

ESAMI DI DIAGNOSTICA PREDITTIVA

ANALISI TERMOGRAFICA



Oggetto:

EDIL IDRA S.r.l.

FRAZ. CASE DEL BOSCO 19

12042 BRA (CN)

Materiale

PERLISOL

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. RIFERIMENTI A NORMATIVE.....	4
3. ISPEZIONE.....	4
3.1. VERIFICA TERMICA SU CAMPIONE 1	5
3.2. ST 42020003.IRI.....	5
3.3. ST 42020052.IRI.....	6
3.4. VERIFICA TERMICA SU CAMPIONE 2	7
3.5. ST 42110000.IRI.....	7
3.6. VERIFICA TERMICA SU PRODOTTO POSATO 1	8
3.7. ST 41300001.IRI.....	9
3.8. ST 42020055.IRI.....	9
3.9. VERIFICA TERMICA SU PRODOTTO POSATO 2.....	10
3.10. ST 42050002.IRI.....	11
3.11. VERIFICA DI COMPRESSIONE CAMPIONI.....	12
3.12. T1 SCHEDA IMPRONTA PROVINO 1	12
3.13. T2 SCHEDA IMPRONTA PROVINO 2	13
3.14. T3 SCHEDA IMPRONTA PROVINO 3	13
3.15. TABELLA.....	13

Thermal Wave di Marchetto Lorenzo

Via Trento 38
10080 Volpiano (TO)
Tel.+39 335 68.68.533 Fax +39 011 99.53.702
e-mail info@thermalwave.it
Web www.thermalwave.it
P. IVA 08406980014
C.F.MRCLNZ68A15B111G
Marchetto Lorenzo
iscrizione Albo dei Periti n° 3677 Pr. AL-AT-TO
Marchetto Lorenzo: lormark@thermalwave.it

Documento RP-01/ 2004 – EDIL IDRA S.r.l. /01 Data: 12 Febbraio
2004

Esecutore delle
prove

Marchetto P.I. Lorenzo
Albo PI Prov TO n° 3677

1. PREMESSA

Il seguente documento è di proprietà intellettuale di Thermal Wave di Marchetto Lorenzo. Qualsiasi stralcio, modifica, copia, anche parziale del documento non è consentita, se non previo autorizzazione di Thermal Wave di Marchetto Lorenzo.

Il presente documento è redatto allo scopo di dettagliare le informazioni derivate dalla ispezione termografica eseguito in Volpiano in data 02/02/04 per conto di EDIL IDRA S.r.l. fraz. Case del Bosco 19; 12042 Bra (CN) sul prodotto Perlisol, massetto isolante alleggerito, posato dalla ditta C.E.ART. Consorzio Edile Artigiano via Vittorio Emanuele 124; 12048 Sommariva del Bosco (CN).

Integrate al presente documento sono le prove distruttive eseguite presso Laboratori Bytest di Volpiano Cert.ISO9000 – Sincert.

2. Riferimenti a normative

Le verifiche sono state effettuate in conformità alle normative

- **UNI EN 1330-1** Terminologia Lista dei termini generali
- **UNI EN 1330-2** Terminologia termini comuni ai metodi di prove non distruttive
- **UNI EN 13187** Rilevazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri degli edifici – Metodo termografia infrarosso
- **UNI EN 9252** Rilevazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri degli edifici – Metodo termografia infrarosso
- **ASTM E1213** Minimum Resolvable Difference for Thermal Imaging System
- **ASTM E1311** Minimum Detectable Temperature Difference for Thermal Imaging System
- **ASTM E1862** Measuring and compensating for Reflected Temperature Using Infrared Imaging Radiometers
- **ASTM E1897** Measuring and Compensating for Transmittance and Attenuating Using Infrared Imaging Radiometers

Bibliografia relative al tipo di verifiche effettuate

Autore	Titolo	Edizioni
AA.VV. Editore tecnico Xavier P.V. Maldague Editore Patrick O. Moor	Nondestructive testing handbook: Infrared and thermal testing. Volume 3. Third Edition	ASTM American Society for Nondestructive Testing
J.C.Krapez, X. Maldague, P.Cielo	Thermographic NDE: data inversion procedure (Part II 2D analysis and experimental results)	NDE USA
Y. Gasparik	Prove non distruttive nell'edilizia	AIPND
X.P. Maldague	Non destructive evaluation of materials by infrared thermography	Springer-Verlag, Berlin
AA.VV.	Thermalsense 91-03	Thermalsense
AA.VV.	Ravenna '03 Conferenza Nazionale sulle Prove non Distruttive monitoraggio e Diagnostica	AIPND
AA.VV.	Manuale Cremonese – Vol I – Vol IV	Cremonese

3. ISPEZIONE

Le ispezioni di tipo termografico sono state effettuate in seguito alla richiesta di indagine effettuata da EDIL IDRA S.r.l. allo scopo di verificare le caratteristiche fisiche del materiale Perlisol. Presenti in loco per EDIL IDRA S.r.l. il Signor Alessandria Rino. L'ispezione termografica è stata condotta correlando i dati derivati dall'irraggiamento generato dalle superfici con le informazioni derivabili dalla tipologia di struttura esaminata.

