

Tipologia elemento	Sezioni tipiche	Dimensioni sagoma standard (m)		Peso totale (kN/m)	Luci correnti d'impiego (m)	Interasse (m)	
		base	altezza				
Solai totalmente prefabbricati (in c.a.p.)	lastra alveolare		1.20	0.12 + 0.80*	2.00 + 8.50	6 + 24	affiancati
	tegolo binervato		2.50	0.30 + 1.20*	2.00 + 5.00	8 + 24	affiancati (o con lucernari in coperture piane)
	tegolo omega		2.25	0.40 + 1.00*	2.50 + 6.00	10 + 20	affiancati
Solai parzialmente prefabbricati	tegolo binervato ad intradasso piano		1.20	0.50 + 1.00*	3.5 + 8.5	10 + 20	0 + 2.50
	lastra nervata		1.20	0.20 + 0.30	1.50 + 2.50	< 10	0 + 2.50
	a travetti in c.a.p.		0.12 + 2.50**	0.16 + 0.24***	3.00 + 15.00	4 + 10	0 + 0.80
	tralicciato (predalles)		1.20 + 2.50	0.15 + 0.60	-	3.5 + 8	affiancati

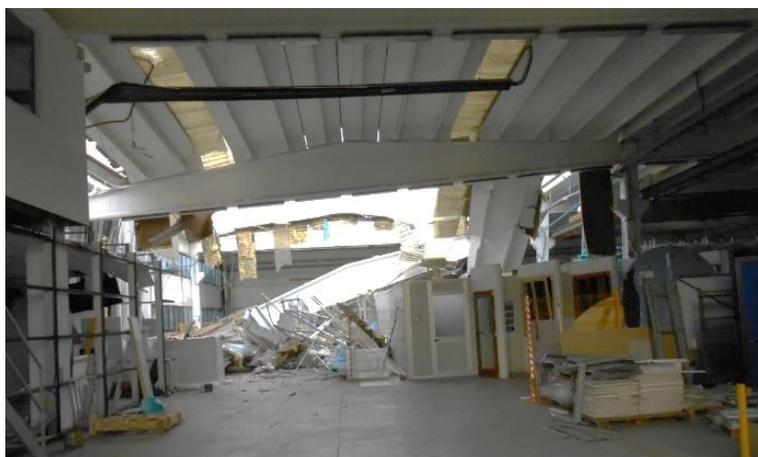
* escluso eventuale getto integrativo in c.a. di spessore $S = 10$ cm;
** relativa al singolo travetto;
*** relativa all'intero solaio, escluso il getto integrativo di $S = 6$ cm all'estradosso.

Tabella - Caratteristiche degli elementi di solaio di uso corrente (modificato da Calvi et al., 2006)

Nella pratica l'impiego di tali elementi avviene per coprire luci molto differenti che variano da pochi metri a decine di metri, anche in funzione del carico applicato.

La vulnerabilità sismica delle coperture in assenza di collegamenti

Gli elementi di copertura a tegoli binervati hanno evidenziato, nei recenti eventi sismici, ed in particolare nel [sisma del 2012 in Emilia](#), un'elevata vulnerabilità legata all'assenza di collegamenti con le travi. Tegoli a doppio T con luci di decine di metri erano, in passato, appoggiati alle estremità sulle travi per pochi centimetri e quindi il minimo movimento poteva causarne la caduta.



Crollo di tegoli a doppio T durante il sisma dell'Emilia

I collegamenti dissipativi nei tegoli TT

Considerata la leggerezza, in rapporto alla luce, degli elementi di copertura binervati in cemento armato, **assume particolare rilievo la realizzazione di adeguati collegamenti con le travi**.

Per la specifica applicazione, nei capannoni esistenti, **è stata sviluppata la serie di dispositivi SismoBox (SB) in grado garantire il collegamento tra questi elementi e allo stesso tempo di dissipare parte dell'energia sismica.**

I dispositivi **SismoBox** hanno forze di attivazione (taglie) e caratteristiche geometriche specifiche **per facilitare il collegamento degli elementi secondari di copertura**. L'ancoraggio alla trave è ottimizzato per permettere di realizzare il fissaggio direttamente con due tasselli meccanici o chimici di diametro 12 mm.

L'applicazione dei dispositivi SismoBox sulla copertura, in tutte le connessioni tra elementi, consente di sfruttare al meglio le capacità dissipative distribuite sulla struttura.

Di seguito si riportano alcune immagini di collegamenti realizzati con dispositivi SismoBox in corrispondenza di tegoli di copertura con doppia nervatura.



