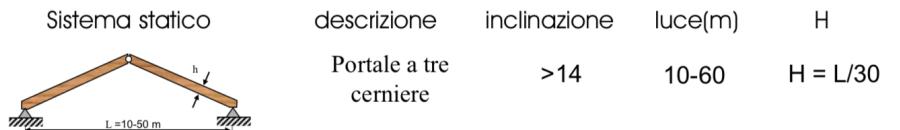
IL LEGNO LAMELLARE - Predimensionamento

Travi standardizzate in legno lamellare

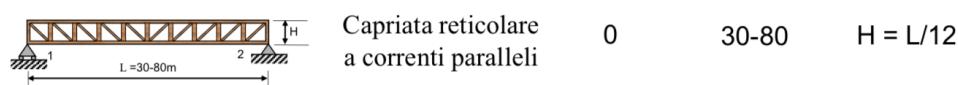
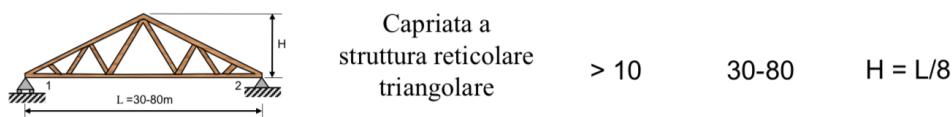
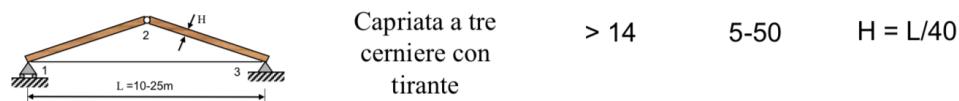
TRAVI IN PRONTA CONSEGNA (bxh) ml 13,6					DATI TECNICI	
SEZIONI						
10x16 10x9,8 10x23,1 12x23,1 14x29,7					Peso specifico	Kg/mc = 500
					Raggio di curvatura minimo	>= 200 x s
					Rapporto altezza/base	<= 10
DATI GEOMETRICI						
Le travi in legno lamellare vengono prodotte con le seguenti dimensioni:						
Base				cm 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 24		
Altezza				n x s dove: n = numero lamellare e s = spessore lamelle		
				s = cm 3,3 per le basi da cm 8 a 16 s = cm 3,2 per le basi da cm 18 a 22		
Altezza massima				fino a cm 250 - 300		
Lunghezza massima di un elemento monolitico				ml 44,00		

Criteri di predimensionamento di larga massima

Sistema statico	descrizione	inclinazione	luce(m)	H
	Trave parallela o poco inclinata a doppia pendenza	< 5°	< 40	H = L/17
	Trave curva su due appoggi		10-40	H = L/17
	Trave su due appoggi a doppia pendenza	3-10°	10-40	Ho = L/30 H1 = L/16
	Trave su due appoggi a doppia pendenza	3-15°	10-30	Ho = L/30 H1 = L/16
	Trave rastremata	3-10°	10-40	Ho = L/30 H1 = L/16
Sistema statico	descrizione	inclinazione	luce(m)	H
	Trave a più campate	0	10-40	H = L/20
	Trave a sbalzo con rastremazione	<10	< 30	H = L/10
	Trave a sbalzo con tirante verticale	< 10	< 30	H = L/10
	Trave a sbalzo con tirante inclinato	< 10	< 30	H = L/10



Sistema statico **descrizione** **inclinazione** **luce(m)** **H**



Strumento di predimensionamento di travi in semplici appoggio (dal prontuario Holtzbau)

Dati di ingresso: luce e carico uniformemente distribuito

Calcolate su due appoggi, in flessione retta e con carico uniformemente ripartito.

Freccia massima = 1/300 della luce di calcolo.