La prova di compressione ad impronta è stata condotta correlando i dati di carico allo spostamento del tastatore a contatto sul pezzo esaminato.

Le prove effettuate verranno ora dettagliate dividendo per tipologia di azione.

3.1. Verifica termica su campione 1

Esame di un campione di materiale Perlisol posto sopra una fiamma al fine di visualizzarne i comportamenti termici e della caratterizzazione del materiale stesso come coibentante termico. Caratteristiche attese dal campione sono la resistenza alla fiamma diretta, capacità coibentante, basso valore di capacità termica.

Caratteristiche fisiche del campione lunghezza 20 cm ca., larghezza 10 cm ca., altezza 5 cm ca.

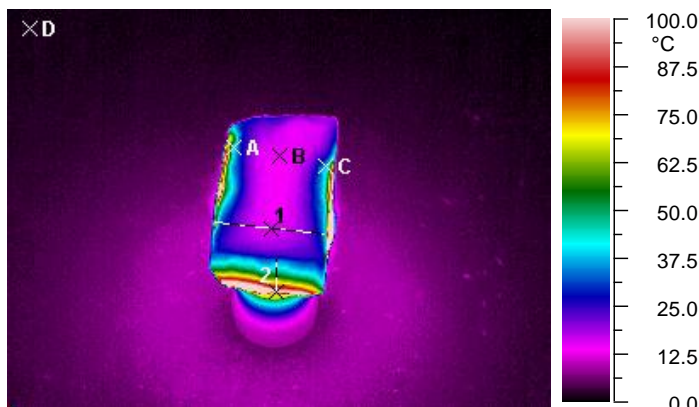
Nelle schede termografiche ST42020003.IRI e ST42020052.IRI sono dettagliati i comportamenti del campione rispettivamente dopo 50 minuti di contatto con la fiamma nella faccia opposta e, nel secondo caso, dopo 90 minuti di contatto diretto con la fiamma nella faccia esposta all'azione termica. Dai termogrammi presentati già risulta intuitiva la caratterizzazione del materiale che presenta aree con temperature vicine alla temperatura ambiente, nonostante l'elevata energia fornita dalla fiamma. Pur raggiungendo nella superficie inferiore temperature medie di 544°C e di picco vicine ai 750°C, l'innalzamento di temperatura della superficie superiore non è mai superiore a pochi gradi centigradi.

Nella scheda termografica ST42020052.IRI è visibile la direttrice 1, dove è immediatamente visibile un rate di diminuzione di temperatura di oltre 40°C / cm.

3.2. ST 42020003.IRI

ID	42020003.IRI		
STRUMENTO	TVS600 P		
DATA	02.02.2004	ORA	11:32:53

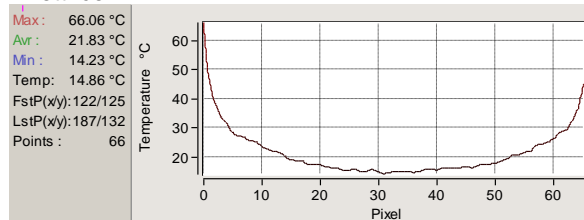
Immagine IR



termogramma acquisito 50 minuti dopo l'inizio del riscaldamento

Valori punti e distribuzioni termiche

Direttrice 1



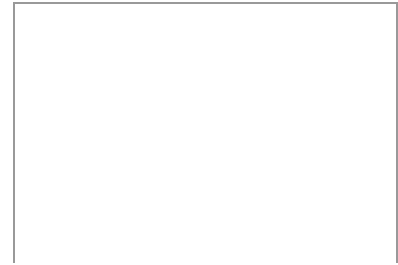
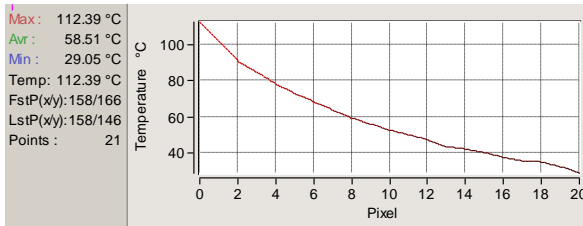
Direttrice 2

