

Il pilastro cerchiato misto (PCM)

Un nuovo brevetto italiano per la prefabbricazione parziale

A cura dell'Ing. Livio Izzo

**I pilastri tubolari riempiti
in calcestruzzo: la loro
origine storica ed i limiti della
loro morfologia tradizionale**

La storia di questo pilastro è legata all'esigenza di mettere a disposizione del costruttore un pilastro che si sposasse con le travi composte tralicciate autoportanti (tipo REP, TMQ etc.) e con i solai totalmente o parzialmente autoportanti (quali le lastre tralicciate ed i solai precompressi) per potere industrializzare più completamente il lavoro dell'impresa garantendo al contempo una struttura monolitica e resistente al fuoco al pari di una in c.a. tradizionale.

Le prime e scarse esperienze in tal senso affondano le loro radici nella tecnica preesistente dei pilastri tubolari in acciaio riempiti in calcestruzzo.

Questa tecnica non si è mai molto diffusa in Italia (sia per ragioni di economicità sia per carenze normative) ma è discretamente nota nell'Europa centrale e si basa sul principio della collaborazione del calcestruzzo con il tubo in acciaio, ambedue resistenti a compressione, con una ipotesi del tutto analoga ad un pilastro in c.a. tradizionale.

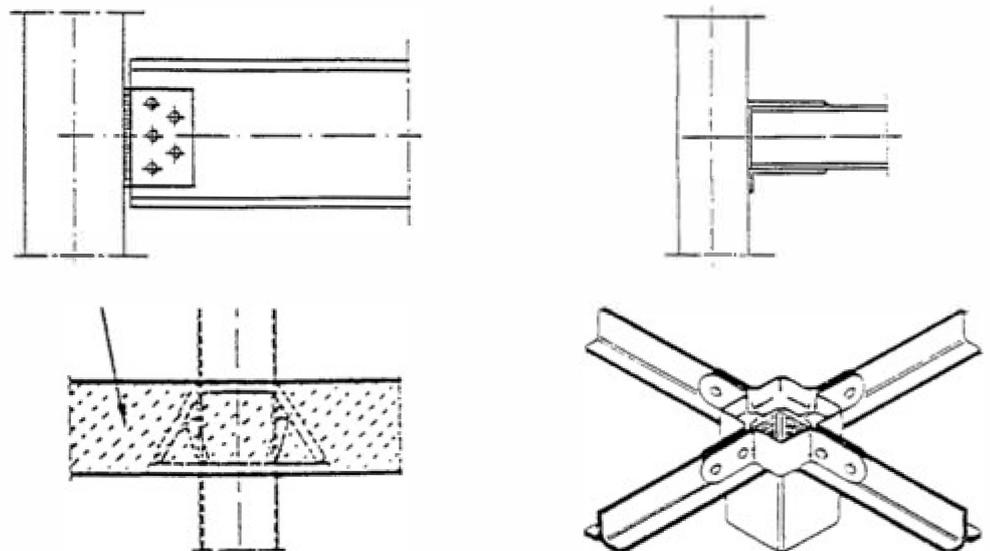
Anche nella versione con tubo circolare tale ipotesi rimane essenziale al principio di funzionamento del pilastro, con l'aggiunta però dell'effetto cerchiante sul calcestruzzo che ne amplifica ulteriormente la resistenza.

Su come si possa tenere conto della sollecitazione nel tubo, composta da sforzi paralleli al pilastro (ed ai carichi) e da sforzi di trazione lungo la circonferenza, esiste una discreta letteratura fra cui uno studio europeo pubblicato dal CISIA nel 1983.

La scelta di massimizzare la portata di questi pilastri, utilizzando le ipotesi riportate, costituisce però il tallone di Achille del sistema stesso. Infatti, dovendo utilizzare tutto l'acciaio del tubo per gli sforzi verticali, si è impossibilitati a forarlo all'interpiano per il passaggio dei ferri di travi e solai e del calcestruzzo e si è costretti a sostenere gli orizzontamenti con mensole tutte esterne al pilastro stesso.

Le mensole risultanti sono quelle del tipo qui sotto raffigurate e riprese dallo stesso studio del CISIA come quelle più diffuse.

**Tipologie tradizionali
di mensole usate con
pilastri tubolari riempiti
in calcestruzzo**



L'idea guida del PCM

Le conseguenze benefiche

È ovvio che per la resistenza al fuoco non si può fare a meno di proteggere tali pilastri con vernici od intonaci ignifughi poiché, anche se si volesse affidare tutta la resistenza a caldo al calcestruzzo, le mensole non potrebbero garantire alcuna resistenza se non fossero protette assieme a tutto il tubo.

