



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

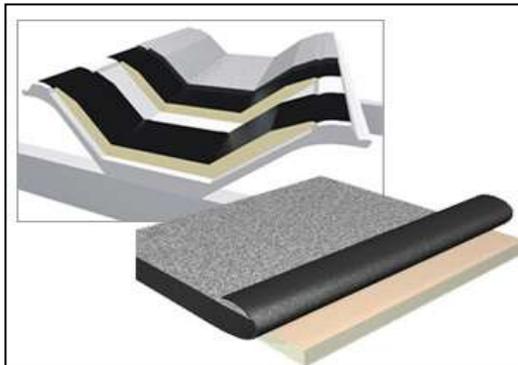


Principali ambiti di intervento

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 ² K)	1,67 h
Ammettenza termica esterna (Y_{ee})	0,779 W/(m ² K)	4,43 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{ie})	0,075 W/(m²K)	-7,90 h
Capacità termica areica interna (κ_i)	68,9 kJ/(m²K)	
Capacità termica areica esterna (κ_e)	11,7 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	3,879 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,258 W/(m²K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,290	
Spessore (s)	20,0 cm	
Massa superficiale (m)	160 kg/m²	
Sfasamento (φ)	7,90 h	

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

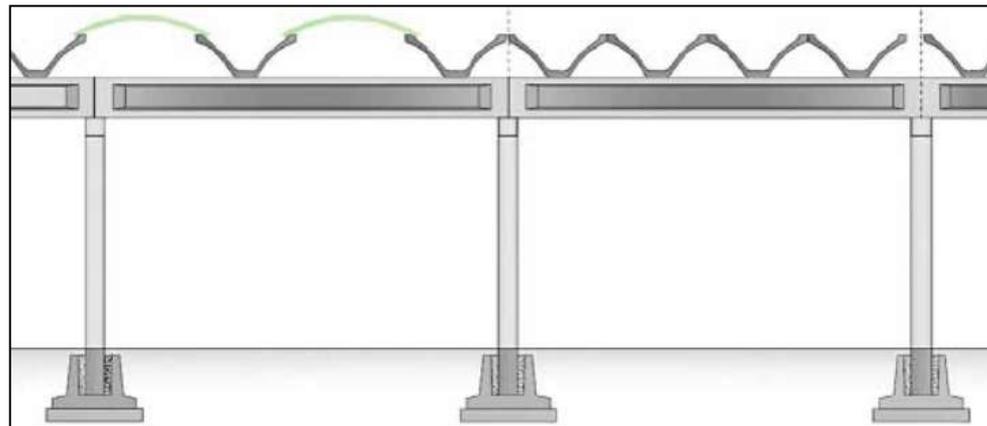
Coperture industriali

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

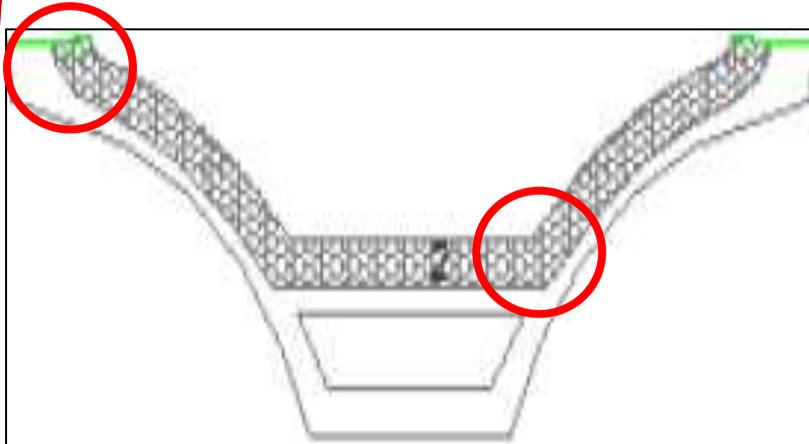


Fondamentale l'isolamento di ogni componente (tegolo, coppelle)

Fondamentale la progettazione dei particolari per eliminare i ponti termici!

