

The background of the entire page is a photograph of an industrial facility. Several tall, cylindrical chimneys with alternating red and white horizontal stripes are visible against a grey, overcast sky. In the foreground, there are green evergreen trees and several construction cranes. The text is overlaid on this image.

**GUIDA AL DIMENSIONAMENTO  
INSTALLAZIONE E  
MANUTENZIONE DEI CAVI  
SCALDANTI  
AD ISOLAMENTO MINERALE**

# SOMMARIO

1. Introduzione	<b>pag. 3</b>
2. Caratteristiche costruttive	<b>pag. 4</b>
3. Gamma di prodotti	<b>pag. 5 - 7</b>
4. Principio di funzionamento	<b>pag. 8</b>
5. Dimensionamento del circuito scaldante	<b>pag. 9</b>
6. Verifica del cavo scaldante scelto	<b>pag. 9</b>
7. Calcolo della temperatura di guaina	<b>pag. 10 - 12</b>
8. I circuiti scaldanti	<b>pag. 13 - 19</b>
9. Collaudi in fabbrica	<b>pag. 20</b>
10. Verifiche da eseguirsi prima della installazione	<b>pag. 20</b>
11. Prove di collaudo prima del montaggio	<b>pag. 20</b>
12. Prove di collaudo dopo il montaggio	<b>pag. 21</b>
13. Installazione dei circuiti scaldanti	<b>pag. 21 - 27</b>
14. Alimentazione dei circuiti scaldanti	<b>pag. 28 - 30</b>
15. Possibili guasti alle terminazioni	<b>pag. 31</b>
16. Riparazione di una interruzione sul cavo scaldante	<b>pag. 31 - 33</b>
17. Verifiche generali prima dell'impiego	<b>pag. 34</b>
18. Consigli per l'installazione della coibentazione	<b>pag. 34</b>

## 1. INTRODUZIONE

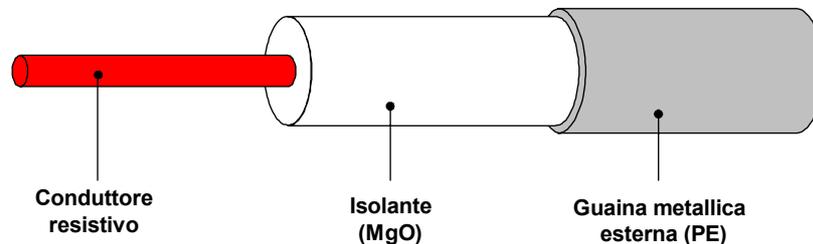
Questo manuale ha lo scopo di fornire le informazioni necessarie per il dimensionamento, le prove, l'installazione e l'eventuale riparazione dei circuiti scaldanti con cavi a isolamento minerale (CIM).

Per ogni informazione supplementare si rimanda alle norme IEC-CEI-ATEX, ai data-sheet degli stessi cavi scaldanti ed alla "GUIDA AL PROGETTO" della società TEMAR.

Le informazioni fornite per l'installazione e la manutenzione sono quelle generalmente consigliate per le applicazioni nei processi industriali; in ogni caso l'installatore **DEVE SEMPRE FARE RIFERIMENTO E RISPETTARE LE NORME CEI, IEC e CENELEC** in vigore ed adeguare la sua impiantistica alla classificazione dell'area dove si deve installare il cavo o il circuito scaldante, secondo le normative relative alla classificazione dell'area dove si deve installare il cavo o il circuito scaldante, e in particolare rispettare le normative ATEX: particolare attenzione deve essere infatti posta nelle installazioni in aree con pericolo di esplosione ed incendio alla classe di temperatura ed al controllo della temperatura superficiale del cavo scaldante così come previsto dalla normativa vigente.

## 2. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Il cavo scaldante ad isolamento minerale è costituito da un conduttore resistivo isolato con Ossido di Magnesio e da una guaina esterna metallica continua e senza saldature.



Per soddisfare le diverse esigenze applicative e per avere una gamma di valori di resistività il più ampia possibile, il conduttore resistivo è realizzato in Rame o sue leghe; la guaina esterna può essere realizzata in Rame, Cupronichel 70/30, AISI 321 e, su richiesta, Inconel 600.

Il cavo scaldante a isolamento minerale segue un processo produttivo costituito da una serie di operazioni di trafilata alternate a ricotture; la trafilata eseguita sulla guaina esterna comprime l'isolante minerale, il quale a sua volta trafila il conduttore come se fosse un corpo perfettamente omogeneo.

Durante tale operazione le deformazioni guaina/isolante e isolante conduttore risultano proporzionali fra loro senza alterare le proprietà dell'Ossido di Magnesio e le caratteristiche elettriche e meccaniche degli elementi metallici che compongono il cavo.