Q = carico in Kg/ml (carico al mq. X interasse)

LUCE ml	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200
2,0	8x9,9	8x9,9	8x9,9	8x13,2	8x13,2	8x13,2	10x16,5						
2,5	8x9,9	8x13,2	8x13,2	10x16,5	10x16,5	10x16,5	10x19,8	10x19,8	10x19,8	10x19,8	10x19,8	10x19,8	10x23,1
3,0	10x16,5	10x16,5	10x16,5	10x16,5	10x16,5	10x19,8	10x19,8	10x19,8	10x23,1	10x23,1	12x23,1	12x23,1	12x23,1
3,5	10x16,5	10x16,5	10x16,5	10x19,8	10x19,8	10x19,8	10x23,1	10x23,1	12x23,1	12x23,1	10x26,4	10x26,4	10x29,7
4,0	10x16,5	10x16,5	10x19,8	10x19,8	10x23,1	10x23,1	12x23,1	12x23,1	10x29,7	10x29,7	10x33	10x33	10x33
4,5	10x16,5	10x19,8	10x23,1	10x23,1	10x26,4	10x29,7	10x29,7	10x33	10x33	10x33	10x36,3	10x36,3	10x39,6
5,0	10x19,8	10x23,1	10x23,1	12x23,1	10x26,4	10x29,7	10x33	10x33	10x36,3	10x36,3	10x39,6	10x39,6	12x39,6
5,5	10x19,8	10x23,1	12x23,1	10x26,4	10x29,7	10x33	10x33	10x36,3	10x39,6	10x39,6	12x39,6	12x39,6	12x42,9
6,0	10x23,1	12x23,1	10x29,7	10x29,7	10x33	10x36,3	10x36,3	12x36,3	12x39,6	12x39,6	12x42,9	12x42,9	12x46,2
6,5	10x23,1	10x26,4	10x29,7	10x33	10x33	10x36,3	10x39,6	12x39,6	12x42,9	12x42,9	12x46,2	12x46,2	14x49,5
7,0	12x23,1	10x29,7	10x33	10x36,3	10x36,3	12x39,6	12x42,9	12x42,9	12x46,2	12x46,2	14x49,5	14x49,5	14x52,8
7,5	10x26,4	10x33	10x36,3	10x36,3	12x36,3	12x39,6	12x42,9	12x42,9	12x46,2	12x46,2	14x49,5	14x49,5	14x52,8
8,0	10x29,7	10x33	10x36,3	10x39,6	12x39,6	12x42,9	12x42,9	12x46,2	14x46,2	14x49,5	14x52,8	14x52,8	16x56,2
8,5	10x29,7	10x36,3	10x39,6	12x39,6	12x42,9	12x46,2	12x46,2	14x49,5	14x52,8	16x56,1	16x56,1	16x59,4	
9,0	10x33	10x36,3	12x39,6	12x42,9	12x42,9	12x46,2	14x49,5	14x52,8	16x56,1	16x56,1	16x59,4	16x59,4	16x62,7
9,5	10x36,3	10x39,6	12x39,6	12x42,9	12x46,2	14x49,5	14x52,8	16x56,1	16x59,4	16x59,4	16x62,7	18x64	
10,0	10x36,3	12x39,6	12x42,9	12x46,2	14x46,2	14x52,8	16x52,8	16x56,1	16x59,4	16x62,7	16x62,7	18x64	18x67,2
11,0	10x39,6	12x42,9	12x46,2	14x49,5	14x52,8	16x52,8	16x59,4	18x60,8	16x62,7	18x64	18x67,2	18x70,4	20x73,6
12,0	12x39,6	12x46,2	14x49,5	14x52,8	16x52,8	16x59,4	16x62,7	18x64	18x67,2	18x70,4	20x70,4	20x73,6	20x80

Le sezioni sopraindicate sono indicative e devono essere verificate di volta in volta in funzione della luce dei carichi (permanenti ed accidentali) e dei vincoli statici.

