

The ANIT logo features the word "ANIT" in a bold, black, sans-serif font. To the right of the text is a stylized graphic element consisting of two overlapping, curved shapes in shades of green and yellow, resembling a leaf or a drop.

# ANIT

## Studio Efficienza Energetica dei Massetti

Confronto tra le soluzioni disponibili del mercato.

Project Manager  
**Thomas Galloni**

The KNAUF logo is written in a bold, blue, italicized sans-serif font.

***KNAUF***

Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata.  
Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.

# MASSETTI & EFFICIENZA ENERGETICA



Per l'Efficienza della mia Casa mi hanno sempre parlato di:

- Cappotto Termico
- Caldaia a Condensazione
  - Pompa di calore
- Impianto Radiante a Pavimento
  - Fotovoltaico
  - Geotermia
  - Vetri Termici

COSA MI PUO' DARE IL MASSETTO?

# NORME DI RIFERIMENTO

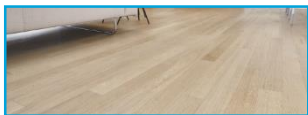
UNI EN  
13813



## UNI EN 13813

Massetti e materiali per massetti - Definizioni

**Massetto di Supporto:** Strato, non strutturale di materiale per massetto posato in cantiere, direttamente sul relativo sottofondo e ad esso aderente o non aderente oppure posato su uno strato intermedio o su uno strato isolante al fine di raggiungere uno o più degli obiettivi sotto specificati:



- ottenere un livello determinato
- ripartire il carico degli elementi sovrastanti
- ricevere la pavimentazione finale



# NORME DI RIFERIMENTO

**UNI EN  
13813**

## **UNI EN 13813**

Massetti e materiali per massetti - Definizioni

La norma specifica i requisiti per i materiali per massetti da utilizzare nella costruzione di pavimentazioni in interni, ovvero anche quelli utilizzati in caso di pavimenti radianti.

**Nel testo non vi è uno specifico richiamo alle applicazioni sui sistemi di riscaldamento a pavimento.**

# NORME DI RIFERIMENTO

**UNI EN  
1264**

*UNI EN 1264<sup>1</sup>. Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture*

Nella norma per i sistemi radianti annegati sono riportate le indicazioni sui massetti all'interno della parte 4 intitolata "Installazione". Nel paragrafo 4.1.2.8.2 sono descritte le prescrizioni per i massetti: un estratto è rappresentato in Figura 1.

The thickness of the screed is calculated according to relevant standard taking into account loading capacity and flexural strength class. National Standards should be used until a European Standard is available.

The nominal thickness above the heating pipes (covering height) shall be, for manufacturing reasons at least three times the maximum grain of the loading material, but at least 30 mm.

**Note** The above mentioned nominal thickness of 30 mm refers to customary cement screed. Special system screeds may allow lower thickness according to the recommendations of the supplier.

*Figura 1. Estratto UNI EN 1264-4. Descrizione caratteristiche massetti.*

Lo spessore del massetto dovrà essere calcolato secondo le indicazioni riportate negli standard di riferimento. Qualora non vi siano riferimenti nazionali si potranno utilizzare norme europee.

Lo spessore nominare del massetto sopra le tubazioni dovrà essere di almeno 30 mm.

**Nota:** Lo spessore di 30 mm si riferisce ai massetti cementizi. Massetti speciali potranno avere spessori inferiori in accordo con le indicazioni del produttore.

# NORME DI RIFERIMENTO

UNI TR  
11619

## La norma UNI/TR 11619:2016

A livello italiano è stata pubblicata nel 2016 la norma UNI/TR 11619:2016 dal titolo “**Sistemi radianti a bassa temperatura - Classificazione energetica**”.

La norma descrive il calcolo dell'indice di efficienza definito RSEE (Radiant System Energy Efficiency), che rappresenta un **indicatore complessivo che coinvolge la stratigrafia, i componenti del sistema radiante, le logiche di regolazione e gli ausiliari.**

Determinazione dell'indice globale RSEE:

1. Valutazione dell'efficienza di **emissione**
2. Valutazione dell'efficienza di **regolazione**
3. Valutazione del bilanciamento e dell'efficienza dei **circolatori**
4. Calcolo dell'indice di efficienza globale del sistema RSEE.

# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## Cosa pensa il Mercato



La mancanza di indicazioni tecniche precise ha creato una **voragine tecnica** ed una **pericolosa generalizzazione**.

*Pensiero comune è...*

- Tutti i massetti sono più o meno **idonei** per sistemi radianti
- I Massetti hanno prestazioni **poco «interessanti»**
- Dal massetto **NON** si possa ottenere una **reale prestazione di efficienza**.



# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

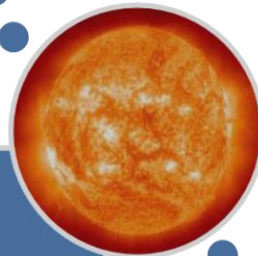
## La Corretta Scelta del Massetto

*Se Teoricamente conosco che determinate prestazioni sono migliori di altre*

Inerzia termica



Conducibilità  
Termica



Adesione all'impianto





# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## La Corretta Scelta del Massetto

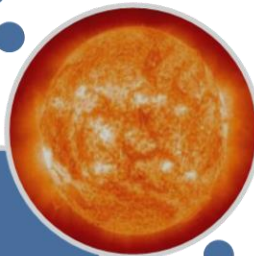
*Se Teoricamente conosco che determinate prestazioni sono migliori di altre*

*Perché una corretta scelta di un Massetto*

Inerzia termica



Conducibilità Termica



Adesione all'impianto



*Non dovrebbe garantirmi  
Un miglioramento dell'efficiamento energetico?*



# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## La Corretta Scelta del Massetto

Perché è importante muoversi con attenzione?



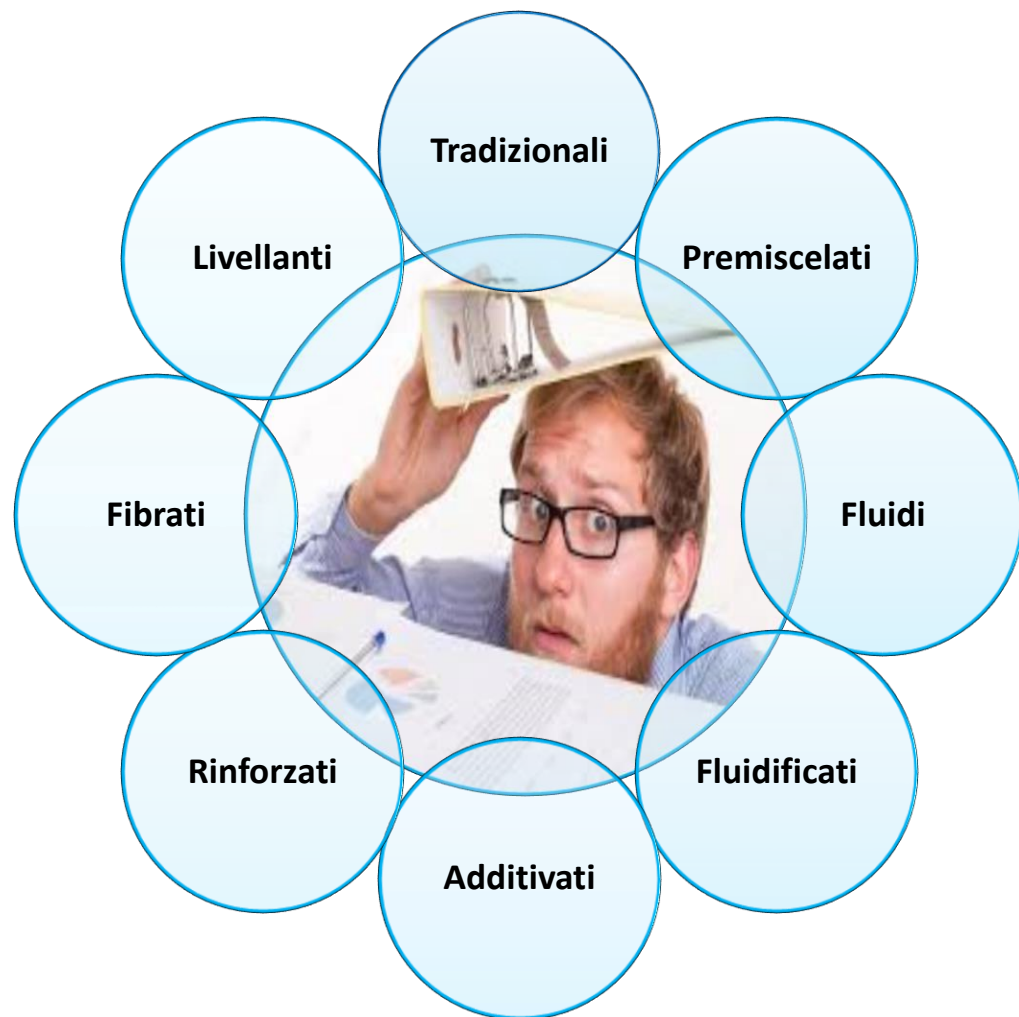
- Perché i **massetti NON sono tutti uguali**.
- Perché il mercato dei massetti è **complesso e nasconde molte «trappole»**
- Perché le **prestazioni** teoriche spesso variano da quelle reali in opera.

# LA SCELTA DEL MASSETTO

## Un Mercato Complesso



*Un mercato molto complesso*



# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## La Corretta Scelta del Massetto



Da dove Iniziamo?



Dai Massetti che hanno  
«almeno»  
una **Scheda Tecnica!!!**



# QUALI MASSETTI?

## Documentazione Tecnica



Tradizionale realizzato  
in cantiere



Tradizionale  
Premiscelato



Tradizionale Additivato



Autolivellante  
Cementizio



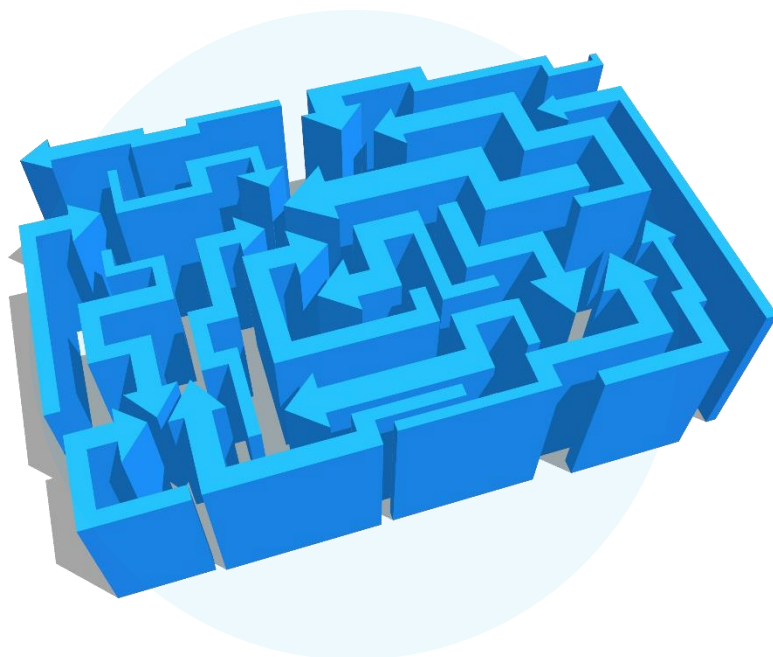
Autolivellante  
Anidritico



Livelline

# LA SCELTA DEL MASSETTO

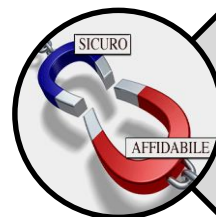
## Come valutare le Performance



Il miglior **punto di partenza** per una **Valutazione Tecnica** del massetto da è la valutazione **TEORICA** delle prestazioni tenendo conto di:



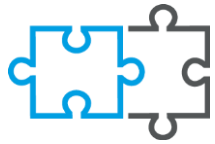
PRESTAZIONI PRINCIPALI



INDICE AFFIDABILITA' DELLE  
PRESTAZIONI



# PRESTAZIONI PRINCIPALI



## Capacità adesione all'impianto

Ottimizzare il trasferimento del calore all'interno del tubo vs il massetto e vs l'ambiente



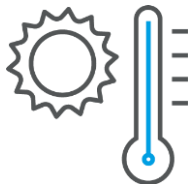
## Stabilità dimensionale

Evitare effetto «Curling», ridurre formazione di fessure, garantire durabilità nel tempo



## Resistenze meccaniche

Maggiori resistenza meccaniche = riduzione degli spessori = minore inerzia termica

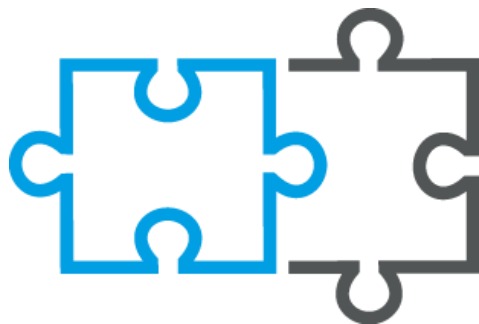


## Conducibilità termica

Maggiore velocità nel trasferimento del calore dal massetto all'ambiente



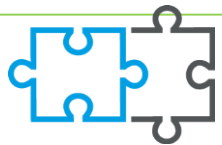
# 1. CAPACITÀ di ADESIONE all'IMPIANTO



Per verificare la miglior soluzione per garantire una ottimale adesione all'impianto dobbiamo verificare la **modalità di applicazione del massetto**:

- Massetti ad applicazione TERRA UMIDA
- Massetti AUTOLIVELLANTI





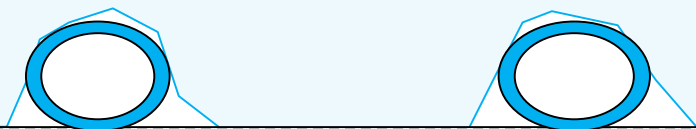
# 1. CAPACITÀ di ADESIONE all'IMPIANTO

## MASSETTO AD APPLICAZIONE «TERRA UMIDA»

- FATTO IN CANTIERE (tradizionale)
- PREMISCELATO (Fibrati, Rinforzati, Fluidificati, Additivati, ecc...)



