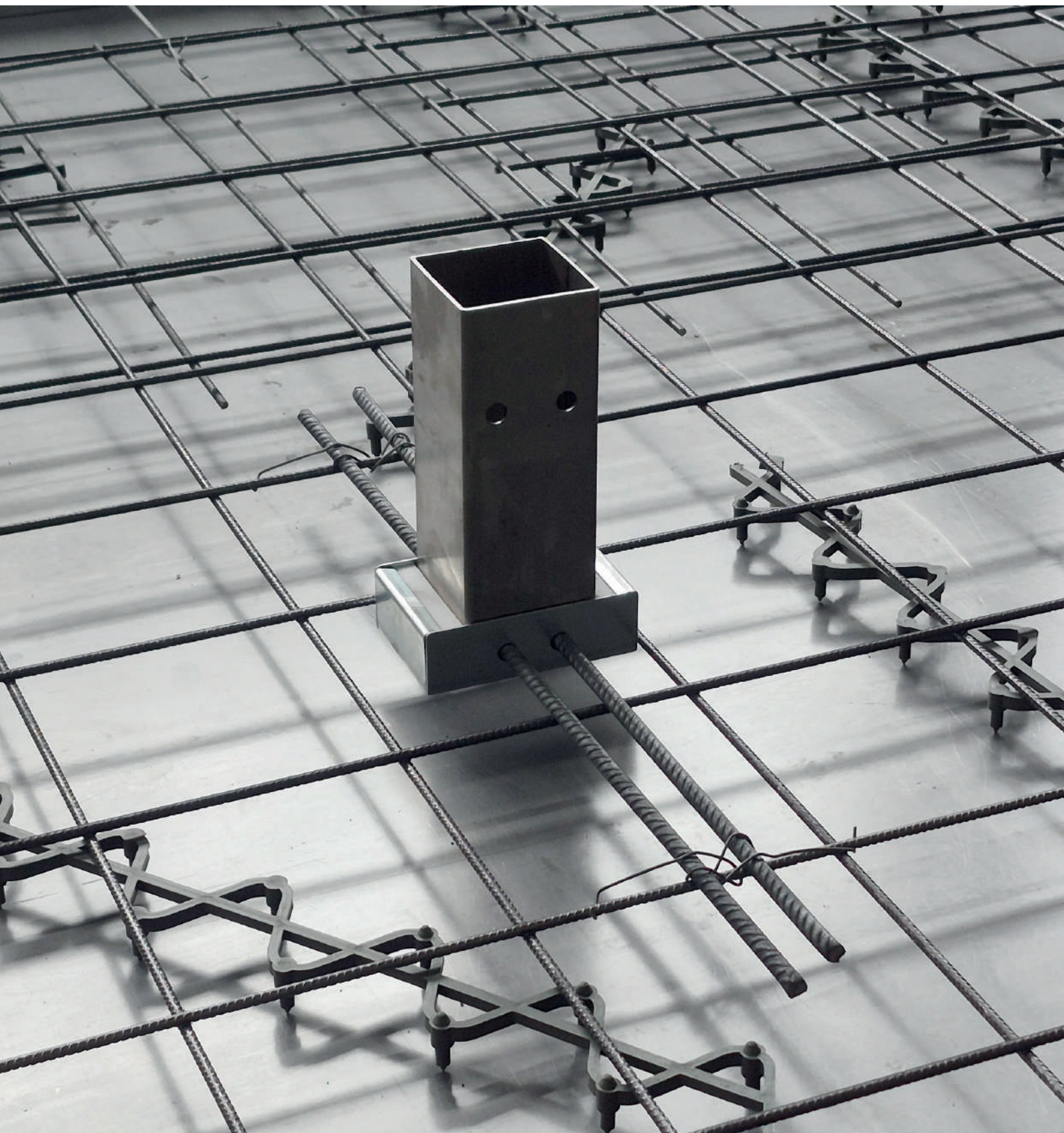


TAVARDRO

Sistema di connessioni per pannelli sandwich prefabbricati in c.a.



BREVETTO EUROPEO
EP 3081714

DAGMA[®]
EDILIZIA | ACUSTICA | RISPARMIO ENERGETICO

IL PANNELLO A TAGLIO TERMICO ESEGUITO CON IL SISTEMA TQUADRO

TQuadro è un innovativo Sistema di connessioni in acciaio Inox, ideato e brevettato da Dagma S.r.l., costituito da elementi strutturali portanti ed elementi di cucitura perimetrale che permettono di realizzare pannelli in calcestruzzo armato a taglio termico.

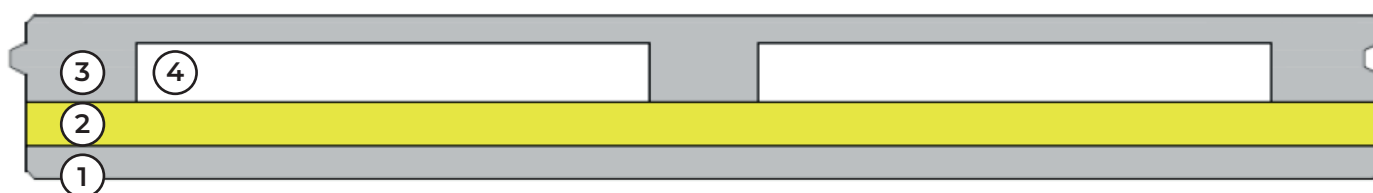
La stratigrafia tipica di un pannello a taglio termico realizzabile con il TQuadro è la seguente:

- 1 strato in c.a. "portato":** costituisce il lato "faccia a vista" del pannello
- 2 strato di materiale isolante performante:** disposto su tutta la superficie del pannello, è il principale materiale che contribuisce a raggiungere la trasmittanza termica richiesta
- 3 strato in c.a. "portante":** costituisce lo strato strutturale del pannello

4 eventuale strato di materiale di alleggerimento: interposto nello strato portante tra i travetti di armatura e, solitamente meno performante del materiale isolante, contribuisce assieme all'isolante, al raggiungimento del valore di trasmittanza richiesto e, al contempo, diminuisce il peso del manufatto.



Gli elementi del Sistema TQuadro, sono atti a garantire la corretta e duratura connessione tra i due strati in c.a. del pannello.



TUBOLARI PORTANTI IN ACCIAIO INOX

La parte strutturale del TQuadro è affidata a tubolari a sezione quadrata in acciaio Inox.

Detti elementi, hanno la funzione di sorreggere lo strato portato del pannello, garantendo contemporaneamente la libera dilatazione termica dello stesso, in quanto soggetto alle variazioni climatiche.

I Tubolari portanti si dividono in due tipologie:

- **Tubolari Fissi > A70, A80 o EX70, EX80;**
- **Tubolari Scorrevoli > (A70+AS) o (EX70+AS).**

Ogni Tubolare presenta n°2+2 fori, disposti simmetricamente sia alla base che in sommità, atti ad accogliere le barre d'armatura per solidarizzare il nodo strutturale al getto di calcestruzzo del pannello.