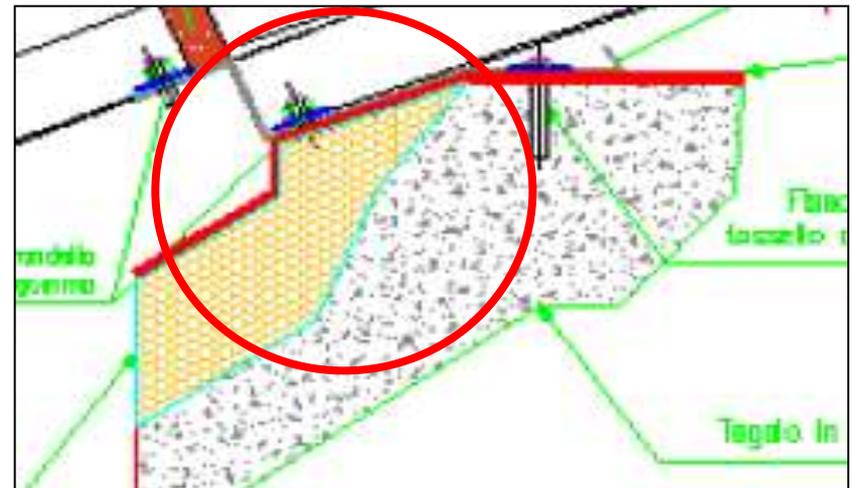
Coperture industriali

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



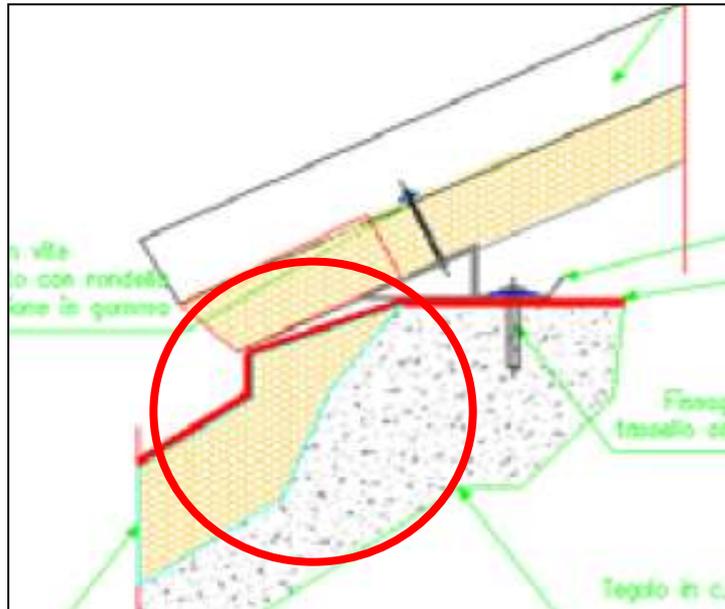
Le necessità...

Le necessità...