Le principali caratteristiche di questi cavi sono:

**Incombustibilità:** i cavi a isolamento minerale, essendo costituiti da materiali inorganici, possono operare a valori molto elevati di temperatura e con alte potenze di erogazione.

**Durata:** le caratteristiche del cavo, determinate dai componenti inorganici, non degradano nel tempo.

**Resistenza meccanica:** i cavi scaldanti a isolamento minerale possono essere piegati, manipolati ed installati con qualsiasi forma senza pericolo di danneggiamento alla loro struttura e di alterazione delle loro caratteristiche.

**Protezione:** la guaina esterna, continua e senza saldature, garantisce un'eccellente protezione meccanica e deve essere utilizzata anche come conduttore di terra.

**I cavi scaldanti ad isolamento minerale rappresentano la sola soluzione nei processi industriali quando siamo in presenza di temperature elevate e quando sono richieste potenze riscaldanti per metro di tubazione molto elevate.**

### 3. GAMMA DI PRODOTTI

La gamma di prodotti normalmente disponibile comprende i cavi con guaina esterna in cupronichel oppure in AISI 321; mentre per particolari applicazioni o su specifica richiesta del cliente possono essere forniti con guaina esterna in INCONEL 600 con condizioni da concordare di volta in volta.

I cavi ad isolamento minerale con guaina esterna in cupronichel consentono di risolvere i problemi di riscaldamento antigelo di linee di processo che non superino i 400°C, mentre i cavi con guaina esterna in AISI sono idonei per temperature fino a 600°C.

Sono anche la soluzione ideale per il mantenimento a temperatura di tubazioni di processo e serbatoi negli impianti nucleari, negli impianti di lavorazione di bitume, di sodio fuso, e in tutte le applicazioni dove è richiesta una elevata resistenza del cavo scaldante alle alte temperature ed una elevata erogazione di potenza per ogni metro di tubazione.

Possono essere alimentati sia a bassissima tensione (24 V c.a. e 48 V c.a.) che in bassa tensione (110 V c.a., 230 V c.a. e 400 V c.a.) sulla base delle necessità impiantistiche e delle potenze riscaldanti che debbono essere installate sulle varie tubazioni, scegliendo in modo opportuno la resistività ( resistenza in ohm di 1 metro di cavo) del cavo.

#### CAVI SCALDANTI CON GUAINA ESTERNA IN CUPRONICHEL

Materiale del conduttore	Rame (HCNCU) o lega di rame e nichel (HCNF)
Materiale isolante	Ossido di Magnesio
Materiale della guaina	Cupro Nichel 70/30
Tensione di alimentazione	fino a 400 V corrente alternata
Resistenza di isolamento	1000MOhm/1000m alla prova in fabbrica
Tensione sopportabile	2KV rms ac
Massima temperatura di guaina	400°C
Minima temperatura di installazione	-60°C
Minimo raggio di curvatura	sei volte il diametro del cavo
Minimo passo di posa	40mm
Approvazioni	ATEX per impiego in zona 1 e zona 2

TIPO DI CAVO	Diametro del cavo mm	Materiale del conduttore	Diametro del conduttore mm	Resistenza Ohm/metro	Lunghezza della bobina standard metri	Diametro della bobina standard	Peso in Kg per 1000 metri
HCNF1M1,6	3,2	lega di rame	0,62	1,6	625	850	40
HCNF1M1	3,4	lega di rame	0,47	1	550	850	45
HCNF1M0,63	3,7	lega di rame	1	0,63	465	850	55
HCNF1M0,4	4	lega di rame	1,25	0,4	400	850	67
HCNF1M0,25	4,4	lega di rame	1,58	0,25	330	850	84
HCNF1M0,16	4,9	lega di rame	1,97	0,16	265	850	108
HCNCU1M0,063	3,2	rame	0,59	0,063	620	850	39
HCNCU1M0,04	3,4	rame	0,74	0,04	550	850	44
HCNCU1M0,025	3,7	rame	0,94	0,025	440	850	55
HCNCU1M0,017	4,6	rame	1,14	0,017	300	850	84
HCNCU1M0,011	4,9	rame	1,41	0,011	265	850	98
HCNCU1M0,007	5,3	rame	1,77	0,007	225	850	120
HCNCU1M0,004	5,9	rame	2,34	0,004	180	850	155

I valori delle resistenze in Ohm al metro dei cavi scaldanti sono riferiti alla temperatura di 20°C e variano con l'aumentare della temperatura: nel dimensionamento dei cavi scaldanti ad isolamento minerale si deve quindi considerare tale variazione mediante i parametri seguenti.