Massetto tradizionale

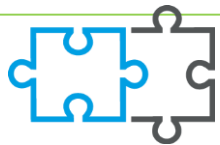


TUBAZIONI

ISOLANTE



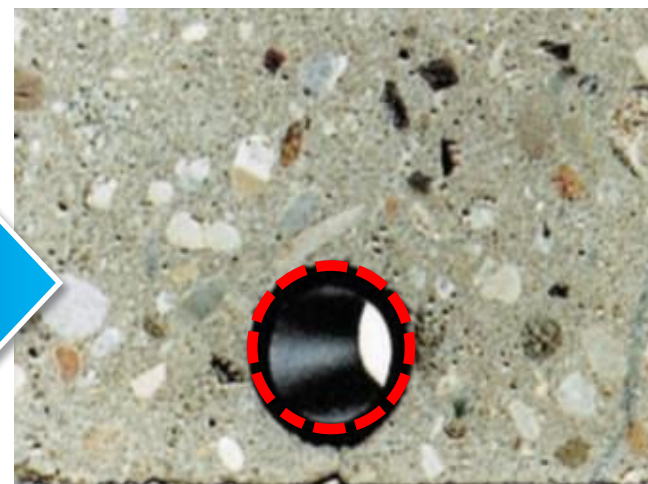
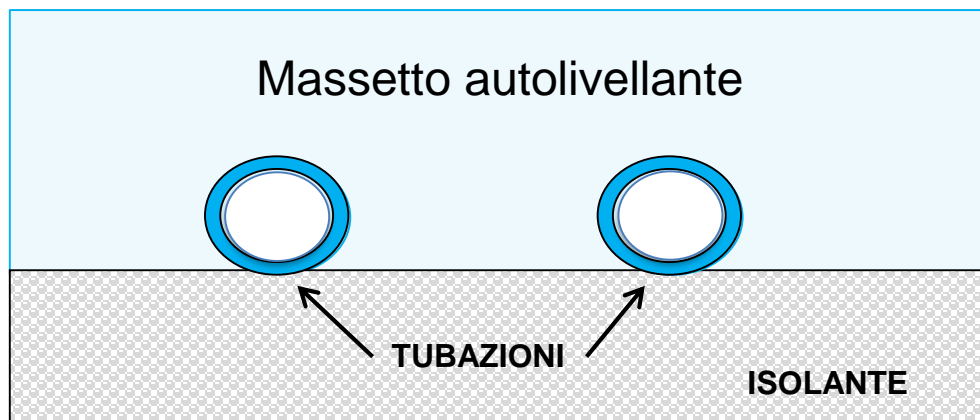
**Percentuale adesione < 70%**



# 1. CAPACITÀ di ADESIONE all'IMPIANTO

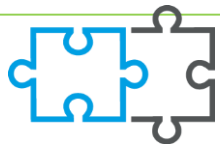


**APPLICAZIONE «FLUIDA» AUTOLIVELLANTE**



**Percentuale adesione 100%**





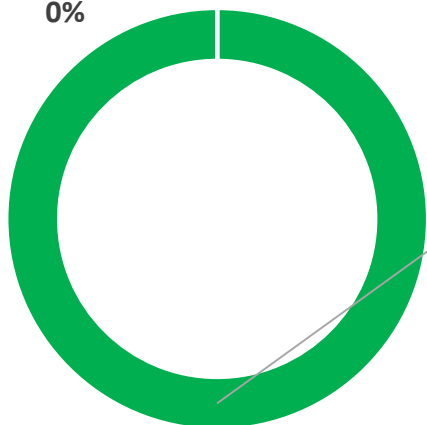
# 1. CAPACITÀ di ADESIONE all'IMPIANTO

Quale Caratteristica? = **FLUIDITA' & GRANULOMETRIA**

## Indice Affidabilità Performance Teorica

Massetti Autolivellanti

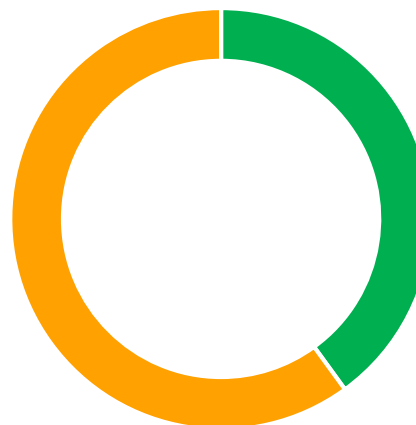
Incerto  
0%



Certo  
100%

Massetti Tradizionali

Incerto; 60%



Certo ; 40%



## 2. STABILITA' DIMENSIONALE



Per selezionare la miglior soluzione e garantire una ottimale stabilità dimensionale verificare **la tipologia del legante utilizzato**

- Cemento
- Solfato di calcio



## 2. STABILITA' DIMENSIONALE



**Confronto comportamento In fase di maturazione**

**CEMENTO**

**SOLFATO DI CALCIO**





## 2. STABILITA' DIMENSIONALE



### Confronto comportamento In fase di maturazione

#### CEMENTO

Forte ritiro in fase di presa

Rischio fessurazioni elevato

Instabilità dimensionale

Alta sensibilità alle condizioni climatiche

Rischio effetto «scodella»



**Necessario utilizzo di rete elettrosaldata, fibre, gel o altro** nonché il **sezionamento** del massetto ogni **30-40mq** e sui passaggi porta

#### SOLFATO DI CALCIO





## 2. STABILITA' DIMENSIONALE



### Confronto comportamento In fase di maturazione

#### CEMENTO

Forte ritiro in fase di presa

Rischio fessurazioni elevato

Instabilità dimensionale

Alta sensibilità alle condizioni climatiche

Rischio effetto «scodella»



**Necessario utilizzo di rete elettrosaldata, fibre, gel o altro** nonché il **sezionamento** del massetto ogni **30-40mq** e sui passaggi porta

#### SOLFATO DI CALCIO

Ritiro nullo

Rischio fessurazioni contenuto

Solidifica in maniera stabile

Sensibilità alle condizioni climatiche contenuta

NO effetto «scodella»



**Nessun utilizzo di rete elettrosaldata e/o altri supporti meccanici e eliminazione pressoché totale dei giunti di frazionamento**



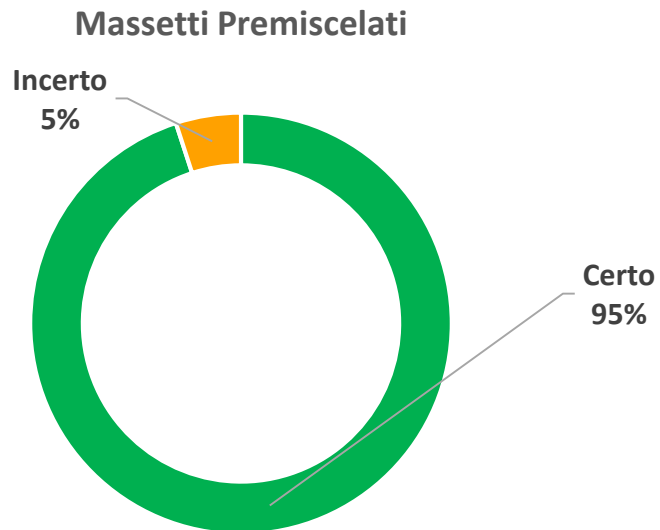


## 2. STABILITA' DIMENSIONALE



Quale Caratteristica? = **QUALITA' DEL LEGANTE**

Indice Affidabilità Performance Teorica





### 3. RESISTENZE MECCANICHE



Avere certezza delle **prestazioni meccaniche** del manufatto «in Opera» per:



- Garantire carichi previsti dalla destinazione d'uso
- Minore spessore possibile=Minore Inerzia termica





## 3.1 RESISTENZE MECCANICHE



Il Concetto di **Prestazioni Meccaniche** è tra gli **aspetti più complessi e tortuosi** del mercato dei massetti:

La varietà di prodotti, Modi di Applicazione, Leganti utilizzati, ci portano ad avere un **ventaglio molto ampio di Prestazioni «Teoriche»**:

- **MINIME** ( C10-15 N/mm<sup>2</sup> ; F 2- 3 N/mm<sup>2</sup>)
- **MEDIE** ( C15-20 N/mm<sup>2</sup> ; F 3 - 4 N/mm<sup>2</sup>)
- **ALTE** ( C20-25 N/mm<sup>2</sup> ; F 4 - 5 N/mm<sup>2</sup>)
- **MASSIME** ( C>25 N/mm<sup>2</sup> ; F >5 N/mm<sup>2</sup>)





## 3.2 SPESSORE DI APPLICAZIONE



Che il concetto **Prestazione/Spessore** sia abbastanza nebuloso lo si evince dalle informazioni che possiamo trovare nelle schede tecniche di prodotto relativamente agli spessori minimi di applicazione:

- **Info non chiare**
- **Scarse specifiche sullo spessore dei massetti in funzione del supporto**
- **Scarse informazioni sulle resistenze al carico finali**
- ***Pochissime certificazioni di Sistema***

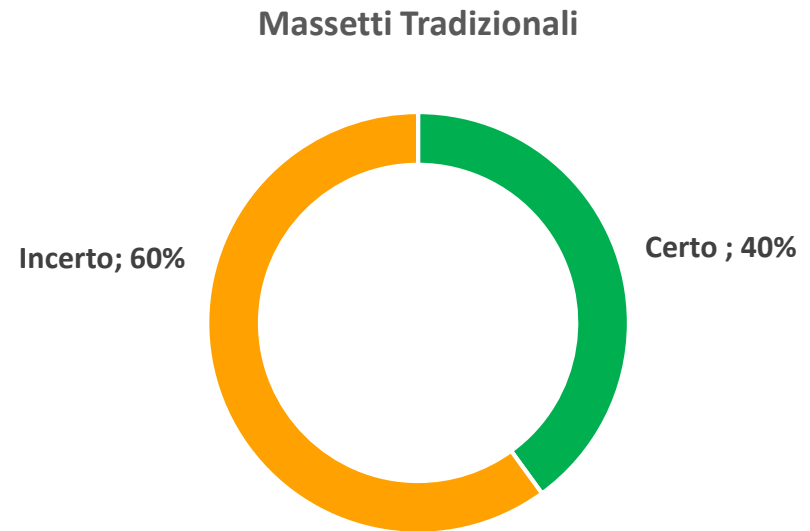
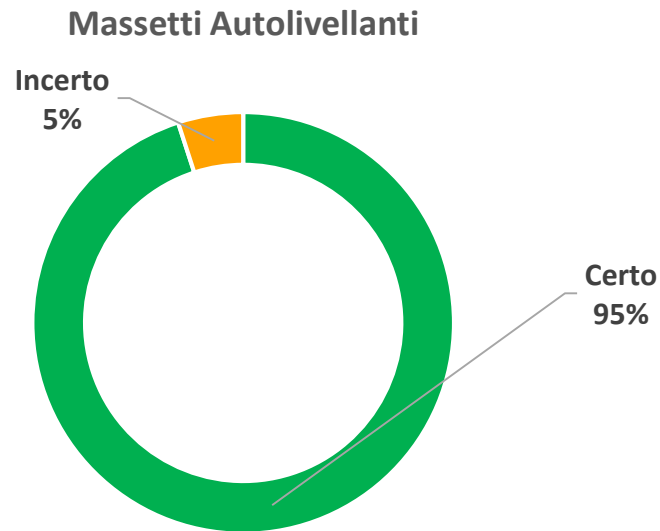




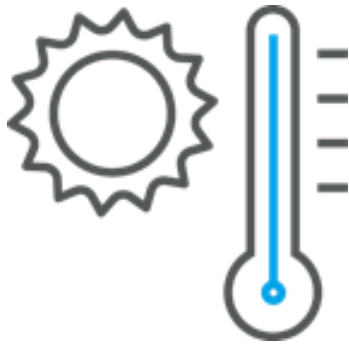
### 3. RESISTENZE MECCANICHE

Quale Caratteristica? = **RESISTENZE A COMPRESSIONE E FLESSIONE**

#### Indice Affidabilità Performance Teorica

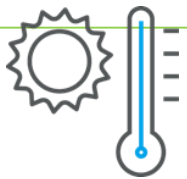


## 4. CONDUCEBILITA' TERMICA



**Ottimizzare l'efficienza del impianto** e condurre velocemente il calore prodotto verso l'ambiente





## 4. CONDUCEBILITA' TERMICA



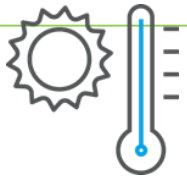
Il Concetto di **Conducibilità Termica** è tra gli **aspetti commerciali più Abusati**.