Ma la protezione ignifuga incide su ogni metro quadro di superficie di pilastro come 3 mm di spessore di acciaio ed ha lo svantaggio di durare 5-10 anni così che, nel tempo, viene a costare quanto il tubo stesso.

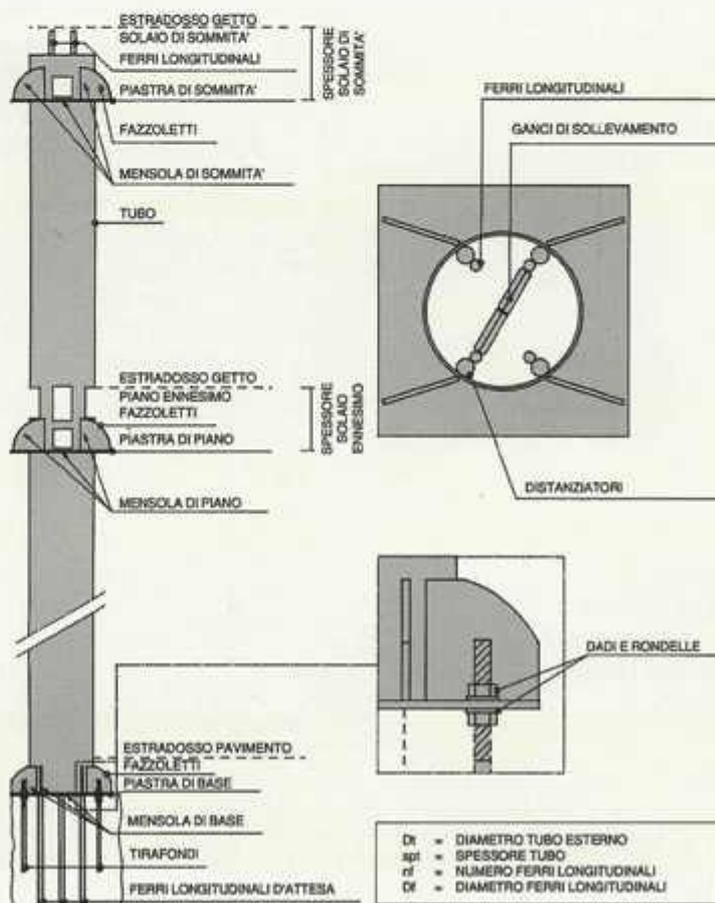
Partendo da queste considerazioni si è fatta strada una intuizione che ha poi portato ad una SCELTA DI FONDO: ABBANDONARE totalmente LA RESISTENZA VERTICALE DEL TUBO D'ACCIAIO, MANTENERE SOLO L'EFFETTO CERCHIANTE, ridurre lo spessore del tubo ai valori minimi per ottenere tale effetto e per garantire le prestazioni di un cassero autoparlante.

Le possibilità apertesi con tale scelta sono state le seguenti:

- potere sfioracchiare il tubo in corrispondenza dell'interpiano, dove il calcestruzzo è comunque confinato dal getto circostante, per far passare i ferri di travi e solai e garantire così un vero e proprio nodo di cemento armato;
- potere minimizzare gli spessori delle mensole per travi e solai a quanto occorrente solo per le fasi di montaggio;
- potere limitare i tirafondi ad un numero strettamente necessario e sufficiente alle sole fasi di montaggio;
- potere sacrificare il tubo ed utilizzare solo il nucleo di calcestruzzo per la resistenza a caldo (tanto le travi ed i solai sono sostenuti dal nodo in c.a. e non dalle mensole).

Ne è risultata una morfologia come qui sotto raffigurata.

Morfologia del PCM: mensole di base, di piano e di sommità



Calcolo a freddo del PCM

Per l'approccio di calcolo a freddo dei PCM è perfettamente calzante la norma sui pilastri cerchiati in c.a. ove si sostituisca il tubo con una spirale di tondino equiresistente e dove le armature longitudinali siano affrontate allo stesso modo (e cioè siano realizzate con barre da c.a.).

Calcolo a caldo del PCM

Per l'approccio di calcolo a caldo il PCM si trasforma in un banale pilastro tondo in c.a. (non cerchiato) con la scomparsa della cerchiatura ed il degrado del calcestruzzo secondo la norma UNI-VVFF 9502. Le barre longitudinali, poi, vengono tenute distanziate dal tubo di quantità opportune in funzione della resistenza al fuoco richiesta.

Della verifica a caldo del PCM tratteremo diffusamente in un prossimo articolo ma è rilevante qui anticipare che, di massima, con la stessa armatura necessaria a freddo si ottengono, agendo solo sul copriferro, resistenze a caldo fino a 90-120 minuti ed, agendo sulle armature, si arriva ai 180 minuti (è opportuno anche dire che i VVFF hanno già analizzato ed approvato il sistema).