Strumenti di predimensionamento di membrature semplicemente compresse in legno ($N < 0$)

Dati di ingresso: sforzo assiale e luce libera di inflessione

TABELLE PER IL PREDIMENTONAMENTO DI ASTE COMPRESSE													
LUNGHEZZA ASTA = 5.00 mt							LUNGHEZZA ASTA = 6.00 mt						
N (KN)	b x h sez. 1	b x h sez. 2	b x h sez. 3	b x h sez. 4	b x h sez. 5	b x h sez. 6	N (KN)	b x h sez. 1	b x h sez. 2	b x h sez. 3	b x h sez. 4	b x h sez. 5	b x h sez. 6
70	14 x 21						70	18 x 18					
80	14 x 24	16 x 16					80	18 x 19					
90	14 x 27	16 x 18					90	18 x 21					
100	14 x 30	16 x 20	18 x 18				100	18 x 24					
110	14 x 33	16 x 22	18 x 19				110	18 x 26					
120	14 x 36	16 x 24	18 x 21				120	18 x 28	20 x 20				
130	14 x 39	16 x 26	18 x 22				130	18 x 31	20 x 24				

Dati di uscita: base e altezza di differenti sezioni standardizzate

Strumenti di predimensionamento di membrature soggette a flessione e taglio ($M \neq 0, T \neq 0$)

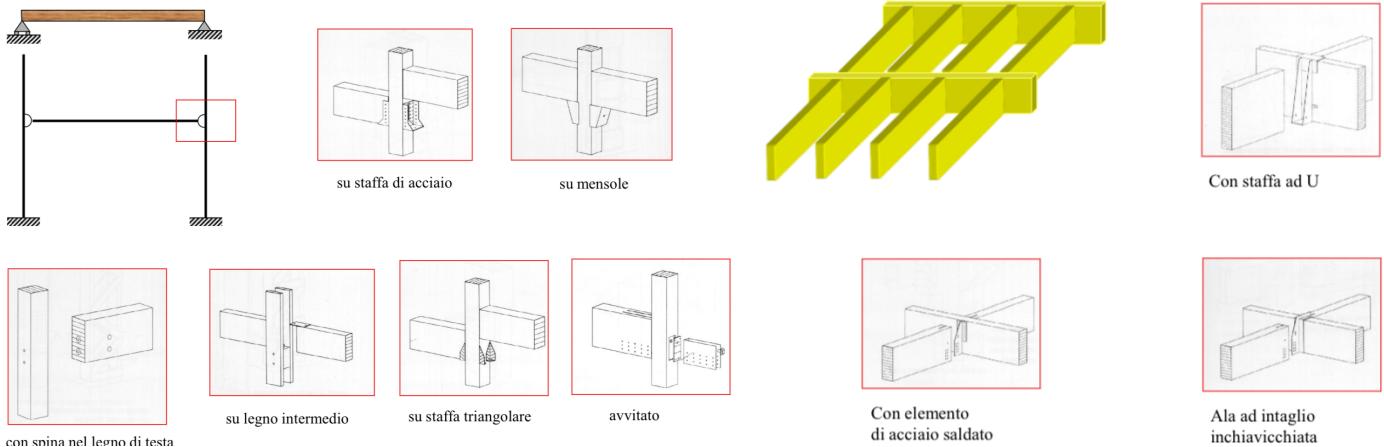
Dati di ingresso: momento flettente e/o sforzo di taglio

