



RELAZIONE SULL'UTILIZZO DEI CASSERI ARGISOL PER PARETI DI TAMPONAMENTO (NON STRUTTURALI)

INDICE:

PREMESSA	3
1. CASSERATURA ARGISOL PER PARETI DI TAMPONAMENTO	5
1.1. IN QUALI CASI SI PUO' UTILIZZARE ARGISOL PER TAMPONAMENTO	7
1.2. IL CALCESTRUZZO ALLEGGERITO DA UTILIZZARE	8
1.3. LE ARMATURE DI COLLEGAMENTO	10
1.4. LE FASI DI REALIZZAZIONE	13
1.4.1 POSA DELL'ARGISOL ASSIEME ALLE STRUTTURE DI PIANO	13
1.4.2 POSA DELL'ARGISOL SUCCESSIVA ALLA STRUTTURA DI PIANO	15
1.4.3 POSA DELL'ARGISOL A TELAIO GIA' REALIZZATO	17
2. CARATTERISTICHE DEL TAMPONAMENTO ARGISOL	19
2.1. GLI SPESSORI DELLA PARETE	19
2.2. I PESI DELLA PARETE E LE ARMATURE DA INSERIRE	21
2.3. L'ISOLAMENTO TERMICO E COMPORTAMENTO IGROMETRICO	25
2.4. COMPORTAMENTO AL FUOCO	28
3. IL CONFRONTO CON IL SISTEMA "A CAPPOTTO"	30
3.1. I VANTAGGI RISPETTO AL SISTEMA "A CAPPOTTO"	32
4. FINITURA	35
4.1. FINITURA ESTERNA	36
4.2. FINITURA INTERNA	36

5. ALLEGATI

da 38 in avanti

ALLEGATO T_1 : Particolari armature pareti Argisol – Tamponamento (pianta e sezione)

ALLEGATO T_2 : Particolari armature pareti Argisol – Tamponamento (sezione verticale)

ALLEGATO T_3 : Particolari armature su fori pareti Argisol – Tamponamento (sezione verticale)

ALLEGATO T_4 : Particolari attacco pareti Argisol Tamponamento su pilastro (pianta)

ALLEGATO T_5 : Tavola riassuntiva delle armature

ALLEGATO : Nota di calcolo statico sulle murature di Tamponamento

Per qualsiasi altra informazione o dettagli tecnici, potete visitare il sito: www.bioisotherm.it
o contattare il nostro Ufficio Tecnico Bioisotherm:



UFFICIO TECNICO-COMMERCIALE:

via Longhin, 83 – 35129 Padova (PD)
tel. 049.8687216 fax 049. 8684624
e-mail: info@bioisotherm.it

PREMESSA

Il sistema costruttivo a pareti con blocchi-cassero *Argisol* nasce come sistema modulare di casseri isolanti in *Neopor*[®] per realizzare pareti portanti in calcestruzzo armato. A tal proposito, il sistema si avvale di tutta una serie di elementi cassero (elemento base, angolo 90°, contro angolo, inserti in eps e legno, variatori di quota, architrave, sponda solaio, ecc.) che opportunamente montati a secco in cantiere rispecchiano quelle che sono le pareti portanti dell'edificio.

Si tratta di creare una casseratura continua per il contenimento del getto di calcestruzzo. La posa dei vari casseri avviene per corsi successivi sino all'altezza dei solai, previa disposizione di armature orizzontali ad ogni corso e dell'armatura verticale calata dall'alto. Una volta puntellata e messa a piombo, la casseratura è pronta a ricevere la colata di calcestruzzo che a maturazione costituisce la struttura portante dell'edificio a pareti portanti.

Rimanendo in opera, il cassero stesso garantisce un elevato e continuo isolamento termico dell'edificio, mentre la gettata di calcestruzzo solidale offre elevate prestazioni di resistenza meccanica.

La presente guida per l'utilizzo dei casseri *Argisol* per la realizzazione di tamponamenti non strutturali nasce come nota dedicata ad un uso alternativo dei casseri *Argisol*, che ricordiamo, sono dedicati alla realizzazione di pareti portanti calcestruzzo strutturale.

Tuttavia, non neghiamo che tali casseri, per come sono progettati, sono così flessibili da poter essere utilizzabili anche come casseratura per pareti non strutturali. Si tratta quindi di utilizzare parte della gamma di elementi *Argisol* per la formazione di una casseratura isolante a rimanere pronta a ricevere un getto di calcestruzzo di tipo alleggerito ($\gamma_{cls} = 1700-1800 \text{ Kg/m}^3$) per realizzare pareti di tamponamento o pareti di chiusura non strutturali, che hanno solamente la funzione di separazione e non di sopportare carichi statici gravitazionali.



Immagine relativa al calcestruzzo alleggerito con argilla espansa. Nella immagine a sx si vede la rottura della singola particella di argilla, nella immagine centrale un provino di calcestruzzo alleggerito dopo la prova di rottura a compressione. L'immagine a destra rappresenta il getto con calcestruzzo alleggerito di recupero di un solaio.

Pertanto, l'uso dei casseri *Argisol* potrebbe essere proposto come uso alternativo al classico sistema tradizionale di realizzazione dei tamponamenti, in cui ad una prima fase di posa dei mattoni con malta, ne segue una seconda per il rivestimento a cappotto.

Nel caso di utilizzo dei casseri *Argisol* per pareti di tamponamento, in una unica fase si realizzerebbe sia la cassetatura di tamponamento che l'isolamento.

Si elencano brevemente alcuni vantaggi derivanti dai casseri *Argisol* per l'utilizzo di pareti di tamponamento:

- **modularità geometrica:** grazie alla modularità di posa, possono occupare qualsiasi luce tra pilastro e pilastro, e possono raggiungere qualsiasi altezza (anche non modulare di 30cm);
- **ampia gamma di elementi disponibili:** in modo da realizzare pareti di qualsiasi forma (anche curvilinea) e altezza;
- **leggerezza del materiale:** il blocco base pesa circa 3,5 Kg, nettamente inferiore al peso di un singolo mattone.
- **velocità di posa:** gli elementi *Argisol* vengono posati a secco, a differenza del mattone che necessita dell'adesione della malta. Inoltre con la posa dell'Elemento Base *Argisol* si realizza più superficie di un singolo mattone. (superficie Elemento Base = 0.36mq);
- **isolamento termico:** doppio isolamento termico della parete (interno ed esterno), a differenza dei sistemi "a cappotto" dove l'isolamento risulta solo verso l'esterno;
- **sicurezza strutturale:** le armature di ripresa uscenti dalla trave inferiore e dai pilastri laterali garantiscono di rendere solidale il tamponamento con la struttura;
- **sicurezza in cantiere:** la posa del materiale e la sua leggerezza non pone i lavoratori a rischi.

La contemporaneità di queste caratteristiche permette di realizzare in una unica fase:

- la parete di tamponamento tra pilastro e pilastro;
- l'isolamento termico;

a differenza dei tamponamenti tradizionali, in cui ad una prima fase di realizzazione del tamponamento con mattone (laterizio + malta) ne segue una seconda fase per il rivestimento "a cappotto". Una più approfondita analisi di raffronto tra i due sistemi è descritta al § 3.



Taglio dell'elemento base per la formazione del pilastro



Realizzazione del tamponamento con casseri Argisol a ridosso dei pilastri

1. CASSERATURA ARGISOL PER PARETI DI TAMPONAMENTO

Gli elementi della gamma *Argisol*, nati per realizzare pareti portati, possono essere utilizzati per realizzare pareti di tamponamento non strutturali, dello spessore totale (al netto delle finiture) di 25/30/35/40/45cm, realizzate con un getto in opera di calcestruzzo alleggerito ($\gamma_{cls} \leq 1750 \text{ Kg/cm}^3$) effettuato in un'unica soluzione (generalmente fino all'altezza di 3,0m), dello spessore di 14.0/16.5/21.5cm previo inserimento di una maglia definita di ferri verticali ed orizzontali.

La cassetta autoportante rimarrà anche dopo la maturazione del getto come elemento isolante della parete stessa conferendole un adeguato valore di isolamento (costante nel tempo). La cassetta *Argisol* è formata da elementi cassetta modulari, costituiti da due lastre di spessore differenziato, in *Neopor® di BASF SE*, distanziate da staffe in lamiera d'acciaio zincato inglobate nel polistirene in fase di stampaggio.

Le fasi di posa della cassetta rispecchiano essenzialmente quelle fatte per le pareti portanti, in cui i casseri vengono montati a secco fino ad altezza di intradosso del solaio (o della trave), a riempimento di tutta la facciata da tamponare. Ad ogni corso saranno posati i ferri d'armatura orizzontali e i ferri d'armatura verticali saranno calati dall'alto prima del getto del calcestruzzo alleggerito. Infine si eseguirà il getto del calcestruzzo alleggerito all'interno dei casseri preventivamente puntellati con apposita attrezzatura atta a garantire la verticalità.

Nel caso di pareti portanti, lo spessore della parete dipende essenzialmente da:

- esigenze statico strutturali che prescrivono lo spessore della parte portante in calcestruzzo in funzione dell'altezza;
- livello di isolamento termico che si vuole raggiungere che incidono sullo spessore della lastra esterna.

Nel caso di pareti di tamponamento, lo spessore della parete può essere scelto:

- in base alle esigenze architettoniche, preferendo lo spessore che dia meno ingombro o che meglio si adatta alla struttura portante;
- in base al livello di isolamento termico che si vuole raggiungere variando lo spessore della lastra esterna.

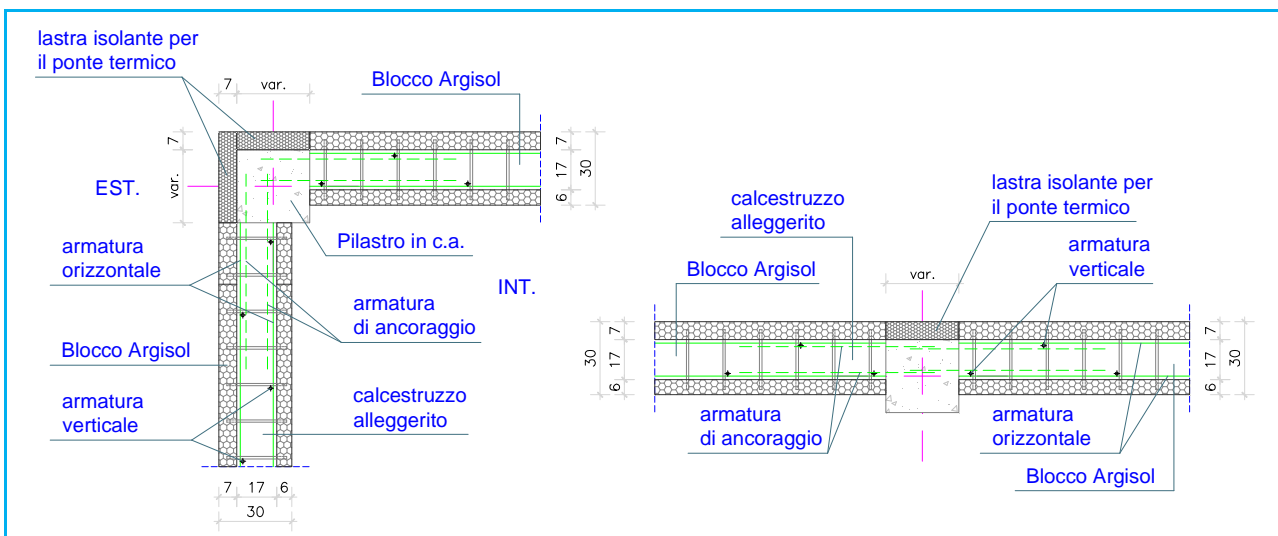
– Tabella spessori pareti tamponamento con casseri *Argisol*.

sezione rappresentativa	tipologia	Sp. CLS [cm]	Sp. isolamento interno [cm]	Sp. isolante esterno [cm]	Sp. parete totale grezzo [cm]
	ARGISOL 16.5	16.5	6.2	7.3	30
				12.3	35
				17.3	40
	ARGISOL 21.5	21.5	6.2	7.3	35
				12.3	40
				17.3	45
	ARGISOL 14.0	14.0	4.8	6.2	25
				11.2	30
				16.2	35

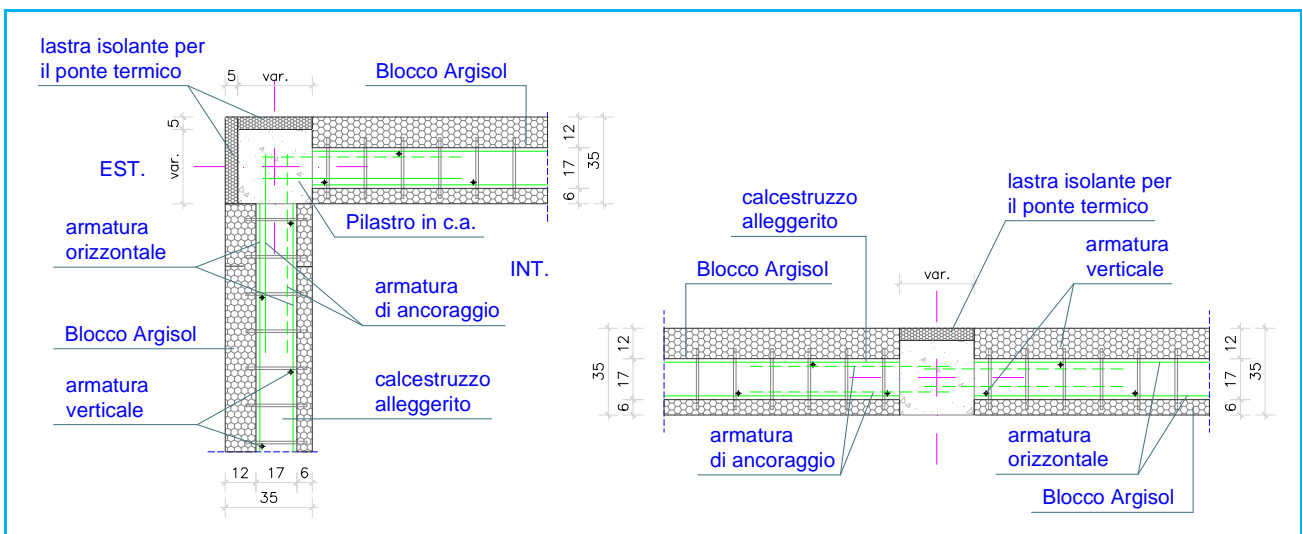
Nel caso di utilizzo dei casseri *Argisol* per la realizzazione di pareti portanti siamo vincolati, per prescrizioni normative, ad utilizzare opportuni spessori di calcestruzzo in base all'altezza della parete e quindi a selezionare la scelta della gamma *Argisol*.

Nel caso di pareti di tamponamento, non abbiamo questo vincolo normativo, quindi possiamo utilizzare gli spessori che meglio si raccordano alla struttura portante verticale (pilastri, setti, ecc.) in modo da eliminare o attenuare il ponte termico in corrispondenza dei pilastri e setti in c.a. e che meglio soddisfano le nostre esigenze di ingombro della parete e di isolamento termico.

Si consiglia sempre di isolare esternamente il pilastro (o setto) con almeno un pannello isolante (almeno 5cm) o di far proseguire esternamente al pilastro la lastra del cassero esterno *Argisol*. In questo secondo caso si può utilizzare come lastra isolante l'elemento *Argisol* "Sponda solaio" fornita dello stesso spessore del cassero esterno del blocco *Argisol* scelto per la parete.



