



# **Isolamento su misura per coperture**

## **Casi pratici e riferimenti normativi**

**Castelnuovo del Garda - 21 marzo 2013**

**Ing. Cristiano Signori**



Isolparma S.r.l. dal 2002 si è sviluppata avendo come obiettivo primario la ricerca di soluzioni per l'involucro edilizio (coperture e pareti)

Progettazione e produzione di sistemi isolanti e impermeabilizzanti su misura per ogni tipologia strutturale dell'edificio

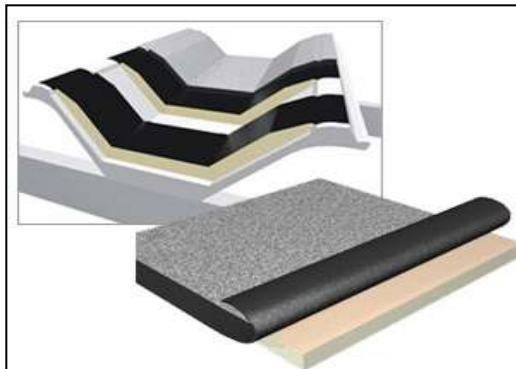


## Principali ambiti di intervento

### 1) Ristrutturazioni e risanamento energetico in ambito residenziale



### 2) Ristrutturazioni e risanamento energetico in ambito industriale



### 3) Soluzioni su misura per coperture piane, inclinate e industriali

## Esempio di riqualificazione energetica

### Copertura a volta di edificio industriale

**Situazione ante-intervento**

Anno di realizzazione 1970 circa

Piano di posa in laterizio

Isolamento in lana di roccia sp. 4 cm

Copertura in lastre di fibrocemento

$U = 0,74 \text{ W/m}^2\text{K}$

 **Intervento richiesto per l'ottenimento della detrazione fiscale del 55 %**

**Zona climatica «D»**

**$U \leq 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$**



## Intervento

Costituzione nuova sotto struttura per lastre di copertura

Isolamento in poliuretano espanso RF7 sp. 90 mm sagomato curvo dim.

1200 x 3000 mm

Posa nuove lastre di copertura in alluminio

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammettenza termica interna ( $Y_{II}$ )	4,952 W/(m <sup>2</sup> K)	1,67 h
Ammettenza termica esterna ( $Y_{e\theta}$ )	0,779 W/(m <sup>2</sup> K)	4,43 h
Trasmittanza termica periodica ( $Y_{I\theta}$ )	<b>0,075 W/(m<sup>2</sup>K)</b>	-7,90 h
Capacità termica areica interna ( $\kappa_i$ )	<b>68,9 kJ/(m<sup>2</sup>K)</b>	
Capacità termica areica esterna ( $\kappa_e$ )	11,7 kJ/(m <sup>2</sup> K)	
Resistenza termica (R)	3,879 (m <sup>2</sup> K)/W	
Trasmittanza termica (U)	<b>0,258 W/(m<sup>2</sup>K)</b>	
Fattore di attenuazione (f)	<b>0,290</b>	
Spessore (s)	<b>20,0 cm</b>	
Massa superficiale (m)	<b>160 kg/m<sup>2</sup></b>	
Sfasamento ( $\varphi$ )	<b>7,90 h</b>	

## Fasi di posa e realizzazione

**Grandi dimensioni velocizzano la posa**  
**Perfetta adattabilità al supporto curvo**  
**grazie ai tagli a passo costante**