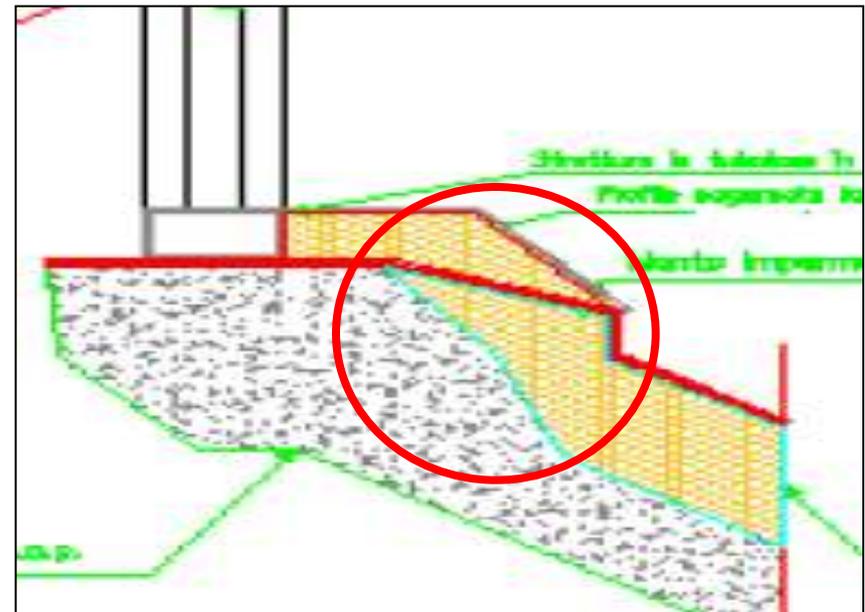
Coperture industriali

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

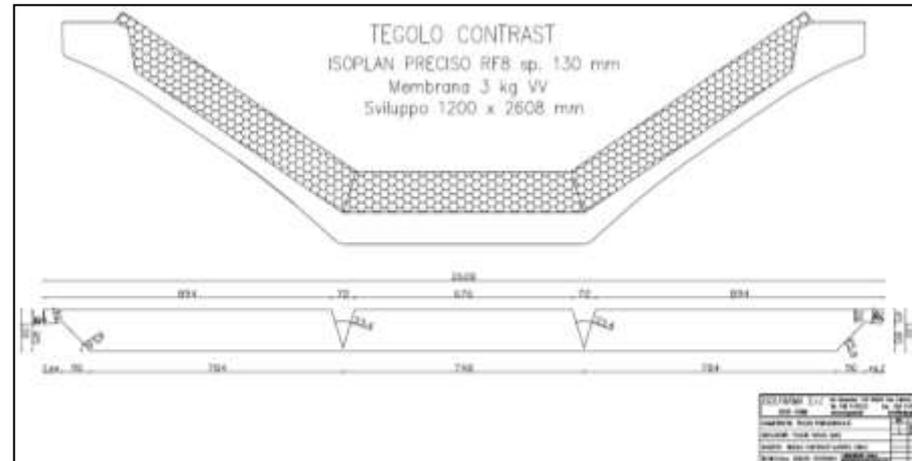
Isolamento termico Sistema Preciso per elementi in c.a.p.



Le soluzioni particolari!



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



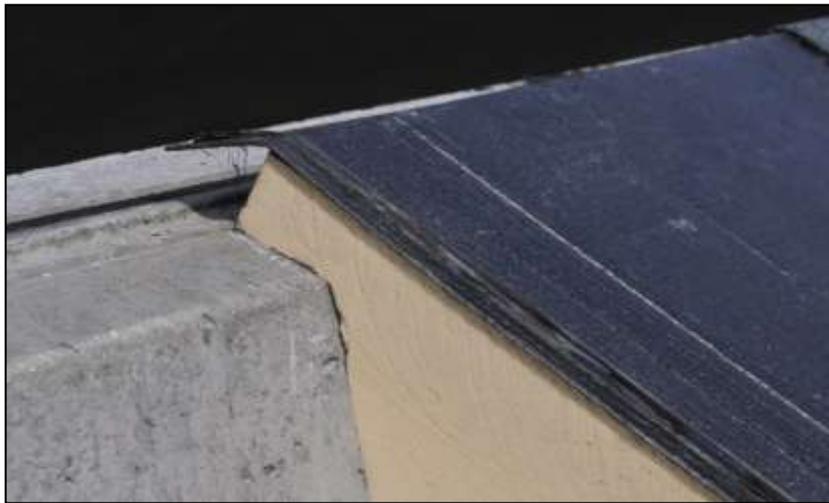
Richiesta

- 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 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