Esempio di posa dell'*Argisol* 30/16.5 in tamponamento con risega del pilastro verso l'interno della stanza.



Esempio di posa dell'*Argisol* 35/16.5 in tamponamento a spessore pilastro.

1.1 IN QUALI CASI SI PUO' UTILIZZARE ARGISOL PER TAMPONAMENTO

Quando non è possibile utilizzare i casseri *Argisol* per pareti portanti, si possono utilizzare i casseri *Argisol* per realizzare pareti non strutturali, comunemente dette pareti di tamponamento, con il solo scopo di chiusura dello scheletro strutturale, normalmente concepito come struttura a telaio.

In questo caso le pareti *Argisol* non sono strutturali, e quindi non sono progettate per resistere a carichi verticali né ad azioni sismiche, ma solamente verificate per resistere a ribaltamento per azioni fuori piano.

Non esiste una casistica definita dei vari casi in cui è preferibile utilizzare i blocchi *Argisol* per realizzare pareti di tamponamento. Di seguito un elenco di casistiche (elenco in corso di aggiornamento) in cui è possibile l'utilizzo dei casseri *Argisol* per tamponamento.

Secondo le nostre esperienze, possiamo stilare i seguenti casi di utilizzo dell'*Argisol* come parete di tamponamento:

- a) **Quando non è possibile ricondurre la struttura portante dell'edificio ad una "struttura a pareti".** Si tratta di quegli edifici che per la loro conformazione architettonica richiedono una struttura a telaio (es. edificio su pilotis).
- b) **Nel caso in cui le pareti dei piani superiori non siano allineate con quelle sottostanti.** Si tratta di quelle pareti che pur non avendo una funzione portante, risulta conveniente fare con i casseri *Argisol*, per le loro caratteristiche termiche. In questo caso la parete grava sul solaio non avendo alcun sostegno inferiore.
- c) **Nel caso di sopraelevazioni,** su struttura esistente a travi e pilastri. In questo caso non risulta conveniente appesantire la struttura esistente con pareti in calcestruzzo strutturale, ma si può erigere un nuovo piano di pilastri e travi in corrispondenza di quelle sottostanti e formare le chiusure opache con tamponamento in *Argisol* gettato con calcestruzzo alleggerito.
- d) **Quando l'impresa preferisce utilizzare il tradizione modo di costruire,** realizzando prima il telaio portante (la struttura) ed in seconda battuta i tamponamenti.
- e) **Nel caso in cui siano previste in progetto altezze delle pareti in c.a. (altezze di interpiano) maggiori di quelle previste dalla normativa per lo spessore di calcestruzzo da 16,5cm e 21,5cm.** Si parla di pareti in c.a. con altezze maggiori ai 4,30mt, per il cassero *Argisol* con setto in calcestruzzo da 21,5cm e altezze maggiori ai 3,30mt, per il cassero *Argisol* con setto in calcestruzzo da 16,5cm. in cui non è possibile utilizzare nemmeno il blocco cassero *Argisol* con setto centrale da 21,5cm (caso ad esempio di edifici industriali che utilizzano sistemi prefabbricati, palestre scolastiche, sale convegni);

Si fa presente sin da ora che l'utilizzo del tamponamento in *Argisol* deve essere avallato dal progettista delle strutture, che verifica che le strutture portanti di piano (travi su cui insistono le pareti) siano in grado di sostenere il carico del tamponamento. La verifica dovrebbe essere tacitamente positiva, in quanto il peso di una parete *Argisol* gettata con calcestruzzo alleggerito ($\gamma_{cls} = 1700-1800 \text{ Kg/m}^3$) è paragonabile ad una parete di tamponamento tradizionale in laterizio.

Peso parete tamponamento *Argisol* 30/16.5 a mq = 300 Kg/mq

Peso parete tamponamento *Argisol* 30/16.5 alta 3,00 = 870 Kg/m

Relativamente allo spessore della parte portante di calcestruzzo, le norme tecniche per le costruzioni, le NTC '08 (DM 14/01/08), al p.to "7.4.6.1.4 Pareti" prescrivono che:

"Lo spessore delle pareti deve essere non inferiore al valore massimo tra 150 mm, (...), e 1/20 dell'altezza libera di interpiano."^(*)

Tabella degli spessori delle pareti Argisol e le altezze raggiungibili in funzione dello spessore di calcestruzzo validi per pareti portanti in c.a.

sezione verticale rappresentativa della parete	tipologia parete	U [W/mqK]	H raggiungibile [m]
	Argisol 30/16.5	0.22	3.30
	Argisol 35/16.5	0.16	
	Argisol 40/16.5	0.13	
	Argisol 35/21.5	0.22	4.30
	Argisol 40/21.5	0.16	
	Argisol 45/21.5	0.13	
	Argisol 25/14.0	0.27	2.80
	Argisol 30/14.0	0.19	
	Argisol 35/14.0	0.15	

* Possono derogare da tale limite, su motivata indicazione del progettista, le strutture a funzionamento scatolare ad un solo piano non destinate ad uso abitativo.

1.2 IL CALCESTRUZZO ALLEGGERITO DA UTILIZZARE

Le prescrizioni in merito al tipo di calcestruzzo, alla sua densità e composizione, a differenza del calcestruzzo strutturale, dettato dal prog.sta delle strutture, non sono determinate per raggiungere particolari requisiti di resistenza meccanica, ma sono dettate dalle esigenze di cantiere al fine di agevolare le operazioni di getto all'interno del cassero.

Tra i vari calcestruzzi alleggeriti consigliamo quelli a base di argilla strutturale, in linea con i vantaggi di minor peso rispetto al calcestruzzo strutturale ($\gamma_{cls} = 2500 \text{ Kg/m}^3$) e buone caratteristiche di isolamento termico date dall'inerte: argilla espansa.

Utilizzando un calcestruzzo alleggerito con argilla espansa ($\gamma_{cls} = 1700-1800 \text{ Kg/m}^3$) si ottiene un peso della parete paragonabile a quello di una parete di tamponamento realizzata con laterizi (mattoni da 25cm - classico Poroton) e rivestita con lastre in polistirolo a creare il classico rivestimento "a cappotto". Peso stimato di una parete di tamponamento è circa 850 Kg/ml.

Nella seguente tabella sono indicati i pesi, espressi in kg, dei singoli *Elementi Base Argisol*, nelle sue diverse tipologie, il peso della parete gettata, sia a m^2 , sia di una parete lunga 1 m e alta 3 m (corrispondente all'altezza tipica interpiano).

– Tabella pesi *Elemento Base* [Kg] e peso della parete gettata [Kg/m² – Kg/m].

Tipologia	Peso del singolo Elemento Base [kg]	Fabbisogno di calcestruzzo [m ³ /m ²]	Peso di 1 mq di parete [kg/mq]	Fabbisogno di calcestruzzo (H = 3.00mt) [m ³ /m]	Peso di 1 ml di parete (H = 3.00mt) [kg/ml]
Argisol 30/16.5	2,26	0.165	295	0.495	881
Argisol 35/16.5	2,80		297		885
Argisol 40/16.5	3,34		298		890
Argisol 35/21.5	2,38	0.215	383	0.645	1144
Argisol 40/21.5	2,92		385		1148
Argisol 45/21.5	3,46		386		1153
Argisol 25/14.0	1,59	0.140	250	0.420	747
Argisol 30/14.0	2,04		252		751
Argisol 35/14.0	2,49		253		756

I valori in tabella sono stati calcolati con un calcestruzzo alleggerito con $\gamma_{cls} = 1750 \text{ Kg/m}^3$.

Peso parete tamponamento *Argisol 30/16.5* a mq = 300 Kg/mq

Peso parete tamponamento *Argisol 30/16.5* alta 3,00 = 870 Kg/m

La classe di resistenza del calcestruzzo alleggerito da utilizzare può essere compresa tra 10-20 N/mm², in quanto è sufficiente a garantire la resistenza della parete stessa e utile per eventuali punti fissaggio a sostegno di pesi concentrati (quali possono essere i punti di attacco di facciate ventilate) o il fissaggio dei serramenti in corrispondenza dei fori finestra e porta-finestra.

Consigliamo di utilizzare un calcestruzzo con una classe di resistenza solitamente C12/15 MPa con una classe di fluidità S4, ed avere una granulometria degli inerti non superiore a 20mm.

E' utile dare delle indicazioni sul tipo di calcestruzzo da utilizzare, facendo una premessa sulla fornitura del calcestruzzo. I fornitori di calcestruzzo sono in grado di fornire essenzialmente due soluzioni per il calcestruzzo alleggerito :

i. **Calcestruzzo alleggerito con argilla espansa, con peso specifico $\gamma_{cls} = 1700-1800 \text{ Kg/m}^3$.** In questo caso il calcestruzzo arriva direttamente in cantiere con betoniera ed è pronto ad essere gettato con autopompa (*).

(*) per poter essere pompato, il calcestruzzo deve avere un peso specifico $\geq 1700 \text{ Kg/m}^3$.

ii. **Calcestruzzo alleggerito premiscelato con argilla espansa, con peso specifico $\gamma_{cls} = 1400$.** In questo non è possibile gettarlo con autopompa, ma viene consegnato in sacchi e si può gettare con le classiche macchine-pompa pneumatiche (le classiche macchine per i getti dei massetti).

In base alle nostre esperienze, consigliamo la prima soluzione, in cui viene gettato il calcestruzzo alleggerito con autopompa, metodo già consolidato nel caso di pareti strutturali *Argisol*.

(La seconda soluzione è da preferire nel caso di singole pareti di tamponamento nell'edificio, di piccole dimensioni o localizzate in parti dell'edificio difficilmente raggiungibili dal braccio telescopico).

Si ricorda di seguito alcune punti da rispettare in fase di getto:

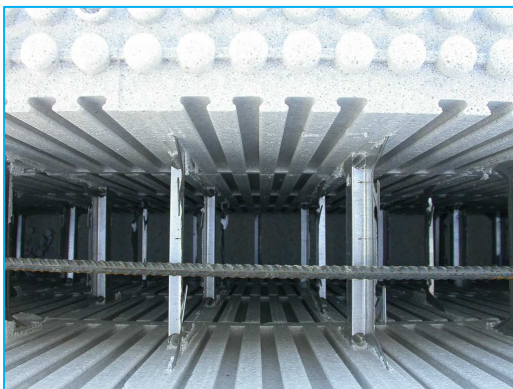
- *per una facilità di getto e migliori risultati, si suggerisce di usare una miscela ben amalgamata, in modo da non rendere necessaria la vibratura. Eventuali ristagni sotto le finestre possono essere corretti con delle battute con tavole di legno direttamente a ridosso del cassero.*
- *Iniziare a calare il calcestruzzo a circa 1.00mt dai pilastri in modo che possa riempire lentamente lo spazio accanto al pilastro;*
- *Il getto deve essere costante e graduale in modo da permettere al calcestruzzo di incanalarsi attorno ai ferri d'armatura, ai distanziatori e alle code di rondine interne al blocco.*
- *Proseguire la colata di calcestruzzo sotto le aperture finestrate, riempiendole. Colpire la parete con le mani o con un martello su un pezzo di legno può essere utile per far scorrere il calcestruzzo in prossimità delle armature o dove si è infittita l'armatura.*
- *Continuare a immettere il calcestruzzo lungo la parete per riempimenti successivi di altezza pari a circa 60cm ciascuno per evitare che la parete si riempia troppo velocemente.*
- *Il consolidamento del calcestruzzo è molto importante e deve sempre essere smosso anche durante la colata per evitare la formazione di bolle d'aria.*
- *Una volta completata la prima altezza, dopo un'adeguata pausa, si riprende la gettata dal punto di partenza, con la medesima tecnica.*

Al completamento della gettata occorre nuovamente verificare la verticalità e l'allineamento della parete ed effettuare gli eventuali aggiornamenti.

1.3 LE ARMATURE DI COLLEGAMENTO

Nel caso di pareti portanti in c.a. le armature orizzontali e verticali vengono determinate dal prog.sta delle strutture in base alle azioni di calcolo statico e devono rispettare prescrizioni normative minime (diametro e passo delle barre).

Nel caso di parete di tamponamento con casseri *Argisol* l'armatura da inserire all'interno del cassero è puramente una armatura "di confezionamento" e non una armatura di calcolo, atta a creare una sorta di maglia metallica regolare all'interno del cassero. L'armatura presente all'interno del cassero sarà in grado di contrastare eventuali sollecitazioni flessionali provenienti da sollecitazioni fuori piano o assorbire eventuali sforzi taglianti di azioni sismiche.



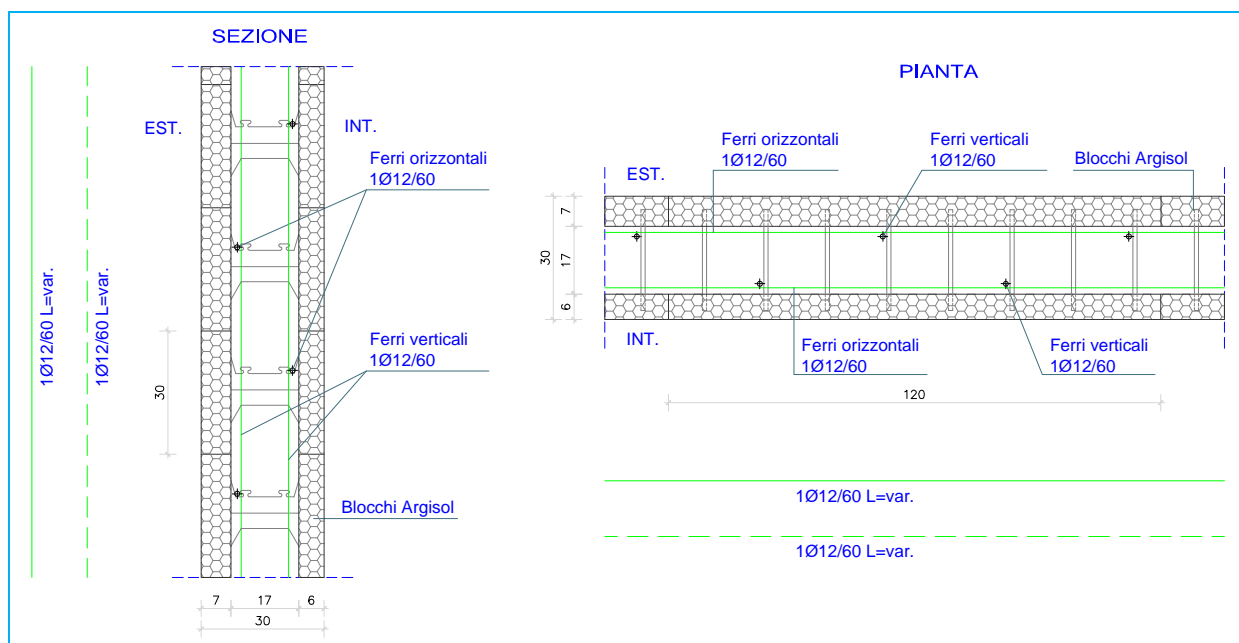
L'armatura orizzontale viene posata ad ogni corso alloggiandola nell'apposito incavo del lamierino, una volta in corrispondenza di una faccia del cassero e nel corso successivo in corrispondenza della faccia opposta. L'armatura orizzontale è composta da barre correnti di lunghezza pari alla lunghezza della parete (da pilastro a pilastro).