Spesso si descrivono , senza certificati, prestazioni teoriche ( VALORI TABELLARI) che NON trovano riscontro nel risultato finale del prodotto in opera.

- Le Conducibilità Media dei massetti:

**Varia da**  
**< 0,8W(m.k)**  
**a**  
**>di 1,6W(m.k)**

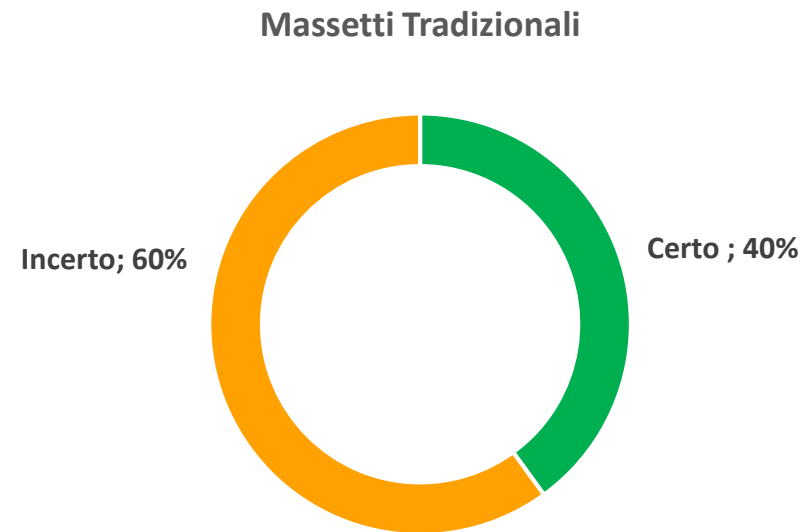
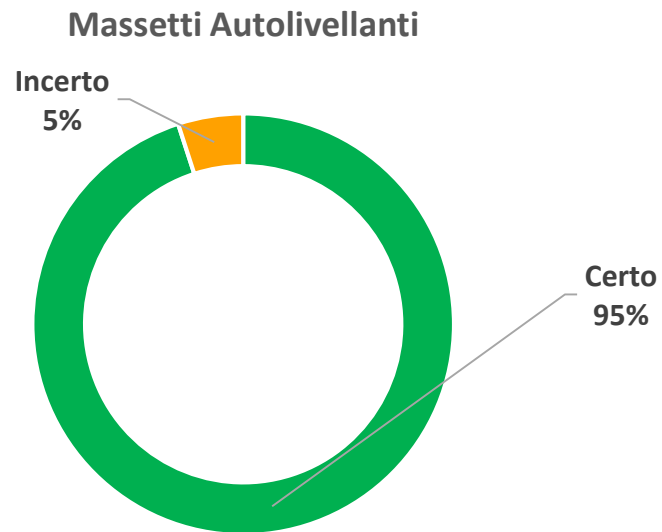




## 4. CONDUCIBILITA' TERMICA

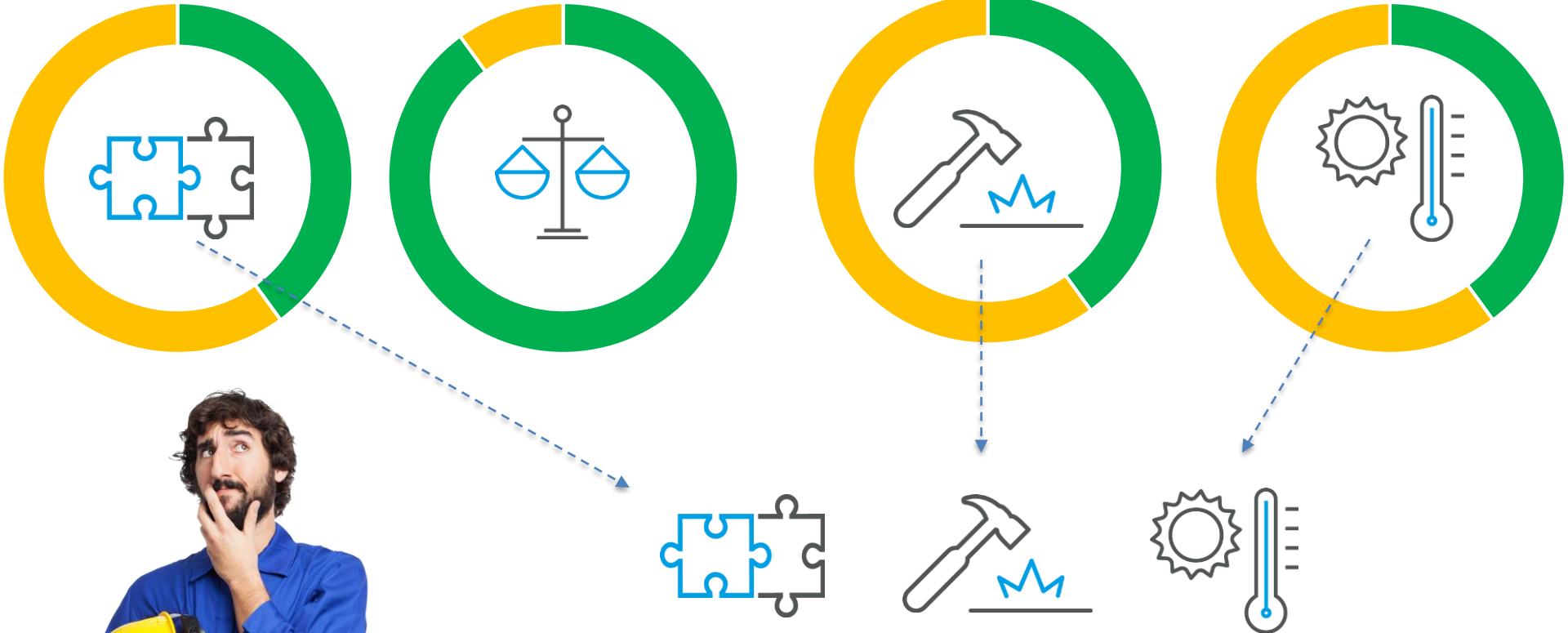
Quale Caratteristica? = **MASSA**

### Indice Affidabilità Performance Teorica



# MASSETTI TRADIZIONALI

## PRESTAZIONI TEORICHE



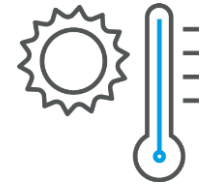
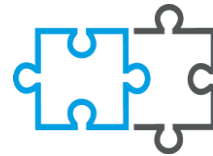
***Perché tanta INCERTEZZA sulle prestazioni dei MASSETTI TRADIZIONALI?***





# MASSETTI TRADIZIONALI

## PRESTAZIONI TEORICHE



Nei Massetti Tradizionali le Prestazioni **TEORICHE** e **REALI** possono differire in maniera significativa a causa delle seguenti attività:



**COMPATTAZIONE**

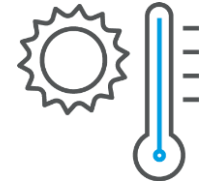
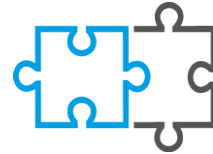


**ADDITIVAZIONE**



# MASSETTI TRADIZIONALI

## PRESTAZIONI TEORICHE



Nei Massetti Tradizionali le Prestazioni **TEORICHE** e **REALI** possono differire in maniera significativa a causa delle seguenti attività:



**COMPATTAZIONE**



# PRESTAZIONI MASSETTI TRADIZIONALI

## Teoria vs Realtà



### COMPATTAZIONE

L'attività di compattazione dei massetti tradizionali è **operazione primaria** della loro applicazione, essa incide su:

- **Resistenze Meccaniche**
- **Massa/Peso**
- **Conducibilità termica**

# COMPATTAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Un Dettaglio Fondamentale

Che tale attività sia **fondamentale** e che influisca in maniera netta sul risultato finale è **espressamente indicato** in tutte le pubblicazioni tecniche presenti sul mercato:



**Le Schede tecniche di prodotto specificano  
che:**

***l provini destinati alle prove meccaniche sono  
realizzati nei nostri laboratori interni secondo  
la norma in vigore e seguendo una procedura  
che***

***consente il raggiungimento della massima  
compattazione possibile***

# COMPATTAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Un Dettaglio Fondamentale

Che tale attività sia **fondamentale** e che influisca in maniera netta sul risultato finale è **espressamente indicato** in tutte le pubblicazioni tecniche presenti sul mercato:



### Le Norme di riferimento

**La norma vigente è una norma di prodotto, ma il prodotto non è il risultato in opera!**

Tanto che le norme in vigore già ci indicano tolleranze e correttivi: DIN 18560

**Per spessori < 40 mm**

R flessione  $\geq 80\%$  Rfl media  
R min  $\geq 70\%$  classe di resistenza

**Per spessori > 40 mm**

R compressione  $\geq 70\%$  R media  
Rc minima  $\geq 60\%$  classe di resistenza (EN 13813)

# COMPATTAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Un Dettaglio Fondamentale

Che tale attività sia **fondamentale** e che influisca in maniera netta sul risultato finale è **espressamente indicato** in tutte le pubblicazioni tecniche presenti sul mercato:



### Associazioni di Categoria : **CON/PAVIPER**

La marcatura CE si riferisce quindi ai “Materiali per Massetti” e non al massetto inteso come opera. Questo è importante per comprendere che i controlli “di conformità” previsti dalla Norma di prodotto UNI EN 13813 si riferiscono alla “qualifica e verifica interna” delle prestazioni del mix design di un massetto e non vadano confusi con il controllo di accettazione, il controllo in fase di getto e il controllo sui massetti induriti.

### **10.5 Controllo su massetti induriti in fase di contenzioso**

Si evidenzia che non esistono correlazioni dirette attendibili tra le resistenze meccaniche di progetto (nominali) e quelle riscontrabili attraverso l'esecuzione di prove non distruttive, o distruttive, sul manufatto indurito.

# COMPATTAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Un Dettaglio Fondamentale

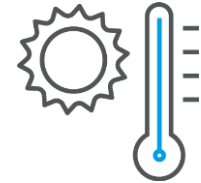
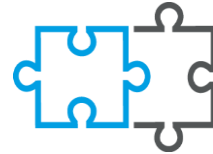
Come posso calcolare il corretto spessore del massetto per ottenere le resistenze al carico puntuale e distribuito previste in cantiere?



UTILIZZO E/O CAMPI D'IMPEGNO	CARICHI DI SERVIZIO in conformità a DIN 18560-2 in conformità a DIN 1033-3		SPESSORI DI APPLICAZIONE del massetto in virtù della categoria e delle resistenze meccaniche		
	CARICO PER UNITÀ DI SUPERFICIE	CARICO UNITARIO	CAF-C25-F5	CAF-C30-F6	CAF-C35-F7
Stanze e corridoi in edifici abitativi, posti letto in ospedali, camere d'albergo, compresi i relativi bagni e cucine	2 kN/m <sup>2</sup>		30 mm	30 mm	30 mm
Corridoi in edifici uso uffici, superfici ufficio, ambulatori medici, locali di stazioni, sale comuni, compresi i corridoi, le superfici degli spazi commerciali fino a comprendere superfici di base di 50 m <sup>2</sup> in edifici abitativi, in edifici uso uffici e in edifici analoghi	2 kN/m <sup>2</sup>	2 kN	40 mm	35 mm	35 mm
Superfici per uffici con carico maggiore	3 kN/m <sup>2</sup>	2 kN	45 mm	40 mm	40 mm
Corridoi negli ospedali, negli alberghi, negli ospizi per anziani, nei collegi, ecc.; cucine e locali di cura comprese sale operatorie senza attrezzatura pesante.	3 kN/m <sup>2</sup>	3 kN	50 mm	45 mm	45 mm
Superfici con tavoli, ad es. locali scolastici, caffè, ristoranti, refettori, sale di lettura, stanze di ricevimento	4 kN/m <sup>2</sup>	3 kN	50 mm	45 mm	45 mm
Superfici con seggiole fisse, ad es. in chiese, teatri, cinema, sale congressi, aule, sale riunione, sale d'aspetto.	4 kN/m <sup>2</sup>	4 kN	55 mm	50 mm	50 mm
Superfici liberamente percorribili, ad es. aree museali, spazi espositivi, aree di entrata in edifici pubblici ed alberghi; superfici destinate a grandi assembramenti ad es. in edifici quali le sale concerto, le terrazze e le aree di entrata; superfici di negozi di commercio al dettaglio e grandi magazzini; superfici di fabbriche e di officine con attività leggera.	5 kN/m <sup>2</sup>	4 kN	55 mm	55 mm	50 mm

# MASSETTI TRADIZIONALI

## PRESTAZIONI TEORICHE



Nei Massetti Tradizionali le Prestazioni **TEORICHE** e **REALI** possono differire in maniera significativa a causa delle seguenti attività:



**COMPATTAZIONE**



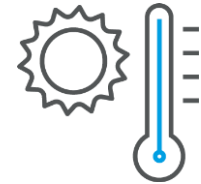
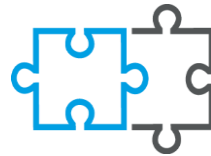
**ADDITIVAZIONE**





# MASSETTI TRADIZIONALI

## PRESTAZIONI TEORICHE



Nei Massetti Tradizionali le Prestazioni **TEORICHE** e **REALI** possono differire in maniera significativa a causa delle seguenti attività:



ADDITIVAZIONE



# PRESTAZIONI MASSETTI TRADIZIONALI

## Teoria vs Realtà



### ADDITIVAZIONE

L'additivazione dei massetti tradizionali avviene spesso in maniera manuale.