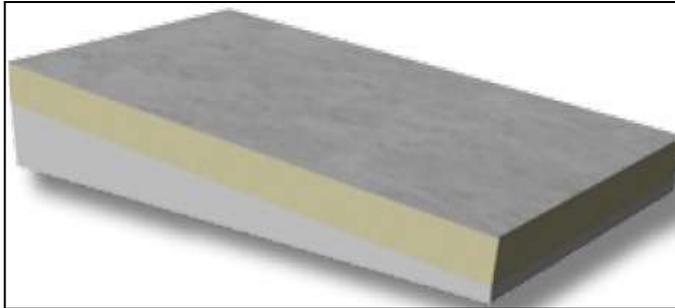
Ambito applicativo

- 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

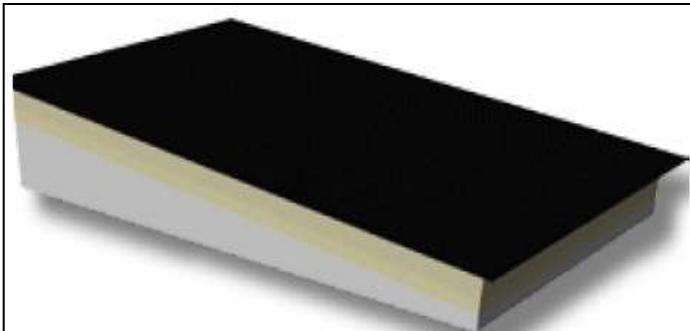
- Base per formazione linea di pendenza (1-1,5%)
- Superficie estradosso in poliuretano espanso (con o senza membrana preaccoppiata)

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 $\lambda_d = 0,023 \text{ W/mK}$

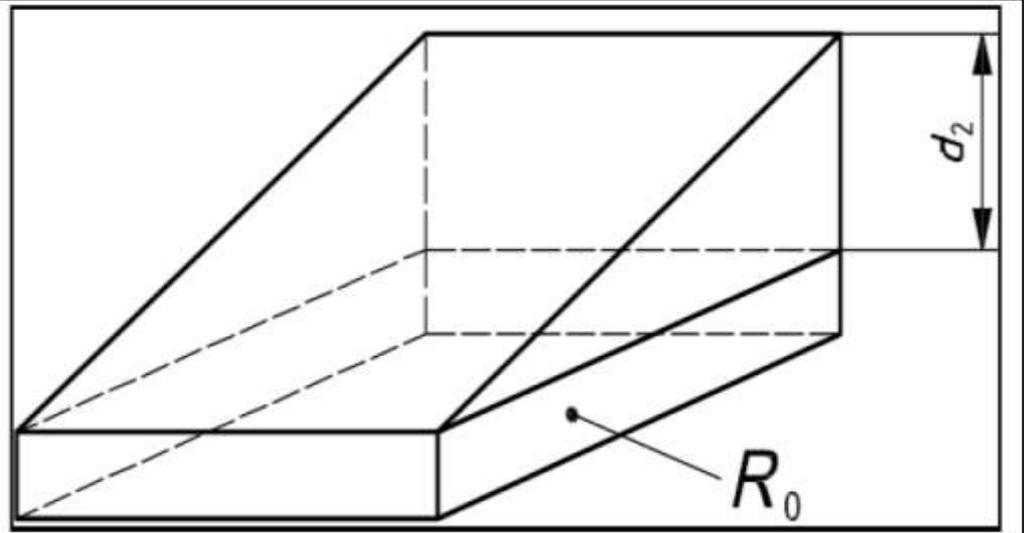
Pendenzato Isoplan PUR

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!