**Spessore ridotto comporta un risparmio anche per altri elementi della copertura**



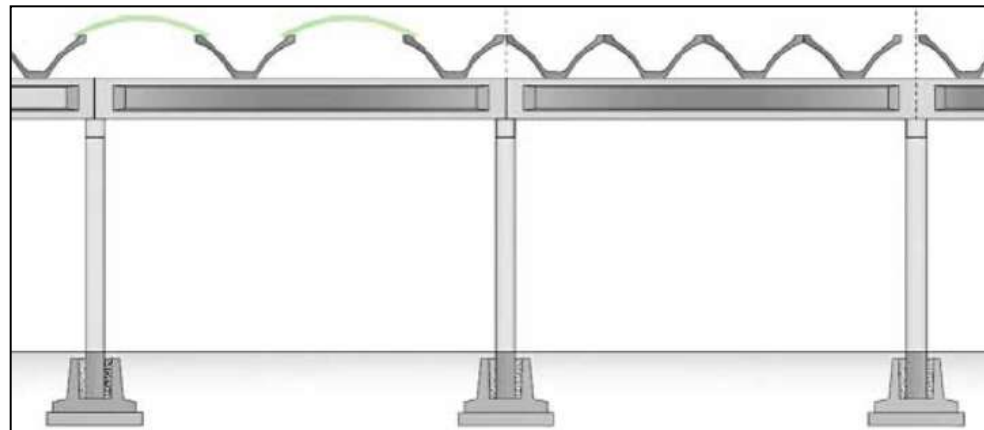
## Coperture industriali

### Isolamento termico Sistema Preciso per elementi in c.a.p.

Assobeton – 2012 - Linee Guida per il calcolo della trasmittanza termica delle coperture in calcestruzzo di edifici prefabbricati



Norme di rif.: UNI EN ISO 6946 e UNI EN ISO 10211

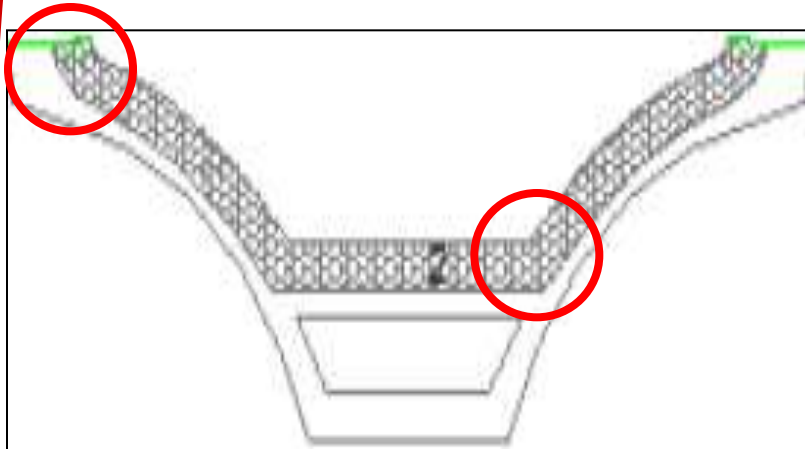


Fondamentale l'isolamento di ogni componente (tegolo, coppelle)

Fondamentale la progettazione dei particolari per eliminare i ponti termici!

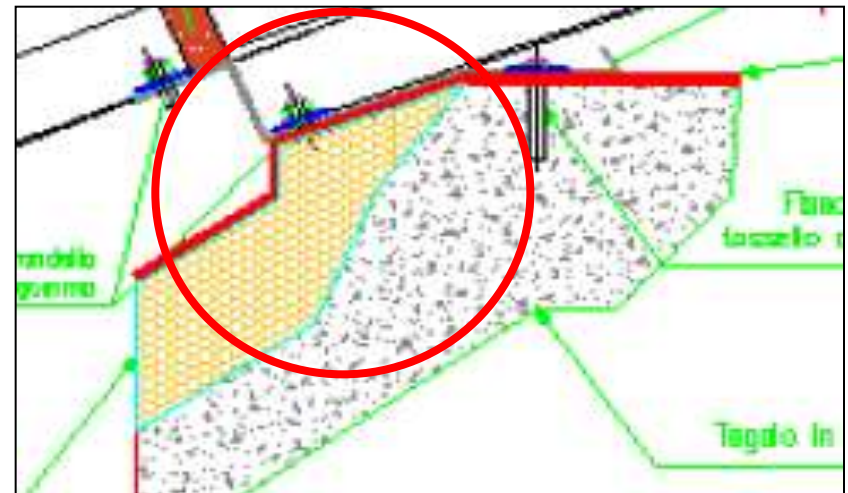
## Coperture industriali

### Isolamento termico Sistema Preciso per elementi in c.a.p.



Le necessità...