L'armatura verticale viene calata dall'alto una volta montata la casseratura ad altezza di piano. Il passo seguirà quello dei ferri di ripresa provenienti dalla trave inferiore.

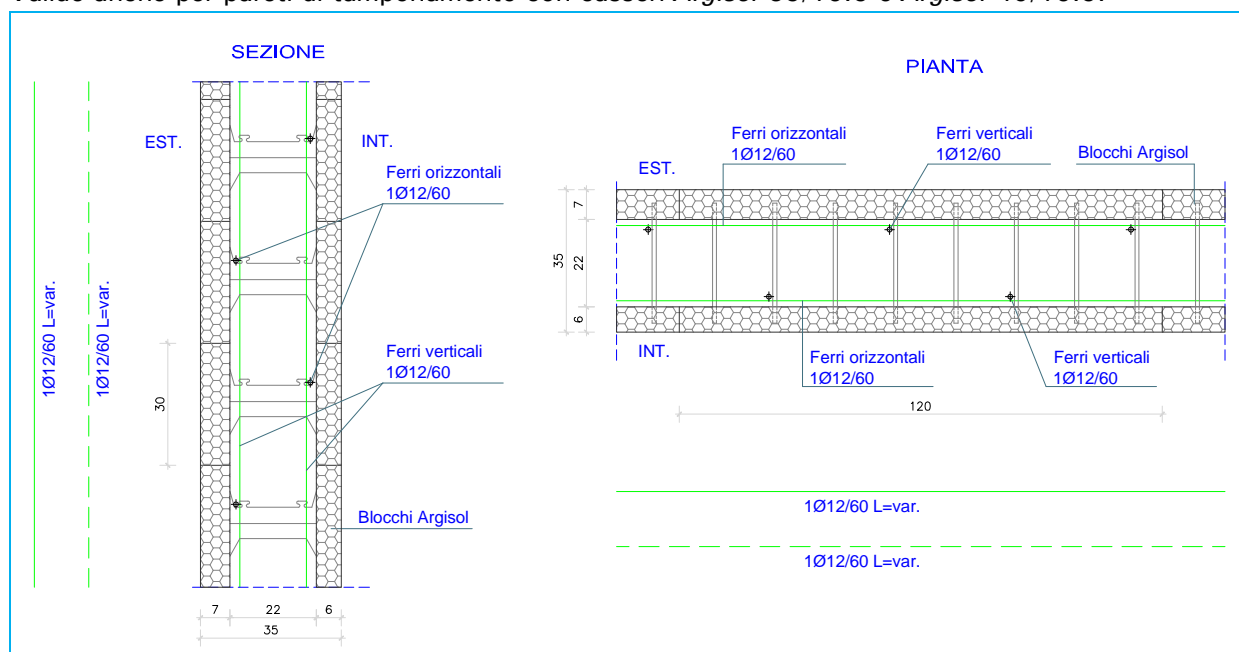
– Indicazione delle armature all'interno del blocco *Argisol* per pareti non portanti.

Spessore parete cls [cm]	Armatura verticale (disposta su entrambi i lati)		Armatura orizzontale (disposta su entrambi i lati)	
	diametro [mm]	passo [cm]	diametro [mm]	passo [cm]
16.5	∅ 12	60	∅ 12	60
21.5	∅ 12	60	∅ 12	60
14.0	∅ 12	50	∅ 12	50

Nella tabella si sono riportati i quantitativi di armatura minima a garantire la stabilità fuori piano della parete.



Disposizione delle armature all'interno dei casseri *Argisol* 30/16.5 per pareti di tamponamento. Valide anche per pareti di tamponamento con casseri *Argisol* 35/16.5 e *Argisol* 40/16.5.



Disposizione delle armature all'interno dei casseri *Argisol* 35/21.5 per pareti di tamponamento. Valide anche per pareti di tamponamento con casseri *Argisol* 40/21.5 e *Argisol* 45/21.5.

1.4 LE FASI DI REALIZZAZIONE

La posa dei casseri *Argisol* per pareti di tamponamento segue essenzialmente lo stesso iter delle pareti portanti, con le varianti che la struttura di piano (pilastri, setti, ecc.) sia stata o meno realizzata o che l'intero telaio sia stato realizzato. Pertanto, in cantiere possono presentarsi essenzialmente le seguenti casistiche:

- 1. POSA DELL'ARGISOL IN CONTEMPORANEA ALLA STRUTTURA.** In questo caso si montano i vari blocchi in corrispondenza delle pareti di tamponamento e tagliando il blocco si lasciano dei cavetti per la predisposizione dei pilastri o setti.
- 2. POSA DELL'ARGISOL SU STRUTTURA PORTANTE VERTICALE (PILASTRI/SETTI) GIA' REALIZZATA.** In questo caso si realizza il tamponamento in *Argisol* dopo il getto dei pilastri e si gettano successivamente solai e travi di piano. L'elevazione dell'edificio avviene per piani successivi.
- 3. POSA DELL'ARGISOL SU STRUTTURA DELL'INTERO EDIFICIO GIA' REALIZZATA.** In questo caso i tamponamenti non seguono le fasi di cantiere per piano, ma prima viene eretta tutta l'ossatura portante dell'edificio e si eseguono i tamponamenti necessari successivamente.

1.4.1 POSA DELL'ARGISOL ASSIEME ALLE STRUTTURE DI PIANO

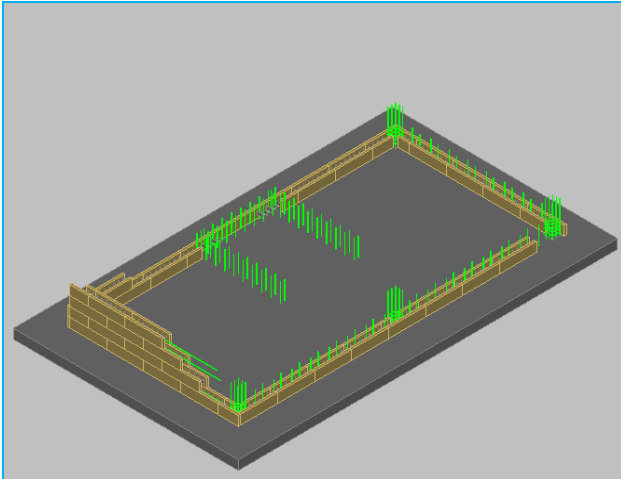
In questo caso la posa dell'*Argisol* avviene con l'impalcato da realizzare totalmente libero. Se non fatto precedentemente nel getto del solaio, si pertanto predisporre dei ferri di chiamata uscenti dalle travi (solitamente travi di bordo) in corrispondenza delle pareti *Argisol* di tamponamento.

Si inizieranno a posare i vari corsi *Argisol* lungo le pareti di tamponamento con l'accortezza di tagliare opportunamente i blocchi in corrispondenza delle strutture portanti verticali (pilastri, setti, ecc.). In questo modo, si ha il vantaggio di:

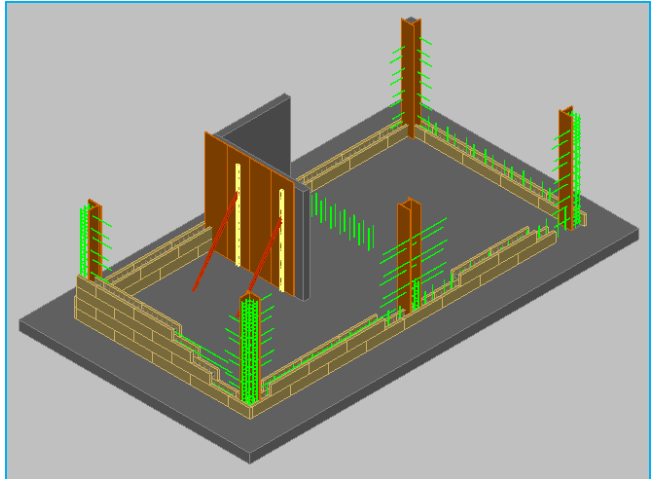
- sfruttare parte del setto interno *Argisol* per la formazione del pilastro/setto;
- eliminazione del ponte termico in corrispondenza del pilastro, in quanto il pilastro risulterebbe già isolato verso l'esterno;
- velocità di esecuzione, in quanto si può pensare di non interrompere la posa dell'*Argisol* in corrispondenza del pilastro, ma tagliare in seconda battuta l'*Elemento Base* delle dimensioni necessarie (dimensioni del pilastro).



Esempi di taglio della cassetta Argisol in corrispondenza (da sinistra verso destra) di un pilastro d'angolo e di un pilastro centrato nella parete a livello della prima fila.



Fase 1) Posa dell'Argisol e predisposizione pilastri



Fase 2) Getto pilastri con cls strutturale e getto Argisol con cls alleggerito

A questo punto si ottiene una "cortina" continua di casseri *Argisol* con dei fori in corrispondenza dei pilastri, che dovranno essere cassetati lateralmente e frontalmente con tavole in legno per il contenimento del calcestruzzo strutturale. Appositi ferri di ripresa dovranno uscire dai pilastri per l'ancoraggio della parete di tamponamento in calcestruzzo alleggerito.

Questa soluzione può essere estesa anche per l'utilizzo dell'Argisol come parete portante quando si ha la necessità di un ingrossamento della struttura.



Esempi di taglio della cassetteria Argisol in corrispondenza (da sinistra verso destra) di un pilastro d'angolo e di un pilastro centrato nella parete.



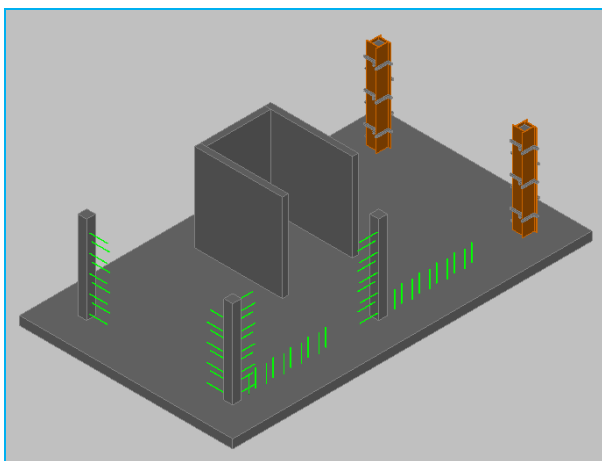
Esempi di taglio della cassetta *Argisol* in corrispondenza di un setto di controventamento uscente dalla parete.

1.4.2 POSA DELL'ARGISOL SUCCESSIVA ALLA STRUTTURA DI PIANO

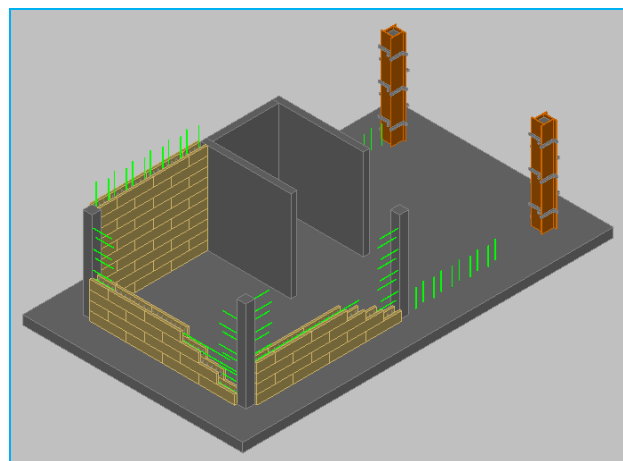
In questo caso la posa dell'*Argisol* avviene dopo la maturazione del getto di calcestruzzo strutturale dei setti e dei pilastri precedentemente gettati con casseri in legno/metallici.

Si dovrà avere l'accortezza, se non fatto precedentemente in fase di getto del solaio a far uscire dalla trave inferiore (trave portante dimensionata anche a sostenere il tamponamento superiore) dei ferri di ripresa per l'ancoraggio del getto di calcestruzzo alleggerito. Ferri di ripresa infiorescati devono anche essere previsti lateralmente ai pilastri nella faccia aderente al tamponamento.

Dovranno essere posti ferri di ripresa a passo 30cm.



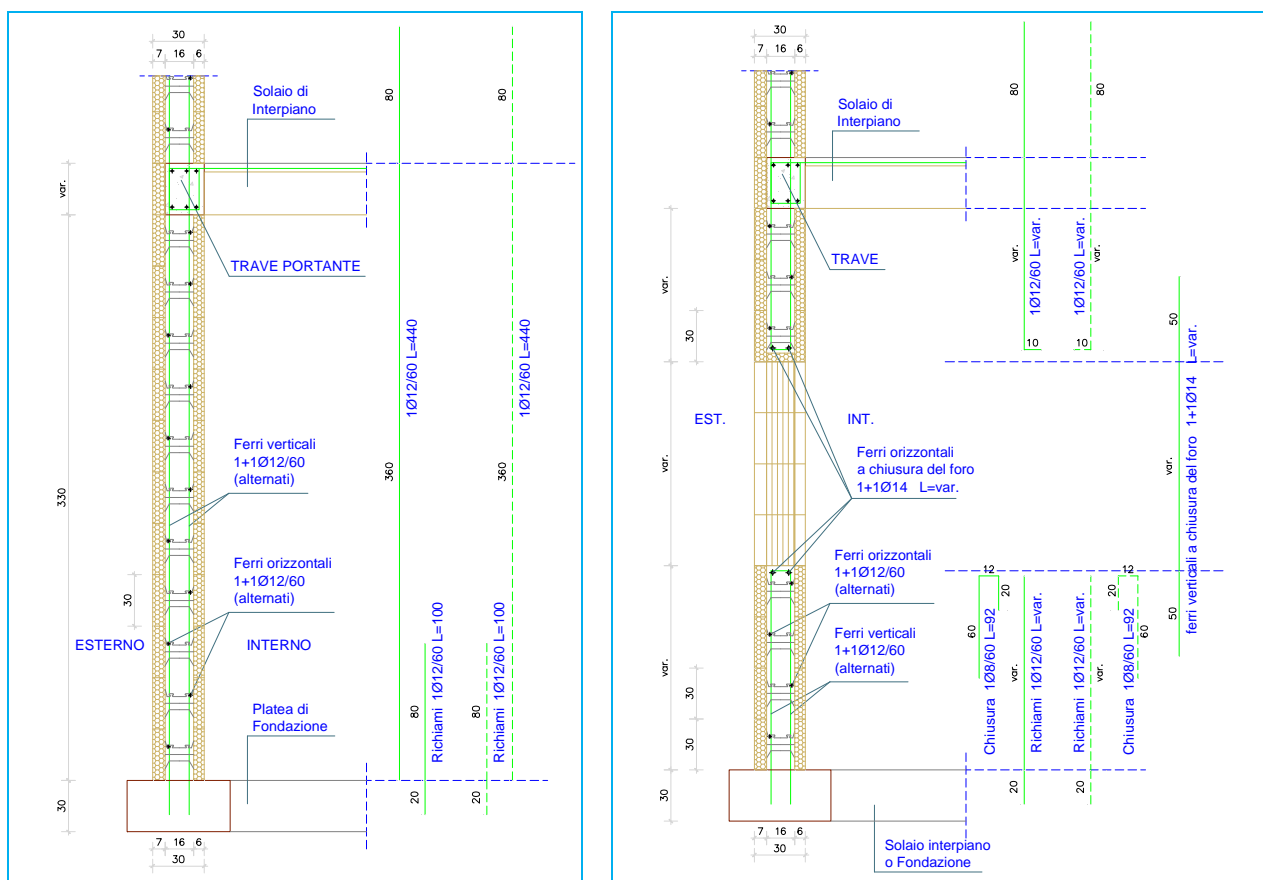
Fase 1) Realizzazione dei pilastri/setti e successivo getto con cls strutturale