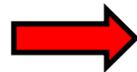
$$U_{\text{eps}} = (\lambda_{\text{eps}} / d_2) * \ln (1 + d_2/d_0)$$



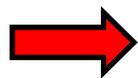
Pendenzato PUR: dal progetto alla posa

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

R_{tot} (m²K/W)



Tipo di componente		Chiusura superiore						
Stratigrafia (int-est)	s [cm]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² °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

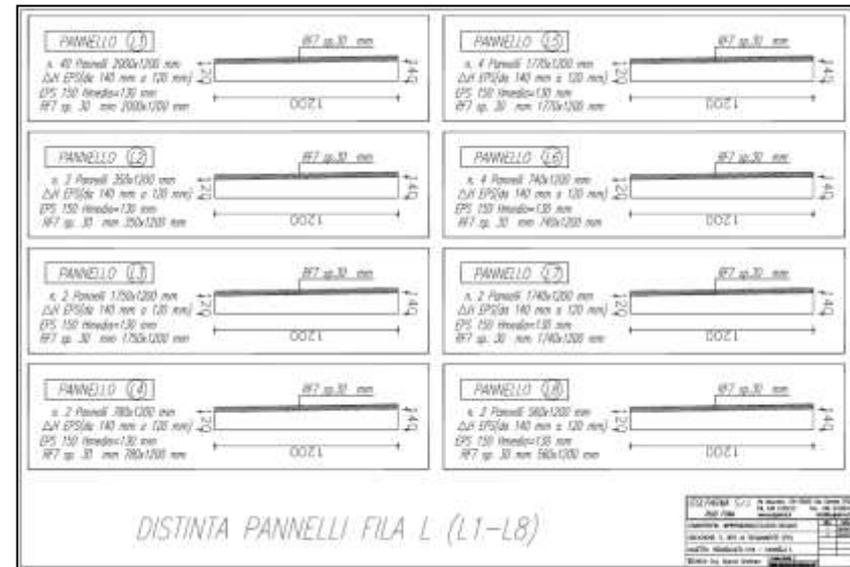
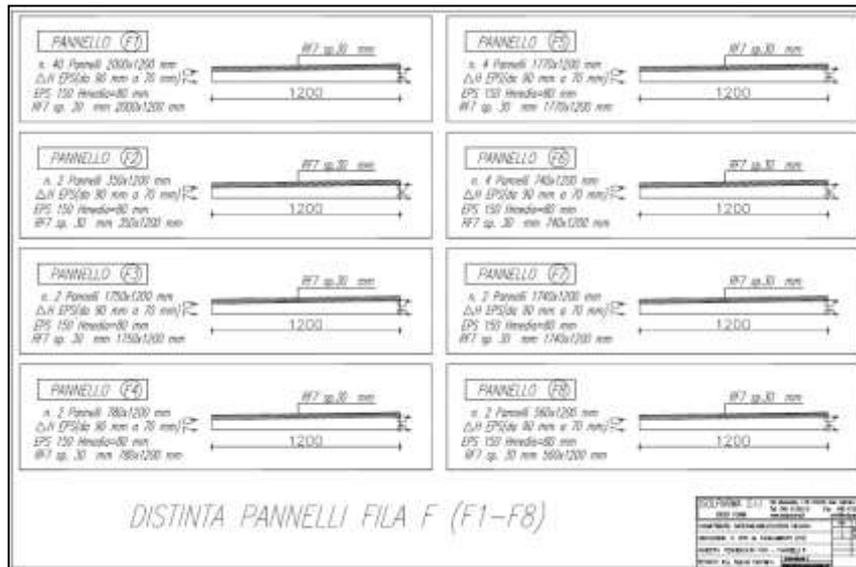
Rilievo dell'impalcato, individuazione degli scarichi e delle idonee linee di deflusso dal punto di vista tecnico-economico, suddivisione modulare della superficie

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

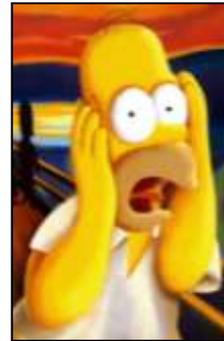
Progetto

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