Le prestazioni dichiarate però impongono modalità di preparazione molto precise



# ADDITIVAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Sappiamo cosa significa?



### VANTAGGI

- Ottima lavorabilità durante la preparazione dell'impasto utilizzando una quantità minima d'acqua;
- Aumento delle caratteristiche di resistenza a trazione e alla compressione;
- Miglioramento della microstruttura del conglomerato con aumento della conducibilità termica;

# ADDITIVAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Sappiamo cosa significa?



### VANTAGGI

- Ottima lavorabilità durante la preparazione dell'impasto utilizzando una quantità minima d'acqua;
- Aumento delle caratteristiche di resistenza a trazione e alla compressione;
- Miglioramento della microstruttura del conglomerato con aumento della conducibilità termica;

### Lavorazione:

Massetto a struttura composita > 25 mm Massetti galleggianti > 35 mm	400 ml di additivo
Cemento CEM II approvato	62,5 kg
Inerte 0 - 8 (curva granulometrica A/B 0-8)	310 kg

Aggiungere all'acqua 400 ml di additivo. Riempire a metà la miscelatrice con sabbia e 62,5 kg di cemento. Aggiungere la soluzione acquosa di Retanol precedentemente preparata. Aggiungere altra sabbia nella miscelatrice ed eventualmente acqua fino al raggiungimento di una consistenza plastica. Far mescolare per ca. 2 minuti. NOTA: non va mai mescolato ad altri additivi, scuotere la tanica a intervalli regolari. Non aggiungere acqua e non reimpastare quando la malta è già in presa.

NOTA: Una quantità di cemento inferiore a 312 kg non farà agire l'additivo adeguatamente,

# ADDITIVAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Sappiamo cosa significa?



### Schede Tecniche di Prodotto:

#### Esempio di Modalità di utilizzo:

Preparare un bidone con ca. 10 litri d'acqua. Scuotere bene la tanica prima dell'uso. Aggiungere all'acqua **400 ml di additivo**.

Riempire a metà la miscelatrice con sabbia utilizzando inerti con **curva granulometrica A/B 0-8 mm** secondo la normativa in vigore e **62,5 kg** di cemento. Aggiungere la soluzione acquosa di additivo precedentemente preparata con altra sabbia e acqua nella betoniera fino al raggiungimento di una consistenza plastica. Far mescolare per ca. 2 minuti. Ricordarsi **di scuotere la tanica ad intervalli regolari**

Una quantità di cemento **inferiore a 312 kg non farà agire l'additivo**, le resistenze e i tempi di [...]

# LA SCELTA DEL MASSETTO

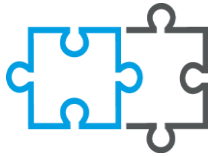
## Un Mercato Complesso

# VENDESI

FIAT PANDA € 2.900  
Km 147.000  
VELOCITA' MAX: 250 Km/h (W ASSENZA DI GRAVITA')

# PRESTAZIONI TEORICHE

## La Scelta Ottimale



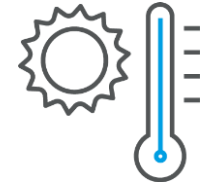
MASSETTI  
AUTOLIVELLANTI



SOLFATO  
DI CALCIO



> C 25  
> F 5



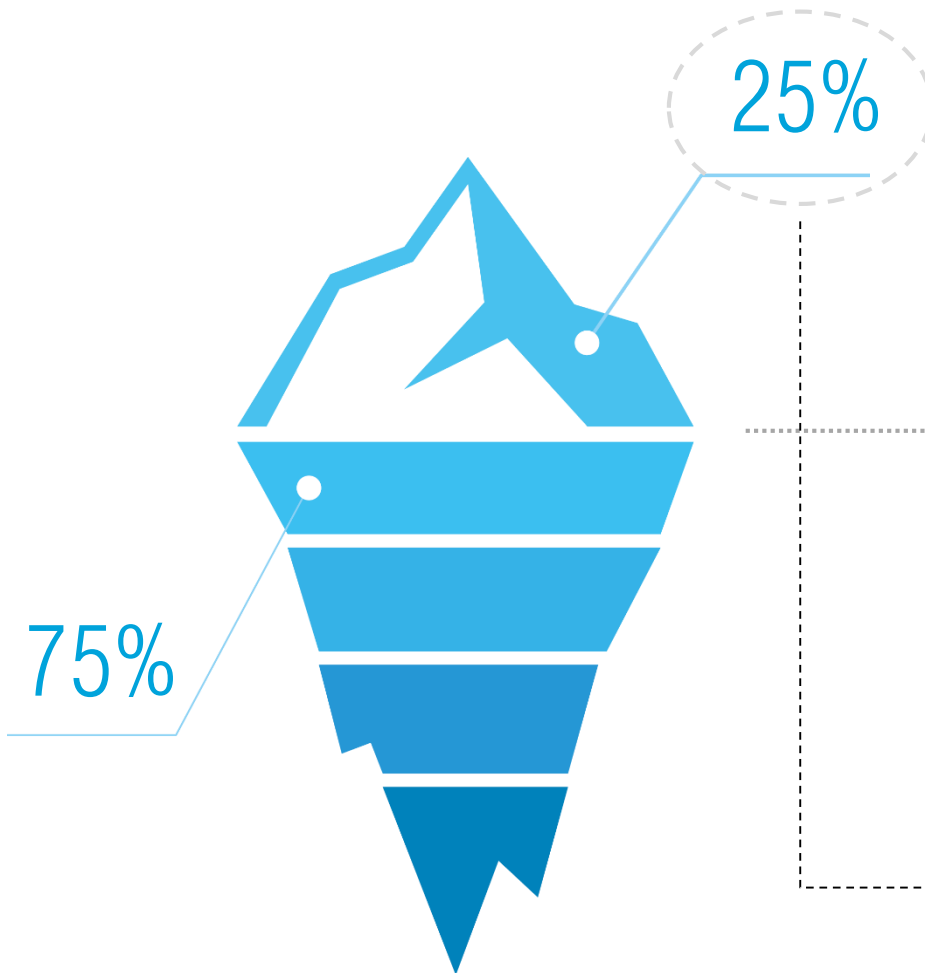
> 1,6 W/mk

Per i Massetti tradizionali Prestazioni fortemente influenzate dalla fase applicativa



# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## La Situazione Attuale



Soltanto nel **25%** dei nostri cantieri vengono utilizzati massetti specifici per sistemi radianti

Nel **75%** dei casi vengono utilizzati Massetti NON idonei per sistemi radianti o NON applicati in maniera corretta!

La «**Scelta Ottimale**» è  
**< 5%**





---

# GARANZIA PRESTAZIONI



Ma come posso avere la **Garanzia della Prestazioni** del massetto che ho scelto?

*Cercando di ridurre al minimo tutte le attività che aggiungono variabili al risultato finale del prodotto*



# GARANZIA PRESTAZIONI



## Il Metodo «KNAUF»

### Prestazioni e Indicazioni di Applicazioni Certificate in Opera

Esempio di come Knauf certifica gli spessori di Applicazione.

***SUPERLIVELLINA NE 499***

# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»



### 1. Studio della stratigrafia da esaminare



Riproduzione  
della **peggior condizione**  
possibile di cantiere



# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il «metodo» Knauf



### 2. Realizzazione in Opera della Stratigrafia



#### **SOTTOFONDO ALLEGGERITO**

**265Kg/mcubo**

Realizzato da azienda di sottofondi

#### **IMPIANTO RADIANTE**

**Pannello «Bugnato»**

**Isolante con densità 100 kPa**

Installato da Idraulico

#### **MASSETTO**

**Superlivellina NE 499**

**10 mm sopra impianto**

Applicato da massettista «esterno»

Realizzazione Stratigrafia  
Es: SUPERLIVELLINA NE 499



# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»



### 2. Realizzazione in Opera della Stratigrafia



### Applicazione di **SUPERLIVELLINA NE 499** in opera!



- Prodotto **acquistato in rivendita**
- **Squadra** applicazione **esterna**
- **Lavorazione** come in **cantiere**
- **Attrezzature** da cantiere

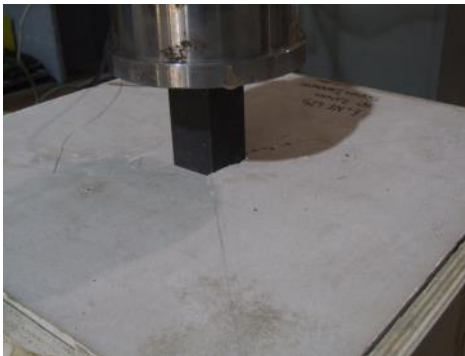
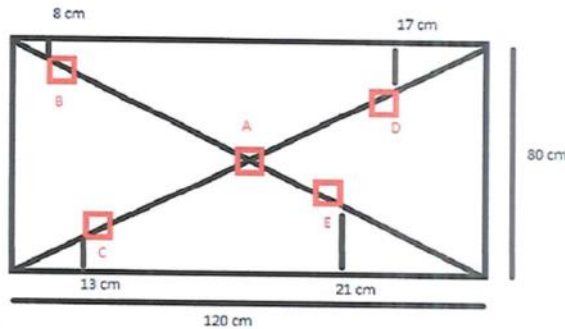


# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»

### 3. Test Punzonamento su Piastra

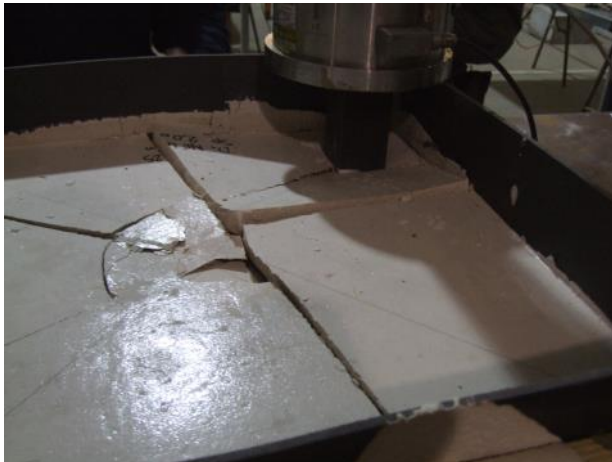
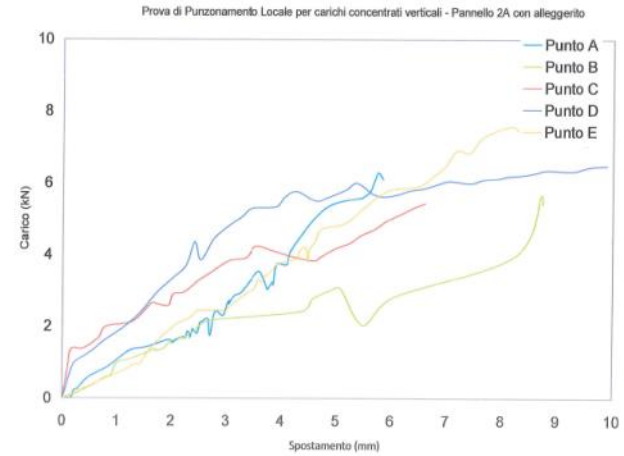
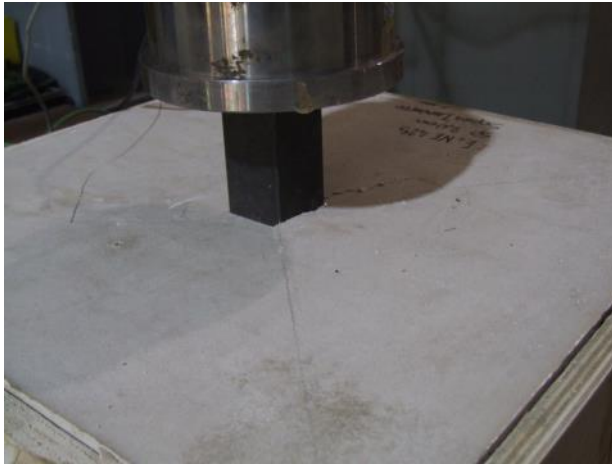
SCHEMA DI CARICO UTILIZZATO



- **12 campioni**
- **5 prove** di punzonamento per campione
- Test di carico **anche sugli angoli**
- **60 Misurazioni**
- Il test si interrompe per:
  - ❖ **Rottura del massetto**
  - ❖ **Flessione > 1 mm/ml**
- **Nessuna misurazione** deve essere al di **sotto il limite** previsto da norma

# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»



# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»



### 4. Realizzazione Certificato



Il test viene realizzato e **certificato** da un **ente terzo accreditato** dal ministero delle infrastrutture





# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»



### 5. Pubblicazione Certificato



Le prove hanno evidenziato un **comportamento omogeneo** sia nell'individuazione dei carichi medi di prima fessurazione che **durante la fase di carico** successiva.

Tutti i grafici hanno evidenziato una prima fase lineare fino alla prima fessurazione.