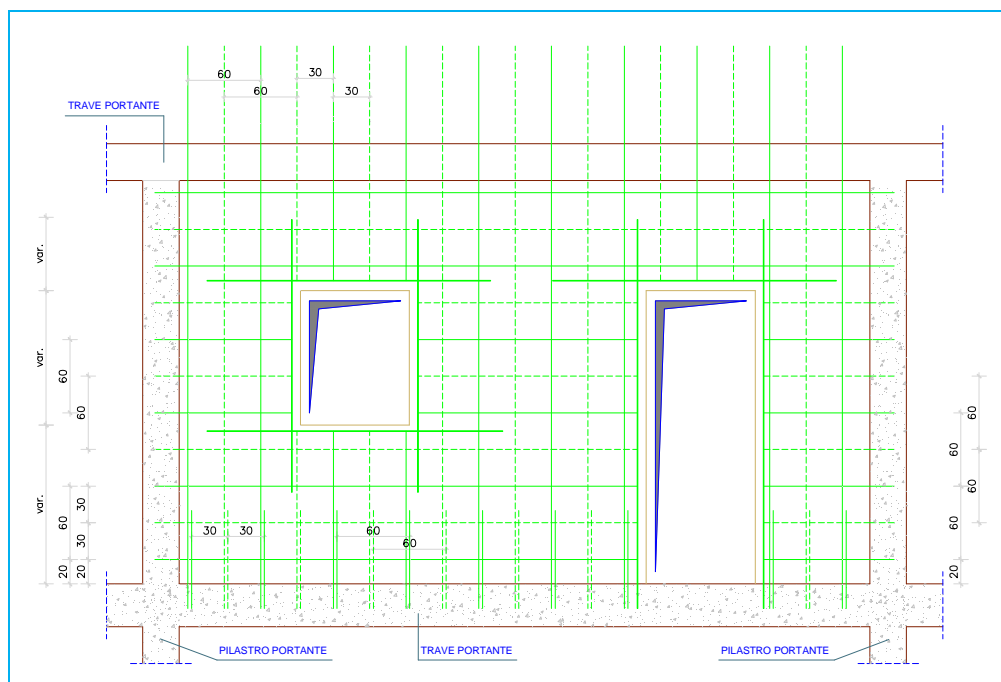
Fase 2) Realizzazione tamponamenti con casseri *Argisol* successivo getto con cls alleggerito

La posa dell'*Argisol* avviene affiancando l'*Elemento Base* a partire da un pilastro e terminando in quello successivo. Qualora le dimensioni dell'ultimo blocco siano superiori allo spazio rimasto si può facilmente tagliare l'elemento con un seghetto o lama calda. La parte eccedente del blocco può essere subito riutilizzata come partenza nel corso successivo. La posa dei vari corsi deve essere fatta a giunti sfalsati. In corrispondenza di porte e finestre, è sufficiente tagliare l'elemento base della misura necessaria e chiuderlo con l'apposito inserto di chiusura/legno.

Una volta completata la posa dei vari elementi *Argisol* fino all'altezza del solaio, la cassetta può essere puntellata per la messa a piombo e per evitare spostamenti dei casseri durante il getto. A questo punto vengono calate dall'alto le barre verticali sufficientemente lunghe per servire da ferri di ripresa per i tamponamenti superiori.



Disposizione delle armature (su parete non forata a sinistra e in corrispondenza del foro finestra a destra) in sezione su *Argisol* 30/16.5 nel caso di tamponamento realizzato nel piano.



Disposizione delle armature in prospettiva su *Argisol* 30/16.5 nel caso di tamponamento realizzato nel piano.

A questo punto la cassetatura è pronta a ricevere il getto di calcestruzzo alleggerito con gli stessi accorgimenti necessari per i casseri tradizionali. In questo caso il getto di calcestruzzo avviene dall'alto come per cassetture *Argisol* per pareti portanti.

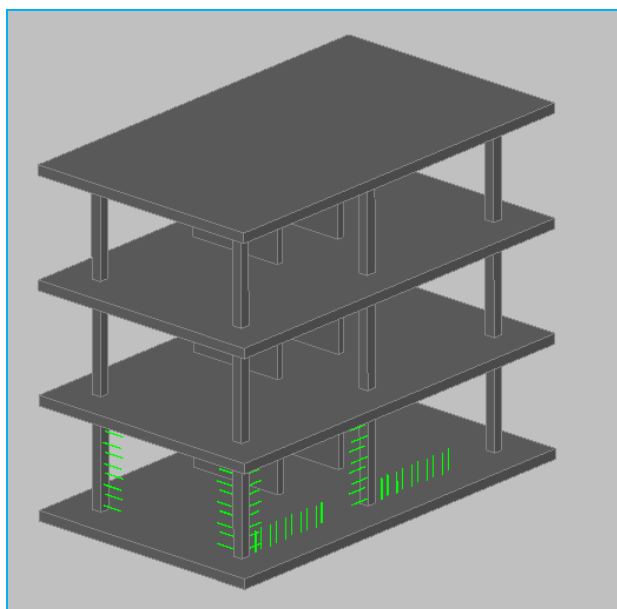
Una volta maturato il getto è possibile realizzare la trave superiore ed iniziare la posa del solaio.

Con tale metodologia l'edificio viene elevato per piani con struttura e tamponamento già realizzati per ogni piano.

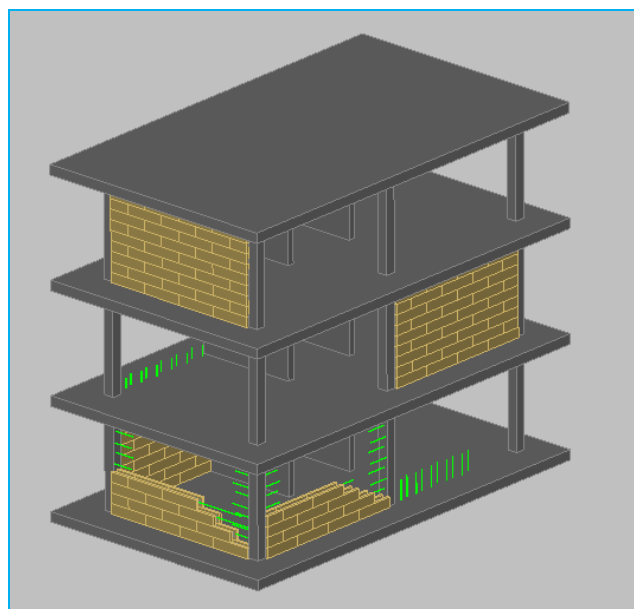
1.4.2 POSA DELL'ARGISOL A TELAIO GIÀ REALIZZATO

In alcuni casi è preferibile per l'impresa realizzare il tamponamento delle pareti opache in una fase successiva alla realizzazione del telaio strutturale dell'intero edificio e non più per piano.

In questo caso l'edificio si presenta con lo scheletro della struttura già realizzato ed è pronto ad essere tamponato (chiuso). Anche in questa situazione si può procedere alla posa dei casseri *Argisol* per realizzare il tamponamento.



Fase 1) Realizzazione della struttura portante dell'intero edificio con cls strutturale



Fase 2) Realizzazione tamponamenti con casseri *Argisol* e successivo getto con cls alleggerito

La posa degli elementi segue lo schema fatto descritto precedentemente, montando a secco i vari *Elementi Base Argisol* e tagliandoli a misura nelle parti eccedenti o in corrispondenza di finestre o porte finestre.

A differenza della posa consueta fino ad altezza di piano, in questo caso di solai e strutture di piano già realizzate, risulterebbe scomodo posare l'*Argisol* fino all'ultimo corso in aderenza all'intradosso della trave superiore, e diventerebbe laborioso il getto del calcestruzzo in quanto si dovrebbero creare delle tasche all'interno della cassetatura per far entrare il calcestruzzo.

Si procede quindi a posare gli elementi *Argisol* fino a circa 30cm dall'intradosso della trave già realizzata, si procede al puntellamento della cassetatura e al successivo getto con calcestruzzo alleggerito.

2. CARATTERISTICHE DEL TAMPONAMENTO *ARGISOL*

2.1 GLI SPESSORI DELLA PARETE

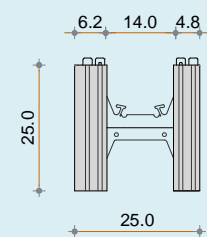
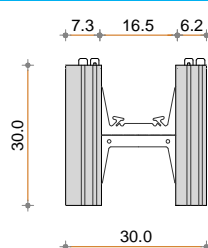
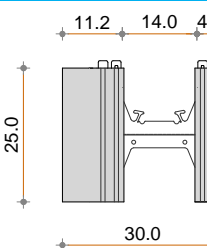
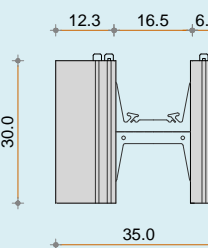
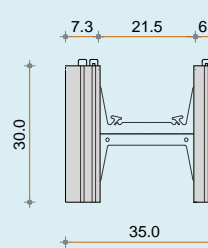
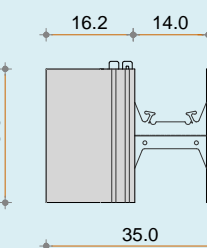
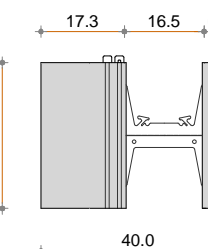
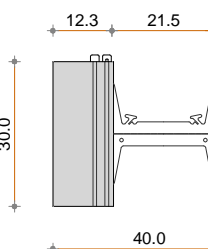
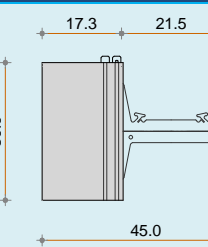
Spessore parete al grezzo [cm]	TIPOLOGIA CASSERI		
	Argisol 16.5	Argisol 21.5	Argisol 14.0
25	-	-	ARGISOL 25/14.0 
	ARGISOL 30/16.5 	-	ARGISOL 30/14.0 
35	ARGISOL 35/16.5 	ARGISOL 35/21.5 	ARGISOL 35/14.0 
	ARGISOL 40/16.5 	ARGISOL 40/21.5 	-
45	-	ARGISOL 45/21.5 	-

Tabella dimensionale Elemento Base Argisol per pareti in cls da 16,5cm.

Tipo Argisol	sp. cassero interno [mm]	sp. struttura in cls [mm]	sp. cassero esterno [mm]	sp. totale [mm]	altezza elemento [mm]	lunghezza elemento [mm]
Argisol 30/16.5	62	165	73	300	300	1200
Argisol 35/16.5	62	165	123	350	300	1200
Argisol 40/16.5	62	165	173	400	300	1200

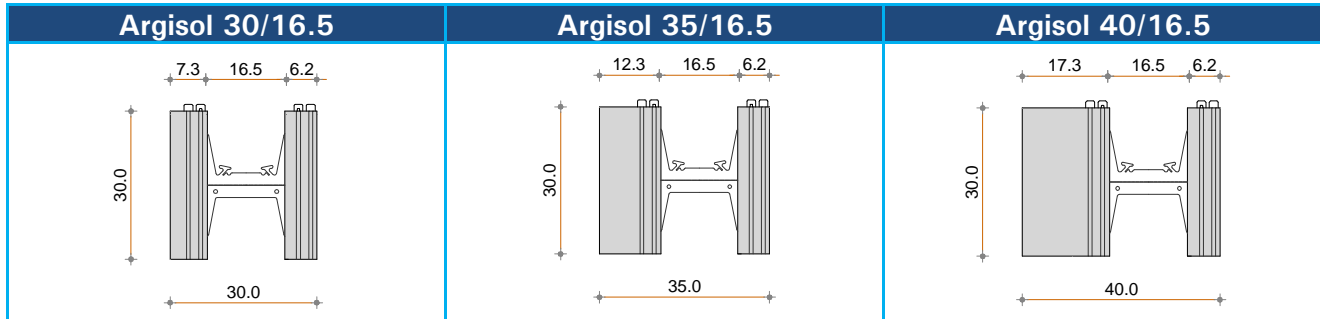


Tabella dimensionale Elemento Base Argisol per pareti in cls da 21,5cm.

Tipo Argisol	sp. cassero interno [mm]	sp. struttura in cls [mm]	sp. cassero esterno [mm]	sp. totale [mm]	altezza elemento [mm]	lunghezza elemento [mm]
Argisol 30/21.5	62	215	73	350	300	1200
Argisol 35/21.5	62	215	123	400	300	1200
Argisol 40/21.5	62	215	173	450	300	1200

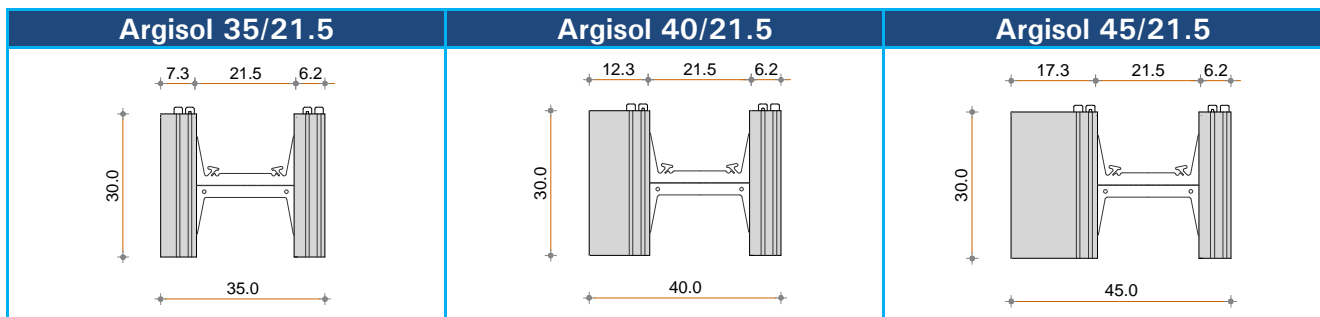
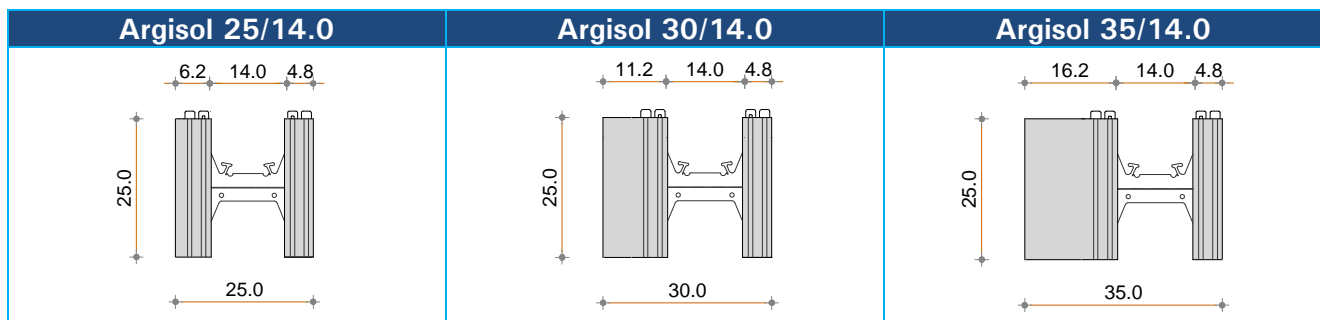


Tabella dimensionale Elemento Base Argisol per pareti in cls da 14,0cm.