Nei fori o asole alla base vanno disposti:

- n°2 barre B450C $\varnothing 8$ L ≥ 30 cm, per tutte le tipologie di Tubolari. Queste, inserite nella parte inferiore del tubolare, sono barre di posizionamento che permettono un semplice collegamento alla rete elettrosaldata disposta nello strato portato in c.a.

Nei due fori in sommità vanno disposti:

- Tubolari A70 o EX70 n°2 barre B450C $\varnothing 8$ L ≥ 45 cm;
- Tubolari A80 o EX80 n°2 barre B450C $\varnothing 12$ L ≥ 45 cm.

Queste, poste nei fori superiori dei tubolari, sono barre di ancoraggio e hanno la funzione di vincolare solidamente il Tubolare allo strato portante in c.a. All'interno di ogni Tubolare vi è sempre un prisma di materiale isolante di altezza 6 cm per i Tubolari A70 ed A80 e di altezza 8 cm per i Tubolari EX70 ed EX80; questo per garantire la continuità dello strato di isolante previsto per il manufatto anche all'interno dei tubolari.

CARATTERISTICHE	A70	EX70
Lunghezza	165 mm	200 mm
Portata nominale (SLU)	28.150 N	24.935 N
Spessore isolante senza riduzione	60 mm	80 mm
Materiale	AISI 304	
Conducibilità termica	15 W/mK	
Spessore	2 mm	
Lato	70 mm	



CARATTERISTICHE	A80	EX80
Lunghezza	165 mm	200 mm
Portata nominale (SLU)	52.000 N	48.850 N
Spessore isolante senza riduzione	60 mm	80 mm
Materiale	AISI 304	
Conducibilità termica	15 W/mK	
Spessore	3 mm	
Lato	80 mm	



	AS
Materiale	DX51D+Z zincato Sendzimir
Riempimento	Prismi di melammina



L'elemento con funzione di carrello, denominato AS, trasforma il Tubolare Fisso A70 o EX70 in un Tubolare Scorrevole.

La sua fondamentale funzione è di assorbire, senza sovraccarico sugli elementi portanti, le dilatazioni termiche dello strato esterno portato.

Il progettista, durante la fase di verifica della trasmittanza dei pannelli, tramite il Software del Sistema TQuadro, potrà scegliere se utilizzare la serie di Tubolari A70, A80 e (A70+AS), oppure la serie di Tubolari EX70, EX80 e (EX70+AS).

La differenza sostanziale tra le due serie risiede nella capacità portante dei Tubolari, dettata dalla differente altezza "H" tra gli stessi:

- A70, A80: H = 16,5 cm
- EX70, EX80: H = 20 cm

Per capirne meglio la differenza tecnica, dobbiamo considerare una classica prestazione termica richiesta ai pannelli a taglio termico.

Ad esempio, sappiamo che si verifica la prestazione termica di $U \leq 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$, con 8 cm di spessore isolante avente un valore di conducibilità termica $\lambda_d = 0,031 \text{ W/mK}$.

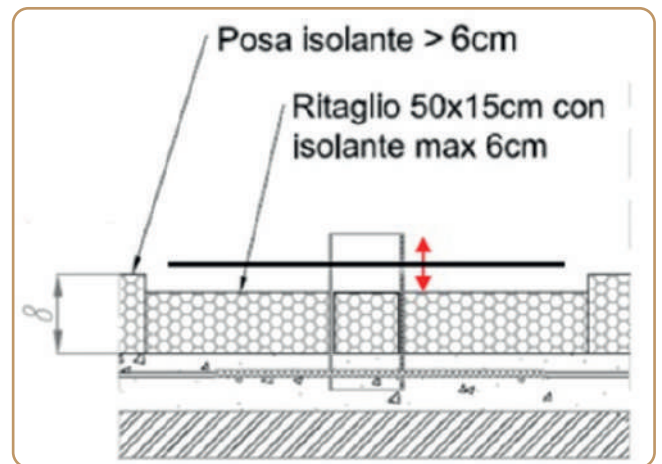
I Tubolari della serie "A" risultano avere una lunghezza inferiore ma una portata maggiore rispetto alla serie "EX" e consentono la disposizione attorno ad essi di uno spessore isolante massimo di 6 cm.

Ciò implica che sarà necessario operare una riduzione dello spessore di isolante attorno ai Tubolari di 2 cm ($8 - 2 = 6 \text{ cm}$).

I Tubolari della serie "EX" hanno una lunghezza maggiore della serie "A" e una portata minore ma consentono di utilizzare uno spessore di isolante fino a 8 cm nel loro intorno, per cui nell'esempio che stiamo analizzando, non sarà necessario operare alcuna riduzione dell'altezza dell'isolante: **ne consegue un vantaggio sia in termini di tempo di lavorazione durante la produzione del pannello a taglio termico sia in termini di trasmittanza finale, essendo ridotto il ponte termico localizzato in corrispondenza ai Tubolari.**



TUBOLARE A70 CON CARRELLO AS



Come detto è comunque lasciato al progettista la scelta della serie di Tubolari portanti da utilizzare.

CONNESSIONI PERIMETRALI

Il Sistema TQuadro è composto, oltre che dai Tubolari Portanti, anche da diverse tipologie di connessioni perimetrali in acciaio Inox AISI 304.

Sono elementi ricavati da filo Inox diametro 4mm ai quali viene attribuito un funzionamento esclusivamente a trazione, con $N_{res} = 2340,73 \text{ N}$.

Tali elementi hanno la funzione di evitare scartellamenti perimetrali dello strato portato durante le delicate fasi di scassero (effetto ventosa di

aderenza al cassero) e successivamente distaccamenti tra gli strati in c.a. durante la vita nominale del pannello per effetto della depressione del vento e alle eventuali azioni orizzontali dovute ad eventi sismici.

Il Sistema TQuadro propone quattro diverse tipologie, dettate dalla comodità di utilizzo che ogni stabilimento può prediligere in funzione dei suoi iter di produzione.

CONNESSIONE SALDATA

Doppia staffa ad "L" $\varnothing 4$, H=20 cm e zigrinata in sommità.

Le staffe, sono saldate ad un corrente $\varnothing 4$ a passo 40 cm. Il piede della "L" misura 12 cm.

La disposizione nel cassero risulta essere mediamente a passo 80 cm.

Questa tipologia di connessione ben si adatta se si vuole posare lo strato di isolante dall'alto, bucadolo con le estremità zigrinate. Tali connessioni devono essere preventivamente ben fissate alla rete elettrosaldata.

CONNESSIONE SALDATA



STAFFA FF

Ricavata dal filo Inox $\varnothing 4$ con piega 3D senza saldature, H=20 cm e piegata a 90° in sommità per garantire l'ancoraggio.