**Valori di carico medio di prima fessurazione = 3,30 kN**

In base a quanto previsto dalle **NTC 2018** il **sistema rispetta** le prescrizioni stabilite per le seguenti categorie di edifici che prevedono un carico limite concentrato pari a **2 kN**:

- **Cat. A – Ambienti ad uso Residenziale**
- **Cat. B - Uffici**



# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»



### 5. Pubblicazione Certificato



All'interno del certificato sono **dettagliati i risultati di ogni singola prova** inerenti:

- Misurazioni di **punzonamento per singola prova**
- **Massa nel prodotto** applicato in opera
- **Resistenza a Compressione** del prodotto applicato **in opera**
- **Resistenza a Flessione** prodotto applicato **in opera**



# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»



Dettaglio singole misurazioni test di carico

PROVA DI PUNZONAMENTO LOCALE PER CARICHI CONCENTRATI VERTICALI D.M. 14-01-2008				
CAMPIONE	Spessore massetto (mm)	Punto di carico	Carico di prima fessurazione (kN)	Data esecuzione test
Pannello n° 2B	10	A	3,46	21/10/16
	10	B	3,37	21/10/16
	10	C	4,21	21/10/16
	10	D	2,41	21/10/16
	10	E	3,43	21/10/16

Massa e Resistenze meccaniche

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A FLESSIONE E A COMPRESIONE norma UNI EN 13892-2 ; 2005					
Resistenza a flessione					
Campione n.	Massa volumica (kg/m³)	Dimensioni (mm)	F <sub>f</sub> (N)	R <sub>f</sub> (N/mm²)	R <sub>f</sub> medio (N/mm²)
1	1950	40 x 40 x 160	3388	7,56	8,30
2	1920	40 x 40 x 160	4057	8,58	
3	1880	40 x 40 x 160	4105	8,75	
Resistenza a compressione					
Campione n.		Dimensioni (mm)	F <sub>c</sub> (N)	R <sub>c</sub> (N/mm²)	R <sub>c</sub> medio (N/mm²)
1		40 x 40	51010	31,88	31,89
2		40 x 40	52190	32,62	
3		40 x 40	52970	33,11	
4		40 x 40	50550	31,59	
5		40 x 40	50230	31,39	
6		40 x 40	49200	30,75	

NOTE:



# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»



Ogni massetto Knauf è in possesso dei seguenti certificati:

- **Resistenza a compressione**
- **Resistenza a Flessione**
- **Conducibilità Termica**
- **Bio-Compatibilità**
- **Resistenze carichi superficiali (Livelline)**





# PRESTAZIONE ENERGETICA SISTEMI RADIANTI

Quanto contribuisce la scelta corretta del Massetto



**kNAUF**

**ANIT**  
Associazione  
Nazionale  
per l'Isolamento  
Termico e acustico



# DESCRIZIONE DELLO STUDIO E OBIETTIVI



- **Analisi e confronto delle soluzioni** presenti sul mercato per la posa su impianto radiante in termini di prestazioni
- **Verifica e calibrazione dei risultati** tra prova di campo e calcoli predittivi
- **Determinazione della miglior soluzione di massetto** da applicare sui sistemi radianti e valorizzazione dei benefici in termini di risparmio energetico



# SCELTA DEI MASSETTI



Tradizionale  
confezionato in  
cantiere



Tradizionale  
Premiscelato



Tradizionale  
Additivato



Autolivellante  
Cementizio



Autolivellante  
Anidritico



Livelline

# APPLICAZIONE DEI MASSETTI



Tradizionale  
Premiscelato



Autolivellante  
Cementizio



Autolivellante  
Anidritico



Livelline

- Utilizzo Acqua come indicato sulla scheda tecnica
- Attrezzature e tempi di miscelazione come indicati sulla scheda tecnica
- Applicazione con le attrezzature indicate sulla scheda tecnica
- **TRADIZIONALE:** Compattazione massima possibile in cantiere con utilizzo di fratazzo apposito.






# RICERCA IN CAMPO

## Caratteristiche dei Massetti



Spessori  
«convenzionali»

«Livelline»  
Basso  
Spessore

		Tipologia di massetto				
						
		Massetto tradizionale	Autolivellante tradizionale	FE 80	NE 425	NE 499
Conduktività termica	W/mK	1.0 - 1.3	1.3	1.9	1.4	1.3
Spessore massetto <sup>1</sup>	m	0.045	0.03	0.03	0.02	0.01
Avvolgimento tubo	%	70%	100%	100%	100%	100%
Calore specifico	J/kgK	1000	1000	1200	1000	1000
Densità	kg/m <sup>3</sup>	1600 - 2000	2000	2150	1800	1800



# RICERCA IN CAMPO

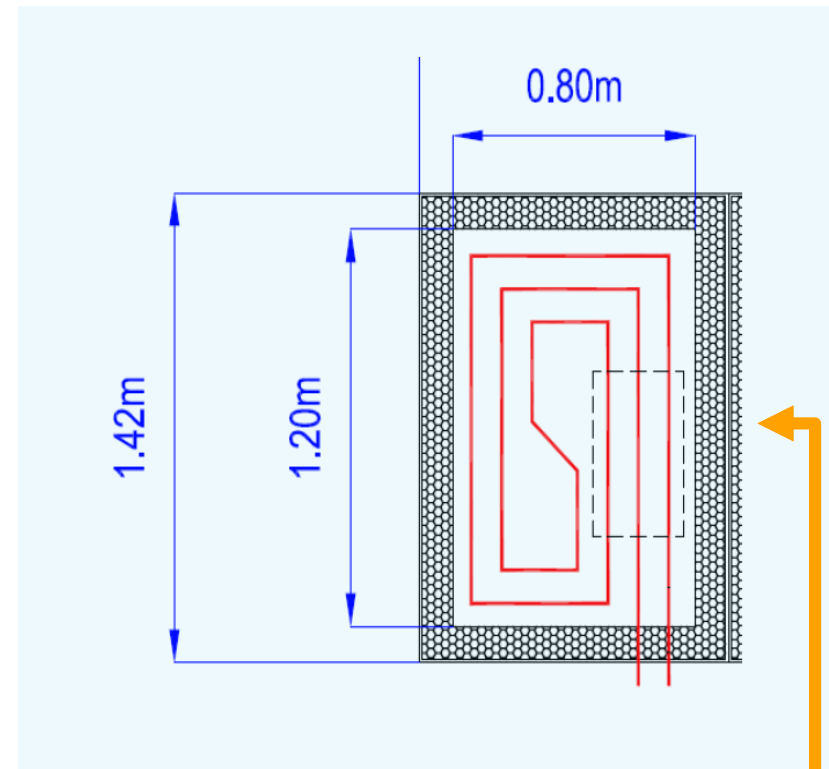
5 campioni realizzati in scala 1:1

## Impianto radiante di tipo tradizionale

- Generatore Pompa di Calore Aria/Acqua
- Portata: 120 l/mim
- Temperatura Mandata Caldo: 35°C
- Temperatura Mandata Freddo: 15°C

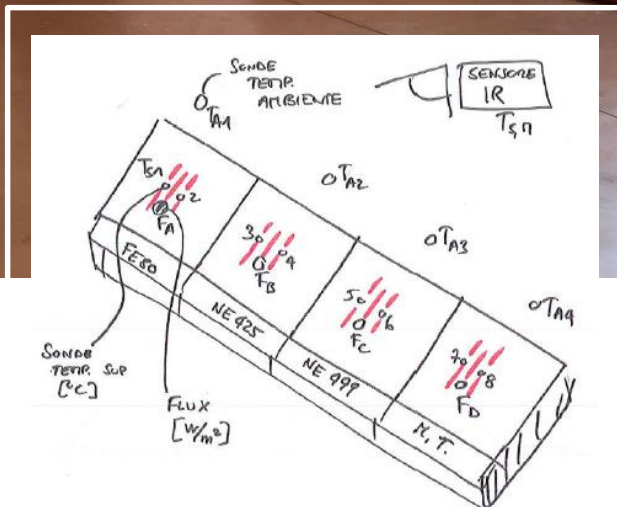
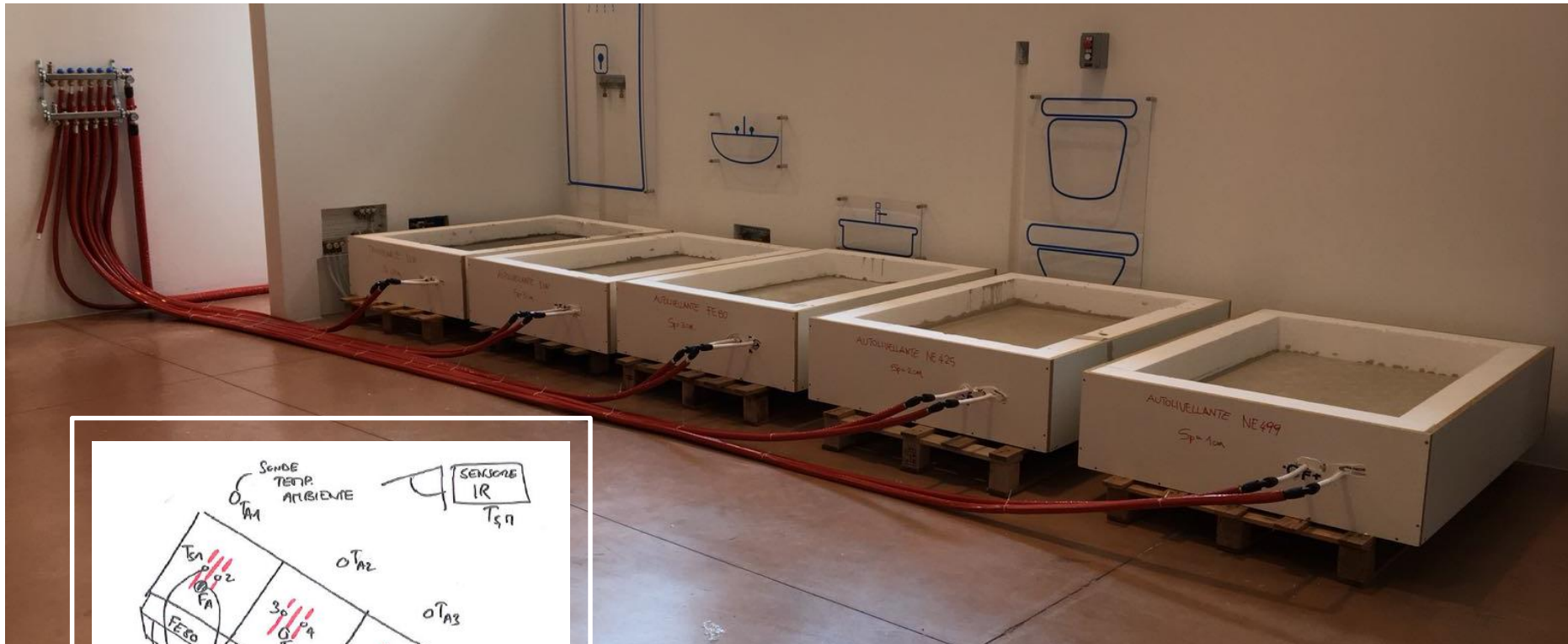
## Moduli

Passo dei tubi 10 cm, anello di guardia in isolamento termico da 10 cm di spessore di altezza pari alla struttura complessiva. Durante la prova è stato necessario riprodurre in superficie l'area di 50x30 individuata in figura per monitorare in modo univoco un'area da correlare ai calcoli agli elementi finiti.

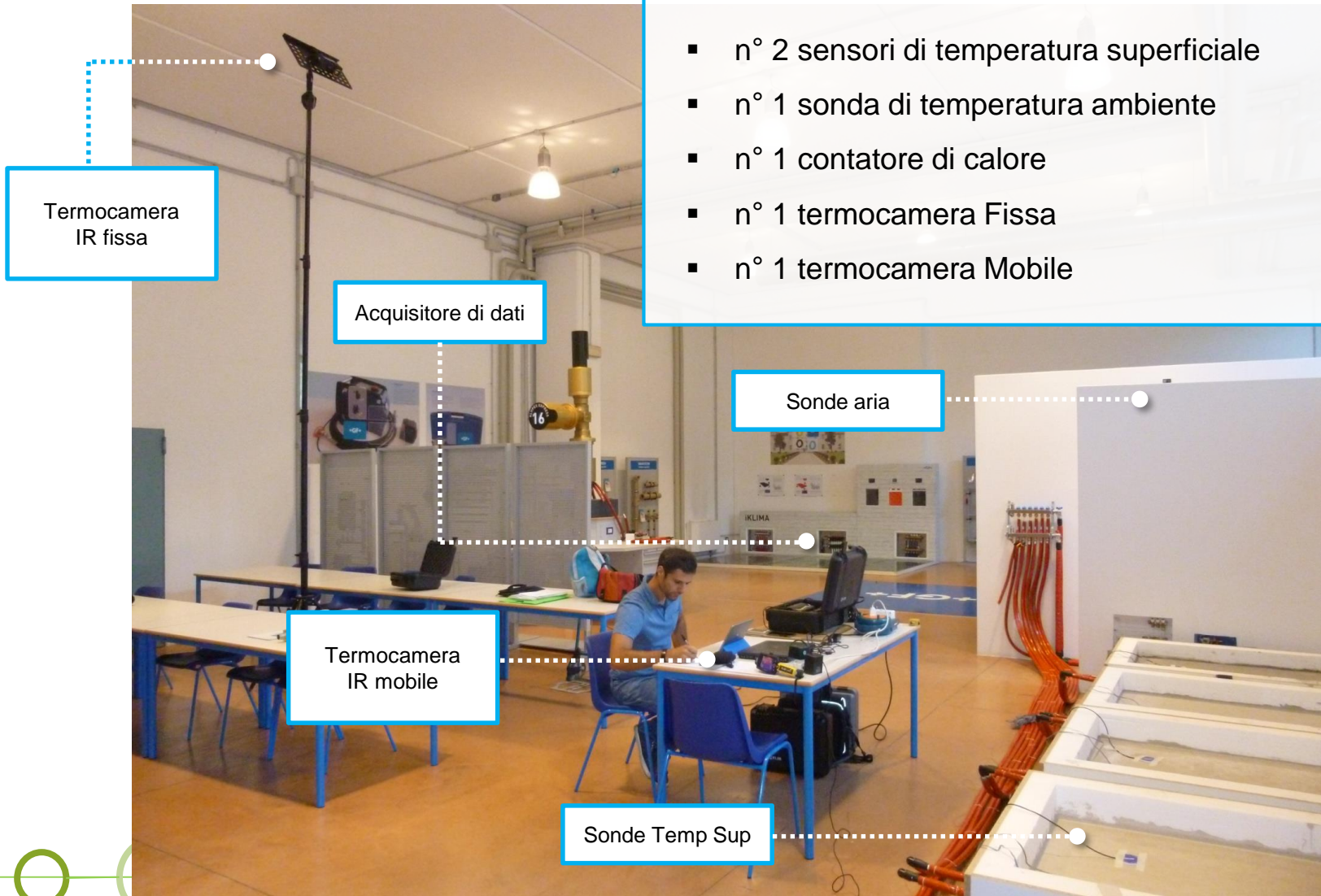




# RICERCA IN CAMPO



# RICERCA IN CAMPO



- n° 2 sensori di temperatura superficiale
- n° 1 sonda di temperatura ambiente
- n° 1 contatore di calore
- n° 1 termocamera Fissa
- n° 1 termocamera Mobile