Tipo Argisol	sp. cassero interno [mm]	sp. struttura in cls [mm]	sp. cassero esterno [mm]	sp. totale [mm]	altezza elemento [mm]	lunghezza elemento [mm]
Argisol 25/14.0	48	140	62	250	250	1000
Argisol 30/14.0	48	140	112	300	250	1000
Argisol 45/14.0	48	140	162	350	250	1000



2.2 I PESI DELLA PARETE E LE ARMATURE DA INSERIRE

Nella seguente tabella sono indicati i pesi, espressi in kg, dei singoli *Elementi Base Argisol*, nelle sue diverse tipologie, il peso della parete gettata con calcestruzzo alleggerito ($\gamma_{cls} = 1700-1800 \text{ Kg/m}^3$), sia a m^2 , sia di una parete lunga 1,00mt e alta 3,00mt (corrispondente all'altezza tipica interpiano).

– Tabella pesi Elemento Base [Kg] e peso della parete gettata [Kg/m^2 – Kg/m].

Tipologia	Peso del singolo Elemento Base [kg]	Fabbisogno di calcestruzzo [m^3/m^2]	Peso di 1 mq di parete [kg/mq]	Fabbisogno di calcestruzzo (H = 3.00mt) [m^3/m]	Peso di 1 ml di parete (H = 3.00mt) [kg/ml]
Argisol 30/16.5	2,26	0.165	295	0.495	881
Argisol 35/16.5	2,80		297		885
Argisol 40/16.5	3,34		298		890
Argisol 35/21.5	2,38	0.215	383	0.645	1144
Argisol 40/21.5	2,92		385		1148
Argisol 45/21.5	3,46		386		1153
Argisol 25/14.0	1,59	0.140	250	0.420	747
Argisol 30/14.0	2,04		252		751
Argisol 35/14.0	2,49		253		756

Nella seguente tabella sono riportate le armature da inserire all'interno del cassero per assicurare alla parete una certa rigidità alle azioni fuori piano. Sarà cura del progettista strutturale la verifica di tali armature o l'integrazione delle stesse per particolari esigenze di altezza o altro.

– Indicazione delle armature all'interno del blocco *Argisol* per pareti non portanti.

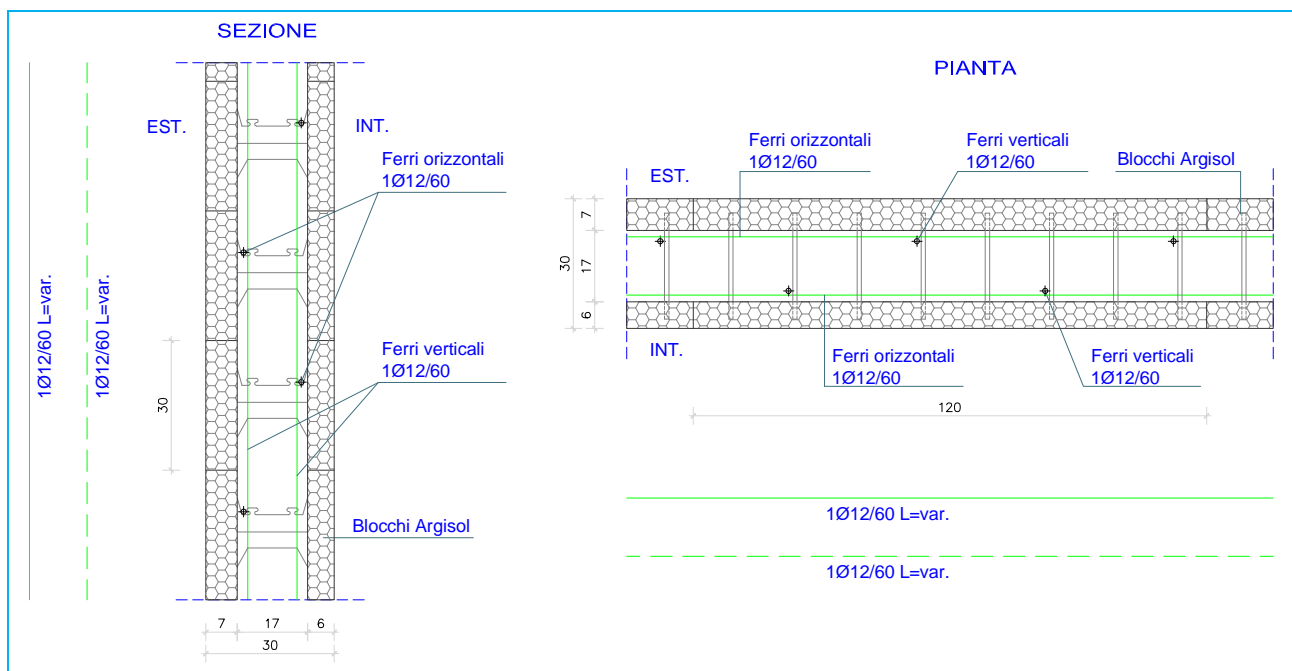
Spessore parete cls [cm]	Armatura verticale (disposta a facce alterne)		Armatura orizzontale (disposta a facce alterne)	
	diametro [mm]	passo [cm]	diametro [mm]	passo [cm]
16.5	1 \emptyset 12	30	1 \emptyset 12	30
21.5	1 \emptyset 12	30	1 \emptyset 12	30
14.0	1 \emptyset 12	25	1 \emptyset 12	25

Nella tabella si sono riportati i quantitativi di armatura minima a garantire la stabilità fuori piano della parete.

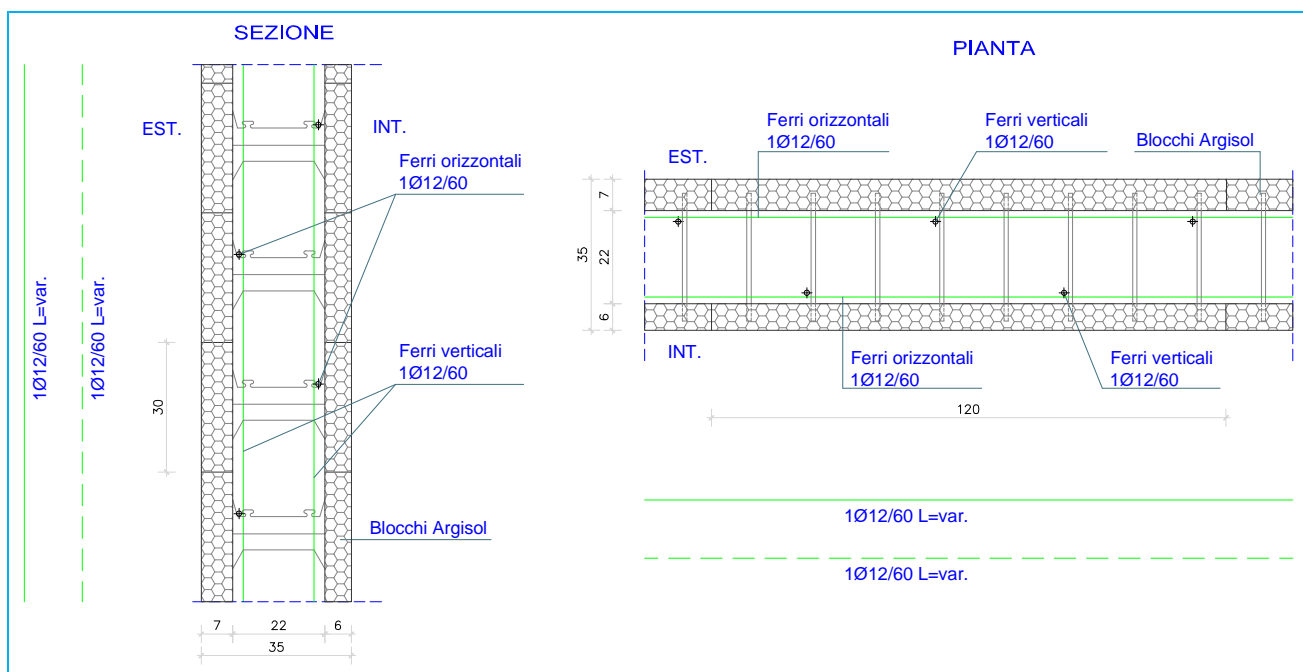
In corrispondenza delle strutture portanti (trave inferiore e pilastri laterali), prevedere opportuni ferri di chiamata dello stesso passo delle armature correnti sopraindicate.

I ferri di chiamata (fioretti) inghisati con resina e i tasselli chimici verranno posti in opera secondo le prescrizioni del produttore delle resine nelle condizioni ambientali idonee e previa perfetta pulizia del foro.

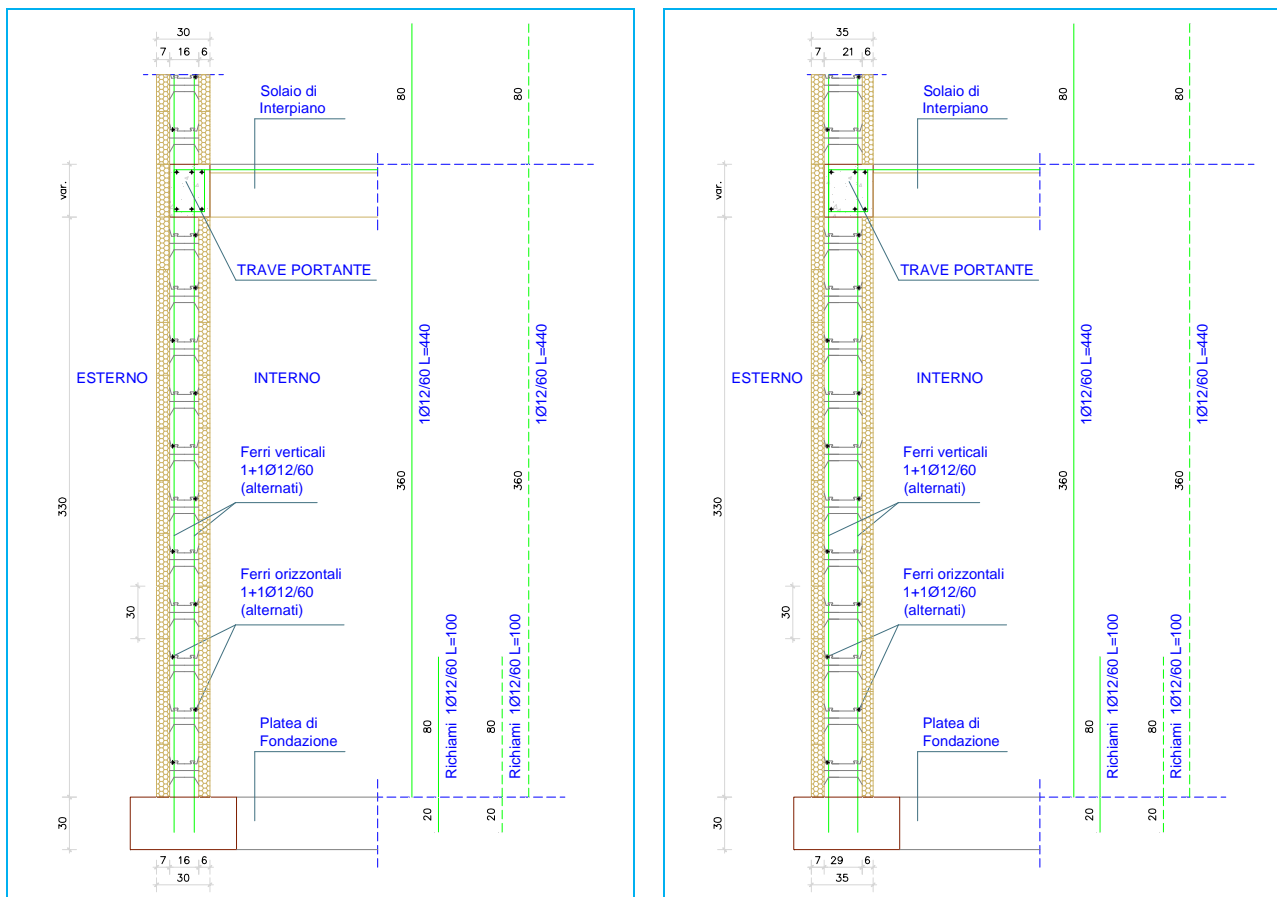
Nelle figure sottostanti vengono riportate in pianta ed in sezione la disposizione delle armature per realizzare pareti di tamponamento con casseri *Argisol*, rispettivamente con getto di calcestruzzo alleggerito di spessore 16,5cm e 21,5cm. Di seguito anche la disposizione dei ferri di ripresa uscenti dalla trave inferiore e lateralmente ai pilastri.