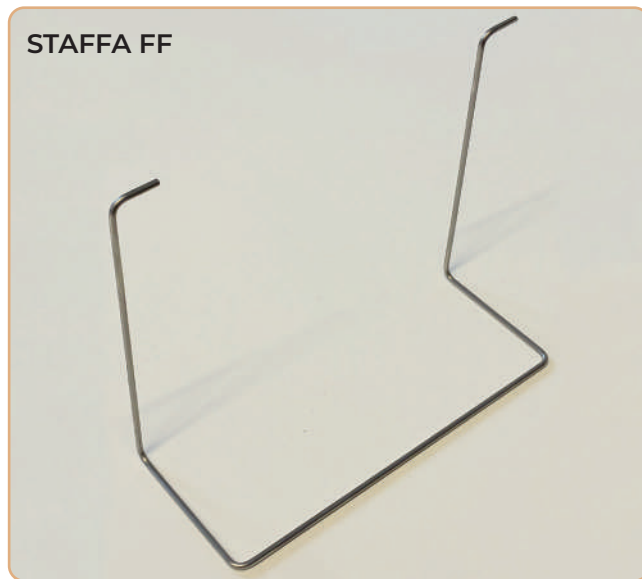
Il piede alla base misura 12x25 cm, i due ancoraggi distano tra loro infatti 25 cm.

La disposizione nel cassero risulta essere mediamente a passo 75 cm.

Questa tipologia di connessione perimetrale prevede l'inserimento nel calcestruzzo fresco e l'utilizzo in accostamento dello strato di isolante, lavorando con strisce di isolante di larghezza 12cm sul bordo del pannello e delle eventuali aperture.

Siccome questa connessione, una volta annegata nel cls, si troverà appoggiata sopra alla rete elettrosaldata, è consigliabile confinarla con una armatura di rinforzo $\varnothing 8-10$ annegata perimetralmente sopra il piede della Staffa FF.

STAFFA FF



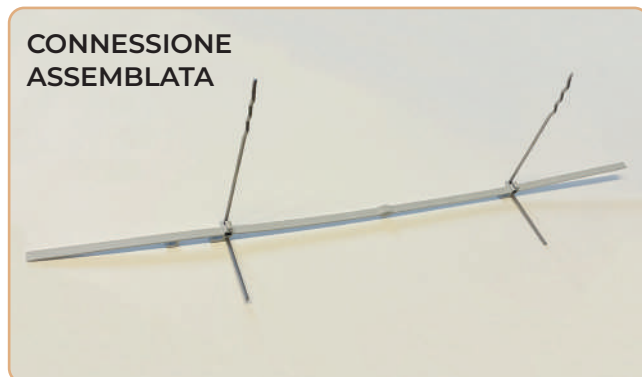
CONNESSIONE ASSEMBLATA

A nostro avviso, questa tipologia di connessione trova la sua migliore applicazione se si utilizzano le "clips" presenti nel Distanziale 4-80 per vincolarla alla rete elettrosaldata.

Tale operazione va eseguita prima di effettuare il getto di cls dello strato portato.

Successivamente, la stesura dello strato d'isolante potrà avvenire andando in accostamento alle Connessioni, come descritto nel capitolo dedicato alle STAFFE FF, evitando quindi di trapassarlo bucadolo.

CONNESSIONE ASSEMBLATA



STAFFA L - DISTANZIALE 4-80

Singola staffa ad "L" $\varnothing 4$, H=20 cm, zigrinata in sommità.

Può essere utilizzata nei seguenti modi:

- Unite al Distanziale 4-80 per formare la Connessione Assemblata;
- Singolarmente, ad esempio per la produzione di pannelli a taglio termico "al contrario" potendola infilare bucando lo strato di isolante;
- può essere anche usata come cucitura di rinforzo.

STAFFA L



DISTANZIALE 4-80



Assistenza tecnica

Dagma S.r.l. offre gratuitamente ai propri clienti, il servizio di consulenza tecnica, sia in remoto che in loco. Tale servizio è svolto da professionisti con una ventennale esperienza tecnica e produttiva nel settore della prefabbricazione industriale.



SOFTWARE TQUADRO

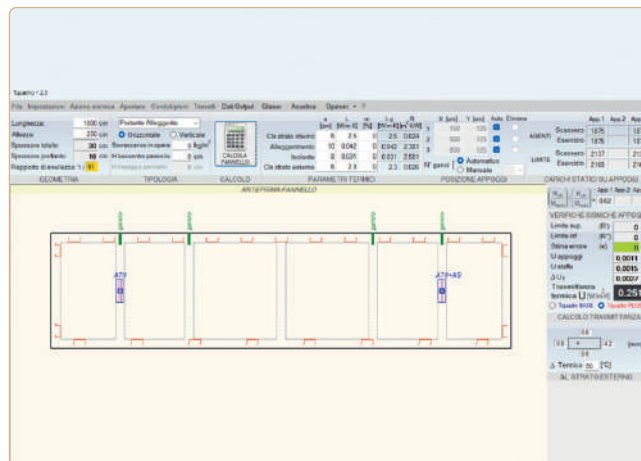
Per l'esatta determinazione del numero dei Tubolari Portanti, delle Connessioni Perimetrali e del loro posizionamento nel pannello a taglio termico in fase di progettazione, Dagma S.r.l. mette gratuitamente a disposizione dei progettisti il Software TQuadro.

Il Software permette di progettare la stratigrafia idonea a soddisfare la trasmittanza richiesta e verifica staticamente la corretta portata del Sistema TQuadro, restituendo i seguenti documenti:

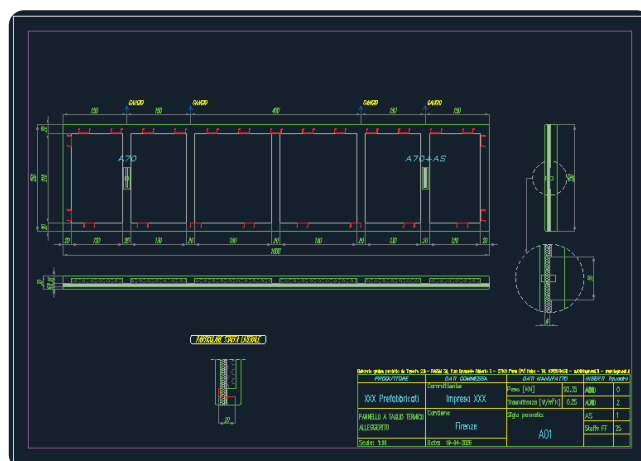
- **relazione di trasmittanza** certificata da ICMQ in formato .pdf
- **scheda esecutiva semplificata** in formato .pdf
- **file .scr** (script), eseguibile con Autocad nelle versioni superiori al 2006, per ricavare un .dwg contenente le indicazioni di disposizione del Sistema TQuadro ed i dati geometrici del manufatto
- **file .tq**, relativo al pannello analizzato, che costituisce il file sorgente

Il Software prevede la possibilità di utilizzare due algoritmi di calcolo, entrambi certificati da ICMQ:

- **TQuadro BASE**: calcolo con metodo semplificato, UNI EN ISO 6946:2018
- **TQuadro PLUS**: calcolo con metodo numerico