TABELLE PER IL PREDIMENTONAMENTO DI TRAVI IN LEGNO SOGGETTE A FLESSIONE E TAGLIO													
M (KN x m)	sezioni di progetto (cm)						T (KN)	sezioni di progetto (cm)					
	b x h sez. 1	b x h sez. 2	b x h sez. 3	b x h sez. 4	b x h sez. 5	b x h sez. 6		b x h sez. 1	b x h sez. 2	b x h sez. 3	b x h sez. 4	b x h sez. 5	b x h sez. 6
3	12 x 12						6	12 x 6	14 x 5	16 x 5	18 x 4	20 x 4	24 x 3
5	12 x 14						9	12 x 9	14 x 8	16 x 7	18 x 6	20 x 6	24 x 5
6	12 x 16	14 x 15					12	12 x 13	14 x 11	16 x 9	18 x 8	20 x 8	24 x 6
9	12 x 20	14 x 19	16 x 18				15	12 x 16	14 x 13	16 x 12	18 x 10	20 x 9	24 x 8
14	12 x 25	14 x 23	16 x 21	18 x 20			18	12 x 19	14 x 16	16 x 14	18 x 13	20 x 11	24 x 9
18	12 x 29	14 x 27	16 x 25	18 x 23	20 x 22		21	12 x 22	14 x 19	16 x 16	18 x 15	20 x 13	24 x 11
24	12 x 33	14 x 30	16 x 28	18 x 27	20 x 25		24	12 x 25	14 x 21	16 x 19	18 x 17	20 x 15	24 x 13
30	12 x 37	14 x 34	16 x 32	18 x 30	20 x 29	24 x 26	27	12 x 28	14 x 24	16 x 21	18 x 19	20 x 17	24 x 14
36	12 x 41	14 x 38	16 x 35	18 x 32	20 x 30	24 x 28	30	12 x 41	14 x 32	16 x 29	18 x 26	20 x 24	24 x 16

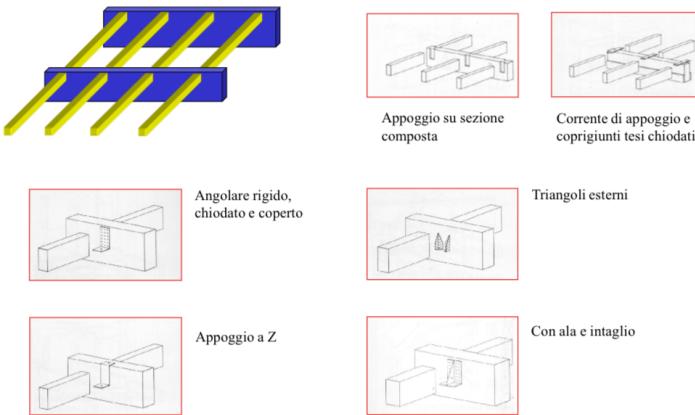
Dati di uscita: base e altezza di differenti sezioni standardizzate

N.B.: se la membratura è sollecitata da entrambe le CdS, entrambe le condizioni di dimensionamento debbono essere verificate

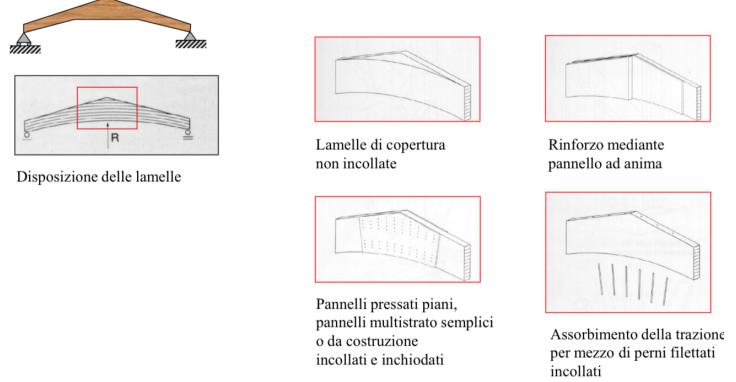
Esempi di unioni trave – colonna passante



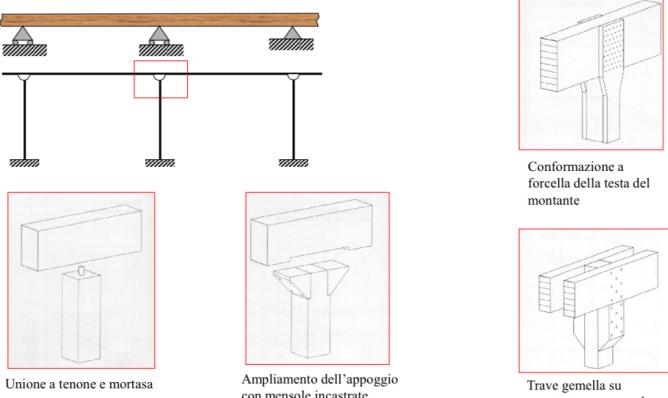
Esempi di unioni trave principale – travi secondarie