Le resistenze dei cavi scaldanti costruiti con conduttore in lega di rame subiscono variazioni poco sensibili con il variare della temperatura e i coefficienti di variazione si possono interpolare con la seguente tabella.

TEMPERATURA	20°C	100°C	200°C	400°C	600°C
COEFFICIENTE	1	1,019	1,035	1,063	1,066

Le resistenze dei cavi scaldanti costruiti con conduttore in rame variano invece con il variare della temperatura sulla base della seguente formula:

$$R_t = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (t - 20)]$$

dove:

- $R_t$  = resistenza alla temperatura  $t$ ;
- $R_{20}$  = resistenza alla temperatura di 20 °C;
- $t$  = temperatura in esame;
- $\alpha$  = coefficiente di temperatura.

Il valore di  $[ 1 + \alpha ( t - 20 ) ]$  per il rame è indicato nella tabella seguente

<b>Rame</b>	<b>Temperatura °C</b>	20	40	60	80	100	150	250
<b>(C)</b>	<b>[ 1 + <math>\alpha</math> ( t - 20 ) ]</b>	1	1,08	1,16	1,24	1,32	1,52	1,92

## CAVI SCALDANTI CON GUAINA ESTERNA IN AISI 321

Materiale del conduttore	Nichrome
Materiale isolante	Ossido di Magnesio
Materiale della guaina	acciaio inossidabile 321
Tensione di alimentazione	fino a 500 V corrente alternata
Resistenza di isolamento	1000MOhm/1000m alla prova in fabbrica
Tensione sopportabile	2KV rms ac
Massima temperatura di guaina	600°C
Minima temperatura di installazione	-60°C
Minimo raggio di curvatura	sei volte il diametro del cavo
Minimo passo di posa	40mm
Approvazioni	ATEX per impiego in zona 1 e zona 2

TIPO DI CAVO	Diame- tro del cavo mm	Materiale del conduttore	Diametro del conduttore mm	Resistenza Ohm/metr o	Lunghezza della bobina standard metri	Diametro della bobina standard	Peso in Kg per 1000 metri
H321Q1M10	3,2	Nichrome	0,37	10	710	610	40
H321Q1M6,3	3,2	Nichrome	0,47	6,3	710	610	40
H321Q1M4	3,2	Nichrome	0,59	4	710	610	40
H321Q1M2,5	3,4	Nichrome	0,74	2,5	630	610	46
H321Q1M1,6	3,6	Nichrome	0,93	1,6	570	610	52
H321Q1M1	3,9	Nichrome	1,17	1	500	610	62
H321Q1M0,63	4,3	Nichrome	1,48	0,63	400	610	78
H321Q1M0,4	4,7	Nichrome	1,85	0,4	340	610	96
H321Q1M0,25	5,3	Nichrome	2,35	0,25	270	610	127
H321Q1M0,16	6,5	Nichrome	2,93	0,16	180	920	191

## 4. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

I cavi ad isolamento minerale sono cavi a potenza costante in quanto erogano potenza indipendentemente dalla temperatura esterna alla quale è sottoposto il cavo scaldante.

Sono cavi a circuito serie in cui il conduttore stesso, quando è alimentato, produce, per effetto Joule, una dissipazione di potenza elettrica.



Pertanto il cavo dovrà essere alimentato ad ambedue le estremità e la potenza fornita è determinata dalla nota formula di Joule:

$$W = \frac{V^2}{r \times L}$$

dove:

- V** = è la tensione di alimentazione in volt
- W** = è la potenza in Watt fornita dal circuito scaldante
- r** = è la resistività in ohm al metro del cavo scaldante utilizzato
- L** = è la lunghezza del circuito scaldante realizzato
- R** = è la resistività in ohm del circuito scaldante

Questi cavi possono essere forniti sia in esecuzione già preassemblata completa delle connessioni fra cavo scaldante e il cavo freddo e quindi terminati e pronti per l'installazione, sia in bobine per la realizzazione dei circuiti scaldanti direttamente in campo.

**In ogni caso è importantissimo notare** che progettato il circuito scaldante, cioè il tipo di cavo con la sua resistività e la sua lunghezza, esso non può subire variazioni: una variazione di lunghezza infatti comporta una variazione della potenza fornita che può essere inferiore a quella necessaria (circuito più lungo) o superiore (circuito più corto) con il pericolo di variare le condizioni del processo e di sottoporre il cavo scaldante a temperature eccessive con rischio di danneggiamento e riduzione della vita del cavo stesso.