Immagine Visibile



Allestimento sul campo della prova

A	50,89 °C E = 0,93
B	30,17 °C E = 0,93
C	46,33 °C E = 0,93
D	1,82 °C E = 0,93



Note alle immagini

Punti A, B e C distribuiti in modo da raccogliere le informazioni indicative adatte alla analisi di variazioni termiche in funzione del tempo il punto D fornisce invece l'indicazione della temperatura in ambiente imperturbato dalle analisi effettuate. La direttrice 1 è invece utile alla definizione del trasiente termico del materiale ed il suo comportamento nelle condizioni di esame. La direttrice 2 rappresenta la distribuzione termica in funzione dello spessore, ripreso nella parete fronte termocamera in direzione verticale. E' da considerare che nella immagine acquisita il valore in [pixels] è riconducibile ad una misura dimensionale con 20 pixels = 5 cm.

Considerazioni

Nel documento sono dettagliate le informazioni derivate dalla prova sul campo.

3.3. ST 42020052.IRI

ID	42020052.IRI	ORA	11:56:41
STRUMENTO	TVS600 P		
DATA	02.02.2004		

Immagine IR

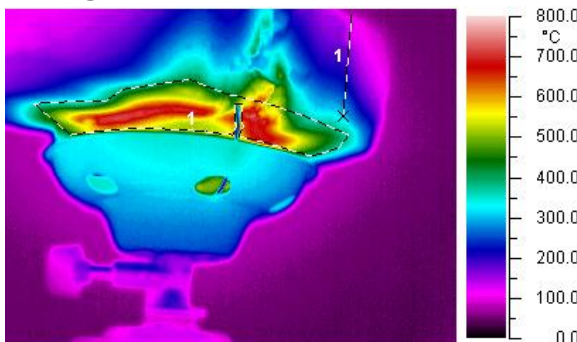
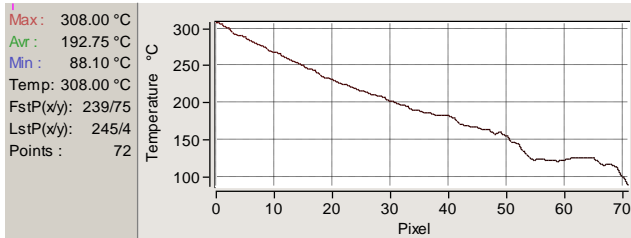


Immagine Visibile



Valori punti e distribuzioni termiche

Direttrice 1



All'interno dell'area selezionata
Tmax : 731°C
Tmedia: 544,41°C

Note alle immagini

Situazione parete inferiore dopo 90 minuti. In questa immagine 70 pixel rappresentano i 5 cm di spessore del campione.

Considerazioni

Nel documento sono dettagliate le informazioni derivate dalla prova sul campo.

3.4. Verifica termica su campione 2

Esame di un campione di materiale Perlisol posto a contatto con riscaldatore elettrico al fine di visualizzarne i comportamenti termici e della caratterizzazione del materiale stesso come coibente termico.

Anche con il test effettuato mediante piastra di riscaldamento a temperatura media di 138°C, dopo 2,5 ore di riscaldamento della superficie inferiore, la temperatura media della superficie ha subito innalzamenti della temperatura media di soli 12°C oltre la temperatura ambiente. La temperatura del punto centrale della superficie in esame ha subito un incremento della temperatura inferiore ai 4,5°C.

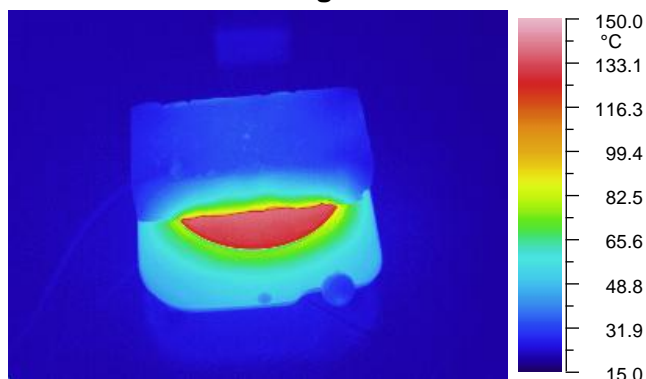
Superficie			
Dati di partenza			
m ²	Superficie	0,0198	Area della superficie analizzata
m	Spessore	0,06	Spessore della parete esaminata
°C	Ti	32,5	Temperatura media della superficie
°C	TA	20,2	Temperatura ambiente
°C	Tsup.int	138	Temperatura ambiente della superficie opposta
Dati irraggiamento		Dati convezione	
Plank	5,67E-08	h	6
Emissività	0,93		
POTENZA IRRAGGIATA		1,380647	POTENZA CONVEZIONE
			1,46124
RESISTENZA TERMICA		1,360471 W/m ² °K	
CONDUTTIVITA' TERMICA		0,081628 W/m °K	
SOMMA POTENZE		2,841887 W	

Sulla base dei dati acquisiti è stato possibile effettuare un calcolo della conduttività termica del materiale in esame. Anche in questo caso, i valori assunti sono stati elaborati in modo da ottenere un risultato pessimistico. Il risultato ottenuto è un valore di conduttività termica che risulta essere inferiore a 0,081 W/m °K.