Termocamera  
IR fissa

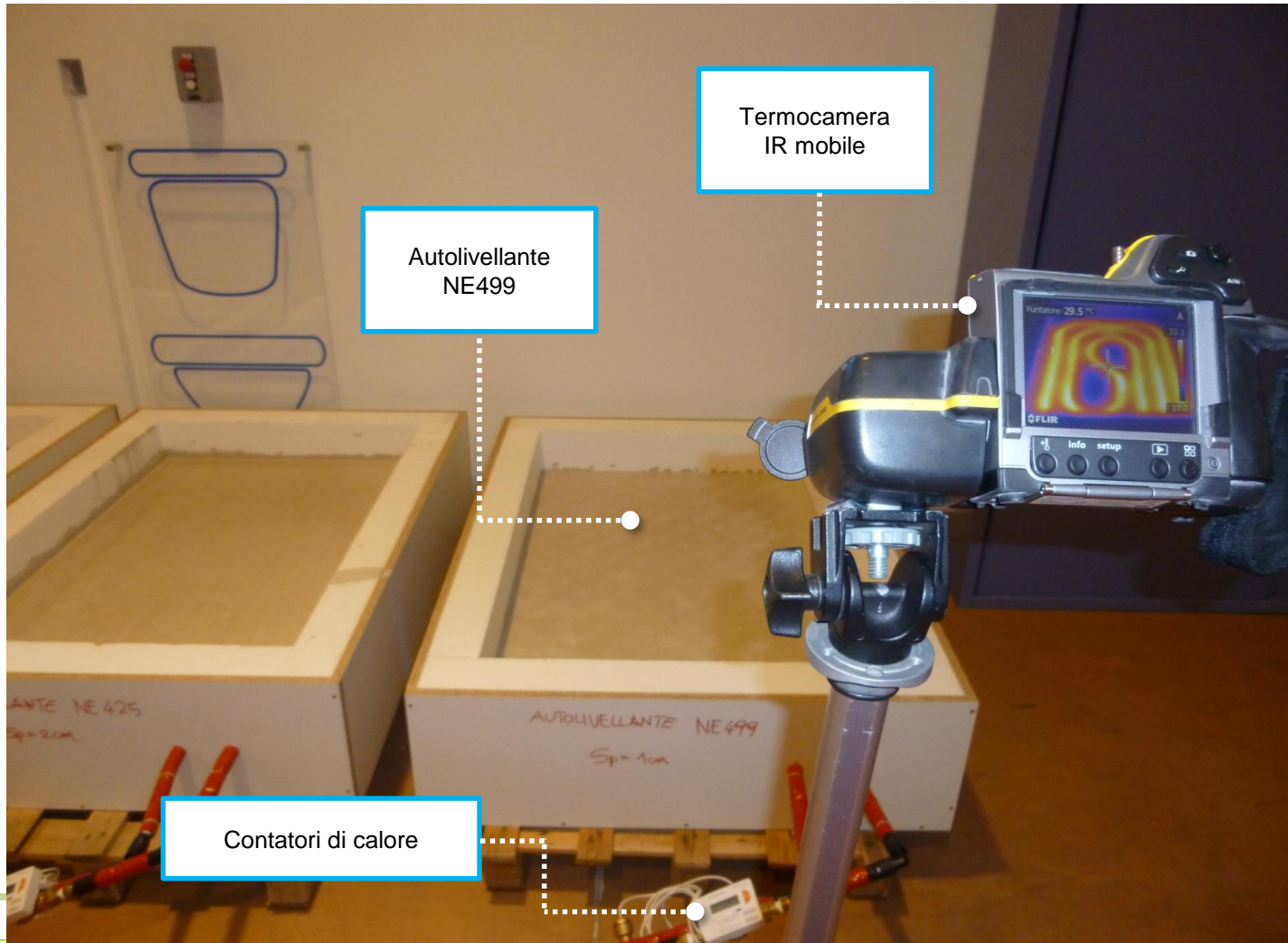
Acquisitore di dati

Sonde aria

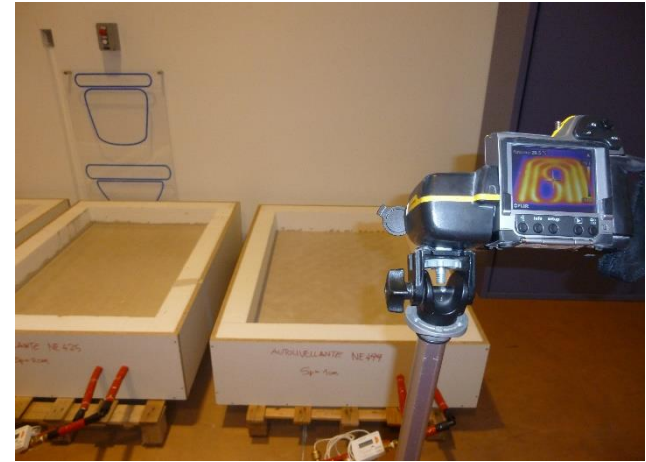
Termocamera  
IR mobile

Sonde Temp Sup

# RICERCA IN CAMPO



# RICERCA IN CAMPO



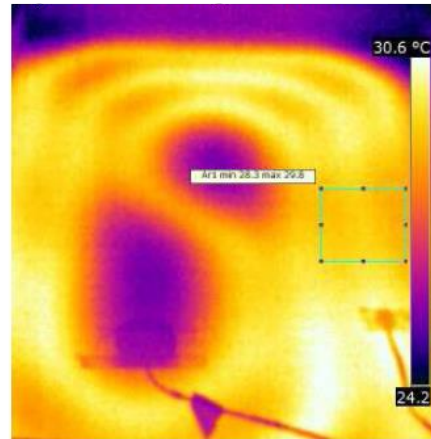


# RICERCA IN CAMPO

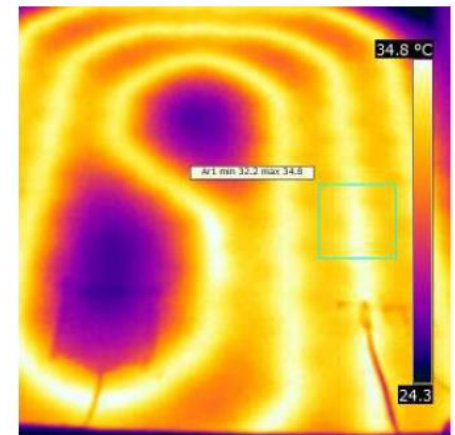
La campagna di misura mostra **evidenti differenze** dei vari campioni in termini di **velocità di riscaldamento e raffreddamento**.

Si riportano i risultati dei dati relativi alla strumentazione termografica che mostra il valore della temperatura media della superficie comprendente area con tubazione e senza come da esempi di immagini termografiche

## Esempi di misure termografiche realizzate



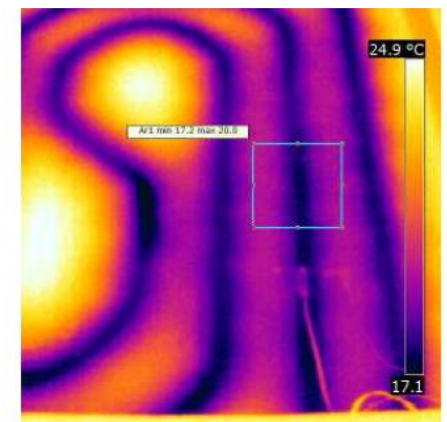
Ore 12:05 - Massetto tradizionale  
Temperatura media area = 29,1°C