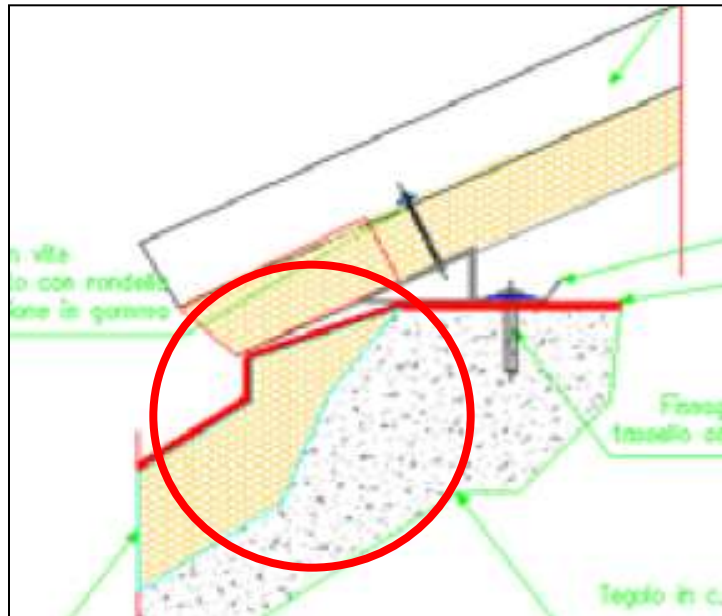
Le necessità...





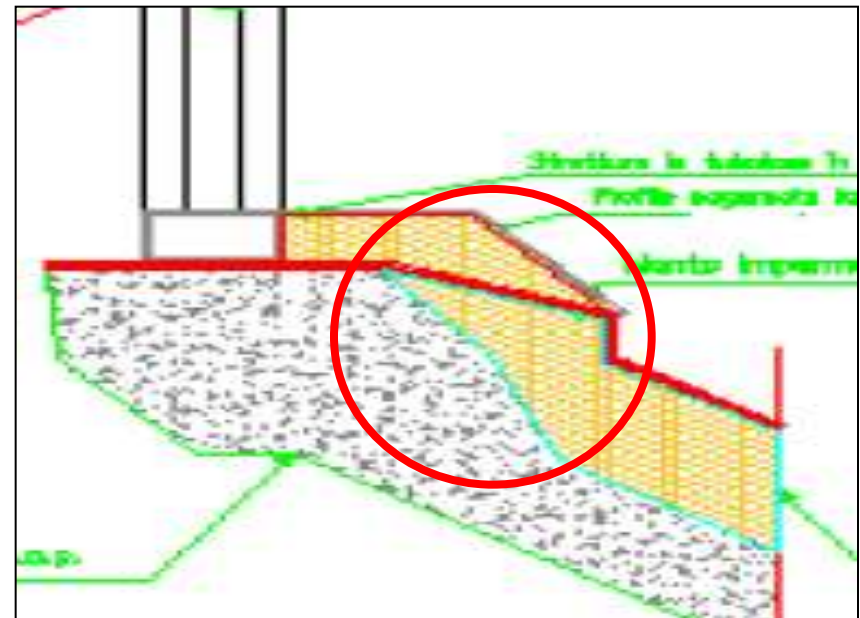
## Coperture industriali

### Isolamento termico Sistema Preciso per elementi in c.a.p.



Altre necessità...

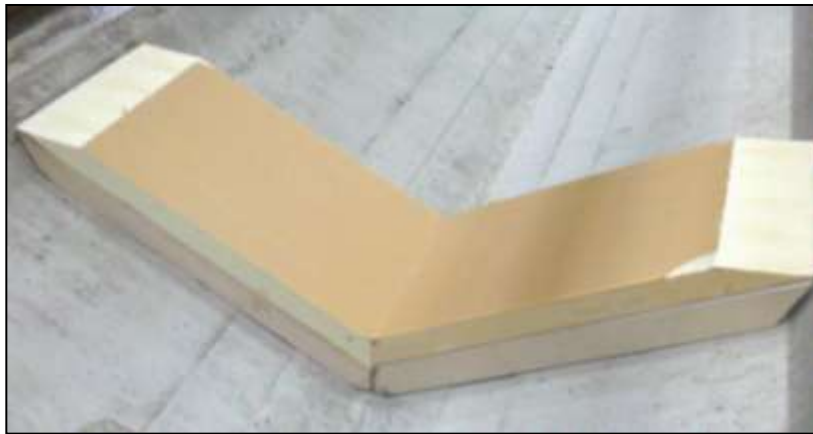
Altre necessità...