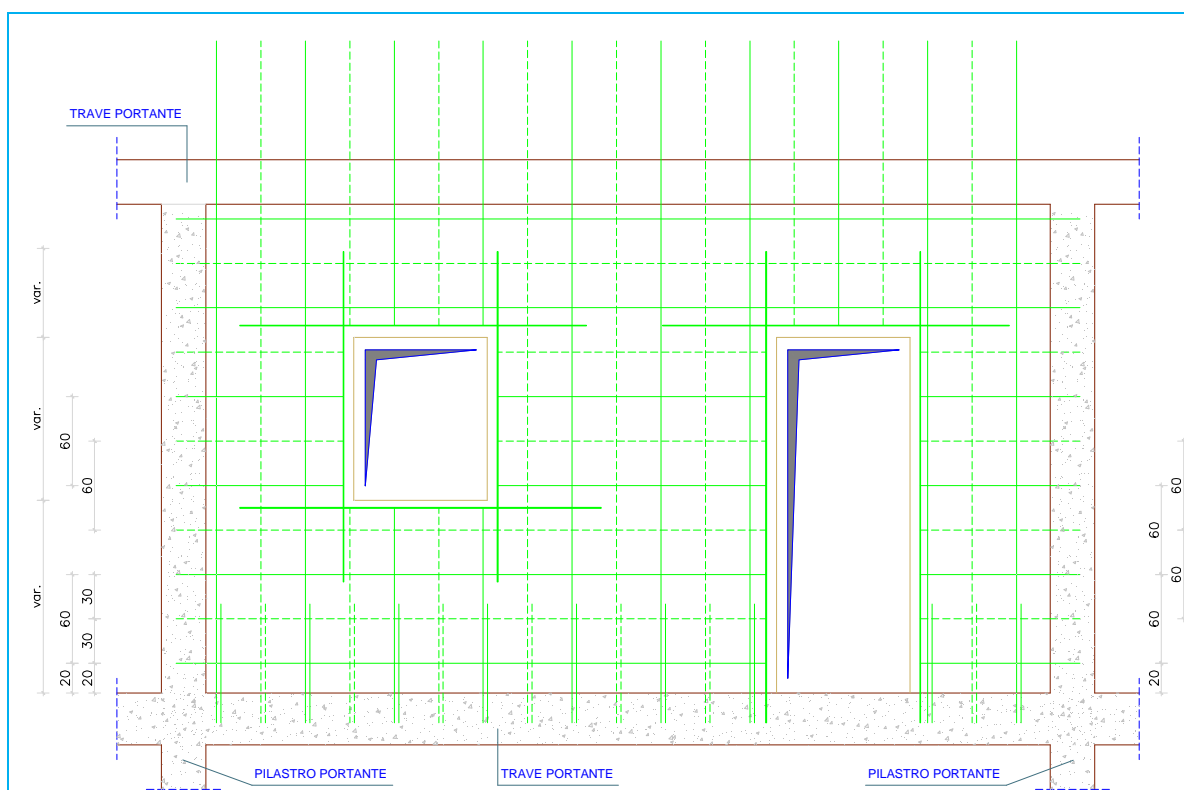
Disposizione delle armature all'interno dei casseri *Argisol 30/16.5* per pareti di tamponamento.
Valide anche per pareti di tamponamento con casseri *Argisol 35/16.5* e *Argisol 40/16.5*



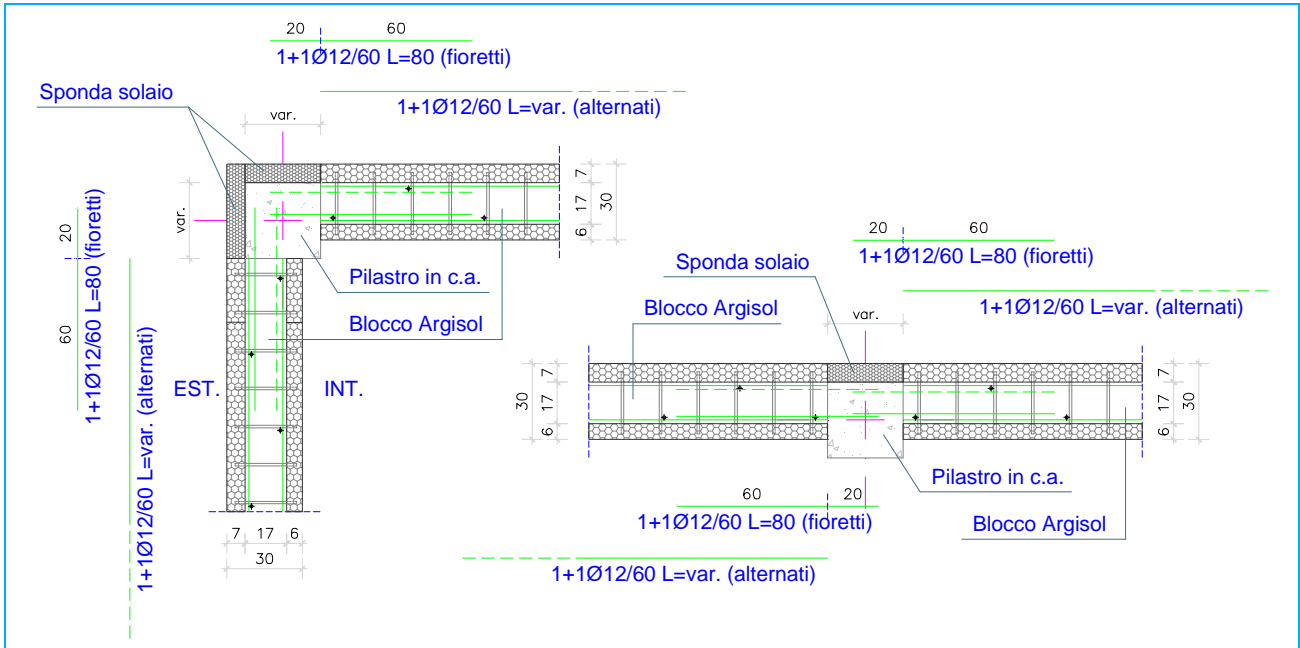
Disposizione delle armature all'interno dei casseri *Argisol 35/21.5* per pareti di tamponamento.
Valide anche per pareti di tamponamento con casseri *Argisol 40/21.5* e *Argisol 45/21.5*



Sezione verticale riportante la disposizione delle armature per parete di tamponamento con casseri *Argisol* 30/16.5 e *Argisol* 35/21.5. Disposizione valida anche per casseri della medesima gamma con spessore esterno maggiorato.

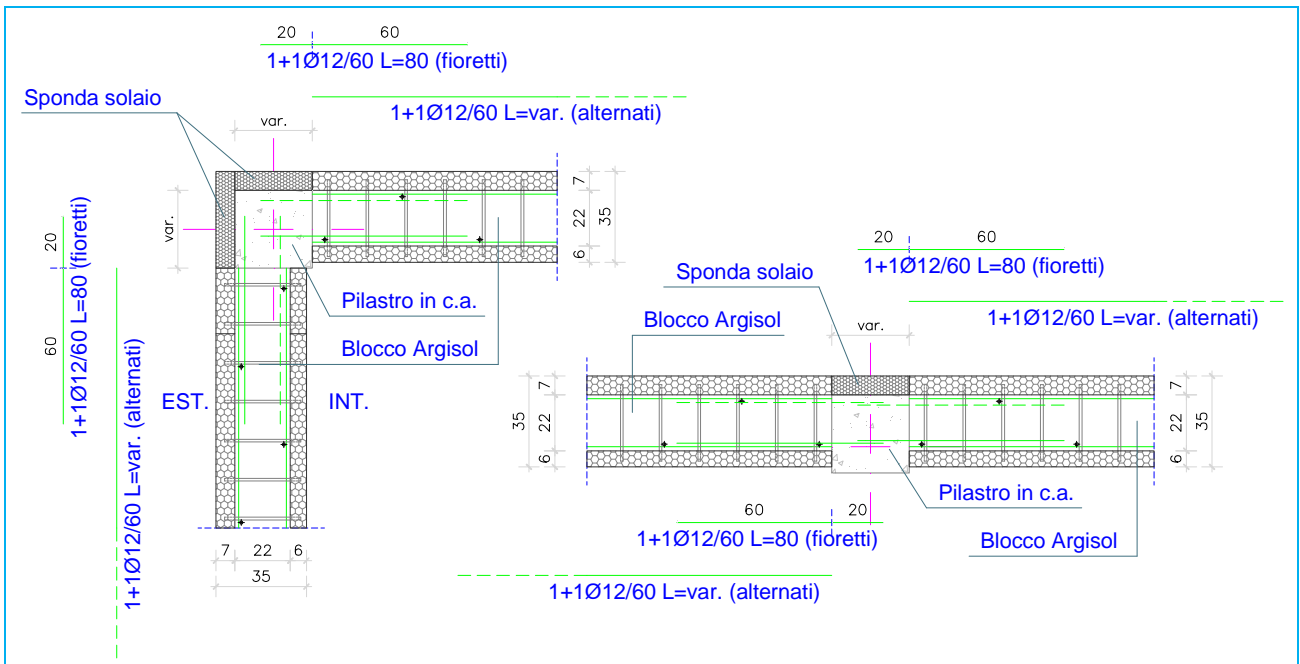


Disposizione delle armature di collegamento provenienti dall'impalcato inferiore.



Disposizione dei ferri di ripresa uscenti dai pilastri per casseri *Argisol 30/16.5*

Validi anche per pareti di tamponamento con casseri *Argisol 35/16.5* e *Argisol 40/16.5*



Disposizione dei ferri di ripresa uscenti dai pilastri per casseri *Argisol 35/21.5*

Validi anche per pareti di tamponamento con casseri *Argisol 40/21.5* e *Argisol 45/21.5*

2.3 L'ISOLAMENTO TERMICO E COMPORTAMENTO IGROMETRICO

Si riportano per completezze le caratteristiche del materiale isolante dei casseri *Argisol*, il *Neopor*[®] e si riportano i valori della U termica della parete al grezzo (esente di finiture) per i diversi spessori. Come calcestruzzo si è ipotizzato un calcestruzzo strutturale normale (lo stesso delle pareti portanti), sapendo quindi che i valori riportati sono sottostimati, in quanto il calcestruzzo alleggerito ha proprietà termiche migliori rispetto a quello strutturale, dovuto alla presenza dell'argilla espansa.



L'azienda leader nel mondo della chimica **BASF** ha concesso a **BIOISOTHERM** l'utilizzo del suo nuovo *Neopor*[®] nella produzione dei casseri *Argisol*.

Neopor[®] offre un isolamento termico particolarmente elevato, in grado di assorbire e riflettere gli infrarossi neutralizzando l'effetto dovuto all'irraggiamento del calore che influenza negativamente la conducibilità termica.

Di seguito si riportano i principali dati tecnici del *Neopor*[®] utilizzato per i casseri ARGISOL. (Per conoscere tutti i dati tecnici del *Neopor*[®] utilizzato per l'ARGISOL, vedere Allegato 6)

Caratteristiche	Simboli	Unità di misura	Valore	Norma
Conduttività termica	λ_D	W/(m*K)	0.031	EN12667
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo	μ	-	30-70	EN12086
Permeabilità al valore d'acqua	δ	mg/(Pa*h*m)	0.010-0.024	EN12086
Capacità termica specifica	c	J/(Kg*K)	1260	UNI EN12524
Massa volumica apparente	ρ	Kg/m ³	19.5 ± 1	EN1602

– Tabella dei valori di trasmittanza termica U [W/m²K] della parete.

sezione rappresentativa	tipologia	Sp. CLS [cm]	Sp. isolamento interno [cm]	Sp. isolante esterno [cm]	Sp. parete totale grezzo [cm]	U termica [W/m ² K]	
	ARGISOL 16.5	16.5	6.2	7.3	30	0.22	
				12.3	35	0.16	
				17.3	40	0.13	
	ARGISOL 21.5	21.5	6.2	6.2	7.3	35	0.22
					12.3	40	0.16
					17.3	45	0.13
	ARGISOL 14.0	14.0	4.8	4.8	6.2	25	0.27
					11.2	30	0.19
					16.2	35	0.15

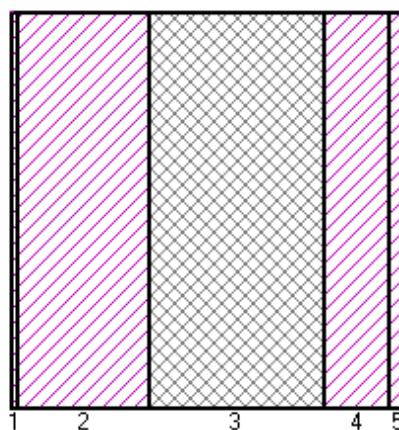
Al fine di limitare il ponte termico in corrispondenza delle strutture portanti si consiglia vivamente di rivestire pilastri, setti, cordoli e travi con materiale isolante (lastre in polistirene espanso).

Per quanto riguarda la formazione di condensa all'interno del muro, il diagramma di Glaser permette di visualizzare il comportamento di questo tipo di parete.

Di seguito viene riportato il comportamento di una parete "tipica" realizzata con *Argisol 35/16.5* con rasatura all'esterno e cartongesso in aderenza all'interno, simulata in zona climatica E (comune di Padova).

- **Prestazioni energetiche parete con *Argisol 35/16.5* con rasatura all'esterno e cartongesso all'interno.**

Dati generali	
Spessore:	0.370 m
Massa superficiale:	422.55 kg/m ²
Resistenza:	6.2953 m ² K/W
Trasmittanza:	0.1588 W/m ² K
Parametri dinamici	
Trasmittanza periodica:	0.0042 W/m ² K
Fattore di attenuazione:	0.0261
Sfasamento:	9h 3'



	Tipo di materiale	Materiale	Spessore [m]	Massa Superficiale [kg/m ²]	Resistenza [m ² K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
		Superficie esterna			0.0400	
1	VAR	Rasatura	0.005	7.50	0.0111	0.075
2	Neopor®	Cassero esterno Argisol-Neopor®	0.123	3.69	3.9677	9.840
3	CLS	CLS con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	0.165	396.00	0.0864	24.750
4	Neopor®	Cassero interno Argisol-Neopor®	0.062	1.86	2.0000	4.960
5	VAR	Cartongesso in lastre	0.015	13.50	0.0600	0.128
		Superficie interna			0.1300	

Provincia:	PADOVA
Comune:	Padova
Gradi giorno:	2383
Zona:	E

Trasmittanza massima:	0.46 W/m ² K
Trasmittanza massima dal 2008:	0.37 W/m ² K
Trasmittanza massima dal 2010:	0.34 W/m ² K
Trasmittanza della struttura:	0.1588 W/m ² K
Struttura regolamentare secondo DLGS 311	

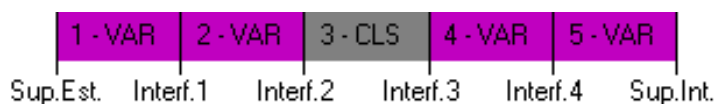
La formazione della condensa in uno strato avviene quando nel grafico il valore di pressione nell'interfaccia risulta maggiore di quello della pressione di saturazione del vapore d'acqua. E' quindi facile concludere che non è presente alcuna condensa, nemmeno nel mese più freddo di Gennaio.

Verifica della condensa interstiziale

Pressione di saturazione [Pa]

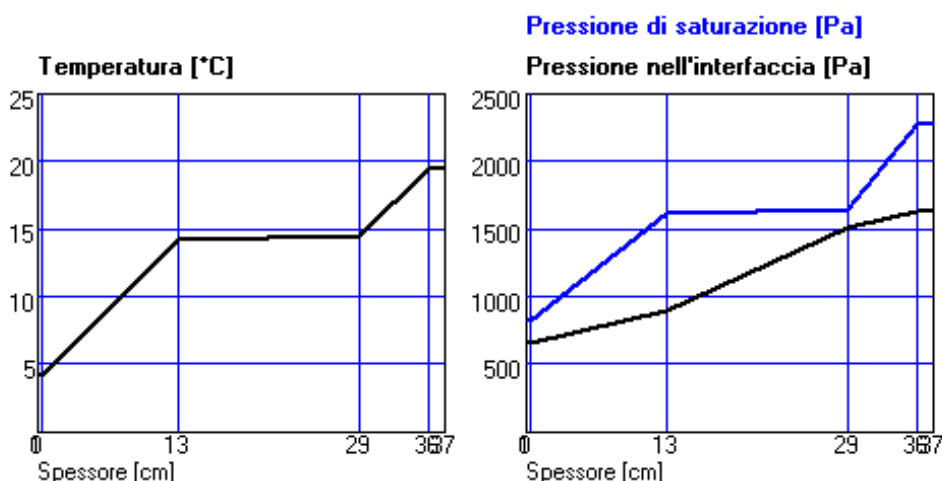
Pressione nell'interfaccia [Pa]

Presenza di condensa



Mese	Superficie esterna	Interfaccia1	Interfaccia2	Interfaccia3	Interfaccia4	Superficie interna
ottobre	1581	1582	2032	2043	2310	2318
ottobre	1252	1253	1348	1587	1635	1636
novembre	1092	1094	1787	1805	2286	2302
novembre	934	935	1109	1546	1634	1636
dicembre	796	798	1605	1629	2266	2288
dicembre	677	679	916	1513	1633	1636
gennaio	706	708	1542	1567	2259	2283
gennaio	591	593	852	1502	1633	1636
febbraio	819	820	1620	1643	2268	2290
febbraio	652	654	897	1510	1633	1636
marzo	1107	1109	1795	1813	2287	2303
marzo	809	811	1015	1530	1633	1636
aprile	1501	1503	1995	2007	2307	2316
aprile	1083	1084	1221	1565	1634	1636
maggio	1951	1952	2189	2195	2324	2328
maggio	1388	1388	1450	1604	1635	1636
giugno	2530	2530	2406	2403	2343	2341
giugno	1790	1790	1752	1656	1636	1636
luglio	2907	2906	2532	2524	2353	2348
luglio	1929	1928	1856	1673	1637	1636
agosto	2821	2821	2504	2498	2351	2346
agosto	1928	1927	1855	1673	1637	1636
settembre	2294	2294	2321	2322	2336	2336
settembre	1718	1718	1698	1646	1636	1636

Mese di Gennaio **CONDENSA NON PRESENTE**



2.4 COMPORTAMENTO AL FUOCO

Il comportamento al fuoco di una parete realizzata con blocchi-cassero *Argisol* è dovuto essenzialmente dallo spessore di calcestruzzo. Pertanto, di seguito uno stralcio del D.M. 16/02/2007: “*Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione*” (G.U. n.74 del 29/03/2007, Suppl. Ord. N.87). Attraverso una verifica tabellare con l’Allegato D, § 4.3 che riporta i valori minimi (mm) dello spessore “s” di murature di blocchi di calcestruzzo alleggerito, si ottengono le seguenti classi EI:

D.4.3 La tabella seguente riporta i valori minimi (mm) dello spessore s di murature di blocchi di calcestruzzo leggero (massa volumica netta non superiore a 1700 kg/m³) sufficienti a garantire i requisiti EI per le classi indicate esposte su un lato che rispettano le seguenti limitazioni:

- altezza della parete fra i due solai o distanza fra due elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai non superiore a 4 m.