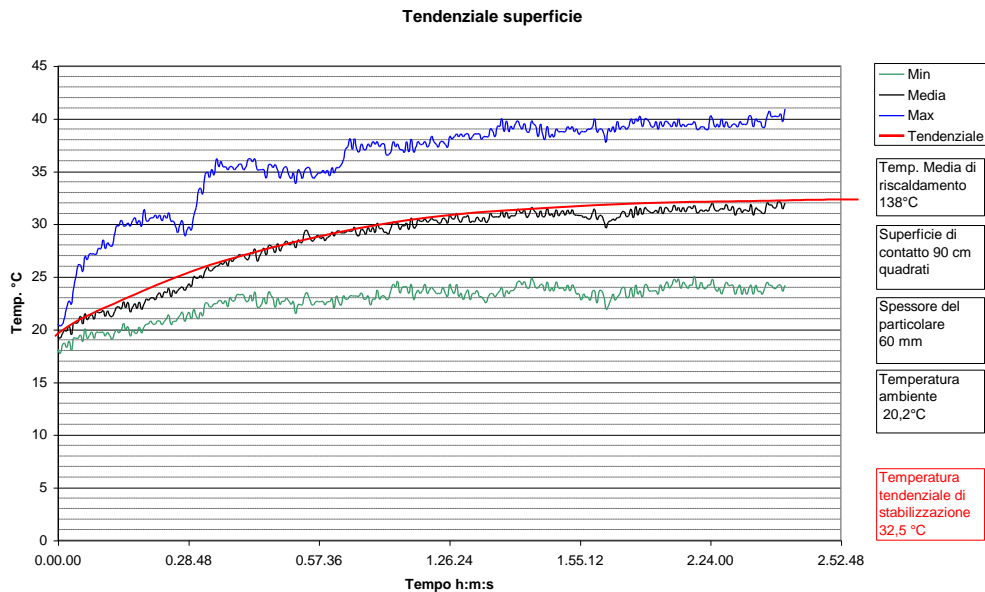
3.5. ST 42110000.IRI

ID	42110000.IRI
STRUMENTO	TVS600 P
DATA	11.02.04
	ORA 17:00:39

Immagine IR



Temperature misurate sulla superficie superiore



Considerazioni

Dopo oltre 2,5 ore di riscaldamento su piastra a 138°C medi, la temperatura media superficiale si è alzata di soli 12,3°C presentandosi in fase di stabilizzazione.

3.6. Verifica termica su prodotto posato 1

Esame materiale Perlisol posato su soletta in Volpiano. L'esame è stato effettuato in condizioni ambientali ideali per l'identificazione e la caratterizzazione della capacità coibentante. Temperatura ambiente di 1°C, umidità 65%.

L'esame è stato eseguito applicando un irraggiamento della superficie superiore della soletta con riscaldatori infrarossi con una potenza complessiva di 3kW su una superficie di circa 2,3 m².

In scheda termografica ST24300001.IRI è dettagliata la situazione riscontrata alle ore 15:14 del giorno 30/1/2004 in presenza di una situazione di stabilità termica della struttura non riscaldata.

In scheda termografica ST42020055.IRI la situazione del 02/02/2004 alle ore 13:53 dopo oltre 4 ore di irraggiamento.

Per paragonare le due situazioni, è stata utilizzata una traccia isoterma di colore Rosso su immagine termografica in scala di grigi. L'ampiezza della isoterma è per entrambe i termogrammi pari a 0,4°C.

Nonostante l'utilizzo di strumentazione con differenza di temperatura minima rilevabile quantificabile come migliore di 0,09 °K, non è stato possibile risolvere alcuna traccia del riscaldamento superficiale generato nella superficie superiore.

L'elevato potere coibentante del materiale utilizzato permette un perfetto isolamento tra le superfici, non quantificabile a causa del divario tra esigenze edili e caratteristiche del materiale.