# Coperture industriali



## Isolamento termico Sistema Preciso per elementi in c.a.p.



**Le soluzioni «generali»!**



## Coperture industriali

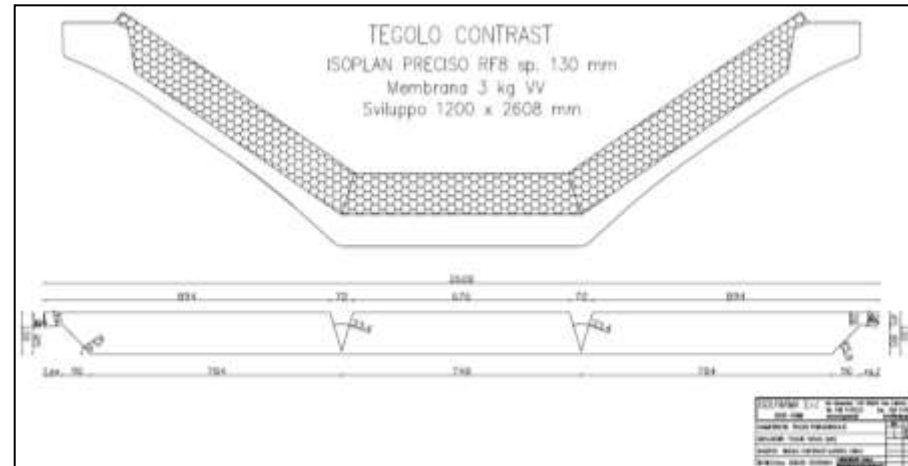
### Isolamento termico Sistema Preciso per elementi in c.a.p.



**Le soluzioni particolari!**



## Isolamento termico Sistema Preciso – tegolo in c.a.p.



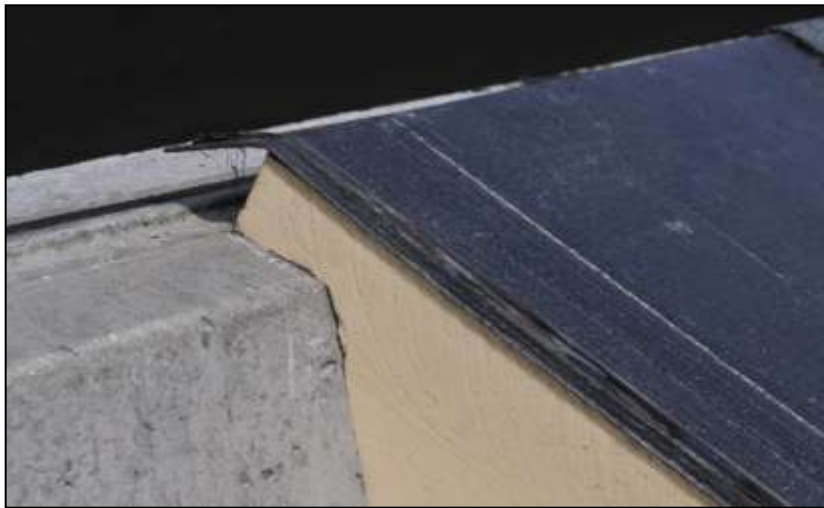
### Richiesta

- Pannello in poliuretano espanso rigido preaccoppiato a prima membrana bituminosa per verifica  $U < 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Sagomatura estremità per isolamento ponte termico del serramento

### Soluzione

- Isoplan PUR Preciso RF8 sp. 130 mm preaccoppiato a membrana VV  $3 \text{ kg/m}^2$
- Lavorazione «su misura» per correzione ponte termico