Esempi di collegamenti di dispositivi dissipativi su tegoli a doppia T

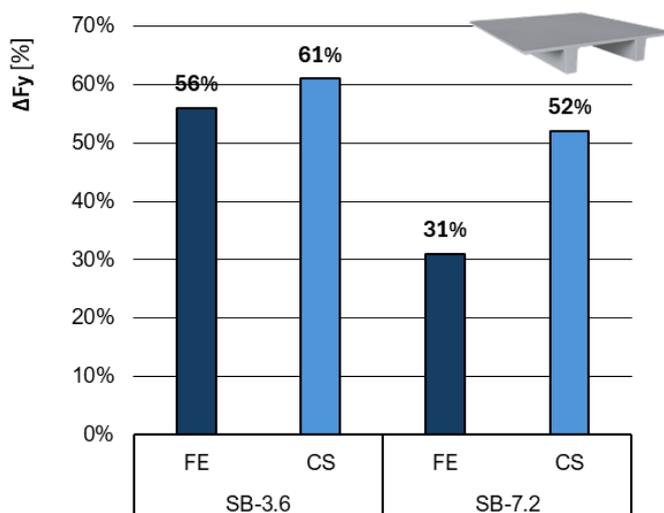
Le prestazioni dei collegamenti dissipativi nei tegoli TT

Le modellazioni numeriche effettuate in campo lineare e non lineare, hanno evidenziato **l'elevata efficienza dei dispositivi SismoBox** nel ridurre le sollecitazioni dovute all'azione sismica. Analizzando, ad esempio, differenti modelli tridimensionali della struttura con dispositivi dissipativi SismoBox, **si sono ottenute riduzioni di sollecitazioni indotte dall'azione sismica con un valore medio di sollecitazioni in caso di connessioni dissipative dell'ordine del 30% inferiore** rispetto a quelle ottenute con la realizzazione di collegamenti rigidi.

Per uno stesso modello strutturale, risulta interessante la quantificazione della riduzione della sollecitazione complessiva di taglio alla base dei pilastri grazie ai dispositivi SismoBox rispetto a vincoli rigidi al variare dell'**intensità sismica di zona** e della taglia del dispositivo.

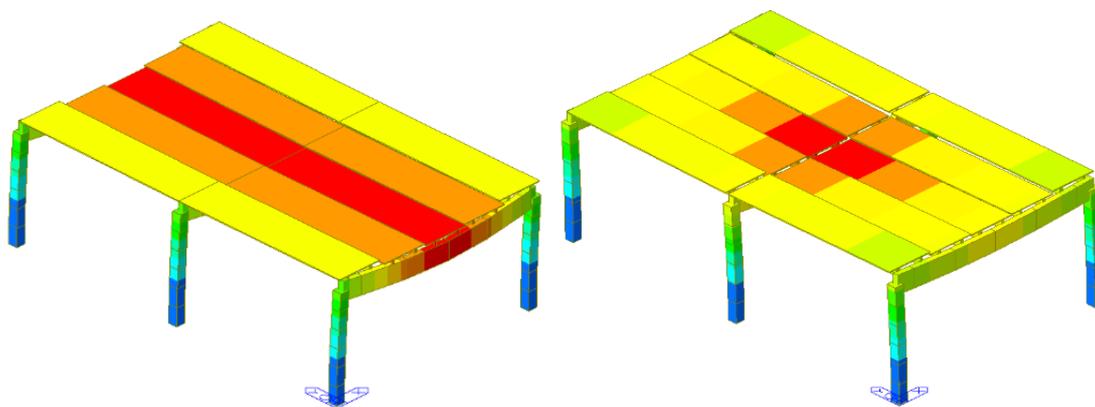
I risultati indicano che la riduzione delle sollecitazioni è maggiore dove l'intensità sismica di progetto è più elevata. In particolare, le analisi sono state condotte su due siti a diversa sismicità: media a Ferrara e alta a Cosenza.

A parità di zona sismica, **la riduzione percentuale del taglio complessivo alla base dei pilastri aumenta riducendo la forza di attivazione del dispositivo.**



Riduzione percentuale del taglio complessivo alla base dei pilastri al variare della zona sismica [Ferrara (FE) e Cosenza (CS)] e della taglia del dispositivo [SB-3.6 e SB-7.2]

L'inserimento dei dispositivi a fusibile dissipativo, oltre a limitare l'azione sismica alla base dei pilastri, **assolve anche alla funzione di limitare la forza trasversale applicata alle travi**, e di conseguenza la sua **deformazione fuori dal piano**. Effetto questo generalmente trascurato nella realizzazione di connessioni rigide tra tegoli e travi, senza considerare che le travi non sono pensate per assorbire azioni ortogonali al proprio piano.



Differente deformazione orizzontale (dir. Y) delle travi prodotte dall'azione sismica sui tegoli con connessioni rigide (sx) e connessioni dissipative (dx)

La presenza di collegamenti a fusibile sulle due nervature del tegolo riduce anche i momenti trasversali sulle travi dovuti alla presenza di un doppio collegamento. In questa configurazione la presenza di collegamenti rigidi induce delle azioni trasversali sulle travi e degli incrementi di sollecitazione sui collegamenti di entità tale da comprometterne la resistenza.

In conclusione, si evidenzia come **l'ottimizzazione della scelta della taglia** dei dispositivi consente di **ridurre in modo significativo le azioni trasmesse a livello della copertura** tra le travi e i tegoli, assorbendo parte dell'energia del sisma **grazie all'utilizzo di dispositivi SismoBox** a fusibile dissipativo.