SOFTWARE TQUADRO



SCHEDA IN DWG

RELAZIONE DI CALCOLO TRASMITTANZA PER PANNELLO A TAGLIO TERMICO
Algoritmo "Tquadro PLUS rev. 4.0"
Certificato ICMQ EN004

Produttore: XXX Prefabbricati
 Committente: Impresa XXX
 Cantiera: Firenze
 Sigla pannello: A01

DATI PANNELLO

Tipologia:	Orizzontale alleggerito
Lunghezza:	1000 cm
Altezza:	250 cm
Larghezza travetto longitudinale superiore:	20 cm
Larghezza travetto longitudinale inferiore:	20 cm
Larghezza travetto trasversale sinistro:	20 cm
Larghezza travetto trasversale interno:	20 cm
Larghezza travetto trasversale destro:	20 cm
Volume cla. portante:	2.194 m ³
Volume alleggerimento:	1.806 m ³
Volume isolante:	2 m ³
Volume cla. portato:	1.5 m ³
Peso totale pannello:	9235 daN
Peso unitario:	3693 daN/m ²
Peso strato esterno:	3750 daN

CARATTERISTICHE MATERIALI

	Spessori [cm]	Conducibilità λ[W/(mK)]	m [%]	Ad [W/(mK)]	R [m²K/W]	(Rsi)
cla interno	6	2.5	0	2.5	0.13	
alleggerimento	10	0.042	0	0.042	2.381	
isolante	8	0.031	0	0.031	2.581	
cla esterno	6	2.3	0	2.3	0.026	
TOTALE	30				0.04	(Rse)

INSERITI SISTEMA Tquadro

N° appoggi: 2 (N° 2 A70)

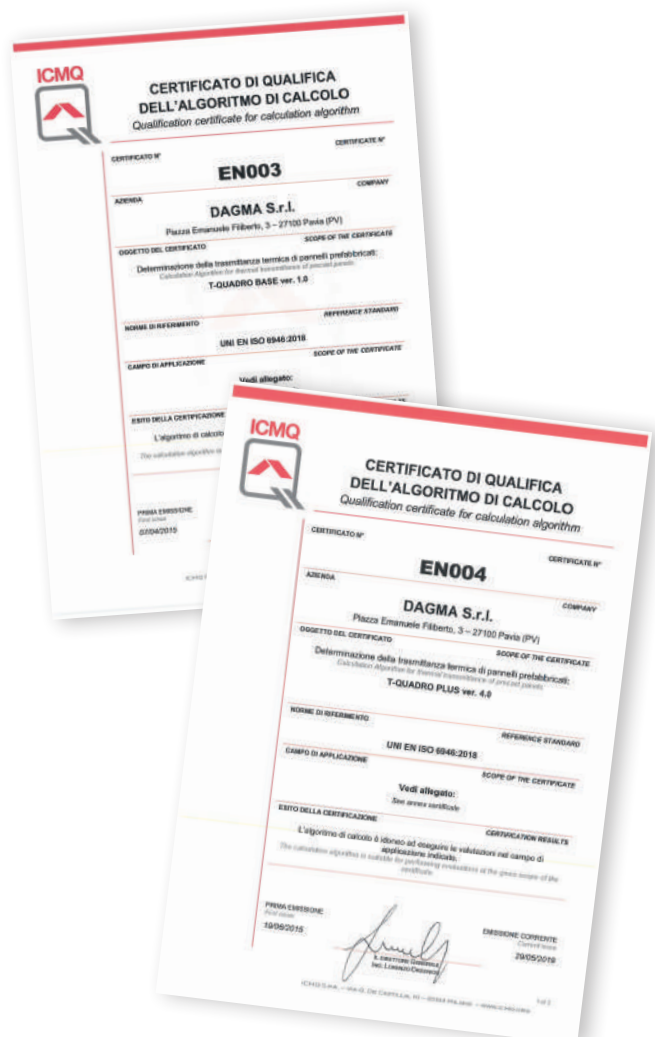
Appoggio 1	Appoggio 2
Carichi a scasso:	1875
Carichi in esercizio:	1875
Spessore isolante attorno agli appoggi:	6 cm
Dimensioni piastra isolante ridotta:	15 x 50 cm

N° di staffe tipo "FF": 25

CALCOLO TRASMITTANZA

Limite superiore resistenza termica R _{si} :	0	m²K/W
Limite inferiore resistenza termica R _{se} :	0	m²K/W
Stima dell'errore e:	0.003	W/m²K
Correzione per appoggi e staffe ΔU _{fi} :	0.003	W/m²K
TRASMITTANZA TERMICA del pannello U:	0.25	W/m²K

Documento elaborato il 19-04-2018 da programma Tquadro v.2.5 - DAGMA S.r.l. P.zza Emanuele Filiberto 3, 27100 - Pavia



CERTIFICATI ICMQ

RELAZIONE DI TRASMITTANZA

FASI PRODUTTIVE DEL PANNELLO A TAGLIO TERMICO

Si elencano a seguire le varie fasi produttive per la realizzazione del pannello a taglio termico col Sistema TQuadro. Consideriamo l'esempio di un pannello liscio fondo cassero.

1. Disposizione dei distanziatori e della rete elettrosaldata

Si posano sul fondo del cassero, precedentemente oliato, dei distanziatori $H = 2,5/3,0$ cm e, sopra di essi, si adagia una rete elettrosaldata $\phi 5$ 15x15 cm o 20x20 cm (Fig. 1).

2. Preparazione dei Tubolari Fissi e Scorrevoli

Per tutte le tipologie di Tubolari, anche in abbinamento al carello AS, nei due fori alla base vanno sempre disposte n°2 barre $\phi 8$ $L \geq 30$ cm (Fig. 2).

3. Disposizione e fissaggio dei Tubolari sopra la rete elettrosaldata

Il riferimento per l'orientamento dei Tubolari è dato dalla lunghezza del pannello:

i Tubolari Fissi (A70, A80, EX70, EX80) devono essere orientati in modo che le barre di ancoraggio siano trasversali per i pannelli orizzontali (Fig. 3), mentre dovranno essere longitudinali se i pannelli sono verticali (Fig. 4).

I Tubolari Scorrevoli (A70+AS, EX70+AS) vengono invece orientati sempre con le barre trasversali rispetto la lunghezza del pannello, indifferente che sia orizzontale o verticale.