Quindi questi cavi, come tutti i cavi a circuito serie, sono da considerarsi a potenza costante solo in funzione della temperatura di esercizio e non in funzione della lunghezza del circuito scaldante. Di conseguenza è importantissimo che al momento del dimensionamento del circuito scaldante si conosca, oltre alle condizioni di esercizio, anche la esatta geometria del componente (tubazione, serbatoio, tramoggia, pompa ecc) su cui dovrà essere installato

## 5. DIMENSIONAMENTO DEL CIRCUITO SCALDANTE

Per dimensionamento del circuito scaldante si intende la scelta del tipo di cavo ad isolamento minerale e la sua lunghezza in modo da fornire la potenza richiesta.

Il primo passo è quindi quello di determinare la potenza in watt richiesta dal componente che si calcola come ampiamente descritto nel manuale TEMAR "GUIDA AL PROGETTO".

Successivamente si calcola la resistenza ohmica R del circuito necessaria per ottenere la potenza richiesta con la nota formula di Joule:

$$R = \frac{V^2}{W}$$

dove: **V** = è la tensione di alimentazione del circuito in volt  
**W** = è la potenza in Watt calcolata secondo quanto riportato nella "GUIDA AL PROGETTO"

Successivamente si deve dividere il valore R della resistenza del circuito per la lunghezza dell'elemento scaldante per ottenere la resistività in ohm al metro necessaria per scegliere il tipo di cavo scaldante da utilizzare.

In questa scelta occorre considerare:

- La temperatura massima di esercizio per determinare se la guaina può essere in cupronichel o deve essere in acciaio.
- Se il componente su cui sarà installato è una tubazione il circuito **DEVE** avere una lunghezza pari al doppio della lunghezza della tubazione oltre a quello necessario per eventuali valvole, flange, pompe ecc.

Per i cavi con conduttore resistivo in rame della serie HCNCU in cui la resistività in ohm al metro varia con il variare della temperatura, occorre tenere presente che la potenza in Watt deve essere fornita dal circuito scaldante a regime quindi al valore della temperatura raggiunta dal cavo scaldante a regime.

Tale temperatura si calcola come descritto nel paragrafo 7.

Occorre quindi verificare che alla temperatura di regime la potenza prodotta dal circuito scaldante sia quella richiesta; in caso contrario scegliere il cavo scaldante con la resistenza specifica immediatamente più bassa e ripetere il procedimento fino a quando non sia rispettata questa condizione.

Infine, calcolata la lunghezza del circuito e la resistività del cavo scaldante, si seleziona il modello, fra quelli disponibili, con il valore di resistività eguale o leggermente inferiore a quella calcolata.

## 6. VERIFICA DEL CAVO SCALDANTE SCELTO

Dimensionato il circuito scaldante come al punto 5 occorre ricalcolare la potenza fornita dal circuito e la potenza in watt al metro fornita utilizzando sempre la formula di Joule riportata al punto 5.

Successivamente occorre verificare che tale potenza in watt al metro sia sopportabile dal circuito nelle condizioni di temperatura previste dalle condizioni di esercizio del processo.

Occorre quindi verificare che la temperatura di guaina sia inferiore alla massima sopportabile dal cavo scaldante selezionato in funzione della temperatura di lavoro.

## 7. CALCOLO DELLA TEMPERATURA DI GUAINA

La temperatura della guaina degli elementi scaldanti sotto coibente può essere calcolata, in modo approssimato, con la seguente relazione:

$$T_g = T_m + \frac{9,33 \times w}{d}$$

Dove:

- T<sub>g</sub>** = è la temperatura della guaina in °C
- T<sub>m</sub>** = è la temperatura di mantenimento in °C
- w** = è la potenza di un metro di cavo scaldante (W/m) del circuito
- d** = è il diametro esterno del cavo scaldante in mm

Un altro metodo consiste nell'utilizzare i due grafici e le relative tabelle riportati nel seguito e procedere come segue:

- 1) si calcola la potenza W in watt al metro del circuito scaldante dimensionato.
  - 2) si seleziona il fattore correttivo del cavo scaldante scelto dalle tabelle sotto riportate e si moltiplica per la potenza w in watt al metro calcolata
  - 3) si individua nel grafico corrispondente al cavo selezionato in ascisse il valore equivalente in watt al metro determinato come al punto 2 e si incrocia con la curva della temperatura corrispondente alla temperatura di mantenimento del processo.
- Sulle ordinate si legge il valore della temperatura di guaina che deve essere sempre inferiore a quella limite del cavo scaldante scelto.