Ore 12:05 - NE499  
Temperatura media area = 33,3°C



Ore 15:15 - Massetto tradizionale  
Temperatura media area = 23,6°C

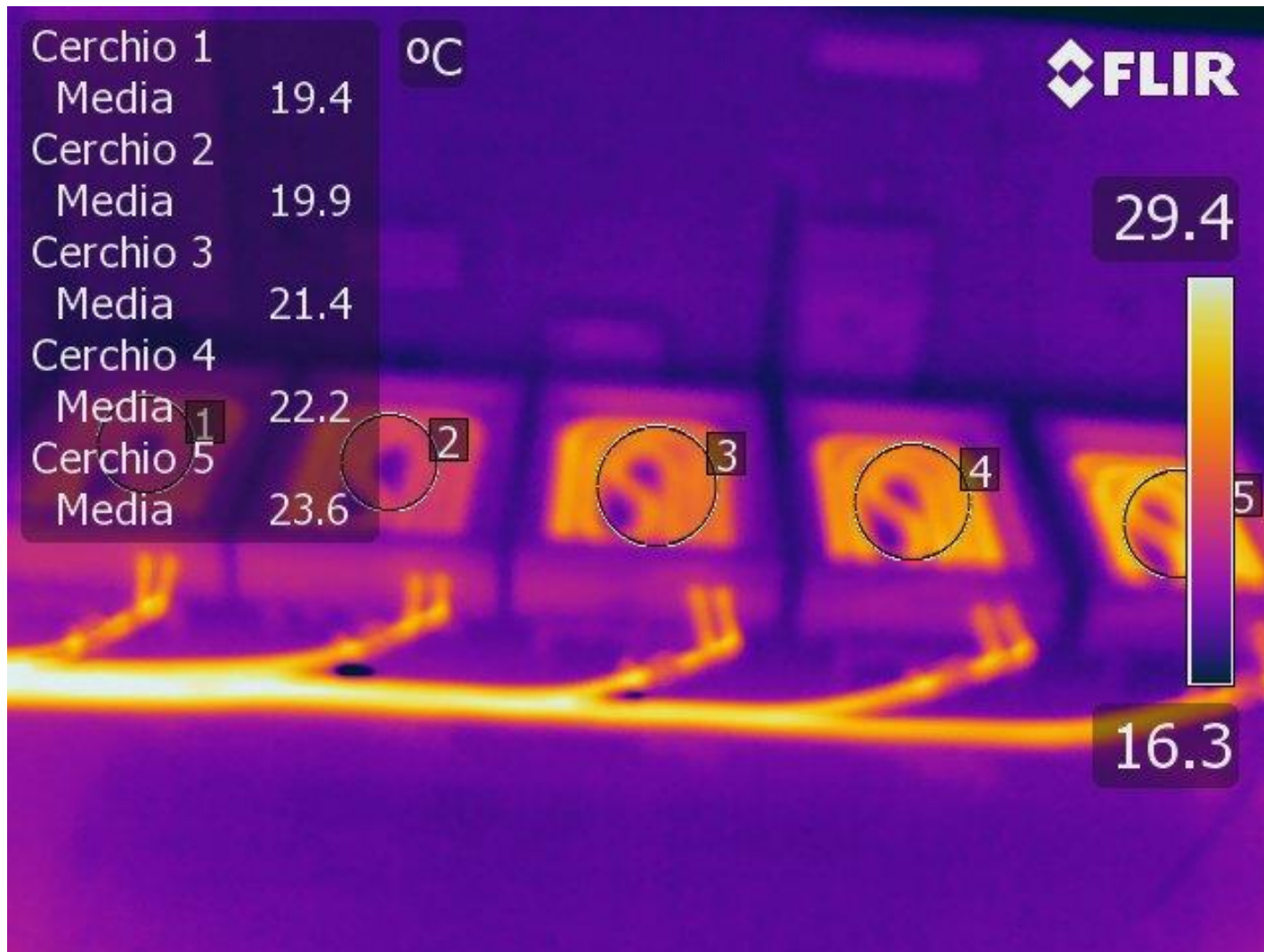


Ore 15:15 - NE499  
Temperatura media area = 18,8°C





# RICERCA IN CAMPO





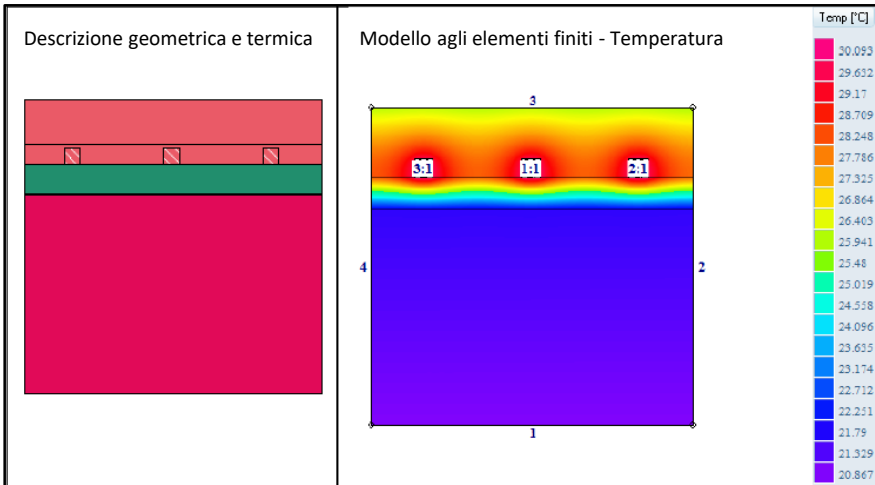
# RICERCA IN CAMPO



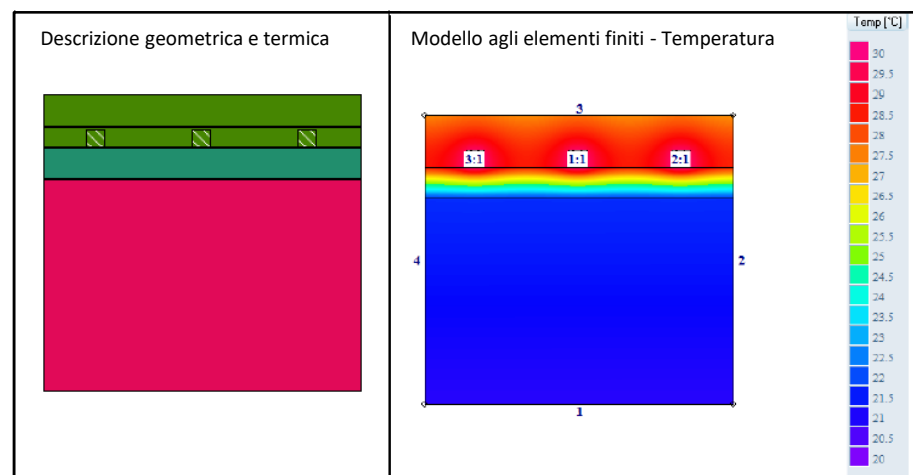
# CALCOLI PREDITTIVI



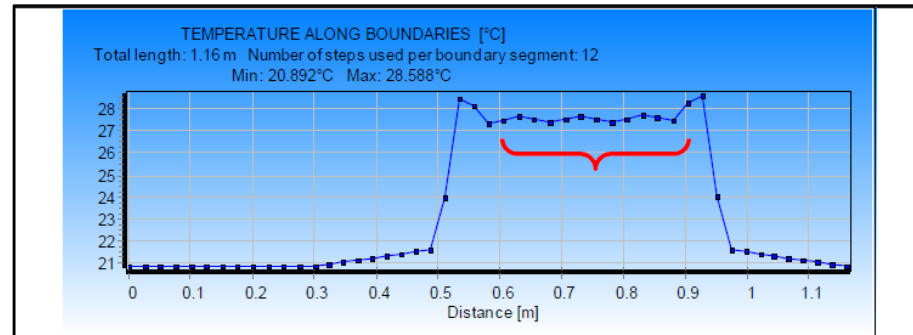
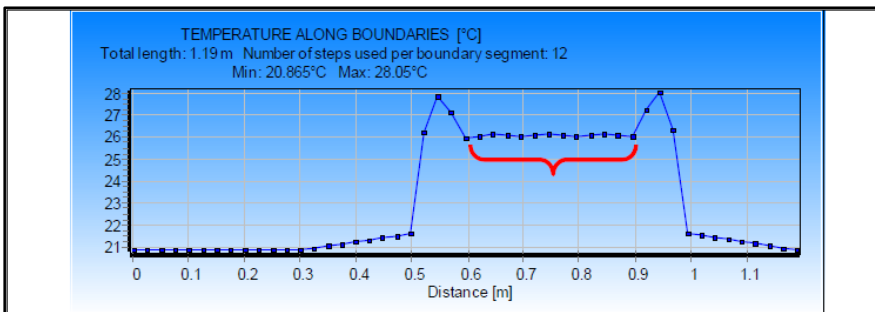
**Modello con massetto tradizionale**



**Modello con FE80**

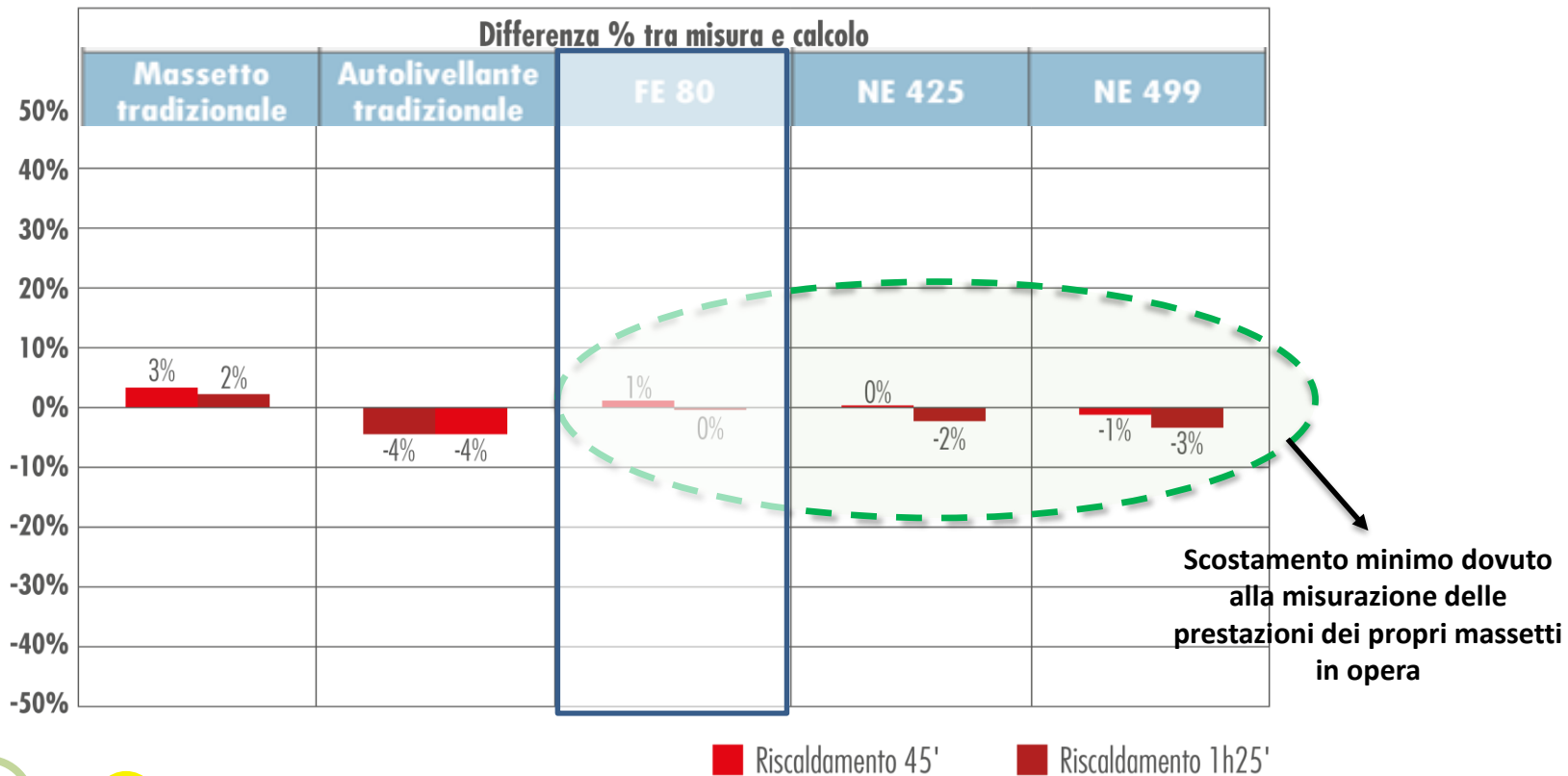


**Andamento delle temperature sulla faccia superiore del modello**



# COERENZA TRA MISURE E CALCOLI

	$\Delta T_{MT}$ [%]	$\Delta T_{AT}$ [%]	$\Delta T_{FE80}$ [%]	$\Delta T_{NE425}$ [%]	$\Delta T_{NE499}$ [%]
Riscaldamento 45'	3%	-4%	1%	0%	-1%
Riscaldamento 1h25'	2%	-4%	0%	-2%	-3%



# RESA TERMICA RISCALDAMENTO

*Fino al  
+27%*

Dati di calcolo	
Regime	Stazionario
Tipo di condizionamento	Riscaldamento
Risultato di calcolo	Temperatura superficiale media e flusso
Temperatura di mandata del fluido termovettore	35 - 30 °C
Temperatura ambiente	20 °C

Risultati					
Con 35 °C	Massetto tradizionale	Autolivellante tradizionale	FE 80	NE 425	NE 499
Temperatura superficiale media $\sigma_{5,m}$ [°C]	29,1	29,4	31,3	31	31,2
Flusso calcolato $q$ [W/m <sup>2</sup> ]	101	105	128	125	127
Resa termica in variazione % rispetto al tradizionale		4%	27%	23%	26%

Risultati					
Con 30 °C	Massetto tradizionale	Autolivellante tradizionale	FE 80	NE 425	NE 499
Temperatura superficiale media $\sigma_{5,m}$ [°C]	26,1	26,3	27,5	27,3	27,5
Flusso calcolato $q$ [W/m <sup>2</sup> ]	65	68	82	79	82
Resa termica in variazione % rispetto al tradizionale		4%	26%	22%	26%

# RESA TERMICA RAFFRESCAMENTO

*Fino al  
+31%*

Dati di calcolo	
Regime	Stazionario
Tipo di condizionamento	Raffrescamento
Risultato di calcolo	Temperatura superficiale media e flusso
Temperatura di mandata del fluido termovettore	15- 20 °C
Temperatura ambiente	26 °C

Risultati					
Con 15 °C	Massetto tradizionale	Autolivellante tradizionale	FE 80	NE 425	NE 499
Temperatura superficiale media $\sigma_{5,m}$ [°C]	19,3	19,1	17,6	17,9	17,8
Flusso calcolato $q$ [W/m <sup>2</sup> ]	72	75	93	89	90
Resa termica in variazione % rispetto al tradizionale		3%	28%	23%	25%

Risultati					
Con 20 °C	Massetto tradizionale	Autolivellante tradizionale	FE 80	NE 425	NE 499
Temperatura superficiale media $\sigma_{5,m}$ [°C]	22,4	22,2	21,4	21,6	21,5
Flusso calcolato $q$ [W/m <sup>2</sup> ]	37	39	48	46	47
Resa termica in variazione % rispetto al tradizionale		6%	31%	25%	28%

# TEMPO di CARICAMENTO



Dati di calcolo	
Regime	Variabile
Tipo di condizionamento	Riscaldamento
Risultato di calcolo	Tempo - ore e minuti
Temperatura dei massetti e delle tubazioni	14°C
Temperatura di mandata del fluido termovettore	35°C
Temperatura ambiente	18°C
Temperatura superficiale obiettivo	25 - 28

Risultati					
	Massetto tradizionale	Autolivellante tradizionale	FE 80	NE 425	NE 499
Tempo con 25°C	1h 15m	1h 10m	35m	25m	15m
Variazione %		-7%	-53%	-67%	-80%
Tempo con 28°C	3h	2h	50m	35m	25m
Variazione %		-33%	-72%	-81%	-86%



## RISULTATI

I risultati dello studio hanno mostrato due aspetti dell'efficacia delle soluzioni di massetti a basso spessore per la posa su pannelli radianti a pavimento:



**Maggiore resa**

**Maggiore reattività**





# MAGGIORE RESA

**Maggiore resa ( $W/m^2$ )** dei pannelli data dalla temperatura superficiale maggiore. A parità di temperatura di mandata nei pannelli la capacità del pannello radiante di trasmettere energia è maggiore con i seguenti benefici:

- **Maggiore potenza termica installabile** a parità di superficie calpestabile
- Possibilità di non coprire parti di superfici oggetto di altri ingombri (letti, armadi, mobilio in genere ecc.)
- Possibilità di **ridurre la temperatura di mandata** (con maggiore efficienza dei generatori a condensazione o in pompa di calore)

La maggiore resa è principalmente un dato legato alla progettazione dell'impianto e quindi il beneficiario è il progettista termotecnico.