## Isolamento termico Sistema Preciso - tegolo in c.a.p.





## **Isolamento termico e deflusso delle acque: Pendenzato PUR**

### **Ambito applicativo**

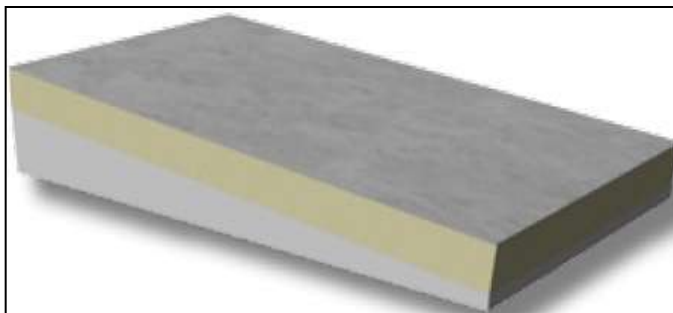
- Risanamento e rifacimento copertura mediante sistema isolante leggero
- Necessità di creare linee di deflusso per le acque meteoriche
- Interventi di ristrutturazione sia in ambito residenziale che industriale

### **Conformazione del prodotto – Linee generali**

- Base per formazione linea di pendenza (1-1,5%)
- Superficie estradosso in poliuretano espanso (con o senza membrana preaccoppiata)

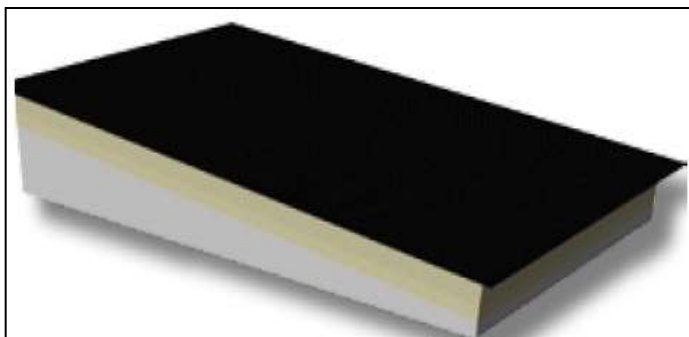


## Isolamento termico e deflusso delle acque: Pendenzato PUR



Versione con pannello RF7 o RF8 all'estradosso  
Impermeabilizzazione in opera  
Maggiore resistenza alle temperature d'esercizio

### Pendenzato PUR



Versione con pannello preaccoppiato  
Risparmio sulla posa  
Migliore resistenza termica con  $\lambda_d = 0,023 \text{ W/mK}$

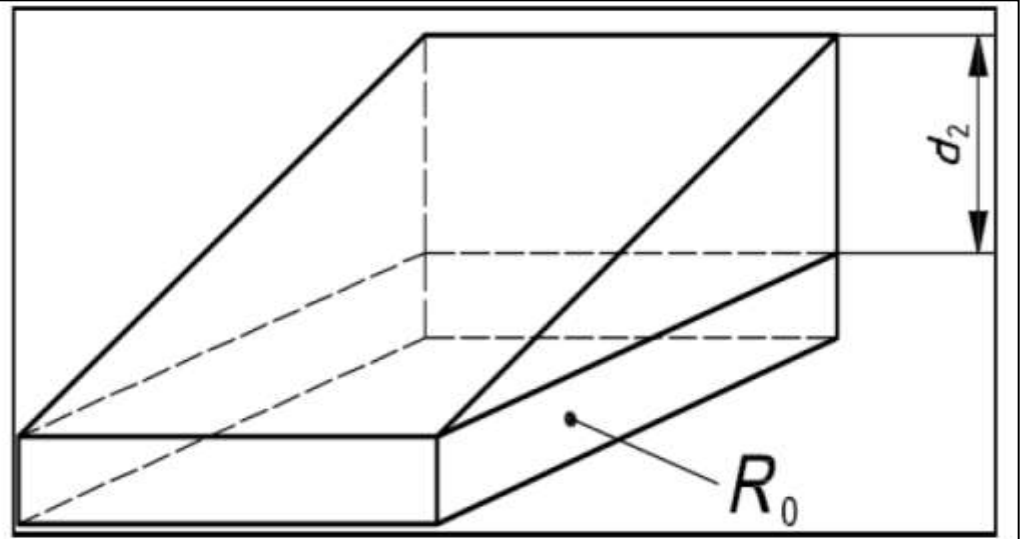
### Pendenzato Isoplan PUR

## Pendenzato PUR: dal progetto alla posa

### Calcolo resistenza termica e contestualizzazione geometrica

Passo 1) Norma ISO 6946/2007 per la parte in pendenza (es. rif. per protocollo Klimahouse) più restrittiva rispetto ad una semplice media fra lo spessore max e min peraltro scorretta!