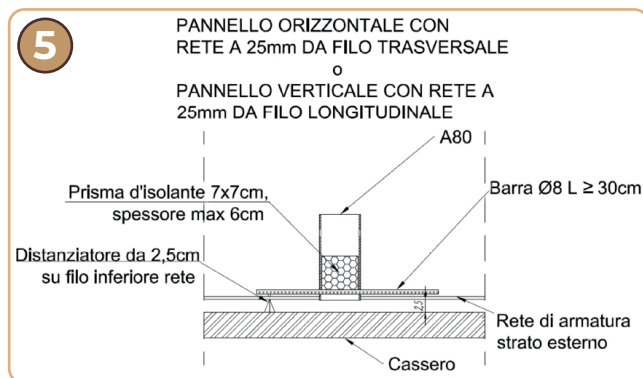
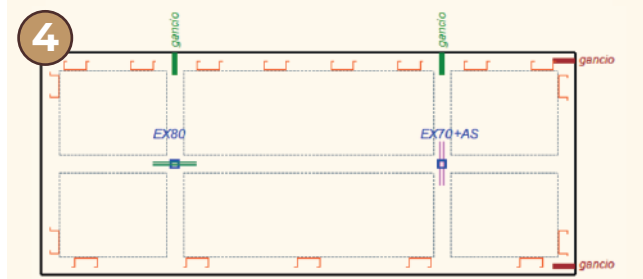
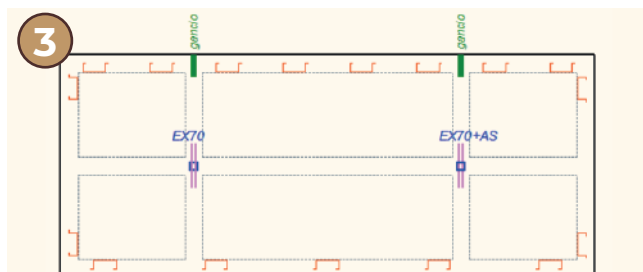
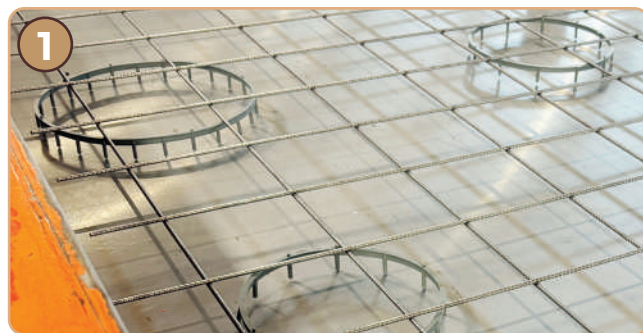
Con filo di ferro e gancio rapido vengono quindi fissati alla rete. Tali indicazioni sono comunque ben evidenziate nella scheda tecnica sviluppata con il Software TQuadro.

IMPORTANTE: evitare di posizionare i Tubolari in corrispondenza del giunto tra due fogli di rete, ove i sormonti tra i ferri possono sfalsare le distanze dei Tubolari rispetto al fondo del cassero.

Quanto detto fino ad ora vale nel caso di spessori dello strato portato pari a 6 cm; se detto strato fosse superiore, bisogna attrezzarsi con distanziatori più alti per non compromettere il corretto annegamento delle connessioni nello strato esterno in c.a. Nel caso in cui la posizione prevista del Tubolare coincida con un corrente della rete elettrosaldata, è possibile tagliare la porzione di barra della rete in sovrapposizione e posizionare il tubolare ove previsto dal Software; eventualmente si può integrare il nodo con una porzione 60x60 di rete, appoggiandola sopra alla rete inferiore e alle barre di posizionamento dei tubolari.

Se non è un problema per via della gabbia di armatura dello strato portante che potrebbe essere già stata sagomata, è preferibile spostare lateralmente il Tubolare di qualche centimetro, evitando di tagliare la rete (Fig. 5).

TQUADRO

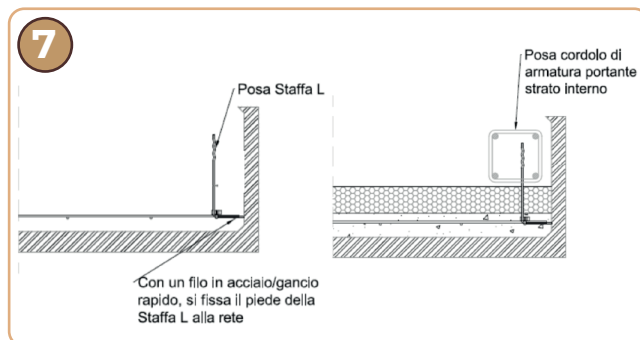
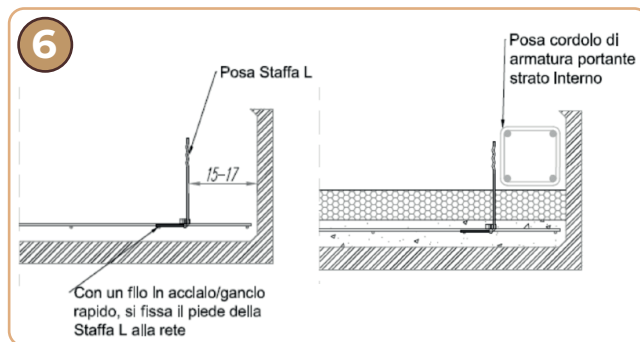


FASI PRODUTTIVE DEL PANNELLO A TAGLIO TERMICO

4a. Disposizione delle Connessioni Assemblate sopra la rete elettrosaldata (SOLUZIONE A)

I Distanziali 4-80 in PTL presentano delle clip che consentono di bloccare le Connessioni ai correnti della rete. Tali Connessioni si possono predisporre sia internamente che esteriormente al cordolo armato, ad esempio:

- sapendo che la larghezza dei cordoli portanti in c.a. sarà di 20 cm, si potrà ad esempio tenere una distanza fino a 17 cm dal cassero ricavando così lo spazio sufficiente per una comoda posa successiva dei travetti di armatura (Fig. 6).
- se invece si vorrà avere la staffa con l'estremità zigrinata all'interno del travetto di armatura dello strato portante, si potrà vincolare il distanziale con il piede delle staffe orientato verso il cassero, in modo che le staffe ad "L" si troveranno circa a 10 cm dal bordo. Analogamente a quanto detto per la Connessione Assemblata, si può operare con la Connessione Saldata. La sostanziale differenza riguarda la solidarizzazione alla rete elettrosaldata, che deve essere effettuata tramite legatura delle staffe con filo di ferro o ganci rapidi (Fig. 7).



4b. Disposizione delle Staffe "FF" sopra la rete elettrosaldata (SOLUZIONE B)

Questo sistema alternativo di cucitura perimetrale è pensato per ottimizzare i tempi di posa e prevede di inserire le Connessioni dopo il getto di calcestruzzo dello strato esterno portato senza mai dover bucare lo strato isolante.