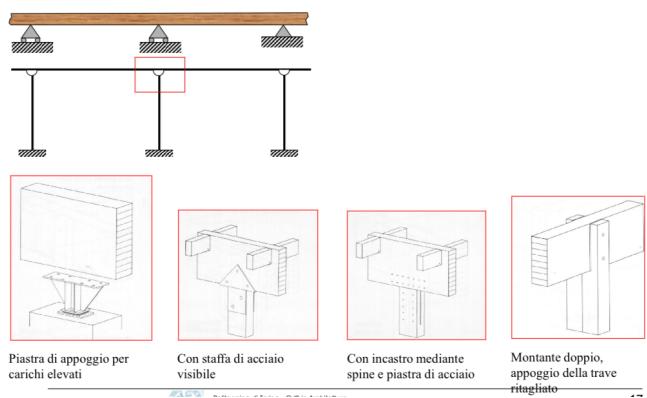
Trave ad altezza variabile con base incurvata



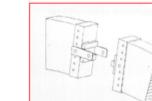
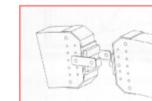
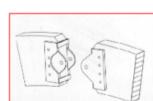
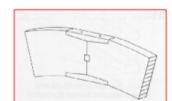
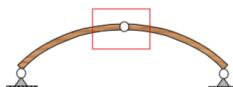
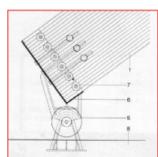
Esempi di appoggio trave continua - montante



Esempi di appoggio trave continua – montante



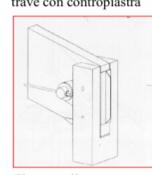
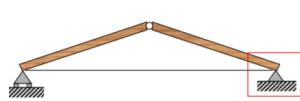
Archi a tre cerniere: esempi di cerniere all'imposta



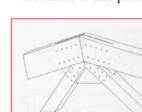
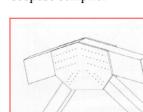
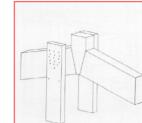
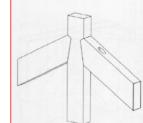
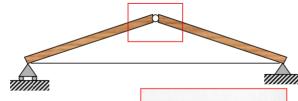
Trasmissione dello sforzo di taglio per mezzo di tasselli di legno duro, fissaggio tramite coprigiunti applicati sopra e sotto



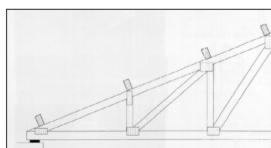
Capriate: esempi di nodi puntoni - catena



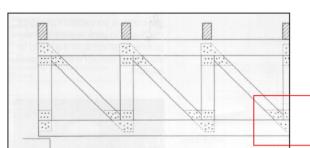
Capriate: esempi di nodi puntoni - monaco



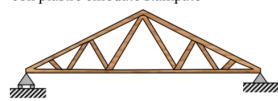
Travi reticolari: esempi di nodi .1



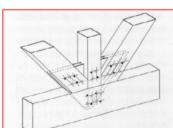
Connessioni triangolari, nodi reticolari con piastre chiodate stampate



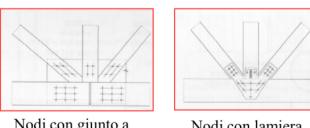
Travi reticolari realizzate con il metodo Greim con aste verticali di parete in compressione e diagonali in trazione



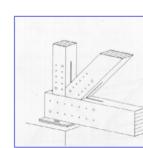
Lamiera chiodata o incavicchiatura con lamiera intagliata prefabbricata



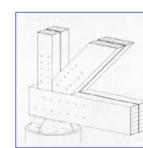
Lamiera d'acciaio di $d>2\text{mm}$, fori eseguiti nel legno e nella lamiera



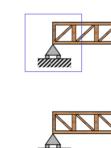
Nodi con giunto a corrente e lamiera intagliata con spine