3.7. ST 41300001.IRI

ID	41300001.IRI		
STRUMENTO	TVS600 P		
DATA	30.01.2004	ORA	15:13:59

Immagine IR

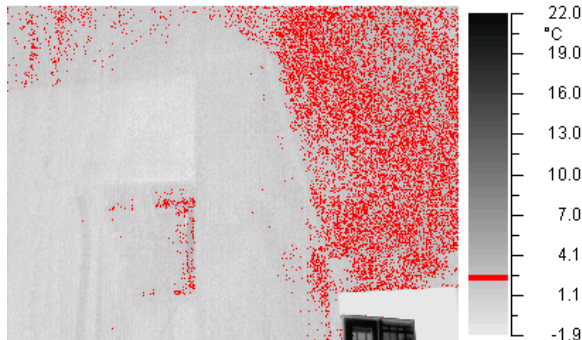


Immagine Visibile



Valori punti e distribuzioni termiche

NA

Note alle immagini

Isotermica sulla soletta ripresa prima dell'inizio del riscaldamento al piano superiore. Larghezza dell'isoterma rossa, 0,4°C

Considerazioni

Nel documento sono dettagliate le informazioni derivate dalla prova sul campo. Immagine termografica da correlare con scheda ST 42020055.IRI

3.8. ST 42020055.IRI

ID	42020055.IRI		
STRUMENTO	TVS600 P		
DATA	02.02.2004	ORA	13:53:17

Immagine IR

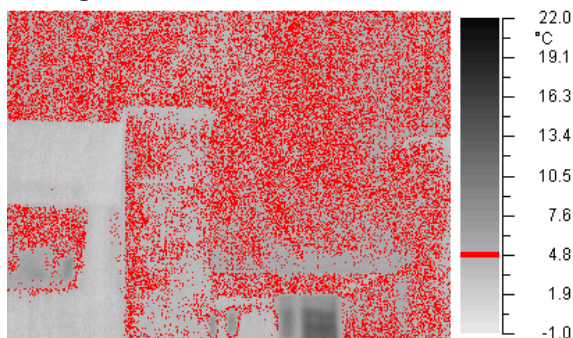
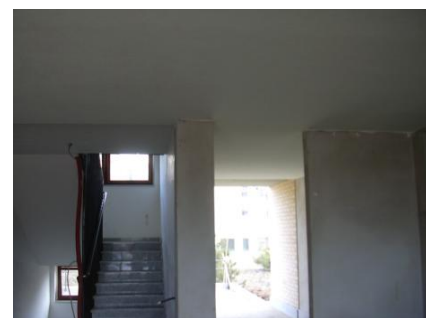


Immagine Visibile



Valori punti e distribuzioni termiche

NA

Note alle immagini

Isotermica ripresa dopo 4 ore di riscaldamento localizzato della soletta superiore mediante irraggiatori ad infrarossi per una potenza di 3kW su una superficie di 2,3m² circa. Potenza impiegata di irraggiamento per unità di superficie superiore a 1200W/m².

Considerazioni

Nel documento sono dettagliate le informazioni derivate dalla prova sul campo. Immagine termografica da correlare con scheda ST 41300001.IRI

3.9. Verifica termica su prodotto posato 2

Prove di coibentazione in stabile riscaldato in Via Torino 170 San Mauro Torinese. L'esame è stato effettuato in condizioni ambientali ideali per l'identificazione e la caratterizzazione della capacità coibentante. Temperatura ambiente di 1°C, umidità 70%.

La verifica di coibentazione è stata eseguita su stabile con aggiunta di prodotto Perlisol al penultimo piano della palazzina. In scheda termografica ST42050002.IRI la situazione del 005/02/2004 alle ore 9:58 senza irraggiamento solare.

Nonostante la presenza in tutti i piani di materiale coibentante, è comunque evidente la differenza nella temperatura superficiale delle pareti. La distribuzione termica non costante sulla parete è caratteristica dei coibentanti non omogenei come la lana di roccia e di vetro che non permettono una posa costante ed uniforme sulle superfici interessate dall'intervento. E' da segnalare inoltre la temperatura media per ogni piano:

ultimo piano: 2.45°C confidenza sul valor medio, migliore di +/- 0.01°K

penultimo piano: 2.02°C confidenza sul valor medio, migliore di +/- 0.01°K

2° piano: 2.42°C confidenza sul valor medio, migliore di +/- 0.01°K.

La differenza minima riscontrata tra piani è di 0.40°C, molti, se si pensa che il risultato è stato ottenuto su parete già coibentata. Supponendo, per l'interazione di cessione di calore per convezione naturale in assenza di vento (come in condizioni operative) tra aria e paramano intorno a valori di coefficiente di convezione pari a 6 W/m² °K (valore sotto stimato) ed una superficie di 40 m² della parete presa in esame, si può calcolare un bilancio energetico.