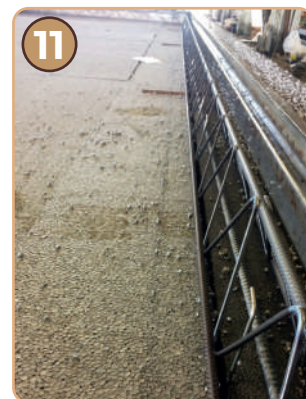
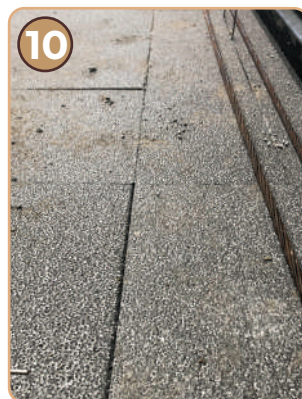
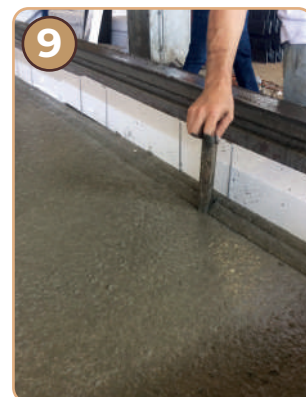
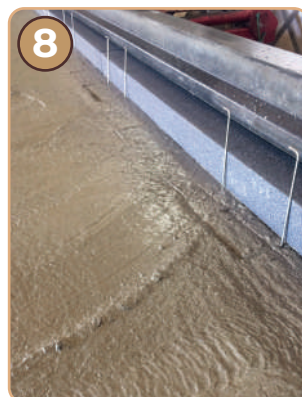
Per rendere possibile questa procedura, è necessario o comunque consigliato, approvvigionare l'isolante dello spessore voluto, sia in lastre di larghezza standard che in strisce di larghezza 12 cm. La prima operazione da fare, dopo aver gettato il cls costituente lo strato portato ed averlo stagiato e/o vibrato, è la disposizione delle strisce di materiale isolante da 12 cm sul perimetro del pannello e di ogni eventuale apertura che è prevista nello stesso, come a formare una cornice.

Successivamente si annegheranno nel cls appena gettato le Staffe "FF" (Fig. 8).

La procedura di inserimento prevede di affondarle nel cls fino ad appoggiarle alla rete elettrosaldata, inserita precedentemente nello spessore dello strato esterno.

Lateralmente, la Staffa "FF" andrà appoggiata alla striscia di isolante disposta sul perimetro.

Una volta annegate le Staffe FF lungo tutta la lunghezza, è consigliabile inserire una barra d'armatura $\varnothing 8$ o $\varnothing 10$ mm che faccia da riscontro tra la rete elettrosaldata e le Staffe FF. Tramite un "pestello" si agirà in maniera molto maneggevole e veloce a garantire il loro corretto annegamento/adesione alla rete elettrosaldata ed alla barra di confinamento, aumentandone la stabilità (Fig. 9). Successivamente alla posa delle Staffe "FF", si procederà alla stesura dell'isolante nella restante superficie interna del cassero (Fig. 10).



Finita tale operazione di posa, la superficie del pannello risulterà uniforme e le Staffe "FF" usciranno dalle lastre d'isolante accostate, senza averlo forato e si procederà con la posa delle armature e del materiale di alleggerimento al fine di completare lo strato portante del pannello (Fig. 11). Questo sistema si adatta molto bene specialmente con isolanti tenaci, quali i poliuretani. Anche la successiva posa di armatura avviene senza trovare ostacoli dovuti alla presenza delle Staffe "FF".

5. Getto del cls dello strato esterno portato (faccia a vista)

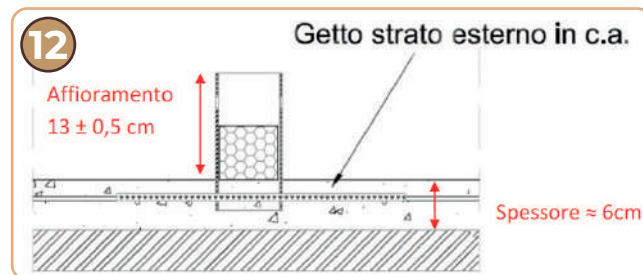
Riprendiamo dal punto "4a", considerando il punto "4b" come una soluzione alternativa.

Lo spessore del getto dello strato portato in ogni caso, non deve essere inferiore a 6 cm.

In caso di spessore superiore ai 6 cm, è necessario adeguare la misura dei distanziatori, come detto.

Ad esempio, se uso un distanziatore H 2,5 cm con 6 cm di getto, dovrò impiegare distanziatori H 3,5 cm se lo strato esterno del pannello è previsto da 7 cm. Nel caso volessi usare dei distanziatori H 2,5 cm con un getto da 7 cm, dovrò disporre un secondo spezzone di rete elettrosaldata sotto le barre $\varnothing 8$ dei Tubolari per riportarli alla quota corretta.

Se il pannello avesse finitura in graniglia di marmo o ghiaietto di fiume, la prima operazione sarebbe quella di gettare uno strato da 3-4 cm di materiale, per poi compattarlo e posare la rete elettrosalda-



ta al di sopra di esso, senza ausilio dei distanziatori in plastica. Sopra a questo strato di finitura, sarà poi necessario gettare un secondo strato di 3 cm, di cls strutturale o sempre di finitura a discrezione del cliente. La verifica del corretto annegamento dei tubolari portanti, si può fare semplicemente misurando la parte del tubo fuoriuscente dal getto; in condizioni standard la misura nel caso di tubolari di tipo A, risulterà circa 13 cm (Fig. 12). Sarà invece circa 16,5 cm per i tubolari di tipo EX.

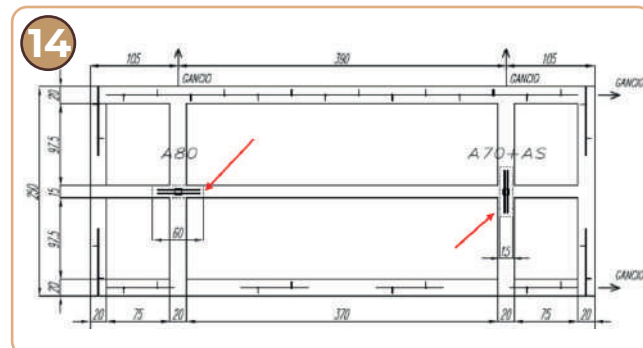
6. Posa dello strato isolante

In questa fase deve essere disposto su tutta la superficie del pannello uno strato di materiale isolante, avente uno spessore ed un valore λd certificato pari a quelli considerati nel calcolo eseguito con il Software del sistema TQuadro.

Se si utilizzano i Tubolari A70, A80 e A70 + AS, andrà eseguito attorno ad essi un ribassamento dello spessore dell'isolante se questo è maggiore di 6 cm.

Analogo discorso si può avere anche con i Tubolari EX70 ed EX80, dove però il ribassamento dello spessore di isolante avviene solo se lo spessore è maggiore di 8 cm. In ambo i casi, è un'operazione necessaria per non precludere la portata dei Tubolari. Nelle figure 13 e 14 riportiamo le due differenti casistiche nel caso di Tubolari A70 ed A80. Le dimensioni minime della riduzione dell'isolante devono essere tali da poter contenere in pianta le barre di ancoraggio da disporre nei Tubolari, con un minimo di tolleranza, quindi se le barre di ancoraggio superiori avranno una lunghezza di 50 cm, il ritaglio minimo visto in pianta sarà pari a un rettangolo 60 x 15 cm.