$$U_{\text{eps}} = (\lambda_{\text{eps}} / d_2) * \ln (1 + d_2/d_0)$$



## Pendenzato PUR: dal progetto alla posa

Passo 2) Somma dei valori di resistenza degli altri strati e calcolo della resistenza termica totale

$R_{tot}$  (m<sup>2</sup>K/W)



Tipo di componente		Chiusura superiore						
Stratigrafia (int-est)	s [cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	c [J/kg°C]	$\lambda$ [W/m°C]	R [m <sup>2</sup> °C/W]	opz. $\lambda \rightarrow R$	
Strato liminare interno						0,10		
I Laterocemento	25,0	1.800	200	1.100	0,800		<input type="checkbox"/>	
II EPS						0,93	<input checked="" type="checkbox"/>	
III RF3	24,0	36	148	1.458	0,023		<input type="checkbox"/>	
IV							<input type="checkbox"/>	
V							<input type="checkbox"/>	
VI							<input type="checkbox"/>	
VII							<input type="checkbox"/>	
VIII							<input type="checkbox"/>	
IX							<input type="checkbox"/>	
X							<input type="checkbox"/>	
Strato liminare esterno						0,04		



Segue il calcolo degli spessori in base alle verifiche e alle pendenze richieste

# Pendenzato PUR: dal progetto alla posa

## Progetto

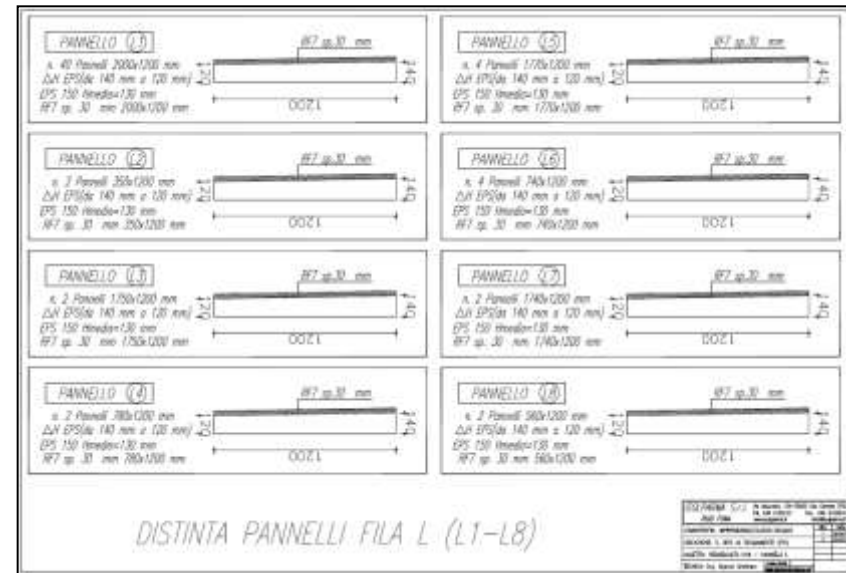
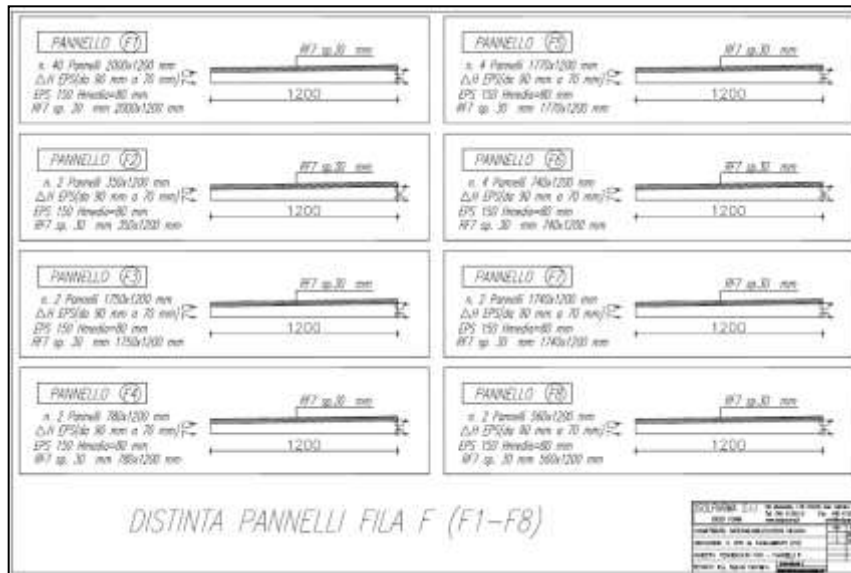
Rilievo dell'impalcato, individuazione degli scarichi e delle idonee linee di deflusso dal punto di vista tecnico-economico, suddivisione modulare della superficie