Superficie 1		MIGLIORI VALORI OTTENUTI CON COIBENTAZIONE IN LANA DI VETRO	
Dati di partenza			
m2	Superficie	40	Area della superficie analizzata
°C	Ti	2,42	Temperatura media della superficie
°C	TA	1	Temperatura ambiente
°C	Tsup.int	24,5	Temperatura ambiente della superficie opposta
Dati irraggiamento		Dati convezione	
Plank	5,67E-08	h	6
Emissività	0,93		
POTENZA IRRAGGIATA		248,7875	POTENZA CONVEZIONE
			340,8
RESISTENZA TERMICA		0,667558 W/m2 °K	
SOMMA POTENZE		589,5875 W	

Superficie 2		VALORI MEDI OTTENUTI DA SUPERFICIE CON PERLISOL	
Dati di partenza			
m2	Superficie	40	Area della superficie analizzata
°C	Ti	2,02	Temperatura media della superficie
°C	TA	1	Temperatura ambiente
°C	Tsup.int	24,5	Temperatura ambiente della superficie opposta
Dati irraggiamento		Dati convezione	
Plank	5,67E-08	h	6
Emissività	0,93		
POTENZA IRRAGGIATA		178,3162	POTENZA CONVEZIONE
			244,8
RESISTENZA TERMICA		0,470547 W/m2 °K	
SOMMA POTENZE		423,1162 W	

DIFFERENZA ENERGETICA	Watt	166,4714
DIFFERENZA ENERGETICA PER METRO QUADRO	Watt/m2	4,161784
DIFFERENZA ENERGETICA PERCENTUALE	%	28,23523
VARIAZIONE PERCENTUALE RESISTENZA TERMICA	%	19,7011

Pur conservando le misurazioni più prudenziali possibile, è tracciabile un bilancio energetico a favore dell'allestimento con prodotto Perlisol quantificabile in oltre 166W globali pari ad un incremento del rendimento di oltre 4 W/m² per un miglioramento superiore al 28%. La variazione di resistenza termica della parete è superiore del 19,7% nel caso del prodotto Perlisol.

3.10. ST 42050002.IRI

ID	42050002.IRI		
STRUMENTO	TVS600 P		
DATA	05.02.2004	ORA	09:58:42

Immagine IR con direttrici

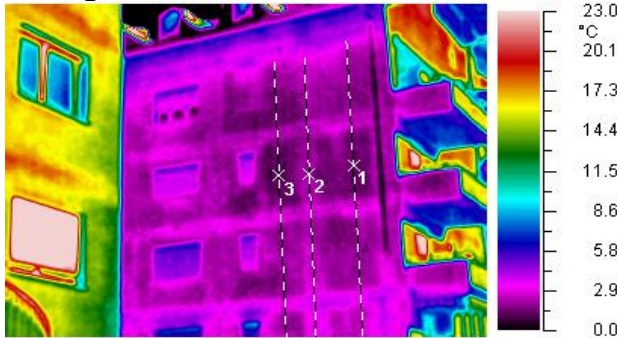
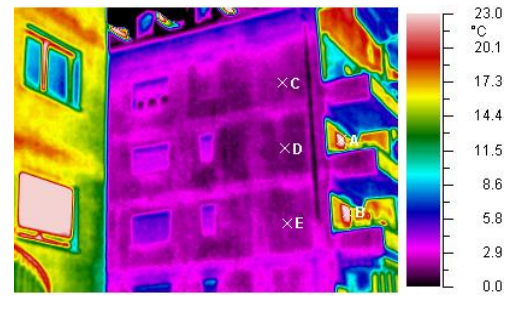


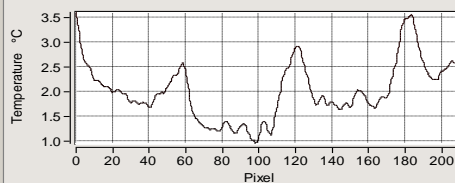
Immagine IR con punti



Valori punti e distribuzioni termiche

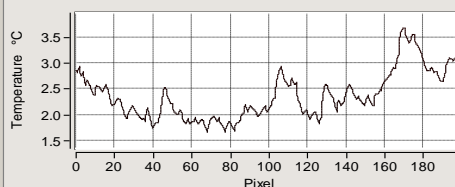
Direttrice 1

Max: 3,61 °C
Avr: 2,01 °C
Min: 0,96 °C
Temp: 1,16 °C
FstP(xy): 226/26
LstP(xy):237/234
Points: 209



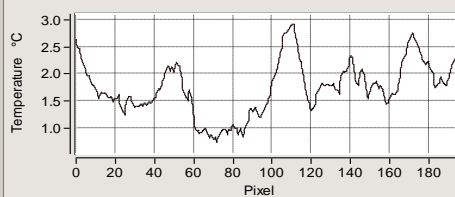
Direttrice 2

Max: 3,66 °C
Avr: 2,36 °C
Min: 1,66 °C
Temp: 1,69 °C
FstP(xy): 198/38
LstP(xy):206/235
Points: 198