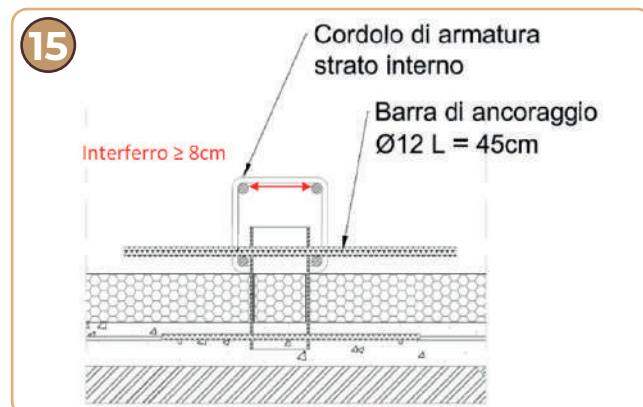
Per quanto riguarda le Connessioni Assemblate o le Connessioni Saldate, essendo state precedentemente solidarizzate tramite legatura alla rete



elettrosaldata, hanno la capacità di trapassare lo strato d'isolante di media densità quando questo viene spinto sopra di esse. A lavoro ultimato si noteranno perimetralmente le teste zigrinate delle Connessioni spuntare dallo spessore d'isolante appena disposto.

7. Disposizione delle armature nello strato portante del pannello

Le armature nello strato portante del pannello possono essere travetti a sezione quadrata o rettangolare con n°4 barre correnti e staffe a passo costante, oppure possono essere costituite da tralicci elettrosaldati a sezione triangolare. La posizione ideale dei Tubolari è quella che li vede inseriti all'interno di un cordolo di armatura; tuttavia, i calcoli e le verifiche della loro portata, sono stati fatti in assenza di armature nel loro intorno. Questo ci permette all'occorrenza, di posizionare i Tubolari anche al di fuori dei cordoli di armatura.



FASI PRODUTTIVE DEL PANNELLO A TAGLIO TERMICO

La possibilità di inserire i Tubolari all'interno delle armature è ideale poiché evita di effettuare ulteriori ritagli nel polistirolo di alleggerimento.

A titolo di esempio, nella figura 15, vediamo il particolare dell'appoggio all'incrocio con un cordolo di armatura formato da n°4 barre correnti $\phi 12$ e staffe $\phi 8$ a passo 25 cm. La situazione è simile nel caso si usino tralicci elettrosaldati a sezione triangolare.

L'esempio sotto riportato è tipico di un Tubolare A80 inserito in un pannello orizzontale. Come si osserva in figura, il Tubolare incrocia il cordolo di armatura del pannello.

Nel caso del Tubolare A80, è necessario che tra i ferri correnti del traliccio ci sia un interferro ≥ 8 cm, che si riducono a 7 cm se il Tubolare è A70.

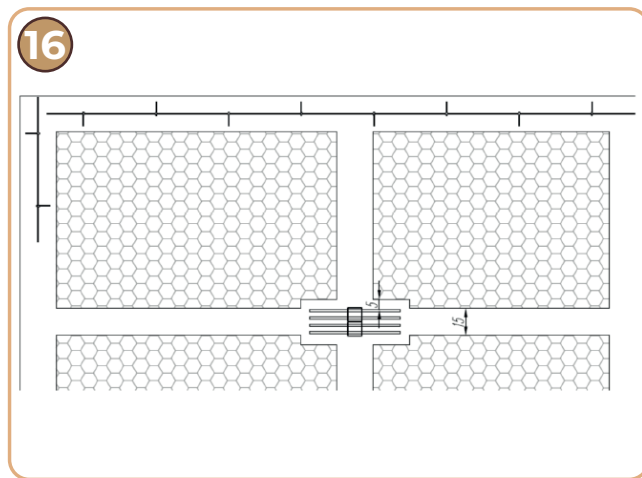
Una volta posizionate le armature, si inseriscono le barre di ancoraggio nei fori del Tubolare:

- n°2 $\phi 8$ L ≥ 45 cm (minimo) per i Tubolari A70 o EX70
- n°2 $\phi 12$ L ≥ 45 cm (minimo) per i Tubolari A80 o EX80

Anche nel caso in cui il cordolo di armatura corra parallelo alle barre di ancoraggio, ad esempio in pannelli orizzontali senza travetto longitudinale in asse al pannello, la presenza delle staffe a passo 25 cm garantisce un rinforzo all'ancoraggio che non necessita mai di ulteriori armature aggiuntive.

8. Disposizione dei pani di alleggerimento nello strato portante del pannello

Nella maggior parte dei pannelli prodotti avremo uno strato portante alleggerito, dove l'alleggerimento sarà costituito da polistirene. Questo polistirene verrà posato direttamente sul materiale isolante, tra le armature presenti, tenendo conto delle larghezze previste per i travetti in c.a. Il polistirolo di alleggerimento, nel caso di disposizione di un doppio Tubolare (caso tipico nei pannelli verticali di lunghezza superiore a 11 metri) o nel caso di cordoli di armatura aventi una larghezza < 15 cm, deve essere ritagliato per lasciare un ricoprimento sufficiente alle barre di ancoraggio dei Tubolari, vedi figura seguente. solante appena disposto (Fig. 16).



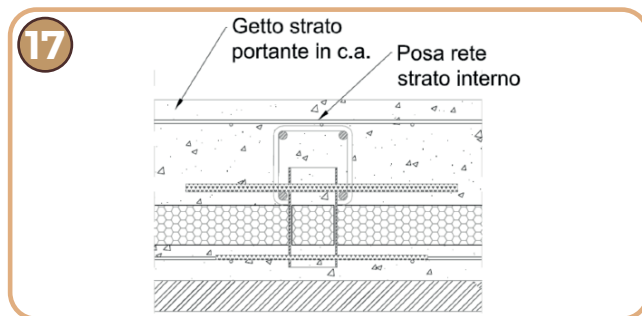
9. Disposizione della rete elettrosaldata

La fase successiva dopo la disposizione dell'alleggerimento è la posa di una rete elettrosaldata,

opportunamente distanziata dai pani di alleggerimento, che costituirà un'armatura secondaria integrativa per la cappa di cls del getto finale.

10. Getto di cls dello strato portante armato

La fase finale della realizzazione del pannello a taglio termico prevede il getto di cls, atto a formare lo strato portante armato. In seguito al getto, si consiglia di vibrare bene (ad ago o passando con una staggia vibrante) in corrispondenza dei cordoli di armatura e anche dei Tubolari, per permettere al calcestruzzo di compattarsi al massimo, migliorando l'ancoraggio delle barre inserite nei fori superiori dei Tubolari (Fig. 17).



11. Staggiatura e scassero

Una volta staggiata la superficie a cielo cassero, il pannello è completato.