FALDA 1		FALDA 2		FALDA 3				FALDA 4		FALDA 5				FALDA 6		FALDA 7				FALDA 8		FALDA 9	
A1 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A3 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A5 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A5 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A1 ↑	A7 ↑	A1 ↑	A1 ↑
B1 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B3 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B5 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B5 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B1 ↑	B7 ↑	B1 ↑	B1 ↑
C1 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C3 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C5 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C5 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C1 ↑	C7 ↑	C1 ↑	C1 ↑
D1 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D3 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D5 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D5 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D1 ↑	D7 ↑	D1 ↑	D1 ↑
E1 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E3 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E5 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E5 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E1 ↑	E7 ↑	E1 ↑	E1 ↑
F1 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F3 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F5 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F5 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F1 ↑	F7 ↑	F1 ↑	F1 ↑
G1 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G3 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G5 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G5 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G1 ↑	G7 ↑	G1 ↑	G1 ↑
H1 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H3 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H5 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H5 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H1 ↑	H7 ↑	H1 ↑	H1 ↑
I1 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I3 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I5 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I5 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I1 ↑	I7 ↑	I1 ↑	I1 ↑
L1 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L3 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L5 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L5 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L1 ↑	L7 ↑	L1 ↑	L1 ↑
M1 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M3 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M5 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M5 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M1 ↑	M7 ↑	M1 ↑	M1 ↑
N1 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N3 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N5 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N5 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N1 ↑	N7 ↑	N1 ↑	N1 ↑
N1 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N3 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N5 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N5 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N1 ↓	N7 ↓	N1 ↓	N1 ↓
MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MS ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MS ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓	MT ↓
LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LS ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LS ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓	LT ↓
IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IS ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IS ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓	IT ↓
HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HS ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HS ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓	HT ↓
ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	SS ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	SS ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓	ST ↓
RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RS ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RS ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓	RT ↓
E1 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E3 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E5 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E5 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E1 ↓	E7 ↓	E1 ↓	E1 ↓
D1 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D3 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D5 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D5 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D1 ↓	D7 ↓	D1 ↓	D1 ↓
CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CS ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CS ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓	CT ↓
BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BS ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BS ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓	BT ↓
A1 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A3 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A5 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A5 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A1 ↓	A7 ↓	A1 ↓	A1 ↓

# Pendenzato PUR...dal progetto alla posa

## Progetto

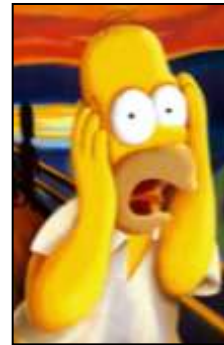
Consegna in cantiere «a blocchi» per un corretto e veloce montaggio del sistema corredata da distinte pannelli recanti estremi di individuazione e quantità





## Pendenzato PUR: caso applicativo – dal progetto alla posa

### Situazione ante-intervento



Ristagni d'acqua generalizzati e infiltrazioni all'interno  
del fabbricato

Dispersioni termiche e conto energetico elevato



## Pendenzato PUR: dal progetto alla posa

### Realizzazione e posa - intervento



<http://www.youtube.com/watch?v=l66pAOdzMns>

## Pendenzato PUR: dal progetto alla posa

### Realizzazione e posa – Situazione post-intervento



Eliminazione ristagni e ripristino deflusso  
Costo energetico molto ridotto e migliore  
benessere termico

## Pendenzato PUR: altri esempi





Grazie per l'attenzione

**Ing. Cristiano Signori**