Direttrice 3

Max: 2,90 °C
Avr: 1,72 °C
Min: 0,72 °C
Temp: 1,05 °C
FstP(xy): 178/41
LstP(xy):186/235
Points: 195



A	23,67 °C E = 0,93
B	24,59 °C E = 0,93
C	1,77 °C E = 0,93
D	1,71 °C E = 0,93
E	1,85 °C E = 0,93

Note alle immagini

Via Torino 170 - San Mauro T.se (TO). Alloggi coibentati con lana di vetro in 2° e 4° piano. Alloggio 3° piano coibentato con aggiunta di prodotto Perlisol.

I punti A e B si riferiscono alle temperature interne alloggi, rilevate grazie alla presenza di finestre aperte.

Le tre direttrici sono rispettivamente posizionate in corrispondenza di

Direttrice 1 – ponti termici generati dall'angolo dello stabile

Direttrice 2 – colonna portante

Direttrice 3 – tra colonna portante e finestre.

Considerazioni

Temperatura ambiente 1°C, ore 9:58, parete rivolta sud- sud-ovest, non irraggiata.

Notare i punti sulle direttrici in corrispondenza del piano caratterizzato dalla presenza del prodotto Perlisol.

3.11. Verifica di compressione campioni

Le prove di compressione sono state effettuate in laboratorio ad atmosfera e temperatura controllata e con tutte le regole di buona opera applicabili al caso. La macchina utilizzata è del tipo a carico verticale con capacità di carichi fino a 50000N e regolazione di velocità di traslazione da 0,05 a 50 mm al minuto. I campioni utilizzati per la misura presentano le seguenti caratteristiche:

	Campione 1	Campione 2	Campione 3
Dimensione base	89mm x 90 mm	89mm x 89mm	89mm x 90mm
Altezza	61 mm	60 mm	60 mm
Invecchiamento dalla data di formatura	15 giorni	35 giorni	35 giorni
Ortogonalità	Accettabile	Buona	Appena accettabile
Finitura superficiale	Finita con carta abrasiva	Finita con carta abrasiva su supporto per ortogonalità delle superfici	Grezza

I dati relativi alle acquisizioni sono visibili in allegato e sono relativi all'utilizzo di un tastatore con impronta tonda di diametro 50mm.

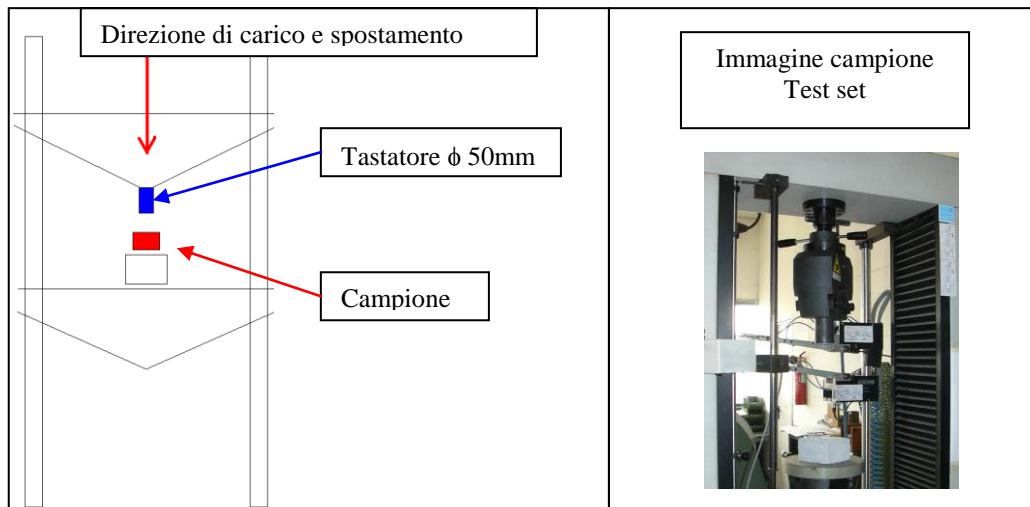
Le prove sono state eseguite con velocità di traslazione pari a 5 mm/minuto per una durata totale per ogni provino di 72 secondi (6mm di traslazione pari al 10% dello spessore del particolare esaminato).

In allegato alle schede T1, T2 e T3 sono visibili i risultati delle prove di impronta per compressione.

Il comportamento del materiale è risultato superiore alle aspettative.