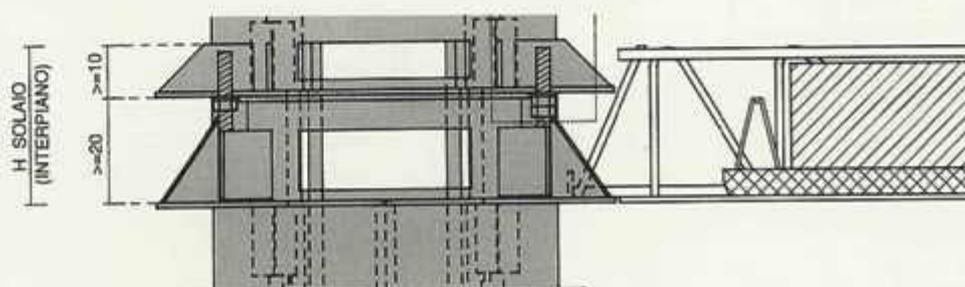
Dimensioni normalizzate per i PCM

DIMENSIONI VARIABILI (mm)					
PCM tipo	Dt	spt	PCM tipo	Dt	spt
PM 10	273.0	4.78	PM 22	558.8	6.35
PM 12	323.9	4.78	PM 24	609.6	6.35
PM 14	355.6	5.16	PM 26	660.4	6.35
PM 16	406.4	5.16	PM 28	711.2	8.00
PM 18	457.2	5.16	PM 30	762.0	8.00
PM 20	508.0	5.16	PM 32	812.8	8.00

Portate massime dei PCM e corrispondente resistenza al fuoco

CAMPI DI UTILIZZO PILASTRO CERCH. MISTO (ton.)							
PCM tipo	Portate	Finale	R max	PCM tipo	Portate	Finale	R max
PM 10	76.9	120	120	PM 22	330.5	180	180
PM 12	109.5	120	120	PM 24	394.8	180	180
PM 14	132.1	120	120	PM 26	464.9	180	180
PM 16	173.9	120	120	PM 28	530.0	180	180
PM 18	221.3	120	120	PM 30	616.7	180	180
PM 20	268.3	180	180	PM 32	703.6	180	180

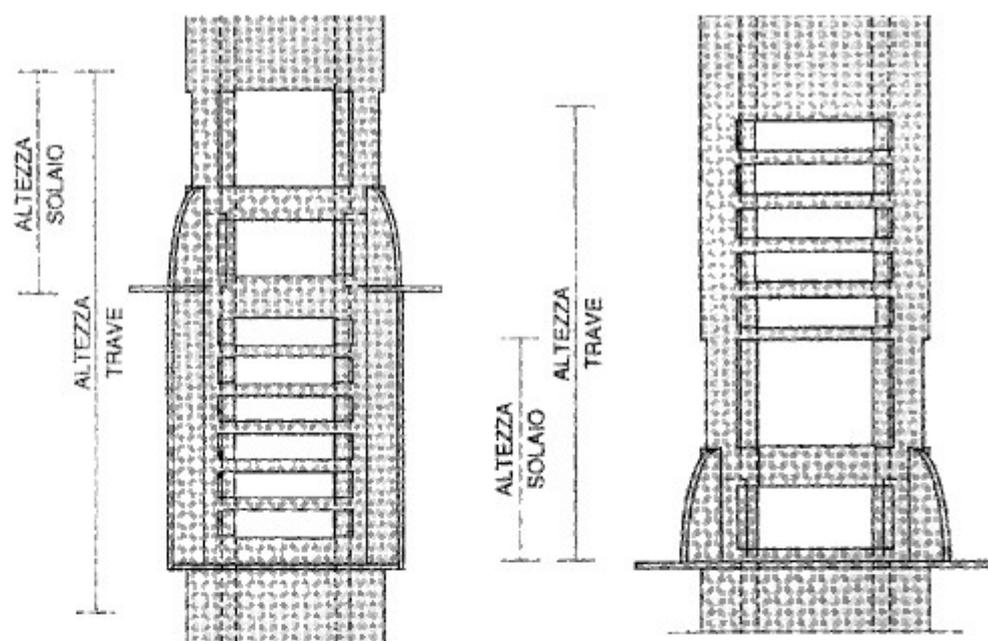
Per realizzare pilastri con un numero indefinito di piani, poi, il PCM è stato corredato di giunti fra conci sovrapposti, basati ancora su piastre e tirafondi, con ingombri interamente contenuti nello spessore di travi e solai. Anche questo è stato reso possibile dalla scelta di fondo e dalla continuità strutturale ottenuta con normali ferri di ripresa.