Class e	Blocco con fori monocamera	Blocco con fori multicamera o pieno
30	s = 100	80 (*)
60	s = 120	80 (*)
90	s = 150	100 (*)
120	s = 200	150
180	s = 240	200
240	s = 300	240
(*) Solo blocchi pieni (percentuale foratura < 15%)		

Dalla tabella, si evincono le seguenti classi EI:

Tipologia parete	Spessore CLS ALLEGGERITO [cm]	Classe EI
ARGISOL 30/16.5 ARGISOL 35/16.5 ARGISOL 40/16.5	16.5	EI 120
ARGISOL 35/21.5 ARGISOL 40/21.5 ARGISOL 45/21.5	21.5	EI 180
ARGISOL 25/14.0 ARGISOL 30/14.0 ARGISOL 35/14.0	14.0	EI 90

Reazione al fuoco del polistirene espanso

Il polistirene espanso sinterizzato, che viene utilizzato per la produzione dei casseri *Argisol* è del tipo AUESTINGUENTE, ciò significa che non appena la sorgente di fiamma cessa o viene allontanata, la propagazione del fuoco si interrompe e la fiamma si estingue.

(L’EPS esposto all’incendio si ritira, se viene riscaldato ulteriormente fonderà e cadranno le gocce. Comunque queste gocce si estinguono non appena toccano terra e si raffreddano, pertanto non sono considerate braci ardenti.)

Classificazione REAZIONE AL FUOCO del polistirene espanso “a nudo”: Euroclasse E

Il comportamento al fuoco del polistirene espanso non dovrebbe essere valutato sul singolo prodotto o materiale, ma sull’elemento strutturale o di costruzione. Una regola di progettazione fondamentale è di non lasciare mai il materiale scoperto direttamente a contatto con il fuoco. Bisogna invece considerare che il polistirene espanso è sempre protetto negli edifici da intonaco o altro, quindi la resistenza al fuoco della parete dipende dapprima dalle proprietà di tali elementi. Il materiale isolante infatti contribuisce all’incendio solo dopo il cedimento dei materiali di superficie.

(Generalmente questo accade dopo che il flashover è già avvenuto e il compartimento è ormai totalmente perso.)

Pertanto la classe di reazione al fuoco non è da intendersi del polistirene “a nudo”, ma deve essere classificata con il rivestimento di finitura adottato.

L’AIPE (Associazione Nazionale Polistirene Espanso), ha commissionato al LAPI (Laboratorio specializzato in prove di comportamento al fuoco) una serie di prove¹ con lo scopo di verificare con quali rivestimenti, i pannelli in EPS possano ottenere la Euroclasse di reazione al Fuoco B secondo la norma UNI EN 130501-1:2009².

Di seguito si riporta uno stralcio dei risultati di prova e si evidenzia come i provini abbiano raggiunto la EUROCLASSE B. Nella tabella sotto vengono riportati i risultati delle Euroclassi per i vari kit testati, composti dal tipo di finitura utilizzata e il tipo di supporto retrostante.

N.	Tipologia e struttura dei pannelli	Euroclasse orientativa*
2	EPS bianco tipo 100 e cartongesso Spessore del rivestimento: 12,5 mm (classe A2 reazione al fuoco) Spessore dell’EPS: 100 mm	B-s1,d0
3	EPS mct** tipo 100 e cartongesso Spessore del rivestimento: 12,5 mm (classe A2 reazione al fuoco) Spessore dell’EPS: 100 mm	B-s1,d0
15	EPS bianco tipo 100 finitura a intonaco Spessore del rivestimento: 8 mm Spessore dell’EPS: 100 mm	B-s1,d0

Dai risultati di prova si evince che il polistirene espanso protetto con almeno 8mm di intonaco o con una lastra di cartongesso in aderenza di sp. 12,5mm (classe A2 di reazione al fuoco) ottiene una *classificazione di REAZIONE AL FUOCO: Euroclasse B-s1,d0*.

Il D.M. 15 marzo 2005 detta i “Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo”, ed in particolare:

- L’art. 4.1 punto b): pone che tra i prodotti installati lungo le vie di esodo per impiego a parete siano permessi quelli di classe (B-s1,d0);

Nel nostro caso il prodotto da costruzione è un kit composito isolante e intonaco/cartongesso e può essere impiegato in luogo di prodotti di classe 1 lungo le vie di esodo ed a maggior ragione in altri ambienti.

¹ Lo studio è nato anche in funzione della “Guida al Fuoco sulle Facciate” dei Vigili del Fuoco che ha definito in Classe B-s3,d0 il requisito minimo per il “sistema “ facciata (kit), costituito da un insieme di componenti tra cui il materiale isolante.

² In base allo scopo della ricerca e, come previsto della norma UNI EN 13501-1, sono stati impiegati 2 metodi di prova:

1. La prova secondo UNI EN 13823 (Single Burning Item – SBI)
2. La prova secondo UNI EN ISO 11925-2 (Prova alla piccola fiamma)


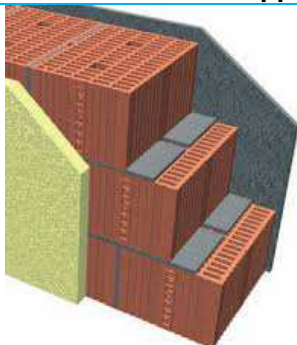
3. IL CONFRONTO CON IL SISTEMA "A CAPPOTTO"

Il sistema tradizionale maggiormente diffuso per isolare esternamente un edificio realizzato con struttura a telaio (travi e pilastri in c.a.) e pareti opache di tamponamento è il cosiddetto "sistema a cappotto". Si tratta di un sistema di fissaggio di lastre isolanti in polistirene espanso in aderenza alla parete.

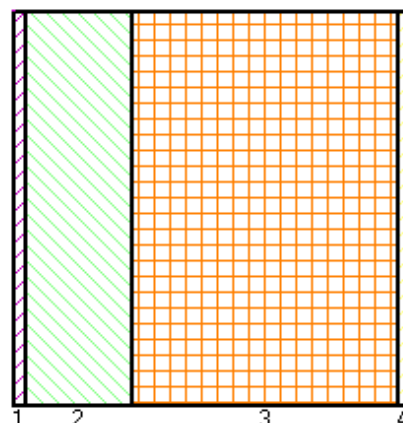
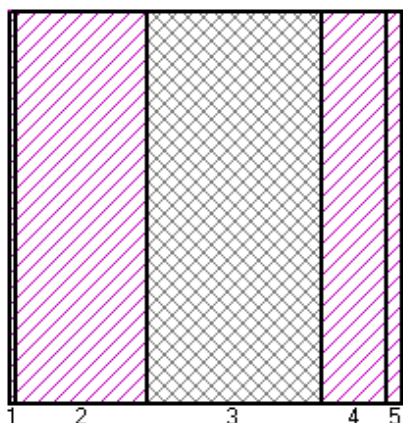
Il sistema "a cappotto" si avvale di tutta una serie di componenti e di una stratigrafia ormai conosciuta che sintetizzo qui sotto, a partire dalla parete verso l'esterno:

- supporto murario – collante – lastre in polistirolo – rasante + rete + rasante – finitura

Di seguito un confronto tabellare tra il sistema "a cappotto" e il sistema Argisol per realizzare una parete di tamponamento dello stesso spessore grezzo di 32cm.

DESCRIZIONE																																					
<p>parete con casseri Argisol e cls alleggerito</p> 	<p>parete laterizio + cappotto</p> 																																				
STRATIGRAFIA																																					
<ul style="list-style-type: none"> - intonaco interno/cartongesso sp. 1.0 cm - parete Argisol 35/16.5 (sp. 35cm) composta: <ul style="list-style-type: none"> - cassero interno in Neopor® sp. 6.2cm; - calcestruzzo alleggerito sp. 16.5cm; - cassero esterno in Neopor® sp. 12.3cm; - rasatura esterna sp. 1.0cm 	<ul style="list-style-type: none"> - intonaco interno sp. 1.0cm - mattone Poroton sp. 25.0cm - rivestimento "a cappotto" sp. 10.0cm - rasatura esterna sp. 1.0cm 																																				
DATI DESCRITTIVI																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Dati generali</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Spessore:</td> <td>0.370 m</td> </tr> <tr> <td>Massa superficiale:</td> <td>422.55 kg/m²</td> </tr> <tr> <td>Resistenza:</td> <td>6.2953 m²K/W</td> </tr> <tr> <td>Trasmittanza:</td> <td>0.1588 W/m²K</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Parametri dinamici</th> </tr> <tr> <td>Trasmittanza periodica:</td> <td>0.0042 W/m²K</td> </tr> <tr> <td>Fattore di attenuazione:</td> <td>0.0261</td> </tr> <tr> <td>Sfasamento:</td> <td>9h 3'</td> </tr> </tbody> </table>	Dati generali		Spessore:	0.370 m	Massa superficiale:	422.55 kg/m ²	Resistenza:	6.2953 m ² K/W	Trasmittanza:	0.1588 W/m ² K	Parametri dinamici		Trasmittanza periodica:	0.0042 W/m ² K	Fattore di attenuazione:	0.0261	Sfasamento:	9h 3'	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Dati generali</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Spessore:</td> <td>0.370 m</td> </tr> <tr> <td>Massa superficiale:</td> <td>410.50 kg/m²</td> </tr> <tr> <td>Resistenza:</td> <td>3.0765 m²K/W</td> </tr> <tr> <td>Trasmittanza:</td> <td>0.3250 W/m²K</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Parametri dinamici</th> </tr> <tr> <td>Trasmittanza periodica:</td> <td>0.0465 W/m²K</td> </tr> <tr> <td>Fattore di attenuazione:</td> <td>0.1430</td> </tr> <tr> <td>Sfasamento:</td> <td>10h 10'</td> </tr> </tbody> </table>	Dati generali		Spessore:	0.370 m	Massa superficiale:	410.50 kg/m ²	Resistenza:	3.0765 m ² K/W	Trasmittanza:	0.3250 W/m ² K	Parametri dinamici		Trasmittanza periodica:	0.0465 W/m ² K	Fattore di attenuazione:	0.1430	Sfasamento:	10h 10'
Dati generali																																					
Spessore:	0.370 m																																				
Massa superficiale:	422.55 kg/m ²																																				
Resistenza:	6.2953 m ² K/W																																				
Trasmittanza:	0.1588 W/m ² K																																				
Parametri dinamici																																					
Trasmittanza periodica:	0.0042 W/m ² K																																				
Fattore di attenuazione:	0.0261																																				
Sfasamento:	9h 3'																																				
Dati generali																																					
Spessore:	0.370 m																																				
Massa superficiale:	410.50 kg/m ²																																				
Resistenza:	3.0765 m ² K/W																																				
Trasmittanza:	0.3250 W/m ² K																																				
Parametri dinamici																																					
Trasmittanza periodica:	0.0465 W/m ² K																																				
Fattore di attenuazione:	0.1430																																				
Sfasamento:	10h 10'																																				

SEZIONE RAPPRESENTATIVA



DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

Tipo di materiale	Materiale	Spessore [m]	Massa Superficiale [kg/m²]	Resistenza [m²K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
	Superficie esterna			0.0400	
1 VAR	rasatura	0.005	7.50	0.0111	0.075
2 VAR	EPS Argisol Neopor	0.123	3.69	3.9677	9.840
3 CLS	CLS con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	0.165	396.00	0.0864	24.750
4 VAR	EPS Argisol Neopor	0.062	1.86	2.0000	4.960
5 VAR	Cartongesso in lastre	0.015	13.50	0.0600	0.128
	Superficie interna			0.1300	

Tipo di materiale	Materiale	Spessore [m]	Massa Superficiale [kg/m²]	Resistenza [m²K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
	Superficie esterna			0.0400	
1 VAR	rasatura	0.010	15.00	0.0222	0.150
2 ISO	PSE in lastre ricavate da blocchi conforme a UNI 7819	0.100	2.50	2.5000	6.000
3 MUR	Laterizi semipieni sp.25 cm.rif.1.1.03	0.250	379.00	0.3700	3.750
4 INT	Intonaco di calce e gesso	0.010	14.00	0.0143	0.100
	Superficie interna			0.1300	

TRASMITTANZA TERMICA

Trasmittanza della struttura:	0.1588 W/m²K	Trasmittanza della struttura:	0.3250 W/m²K
-------------------------------	--------------	-------------------------------	--------------

RESISTENZA TERMICA

Resistenza totale dell'elemento:	6.2953 m²K/W	Resistenza totale dell'elemento:	3.0765 m²K/W
STRUTTURA REGOLAMENTARE		STRUTTURA REGOLAMENTARE	

COMPORTAMENTO IGROMETRICO

CONDENSA NON PRESENTE	CONDENSA NON PRESENTE
------------------------------	------------------------------

3.1 I VANTAGGI RISPETTO AL SISTEMA "A CAPPOTTO"

Si elencano di seguito alcuni dei vantaggi di maggior rilievo per preferire l'utilizzo dei casseri *Argisol* per la realizzazione delle pareti non portanti, rispetto al sistema tradizionale di rivestimento "a cappotto".

a) PRESTAZIONI TERMICHE MIGLIORI CON MEDESIMO SPESSORE DELLA PARETE

Si può vedere che lo spessore totale della parete finita è di 37.0cm con entrambe le soluzioni, ma le prestazioni di isolamento termico sono differenti.