**N.B. Queste informazioni sono valide per determinare il corretto dimensionamento del circuito scaldante e per stabilire che il cavo selezionato è idoneo per l'applicazione richiesta.**

**In aree con pericolo di esplosione ed incendio questi accorgimenti NON sono sufficienti a determinarne l'applicabilità e l'idoneità all'installazione. Per queste applicazioni occorre SEMPRE fare riferimento alle norme specifiche CEI, IEC, ATEX ed alla certificazione fornita dal costruttore.**

**In queste condizioni la società TEMAR propone, già in fase di offerta, SOLO circuiti scaldanti confezionati e totalmente realizzati direttamente dalla casa produttrice che, in caso di ordine, fornirà il relativo certificato completo delle eventuali limitazioni applicative.**

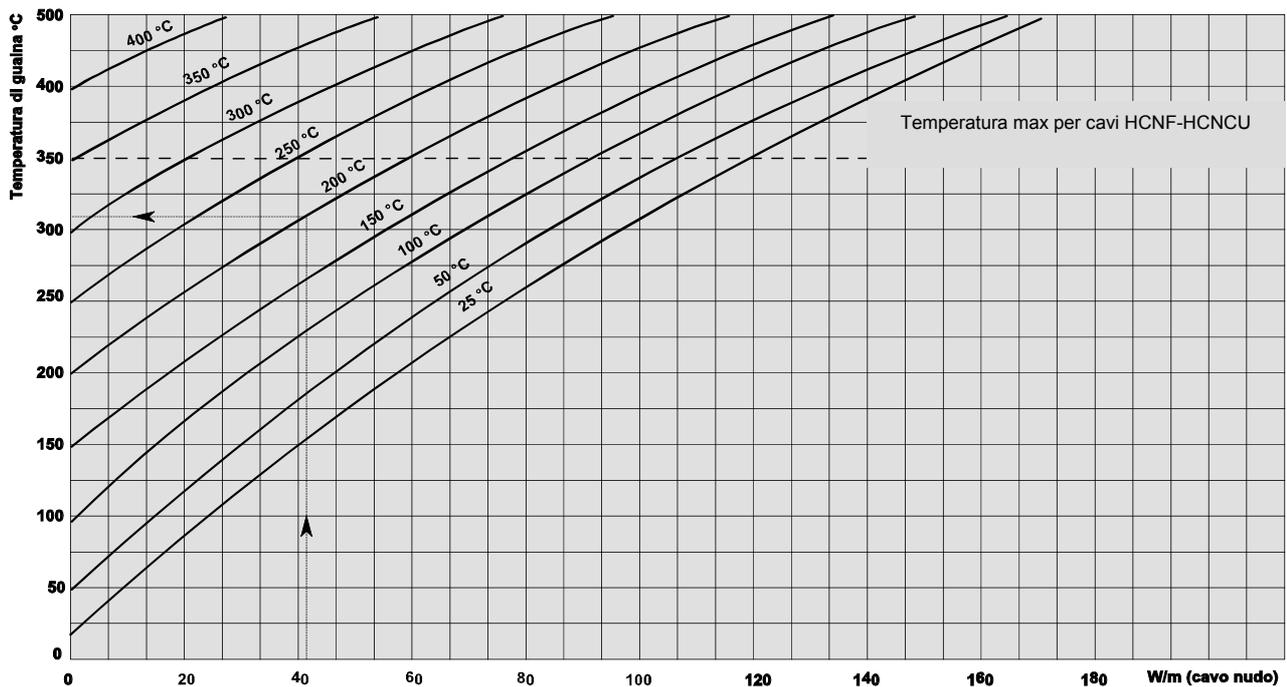
**Qualora il cliente dovesse, per sue esigenze, acquistare i componenti separati, sarà suo compito verificare l'idoneità dell'applicazione nell'area classificata assumendosi la totale responsabilità delle corrette costruzioni ed applicazioni e del rispetto delle norme vigenti.**

**N.B. Il solo pressacavo in esecuzione EEx-e non è sufficiente per l'installazione del circuito scaldante in area con pericolo di esplosione ed incendio; è necessario che TUTTO il circuito sia certificato dal produttore.**

TIPO DI CAVO	FATTORE DI CORREZIONE
HCNF1M1.6	1
HCNF1M1	0.948
HCNF1M0.63	0.88
HCNF1M0.4	0.822
HCNF1M0.25	0.756
HCNF1M0.16	0.688
HCNCU1M0.063	1
HCNCU1M0.04	0.948
HCNCU1M0.025	0.88
HCNCU1M0.017	0.727
HCNCU1M0.011	0.688
HCNCU1M0.007	0.644
HCNCU1M0.004	0.59