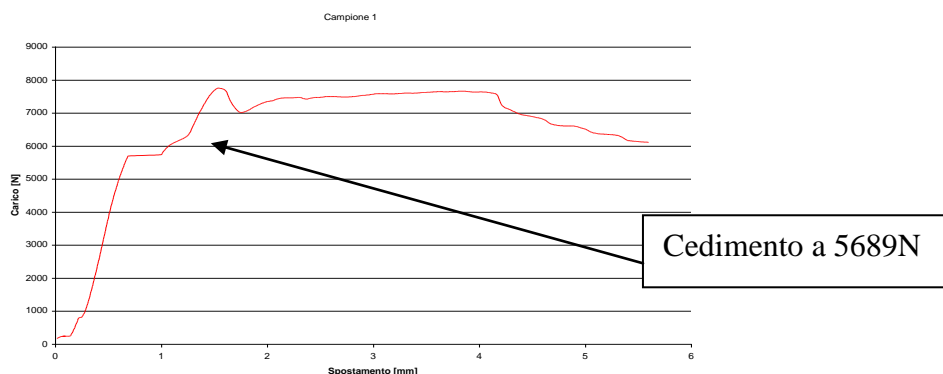
3.12. T1 Scheda Impronta provino 1

Descrizione di prova e campione esaminato.



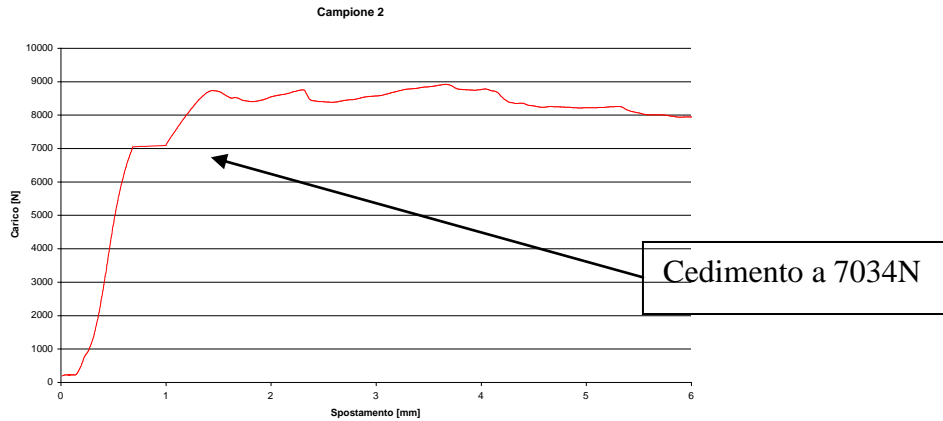
Grafici di carico:

(carico in funzione spostamento)



3.13. T2 Scheda Impronta provino 2

Grafici di carico:

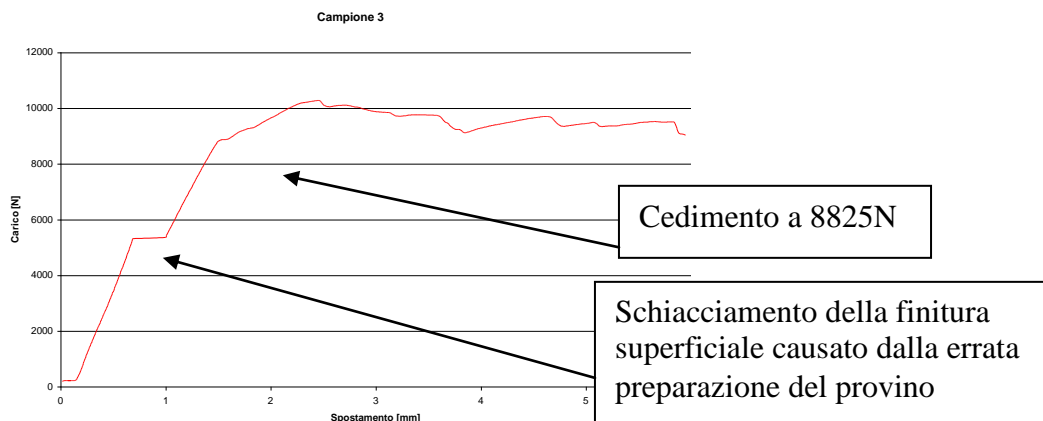


(carico in funzione spostamento)

3.14. T3 Scheda Impronta provino 3

Grafici di carico:

(carico in funzione spostamento)



3.15. Tabella

Materiale	Resistenza a compressione dichiarata	Gradiente termico k o λ	Resistenza alla fiamma
PERLISOL	Dichiarato : 4 kg/cm ² (28 giorni) Provato: ≥ 24 daN/cm² con impronta 10 % spessore come descritto nel documento	Dichiarato: 0.093 W/m °K Provato: Migliore di 0.081 W/m °K	Classe "0" secondo articolo 1 del D.M.I del 14-1-85