Dati output	parete ARGISOL	parete laterizio + cappotto
spessore parete	37.0cm	37.0cm
isolamento parete	doppio (interno ed esterno)	solo esterno
U termica (W/mqK)	0.159	0.325
R termica (mqK/W)	6.29	3.08
formazione condensa	NO	NO

La parete di tamponamento in *Argisol* ha una trasmittanza termica $U = 0.159$ W/mqK, mentre la parete in mattone con cappotto isolante di pari spessore ha una trasmittanza termica pari ad $U = 0.325$ W/mqK.

Si tenga presente che si è utilizzato un calcestruzzo normale e non un calcestruzzo alleggerito con argilla che ha prestazioni termiche leggermente superiori.

Questo valore di U termica nettamente migliore è dovuto a:

- Spessore di isolamento differenziato in due strati (con spessore esterno maggiore di quello interno) per l'*Argisol* e solo esterno per il cappotto. Si ha uno spessore di isolamento esterno di 10cm per il cappotto e di 12,3cm per l'*Argisol*.
- Qualità del materiale impiegato per l'*Argisol*: i casseri *Argisol* sono in *Neopor*[®] e non semplice polistirene espanso per la lastre a cappotto. Il nuovo polistirene espanso della *BASF (Neopor*[®]) è additivato con grafite, questo è in grado di assorbire e riflettere gli infrarossi e migliorare la conduttività λ del materiale e mantenerla costante nel tempo.

Nella parete con casseri *Argisol*, la positiva influenza dell'inerzia termica del cls sull'ambiente interno è ottimizzata dal calibrato rapporto tra i diversi spessori del polistirene (quello esterno maggiore di quello interno). Questa differenziazione permette un miglior comportamento termoigrometrico della parete che elimina l'insorgere di condensa interstiziale. Inoltre, la temperatura superficiale interna della parete, è di poco diversa da quella dell'ambiente e ciò impedisce la formazione di condense superficiali, oltre a garantire un confort ottimale.

b) ISOLAMENTO CONTINUO ED UNIFORME

La parete con casseri *Argisol* offre un isolamento continuo ed uniforme della parete. La posa tra i vari corsi è ad incastro. La giunzione laterale tra blocco e blocco avviene per aderenza, senza incastro (anche per effetto dei tagli adattamento), ed è comunque perfetta per effetto dell'incastro a sormonto della fila successiva (a condizione che i tagli di adattamento vengano eseguiti correttamente). L'incastro degli elementi *Argisol* così creato risulta una sorta di sigillatura che garantisce di non far percolare l'acqua d'impasto del calcestruzzo all'esterno.

Il sistema a cappotto, basato sul fissaggio di lastre a ridosso del paramento in laterizio può non offrire un isolamento continuo ma avere dei passaggi di calore in corrispondenza della giunzione delle lastre. Spesso le lastre tendono a muoversi in fase di fissaggio non garantendo la perfetta aderenza dei giunti e la perfetta complanarità con il supporto (il laterizio). Invece, le lastre *Argisol* sono ancorate solidamente e permanentemente al getto di calcestruzzo in quanto presentano dei profili a coda di rondine nell'interfaccia con il calcestruzzo.



Le immagini sopra rapportano i particolari di aderenza dell'isolamento al supporto. Si evidenzia il profilo interno delle lastre a coda di rondine e gli innesti per l'incastro a secco del blocco per l'Argisol. Nell'immagine di fianco si evidenziano le lacune di posa delle lastre al supporto e loro giunzione.

N.B. Mentre per le pareti portanti *Argisol* si ha l'assenza di ponti termici nell'edificio, in questo caso si dovranno adottare particolari dettagli per limitare il ponte termico nei punti più critici di attacco del tamponamento alle strutture (pilastri/setti, attacco solaio).

c) VELOCITÀ DI REALIZZAZIONE

La parete con mattone e cappotto, si compone di una serie di varie stratigrafie, ne consegue una serie di lavorazioni da eseguirsi non contemporaneamente:

1. una prima fase di posa dei mattoni con malta;
2. una seconda fase per la posa del cappotto da 10cm, con tutte le fasi intermedie (collante di adesivo cementizio, fissaggio delle lastre con tasselli, fissaggio degli elementi angolari di partenza, ... con tutti gli inconvenienti del sistema che ormai si conoscono (movimento delle lastre durante la posa, insufficiente fissaggio dei tasselli, problema dei giunti non chiusi...)

Con i casseri *Argisol*, invece, è possibile realizzare una parete di tamponamento già isolata, pronta ad contenere il getto di completamento con calcestruzzo alleggerito. Non ci sono fasi intermedie.

d) SICUREZZA DI CANTIERE

Tutto il sistema *Argisol* viene fatto in sicurezza, senza attrezzature speciali e pesanti. Non ci sono particolari accortezze nell'uso dei casseri che possono ritenersi pericolosi per gli addetti ai lavori. La leggerezza del materiale non pone rischi di movimentazione. L'elemento Base *Argisol* pesa circa 2,3Kg ed ha dimensioni 120x30x30cm maggiori del blocco in laterizio. Con minor peso si costruisce più superficie. Il sistema di tamponamento con casseri *Argisol*, offre il fatto di non avere lavorazioni intermedie come nel caso del "sistema a cappotto" (dapprima l'impresa che realizza il telaio strutturale, in seguito chi fa il tamponamento di mattoni ed infine la squadra dei "cappottisti"), permette di non avere in cantiere la contemporaneità di

lavoratori con mansioni diverse, sottoposti di conseguenza a rischi diversi che creano situazioni spesso antipatiche ai responsabili della sicurezza.

e) FLESSIBILITA' DI POSA

La costruzione di pareti con casseri *Argisol*, coniugano la resistenza meccanica del calcestruzzo con la capacità di isolamento termico del *Neopor*[®]. Il montaggio degli elementi avviene a secco. Tutti gli elementi della gamma possono essere tagliati ogni 2,5cm con un normale seghetto.



La gamma è completa di tutta una serie di elementi speciali: quali gli inserti di chiusura in eps e legno per la formazione delle spallette dei fori e dell'elemento architrave per la sommità dei fori, che permettono di realizzare il foro in contemporaneamente con il montaggio della parete. L'utilizzo degli elementi *Argisol* a realizzazione del foro permette di eliminare i ponti termici in corrispondenza dell'attacco degli infissi, sia nelle spallette che negli architravi.

f) TAMPONAMENTO SOLIDALE CON LA STRUTTURA

La parete di tamponamento realizzata con casseri *Argisol*, solidale attraverso i ferri di chiamata alla struttura resistente del telaio, permette di evitare quei microdaneggiamenti alle finiture (fessurazioni locali sull'interfaccia) riconducibili a deformazioni differenziate o cedimenti strutturali (anche a seguito di eventi sismici). Nel caso dei tamponamenti tradizionale in laterizio, il tamponamento è libero di muoversi, isolandosi a seguito di eventi sismici dal telaio e causando danni alle finiture.

E' vero che il tamponamento in *Argisol* risulta più pesante di un tamponamento in laterizio, ma è anche vero che oggi i tamponamenti non sono quelli di una volta (esigui) ma i pacchetti di isolamento interno ed esterno risultano sempre più spessi e con una rigidità tale spesso equiparabile a quella della struttura (a volte da risultare dannoso per la struttura).

g) PRESTAZIONE AL FUOCO EI 120

Il comportamento al fuoco della parete con casseri *Argisol* è assicurata dallo spessore del calcestruzzo. La normativa in vigore (D.M. 16/03/2007) prescrive che per raggiungere una resistenza al fuoco EI 120 è sufficiente uno spessore minimo di 160mm . Con *Argisol* il setto di calcestruzzo è di 165mm, rispettando pienamente la normativa. Prestazione EI 120 si può ottenere con la gamma *Argisol 21,5*. Il materiale *Argisol* abbinato ad uno strato di finitura, quale intonaco o lastre in cartongesso, costituisce un kit assemblato con una Euroclasse di reazione al fuoco B. Le lastre in cartongesso possono essere attaccate (in aderenza o con struttura) con semplice viti autofilettanti ai distanziali dell'Argisol (posti a circa 1,0cm dal cassero). In questo caso, le lastre sono solidali alla struttura in quanto i lamierini sono annegati nel getto di calcestruzzo.

4. FINITURE

4.1 FINITURA ESTERNA

La superficie dei blocchi-cassero Argisol presenta delle leggere scanalature appositamente studiate per migliorare l'aderenza dell'aggrappante all' EPS. La superficie delle pareti deve comunque essere pulita da un eventuale strato di materiale ossidato superficiale.

Il rivestimento esterno può essere del tipo:

- **FINITURA TIPO " A CAPPOTTO"**

Si procede con la realizzazione di un primo strato di rasatura (spessore 3mm) composto da malta di cemento, a cui segue la posa delle rete in fibra di vetro apprettata che viene completamente annegata nello strato di malta successivo (spessore 3mm). Ad asciugatura della rasatura si procede con l'applicazione a rullo, pennello o spruzzo di un prodotto di fondo (primer) per garantire una adeguata adesione dello strato di finitura pigmentato.

La BIOISOTHERM S.r.l. propone come finitura esterna il proprio ciclo di lavorazione per sistemi a cappotto: BIOCAP.

Il ciclo di finitura per esterni "BIOCAP":

- I. Procedere con l'applicazione del collante/rasante BIO RAS40 con l'interposizione di rete in fibra di vetro BIO X15 tra i due strati (tipologia applicativa simile ai normali sistemi di isolamento termico a cappotto).
- II. Ad asciugatura completa della rasatura, dopo circa 3/4 giorni, si procederà all'applicazione dell'intonaco di finitura a spessore od a pittura. Nel caso della finitura a pittura, bisognerà stendere una mano di rasante lavorato a "civile" su cui si potrà tinggiare una volta asciugato.
- III. Per i rivestimenti a spessore è possibile, ma non indispensabile, applicare sulla superficie precedentemente rasata, una mano di fondo scelto nella gamma BIO PAINT avente lo stesso colore della finitura prescelta al fine di migliorare la resa cromatica della finitura stessa. Nel caso della finitura a pittura, bisognerà stendere una mano di rasante lavorato a "civile" su cui si potrà tinggiare una volta asciugato.

Con tale tipologia di lavorazione garantiamo la perfetta tenuta, ma non ci assumiamo nessuna responsabilità per eventuali distacchi dovuti a movimenti o cedimenti strutturali di qualsiasi natura essi siano, e/o errori di applicazione.

Le finiture in pasta e pronte all'uso BIOCOLOR possono essere a scelta tra tre linee di prodotti:

LINEE DI PRODOTTI		
BIO COLOR – ACRILICI	BIO COLOR – SILIKATI	BIO COLOR – SILOSSANICI

Le finiture in pasta e pronte all'uso scelte dalla gamma BIO COLOR, possono avere per ciascuna linea scelta (acrilica, silicati e silossanica) 3 diverse granulometrie:

FINITURE		
FINE (max 0.8mm)	MEDIA (max 1.0mm)	GROSSA (max 1.3mm)

- **RIVESTIMENTI**

Si possono applicare rivestimenti di vario genere, previa preparazione della superficie della parete, quindi stesura di due strati di malta cementizia con interposta rete di in fibra di vetro apprettata.

La superficie è pronta alla stesura di uno strato di adesivo (spessore 2-3mm) e la successiva posa di elementi di finitura tipo: mattone faccia vista; rivestimenti lapidei in lastre; cornici di marmo su porte e finestre; listelli o elementi angolari (di spessore esiguo). Rivestimenti più pesanti possono essere ancorati direttamente al calcestruzzo.

- **FACCIATA VENTILATA**

Si possono adottare rivestimenti di facciata distanziati dalla parete in modo da formare una intercapedine aerata (così da evitare eventuale condensa del materiale isolante).

Il paramento esterno della facciata ventilata può essere realizzato con lastre di pietra, cotto, gres porcellanato o latro. La struttura di sostegno del rivestimento deve essere solidale alla struttura interna in calcestruzzo mediante diversi sistemi di ancoraggio (per es. con la predisposizione di zanche di fissaggio inserite nei blocchi prima del getto del calcestruzzo) che possono essere a scomparsa o a vista, con sostegni puntiformi o continui.

4.2 FINITURA INTERNA

Il rivestimento interno può essere del tipo:

- **INTONACO**

E' possibile spruzzare direttamente l'intonaco premiscelato dello spessore voluto (1,0 - 1,5cm). Si completa con la successiva finitura con malta fine. Si completa la finitura con la tinteggiatura a colori lavabili o tempere traspiranti, smalti, ecc.

La BIOISOTHERM S.r.l. ha testato sul proprio cassero Argisol il ciclo di lavorazione della FERRI S.r.l. Di seguito si riportano le fasi principali:

Il ciclo di intonacatura per interni "Ferri Solution"

- I. Applicare a macchina direttamente lo strato di intonaco FERRIMIX ROCCIA FB23 o BISTRATO FB21 GESSO con uno spessore di circa 1 cm.
- II. Procedere alla "rabottatura" dell'intonaco durante la fase di presa (circa 2 ore), comunque prima della completa essiccazione.
- III. La finitura si può eseguire con rasatura al "civile" MALTA FINA FR34 o con lisciatura a base gesso FERRIMIX LISCIATURA FB28.

Con tale tipologia di lavorazione garantiamo la perfetta tenuta, ma non ci assumiamo nessuna responsabilità per eventuali distacchi dovuti a movimenti o cedimenti strutturali di qualsiasi natura essi siano, e/o errori di applicazione.

Per ulteriori informazioni o chiarimenti Vi preghiamo di contattare il servizio tecnico della Ferri.

- FERRI Srl Laboratorio Chimico - via Emilia Ovest, 58 43036 Fidenza (PR) tel. 0524.520312

info@ferrimix.it -

- **RIVESTIMENTI**

Rivestimenti lapidei o ceramici (su locali quali cucine o bagni), possono essere applicati direttamente sulla superficie del cassero Argisol a condizione che si usino collanti di buona qualità da utilizzare su supporti in polistirene espanso.

La parete finita ad intonaco è la base per una vasta serie di possibilità decorative quali: applicazione di stoffe o carte da parati. Rivestimenti in legno, come perline o pannelli di compensato possono avvenire mediante incollaggio direttamente a contatto con il cassero *Argisol* o chiodatura su struttura lignea.

- **LASTRE DI CARTONGESSO O GESSO FIBRO RINFORZATO**

Le lastre possono essere poste in aderenza alla parete, tramite viti autofillettanti al profilo metallico (distanziale) inglobato nel blocco-cassero Argisol in fase di stampaggio. Appositi segni marchiati nella superficie del blocco evidenziano il posizionamento interno dei distanziali (a passo costante). In alternativa possono essere poste in aderenza mediante incollaggio con malte adesive.

Oppure staccate dalla parete creando una intercapedine di dimensioni variabili, che va dal singolo ingombro del profilo dell'orditura metallica portante a spessori maggiori nel caso di impianti.

N.B. Attaccando con viti autofillettanti le lastre di cartongesso (o la loro struttura) ai distanziali dell'Argisol si rende il rivestimento in cartongesso solidale con la struttura in quanto i lamierini sono annegati nel getto di calcestruzzo. Tale soluzione si presenta utile nel caso di particolari esigenze di prestazioni al fuoco.

Per qualsiasi altra informazione o dettagli tecnici, potete visitare il sito: www.bioisotherm.com o contattare il nostro Ufficio Tecnico Bioisotherm:



UFFICIO TECNICO-COMMERCIALE:

via Longhin, 83 – 35129 Padova (PD)

tel. 049.8687216 fax 049. 8684624

e-mail: info@bioisotherm.it