### GRAFICO N°1

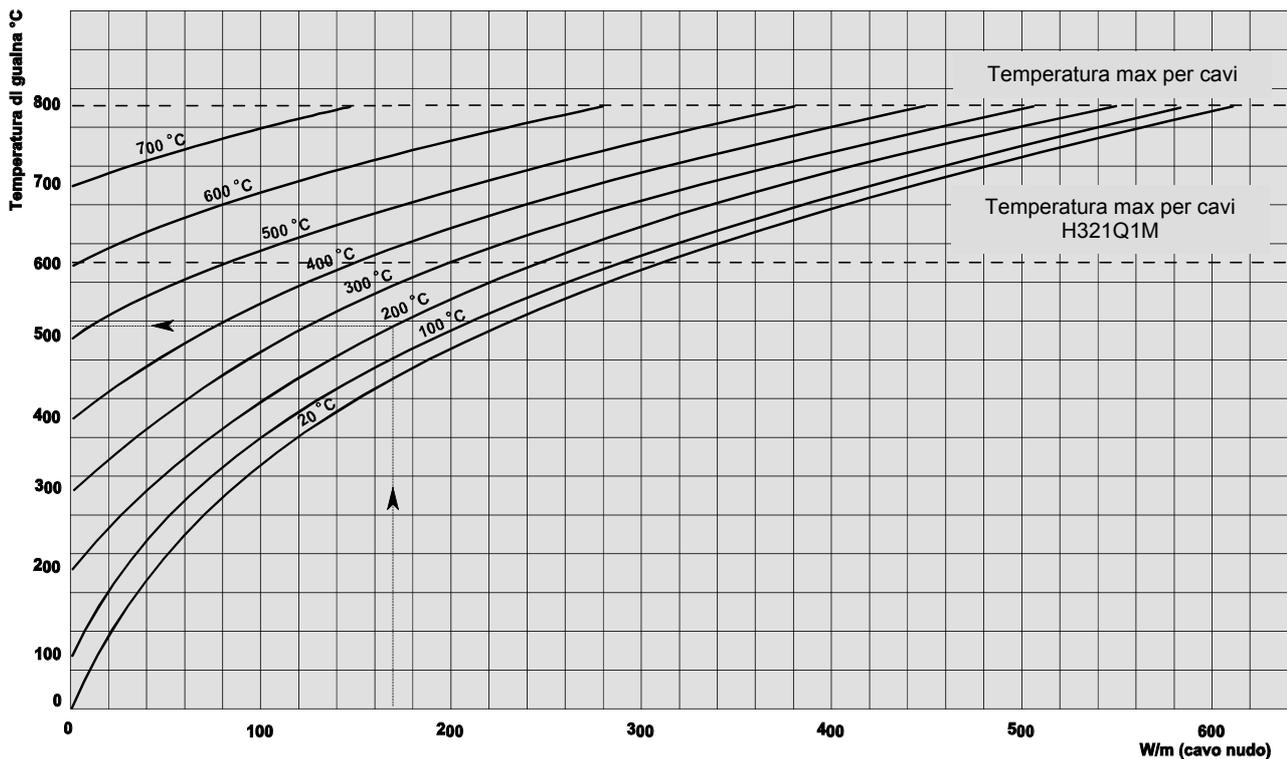
#### Temperatura di guaina dei cavi con guaina in CUPRONICHEL HCNF-HCNCU



Esempio : Cavo tipo HCNF1M 0,4 con potenza di 53 W/m in ambiente a 200 °C  
 Potenza equivalente:  $53 \times 0.88 = 46.6$  W/m circa

TIPO DI CAVO	FATTORE DI CORREZIONE
H321Q1M10	1
H321Q1M6.3	1
H321Q1M4	1
H321Q1M2.5	0.952
H321Q1M1.6	0.901
H321Q1M1	0.84
H321Q1M0.63	0.769
H321Q1M0.4	0.714
H321Q1M0.25	0.645
H321Q1M0.16	0.538

**GRAFICO N°2**  
Temperatura di guaina dei cavi con guaina in AISI H321Q



Esempio : H31Q1M0,63 con potenza di 228,4 W/m in ambiente a 200 °C  
Potenza equivalente  $228,4 \times 0.769 = 175.6$  W/m circa

## 8. CIRCUITI SCALDANTI

Per circuito scaldante s'intende **un sistema assemblato capace di** fornire la potenza termica designata e realizzato in modo da poter essere direttamente installato e collegato ad una cassetta d'alimentazione.

**Il circuito scaldante a isolamento minerale** è costituito da una sezione attiva (cavo scaldante) e da due estremità fredde collegate alla parte scaldante mediante idonei giunti cavo caldo/cavo freddo normalmente in acciaio inossidabile.