Con piastra di acciaio intagliata e incavicchiata



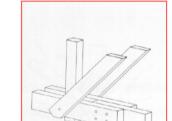
Aste doppie con piastra di acciaio interna incavicchiata



Corrente inferiore in due parti, asta tesa con coprigiunto



Diagonali e montanti in tubo d'acciaio con piastra chiodata e perni di cerniera semplici

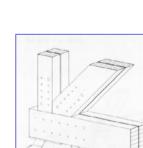


Corrente doppio e diagonali, giunto nel corrente inferiore

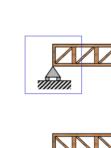
Travi reticolari: esempi di nodi .2



Corrente inferiore in due parti, asta tesa con coprigiunto



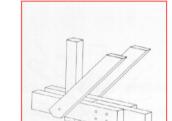
Diagonali e montanti in tubo d'acciaio con piastra chiodata e perni di cerniera semplici



Corrente inferiore in due parti, asta tesa con coprigiunto

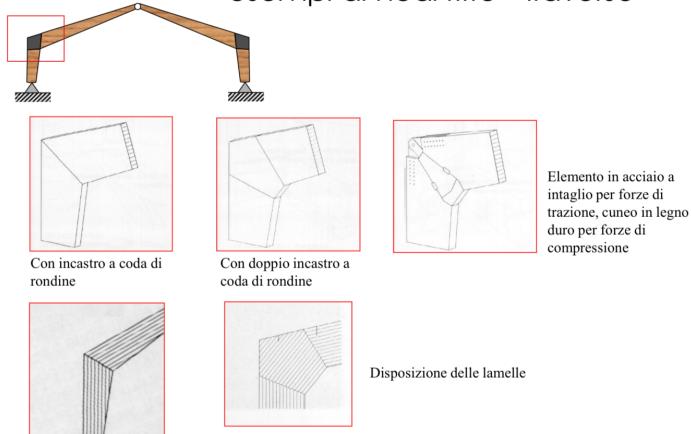


Diagonali e montanti in tubo d'acciaio con piastra chiodata e perni di cerniera semplici

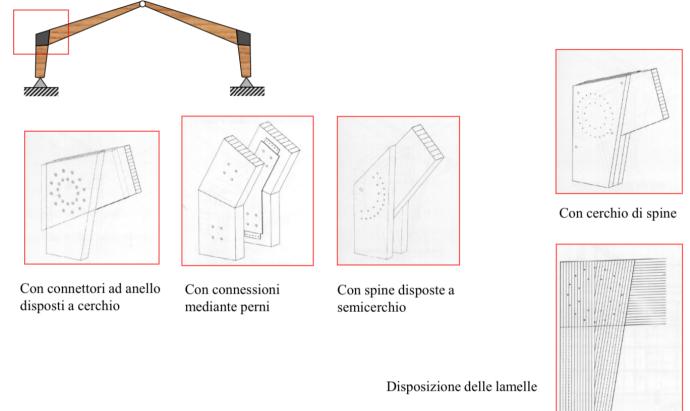


Corrente doppio e diagonali, giunto nel corrente inferiore

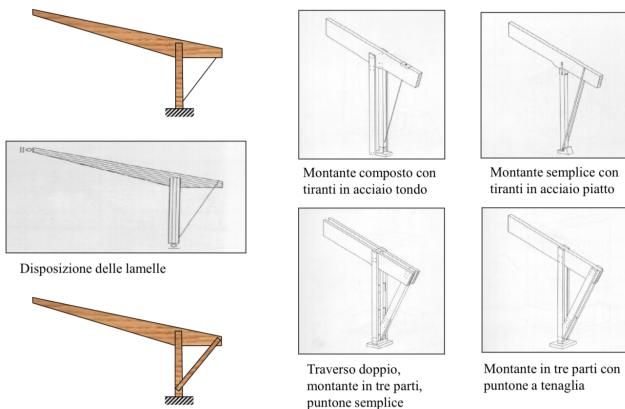
Portale con travi ad altezza variabile: esempi di nodi ritto - traverso