Per lo sformo, che avverrà il giorno seguente, è richiesta una $R_{ckj} > 15$ N/mm² per entrambi gli strati in calcestruzzo.

PRESCRIZIONI DI UTILIZZO IN CASI PARTICOLARI

Doppio Tubolare Fisso alla base del pannello verticale

In pannelli verticali molto lunghi, è facile che sia necessario inserire un doppio Tubolare Fisso (A80 o EX80); il software dedicato saprà dare indicazioni precise in merito. Possono essere messi affiancati ma, ovviamente, richiedono che venga previsto un allargamento maggiore dell'alleggerimento,

di circa 60 x 30 cm, dove le barre di ancoraggio inserite nei Tubolari possano trovare il calcestruzzo necessario per l'ancoraggio.

Può succedere che nel caso di doppio appoggio alla base, sia comodo e conveniente disporli lateralmente, a circa 25 cm dal bordo longitudinale del pannello (Fig. 19).

Cordoli pieni in c.a. che interrompono lo strato isolante

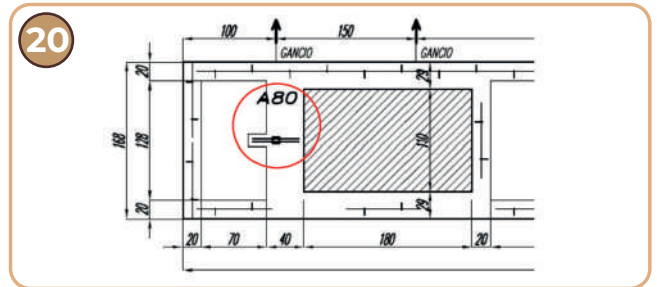
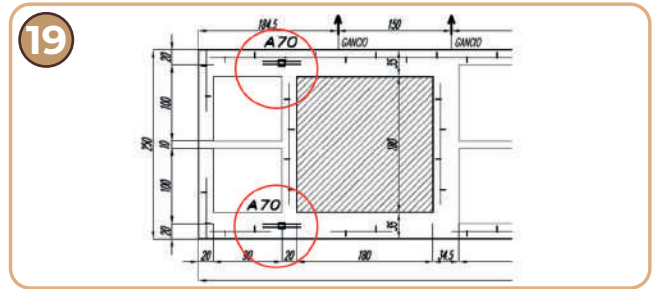
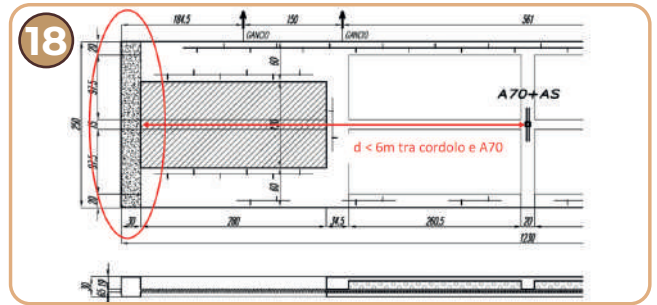
Un cordolo pieno in c.a. a tutto spessore è un irrigidimento del pannello che viene considerato portante se la sua larghezza è superiore a 9 cm.

Questo è il caso, ad esempio, di pannelli verticali con porta, ove si è soliti non inserire l'isolante nei pochi centimetri che costituiscono la soglia tra apertura e la base del pannello. In questi casi se il cordolo è portante, tutti i Tubolari previsti devono essere dotati di assorbitore AS per diventare Tubolari Scorrevoli. Se la distanza tra il cordolo pieno e il primo A70+AS è superiore a 6 metri, si deve prevedere un A70+AS nel cordolo trasversale sopra la porta (Fig. 18).

Aperture

Quando nel pannello sono previste delle aperture, facilmente sarà necessario spostare i Tubolari o, talvolta, eliminarli e sostituirli con cordoli pieni in c.a. Soprattutto nei pannelli verticali, spostare il Tubolare può risultare più difficoltoso, in quanto vanno garantite le distanze dai bordi ed andranno ritagliati gli alleggerimenti per creare volumi di cls sufficienti per l'annegamento delle barre di ancoraggio disposte nei Tubolari (Fig. 19).

Se è necessario spostare un Tubolare, è consigliabile posizionarlo al di sotto dell'apertura, ad almeno 30 cm, ed armare bene il cordolo trasversale nel quale si troverà inserito (Fig. 20).



PRESCRIZIONI PER LO STOCCAGGIO, IL TRASPORTO E LA POSA IN OPERA

Per tutte le fasi successive allo sformo del manufatto, vige un'unica importante regola:

il peso del pannello non deve mai essere scaricato a terra tramite l'appoggio sullo strato esterno portato o "faccia a vista" (Fig. 21).

Lo spessore dello strato esterno è infatti ridotto e una qualunque operazione che possa scaricare il peso dell'intero manufatto, appoggiando lo strato appeso, può provocare serie lesioni all'integrità del pannello. La fase dello stoccaggio, inoltre, è doppiamente critica in quanto il calcestruzzo non ha raggiunto la completa maturazione. Per questo motivo è necessario prestare maggiore attenzione alla posa dei pannelli nelle rastrelliere, adottando i seguenti accorgimenti:

1. Il primo appoggio del pannello deve essere sempre fatto nella porzione portante della sua sezione;
2. È opportuno appoggiare il manufatto a terra per tutta la sua lunghezza e se su spessori di gomma/legno, è necessario che questi siano posizionati in corrispondenza delle nervature trasversali portanti (in genere corrispondenti alle posizioni dei ganci per il sollevamento);

3. Non è vietato appoggiare in un secondo tempo anche la sezione appesa del pannello, va comunque garantito che su di essa non gravi più del suo stesso peso.

Questa terza operazione in opera non è contemplata, gli strati esterni appesi devono essere lasciati liberi di assecondare le dilatazioni/contrazioni termiche.



TALUADRO

Sistema di connessioni per pannelli sandwich prefabbricati in c.a.

CONSIGLI PRATICI

Per la buona riuscita del manufatto, è necessario che all'atto dello scassero, che rappresenta la fase più delicata, la resistenza del calcestruzzo dello strato portante sia almeno pari a 15N/mm^2 ; la resistenza finale deve invece essere superiore a 25N/mm^2 .

In tutte le fasi, compreso il montaggio, è importante che il peso del pannello non si scarichi a terra attraverso l'esiguo strato esterno che è appeso allo strato portante grazie ai collegamenti e non avendo funzione strutturale, potrebbe oltre che subire lesioni, minare l'integrità strutturale dell'intero manufatto. In manufatti come i pannelli sandwich, specie se con finitura esterna liscia da fondo cassero, sono frequenti le fessurazioni sul faccia a vista. L'utilizzo di particolari additivi che limitano il ritiro idraulico o l'aggiunta di fibre strutturali al calcestruzzo dello strato esterno, sono soluzioni capaci di eliminare o quantomeno limitare queste problematiche.

FACEonline.it

Prima Edizione Giugno 2026