Giunto fra conci sovrapposti di PCM

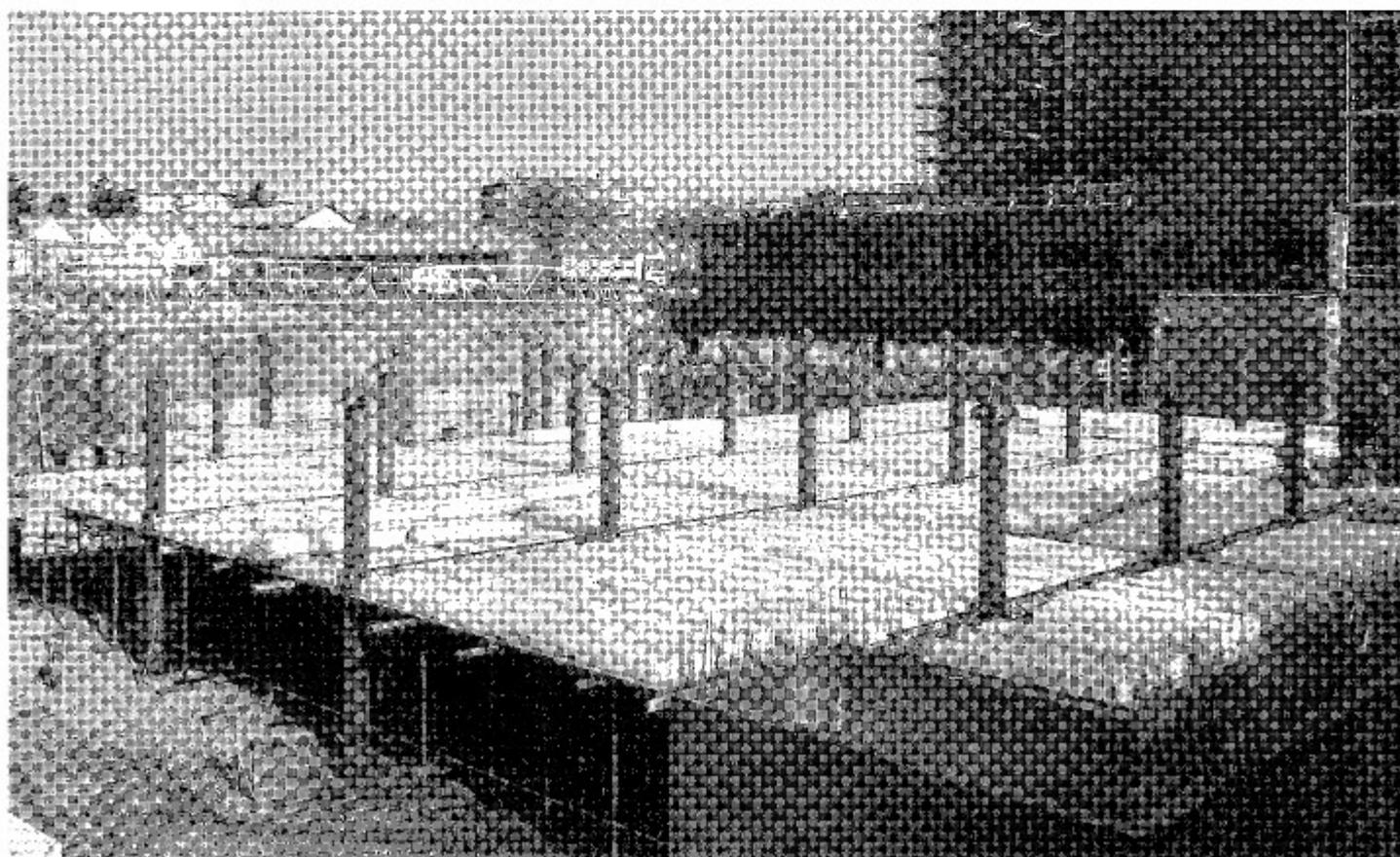
In presenza di travi a ribasso od a rialzo rispetto al solaio, infine, sono state predisposte asolature nel tubo, di passo e di resistenza pari alla spirale necessaria, nella sola porzione di tubo prospiciente le travi stesse.

Mensole per travi a ribasso ed a rialzo rispetto allo spessore del solaio



Uno studio di ottimizzazione (anzi di azzeramento!) degli sfridi di taglio ed una normalizzazione accurata e completa di tutte le tipologie di mensole, che permette la progettazione "a catalogo", ha fatto di questa idea un nuovo prodotto industriale che ha dato buona mostra di sé in numerose realizzazioni.

Livio Izzo



Parcheggio interrato di 2 piani a Gallarate (VA) realizzato con pilastri PCM, travi tralicciate e solai a lastre predalle.