Le sezioni fredde ( dette anche code fredde) sono costituite da cavo ad isolamento minerale unipolare con conduttore in rame di sezione notevolmente superiore a quella del cavo scaldante ed idonea a sopportare la corrente del circuito come riportato nella tabella seguente:

CC2001	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 2,5mmq e guaina in rame diametro 5,3 mm max. 20A
CC2002	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 6mmq e guaina in rame diametro 6,4 mm max. 40A
CC2003	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 10mmq e guaina in rame diametro 7,3mm max. 60A
CC2004	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 16mmq e guaina in rame diametro 8,3mm max. 80A
CC2006	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 2,5mmq e guaina in cupronichel diametro 5,3 mm max. 20A
CC2007	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 6mmq e guaina in cupronichel diametro 6,4 mm max. 40A
CC2008	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 10mmq e guaina in cupronichel diametro 7,3 mm max. 60A
CC2009	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 16mmq e guaina in cupronichel diametro 8,3 mm max. 80A
CC2011	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 2,5mmq e guaina in AISI304L diametro 5,3 mm max. 20A
CC2012	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 6mmq e guaina in AISI304L diametro 6,4 mm max. 40A
CC2013	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 10mmq e guaina in AISI 304L diametro 7,3mm max. 60A
CC2014	Cavo freddo ad isolamento minerale sezione 16mmq e guaina in AISI 304L diametro 9mm max. 80 A

Sono inoltre disponibili vari pressacavi di dimensioni idonee per le varie sezioni dei cavi freddi in ossido minerale come dalla seguente tabella:

CC6201	Pressacavo EEx-e M20 in ottone per cavo freddo 1H2,5 di diametro 5,3mm completo di ghiera
CC6202	Pressacavo EEx-e M20 in ottone per cavo freddo 1H6 di diametro 6,4mm
CC6203	Pressacavo EEx-e M20 in ottone per cavo freddo 1H10 di diametro 7,3mm
CC6204	Pressacavo EEx-e M20 in ottone per cavo freddo 1H16 di diametro 8,3mm
CC6205	Pressacavo EEx-e M20x150 in ottone per cavo freddo di diametro 9mm
CC6207	Controdadi in ottone per pressacavi M20
CC6208	Controdadi in ottone per pressacavi M25
CC6211	Pressacavo EEx-e M25 in ottone per cavo freddo 1H2,5 di diametro 5,3mm completo di ghiera
CC6212	Pressacavo EEx-e M25 in ottone per cavo freddo 1H6 di diametro 6,4mm
CC6213	Pressacavo EEx-e M25 in ottone per cavo freddo 1H10 di diametro 7,3mm
CC6214	Pressacavo EEx-e M25 in ottone per cavo freddo 1H16 di diametro 8,3mm

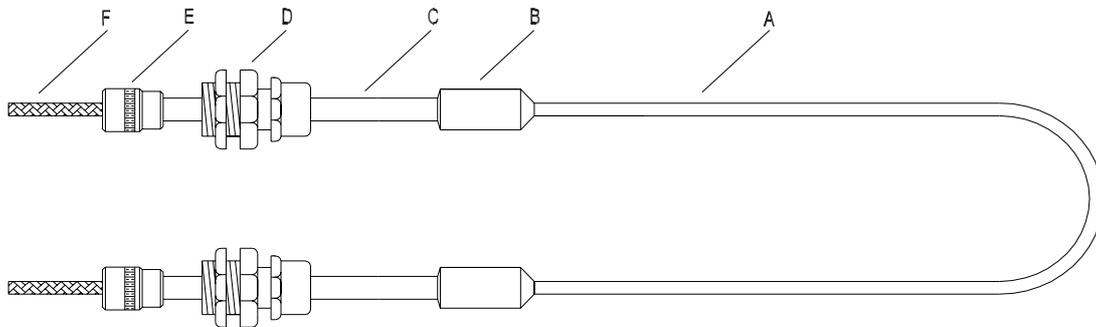
La Temar dispone di due soluzioni per effettuare la giunzione tra il cavo scaldante ed il cavo freddo e per l'ingresso nella cassetta di alimentazione, come in seguito descritto:

### A – terminazione flessibile

Il circuito che si vuole descrivere è con terminazioni GIF ed è ben rappresentato dal disegno qui sotto riportato dove sono anche elencati tutti i componenti necessari per la realizzazione del circuito scaldante in cantiere.