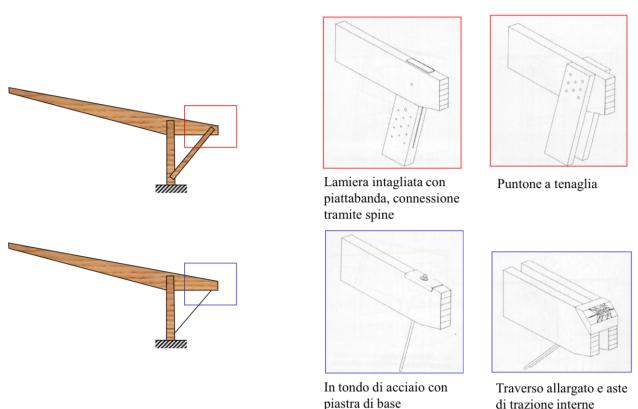
Portale con travi ad altezza variabile: esempi di nodi ritto - traverso



Trave a sbalzo con tirante inclinato .1

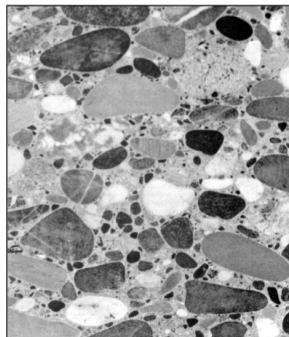


Trave a sbalzo con tirante inclinato .2



IL CALCESTRUZZO ARMATO - Predimensionamento

Composizione del calcestruzzo



Calcestruzzo fresco: impasto di

- Sabbia
- Ghiaia

Inerti (1.9 -2 t /m³)

- Cemento (0.3 – 0.4 t /m³)
 - Acqua (0.15 – 0.3 t /m³)
 - idratazione del cemento
 - lavorabilità
 - Additivi (eventuali)

Getto → idratazione pasta di cemento → indurimento



L'armatura in acciaio

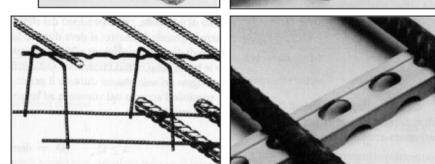
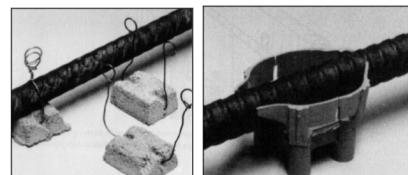
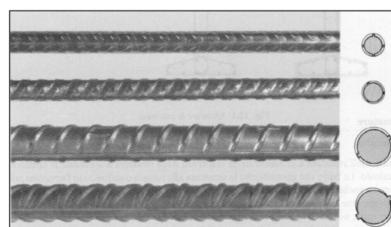
Comportamento solidale acciaio – cls
ottenuto grazie all'aderenza tra gli
elementi, realizzata attraverso:

Acciaio protetto dal cls vs aggressioni ambiente esterno:

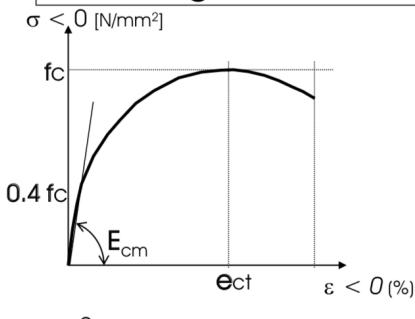
- Umidità
 - Gelo
 - Fuoco

→ Barre ad aderenza migliorata

→ Distanziatori per assicurare il copriferro



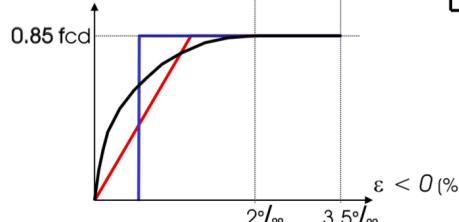
Legame costitutivo del calcestruzzo



Leagne sperimentale:

- non lineare fin dall'origine
 - resistenza a trazione assunta nulla

R_{ck}	15	20	25	...	55
f_{ck} [N/mm ²]	12.4	16.6	20.7	...	45.6
f_{cd} [N/mm ²]	7.8	10.4	13.0	...	28.5
E_{cm} [KN/mm ²]	26	27.5	29	...	35.8



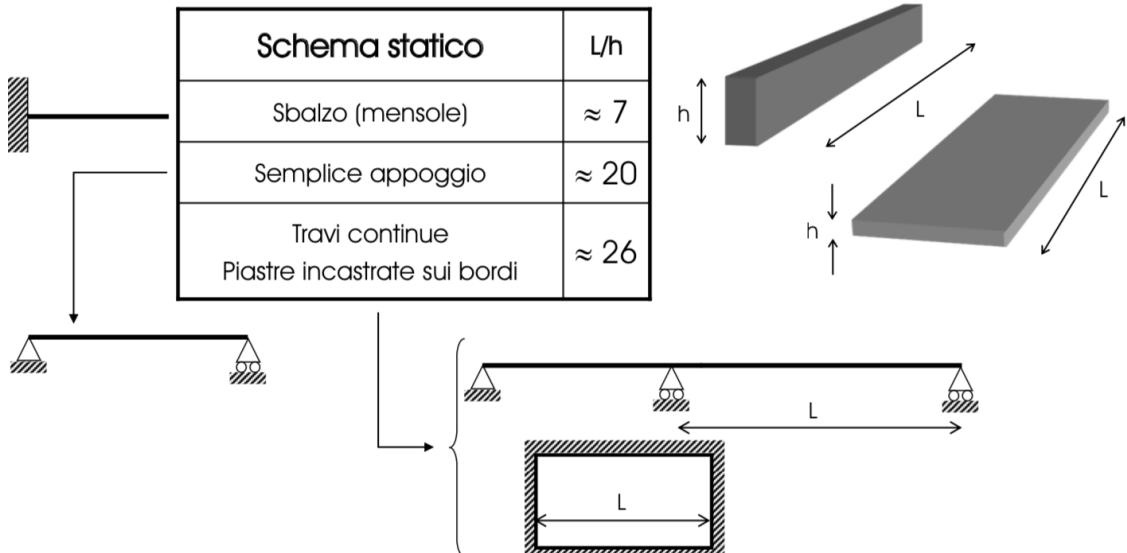
Denominazione e caratteristiche di alcuni tipi di calcestruzzo di uso comune in Italia.

Legami idealizzati di progetto

Criteri di predimensionamento di larga massima di strutture in c.a. .1

Travi e solette:

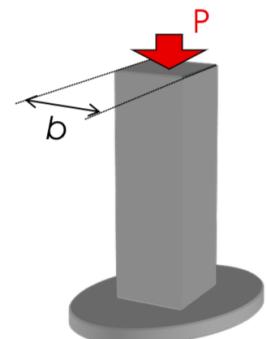
- Rapporto luce - altezza degli elementi per soddisfare i limiti di deformazione:



Area minima della sezione trasversale di un pilastro:

$$A_{\min} \approx \frac{P}{10} \quad \text{con } A_{\min} = [mm^2], P = [N]$$

$$b \geq 20 \text{ [cm]}$$



Limiti di snellezza di un pilastro:

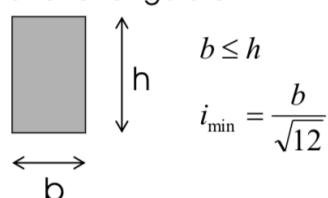
Necessari per evitare la verifica di stabilità a carico di punta di elementi compresi (senza momento flettente significativo).

$$\text{snellezza} \quad \lambda = \frac{l_0}{i_{\min}} \leq 50$$

→ Luce libera di inflessione

→ Minimo raggio di inerzia della sezione

Sezione rettangolare



Sezione circolare