# MAGGIORE RESA

Tmandata di 35°C				
Carico	100%		30%	
	Hc	COP	Hc	COP
Ta				
-7	5.38	2.82	1.84	3.12
-2	5.43	3.23	1.86	3.38
2	5.46	3.66	1.87	3.67
7	6.41	4.93	1.97	4.10
12	6.07	6.01	2.04	5.51

Tmandata di 30°C				
Carico	100%		30%	
	Hc	COP	Hc	COP
Ta				
-7	5.43	3.27	1.98	4.30
-2	5.49	3.71	1.94	4.31
2	5.60	4.00	1.90	4.75
7	6.65	5.99	2.21	5.26
12	6.32	7.35	2.29	7.16

COP: coefficiente di prestazione (Coefficient of Performance)





## MAGGIORE REATTIVITA'



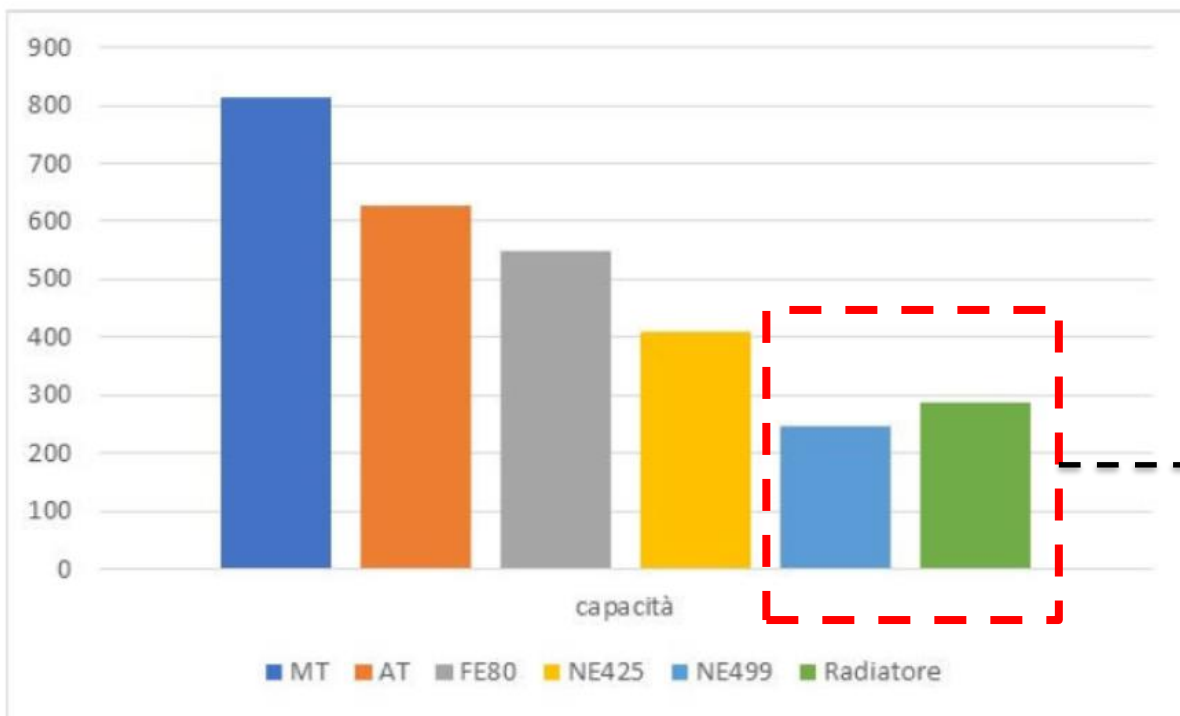
**Minore inerzia del massetto** del sistema radiante e quindi tempi di caricamento e scaricamento estremamente ridotti. I benefici:

- **Maggiore efficienza dell'impianto:** minor consumo di energia poiché le perdite di “regolazione” sono inferiori. Poca energia viene sprecata per contenere la temperatura intorno al valore di set point. Quando l'impianto deve “smettere” di erogare energia è in grado di recepire questa informazione in tempi più rapidi rispetto al tradizionale.
- **Maggiore reattività del sistema radiante:** poco tempo per caricarsi, poco tempo per raffreddarsi. Negli edifici ad uso saltuario e in quelli ben isolati termicamente, la pronta risposta all'esigenza di riscaldamento o raffrescamento rende l'ambiente più confortevole.





# CAPACITA' TERMICA



**Confronto**  
**Radiante Bassissimo Spessore Vs Radiatore**

Valori di capacità termica complessiva [kJ/K] per una stanza di 9 m<sup>2</sup> di superficie e con radiatore di volume complessivo pari a 0,6 m<sup>2</sup> x 0,08 m

I valori di **rendimento di regolazione** tabellari della norma UNI TS 11300-2 sono riferiti ai sistemi tradizionali dei pannelli radianti. La migliore “reattività” del sistema a basso spessore porta a due passaggi migliorativi:

- cambiamento del tipo di classificazione del sistema, da “ad elevata inerzia” a “**bassa inerzia**”
- possibile contenimento della banda di oscillazione





# MAGGIORE REATTIVITA'



Rendimenti diregolazione $\eta_{rg}$			
Tipo di regolazione	Caratteristiche della regolazione	Sistemi a bassa inerzia	Sistemi ad elevata inerzia
		Radiatori, convettori, ventilconvettori, strisce radianti ed aria calda	Pannelli integranti nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente
Solo di zona	On off	0.93	0.91
	P banda prop. 2 °C	0.94	0.92
	P banda prop. 1 °C	0.97	0.95
	P banda prop. 0.5 °C	0.98	0.96
Solo per singolo ambiente	On off	0.94	0.92
	P banda prop. 2 °C	0.95	0.93
	P banda prop. 1 °C	0.98	0.97
	P banda prop. 0.5 °C	0.99	0.98
Zona + climatica	On off	0.96	0.94
	P banda prop. 2 °C	0.96	0.95
	P banda prop. 1 °C	0.97	0.96
	P banda prop. 0.5 °C	0.98	0.97
Per singolo ambiente + climatica	On off	0.97	0.95
	P banda prop. 2 °C	0.97	0.96
	P banda prop. 1 °C	0.98	0.97
	P banda prop. 0.5 °C	0.99	0.98

Estratto della tabella dei rendimenti di regolazione. [Fonte: UNI/TS 11300-2, paragrafo 6.3, prospetto 20]



# ESEMPIO CALCOLO SU EDIFICIO



Prospetto EST



Prospetto SUD



Prospetto OVEST



Prospetto NORD

Fabbricato costituito **da due unita immobiliari** servite da un sistema impiantistico di riscaldamento costituito da un generatore a **pompa di calore aria-acqua** che serve un **impianto a pannelli radianti a pavimento**.

La produzione di acqua calda sanitaria e centralizzata con un collettore solare che serve un accumulo integrato da un generatore a gas.

Le unita immobiliari sono posizionate al piano primo e al piano secondo. Il piano terra, il vano scala e il sottotetto non sono climatizzati. L'edificio e ben isolato termicamente, ma i ponti termici sono stati affrontati in modo superficiale.



# ESEMPIO CALCOLO SU EDIFICIO



Caratteristiche termiche dei componenti opachi dell'involucro edilizio			
Destrizione struttura	Massa sup. [kg/m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	C [kJ/m <sup>2</sup> K]
<b>M1 Parete</b>	582,5	0,22	57,6
<b>M2 Parete ingresso</b>	0,0	1,80	1,0
<b>M3 Parete</b>	604,0	0,39	15,7
<b>M4 Parete</b>	583,5	1,39	63,4
<b>M5 Parete</b>	583,5	1,58	65,2
<b>P1 solaio verso garage</b>	370,5	0,23	42,1
<b>P2 solaio tra appartamenti</b>	369,5	0,43	42,7
<b>P3 solaio verso sottotetto</b>	228,0	0,23	62,6
<b>P4 copertura in legno</b>	49,6	1,98	17,2
<b>M6 divisori interni</b>	44,2	0,44	22,1

Caratteristiche termiche dei componenti finestrati (serramenti e vetri) dell'involucro edilizio			
Destrizione struttura	Area [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	g <sub>gl</sub> [-]
<b>F1</b>	3,5	1,35	0,65
<b>F2</b>	2,1	1,47	0,65
<b>F3</b>	1,8	1,47	0,65
<b>F4</b>	1,1	1,52	0,65
<b>F5</b>	10,5	1,26	0,65
<b>F6</b>	2,2	1,49	0,65

Caratteristiche termiche dei componenti termici analizzati agli elementi finiti			
Codice	Descrizione	ψ <sub>e</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	F <sub>p</sub> ponderazione
<b>PT_1</b>	Pianta: parete angolo parete esterno	-0,070	100%
<b>PT_2</b>	Pianta: parete angolo parete interno	0,120	100%
<b>PT_3</b>	Pianta: spalla serramento/spalla serramento	0,310	100%
<b>PT_4</b>	Pianta: spalla serramento/angolo	-0,147	100%
<b>PT_5</b>	Pianta: doppio angolo	-0,039	100%
<b>PT_6</b>	Pianta: spalla porta blindata/spalla porta blindata	0,230	100%
<b>PT_7</b>	Sezione: parete - trave - garage	0,300	100%
<b>PT_8</b>	Sezione: parete - balcone - garage	0,800	100%
<b>PT_9</b>	Sezione: parete - trave - parete	0,010	50%
<b>PT_10</b>	Sezione: parete - balcone - parete	0,750	50%
<b>PT_11</b>	Sezione: parete - trave - copertura	0,300	100%
<b>PT_12</b>	Sezione: soglia - trave - garage	0,322	100%
<b>PT_13</b>	Sezione: veletta serramento	0,250	100%
<b>PT_14</b>	Sezione: soglia - balcone - garage	0,322	100%
<b>PT_15</b>	Sezione: davanzale serramento	0,310	100%
<b>PT_16</b>	Sezione: muricci solaio copertura	0,210	100%
<b>PT_17</b>	Sezione: soglia - balcone - parete	0,720	50%



# ESEMPIO CALCOLO SU EDIFICIO



## Risultati di calcolo

Sono stati realizzati due scenari in **zona climatica E**.  
La valutazione del **COP** medio della pompa di calore è stata realizzata con il metodo di calcolo della UNI TS 11300-4 (riferito a dati orari dell'aria esterna con i bin) e con valutazione ai carichi parziali per mezzo dei valori di scheda tecnica di  $f_{COP}$  in accordo con UNI EN 14825.

### **1° Scenario**

edificio ben isolato termicamente ( $H'_T = 0.51 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

### **2° Scenario**

edificio esistente mediamente isolato ( $H'_T = 0.97 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

$H'_T$ : coefficiente globale di scambio Termico

# ESEMPIO CALCOLO SU EDIFICIO



zona E	Q <sub>H,nd</sub>	Q <sub>H,gn,out</sub>	Q <sub>H,gn,in</sub>	COP medio
<b>Ben isolato (U<sub>m</sub> = 0,51)</b>	kWh	kWh	kWhe	
<b>Impianto tradizionale</b>	12.017	13.052	4.009	3,26
<b>Impianto radiante a bassa inerzia con temperatura di mandata di -2 °C</b>	12.017	12.905	3.723	3,47
<b>Impianto radiante a bassa inerzia con temperatura di mandata di -5 °C</b>	12.017	12.905	3.348	3,85
Riduzione del fabbisogno		-2 °C	286	7,1%
Riduzione del fabbisogno		-5 °C	661	16,5%

**Miglioramento del rendimento di regolazione ed abbassamento temperatura di mandata**

zona E	Q <sub>H,nd</sub>	Q <sub>H,gn,out</sub>	Q <sub>H,gn,in</sub>	COP medio
<b>Esistente (U<sub>m</sub> = 0,97)</b>	kWh	kWh	kWhe	
<b>Impianto tradizionale</b>	27.442	30.110	8.305	3,63
<b>Impianto radiante a bassa inerzia con temperatura di mandata di -2 °C</b>	27.442	29.780	7.715	3,86
<b>Impianto radiante a bassa inerzia con temperatura di mandata di -5 °C</b>	27.442	29.780	6.923	4,30
Riduzione del fabbisogno		-2 °C	590	7,1%
Riduzione del fabbisogno		-5 °C	1.382	16,6%

**Miglioramento del rendimento di regolazione ed abbassamento temperatura di mandata**

L'uso del massetto «radiante» a basso spessore ha due impatti:

- miglioramento del rendimento di regolazione
- abbassamento della temperatura di mandata del generatore e quindi miglioramento del **COP**

**Riduzione del Fabbisogno Energetico dal 7 al 16%**







# SOSTENIBILITA'

In Italia vengono installati circa **9.000.000 di mq** di sistemi radianti a pavimento ogni anno

Quanti TIR sono necessari al trasporto dei massetti?

**MASSETTI TRADIZIONALI**  
**35.000 TIR**



**MASSETTI BASSO SPESSORE**  
**17.000 TIR**



- **3.300.000 km risparmiati** (tratta da 100km)
- **>2.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> risparmiate**



# CONCLUSIONI

*Fino a ieri la componente Massetto non ha mai rappresentato motivo di valutazione tecnica sulla efficienza di un impianto radiante.*

*Oggi, invece, possiamo affermare che:*

## LA VERA EFFICIENZA PASSA DAL MASSETTO

**kNAUF**



**kNAUF**





Grazie per l'attenzione.

Thomas Galloni  
Project Manager Area Centro  
thomas.galloni@knauf.com  
335 698 79 09