**La messa a terra del circuito si esegue collegando la guaina esterna del cavo scaldante alla vite di terra della cassetta di alimentazione.**

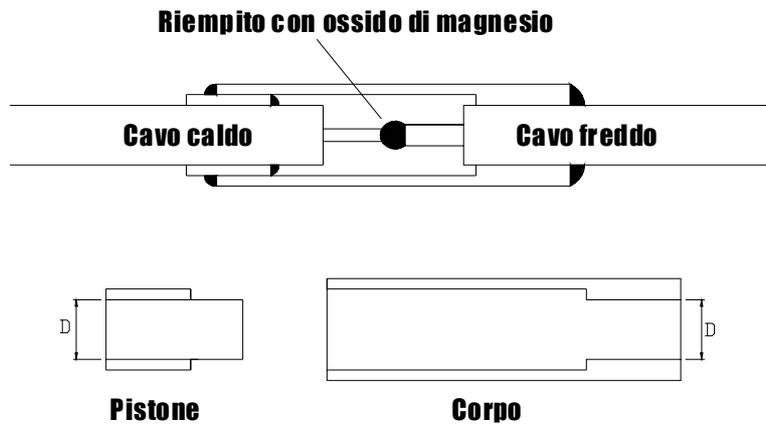
- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| A) Cavo scaldante                  | D) Pressacavo in ottone con guarnizione           |
| B) Giunto cavo calco - cavo freddo | E) Terminazione GIF cavo freddo - cavo flessibile |
| C) Cavo freddo in ossido minerale  | F) Cavo flessibile                                |



La selezione della terminazione GIF viene effettuata in base alle dimensioni del cavo freddo in rame ed alla potenza e quindi alla corrente che passa nel circuito.

- |        |  |
|--------|--|
| CC6301 | Terminazione GIF flessibile per la connessione fra il cavo freddo ad isolamento minerale del diametro di 5,3mm ed il cavo flessibile, completa di 30 cm di cavo flessibile da 20 A |
| CC6302 | Terminazione GIF flessibile per la connessione fra il cavo freddo ad isolamento minerale del diametro di 6,4mm ed il cavo flessibile, completa di 30 cm di cavo flessibile da 25 A |
| CC6303 | Terminazione GIF flessibile per la connessione fra il cavo freddo ad isolamento minerale del diametro di 7,3mm ed il cavo flessibile, completa di 30 cm di cavo flessibile da 35 A |
| CC6304 | Terminazione GIF flessibile per la connessione fra il cavo freddo ad isolamento minerale del diametro di 8,3mm ed il cavo flessibile, completa di 30 cm di cavo flessibile da 45 A |

Il giunto cavo caldo/cavo freddo viene eseguito utilizzando un corpo ed un pistone.



- CC6004 Pistone per cavo caldo con diam. 3,2 mm
- CC6005 Pistone per cavo caldo con diam. 3,4 mm
- CC6006 Pistone per cavo caldo con diam. 3,7 mm
- CC6007 Pistone per cavo caldo con diam. 4,0 mm
- CC6008 Pistone per cavo caldo con diam. 4,3 mm
- CC6009 Pistone per cavo caldo con diam. 4,7 mm
- CC6010 Pistone per cavo caldo con diam. 4,9 mm
- CC6011 Pistone per cavo caldo con diam. 5,3 mm
- CC6012 Pistone per cavo caldo con diam. 5,9 mm
- CC6013 Pistone per cavo caldo con diam. 6,5 mm

- CC6101 Corpo INOX per cavo freddo 1H2,5 diametro 5,3mm e cavo caldo diametro massimo 3,7mm
- CC6102 Corpo INOX per cavo freddo 1H6 diametro 6,4mm e cavo caldo diametro massimo 3,7mm
- CC6103 Corpo INOX per cavo freddo 1H10 diametro 7,3mm e cavo caldo diametro massimo 3,7mm
- CC6104 Corpo INOX per cavo freddo 1H16 diametro 8,3mm e cavo caldo diametro massimo 3,7mm
- CC6105 Corpo INOX per cavo freddo diametro 9mm e cavo caldo diametro massimo 3,7mm
- CC6111 Corpo INOX per cavo freddo 1H6 diametro 5,3mm e cavo caldo diametro massimo 5,9mm
- CC6112 Corpo INOX per cavo freddo 1H6 diametro 6,4mm e cavo caldo diametro massimo 5,9mm
- CC6113 Corpo INOX per cavo freddo 1H10 diametro 7,3mm e cavo caldo diametro massimo 5,9mm
- CC6114 Corpo INOX per cavo freddo 1H16 diametro 8,3mm e cavo caldo diametro massimo 5,9mm
- CC6115 Corpo INOX per cavo freddo diametro 9mm e cavo caldo diametro massimo 5,9mm
- CC6116 Corpo INOX per cavo freddo 1H2,5 diametro 5,3mm e cavo caldo diametro massimo 6,5mm
- CC6117 Corpo INOX per cavo freddo 1H6 diametro 6,4mm e cavo caldo diametro massimo 6,5mm
- CC6118 Corpo INOX per cavo freddo 1H10 diametro 7,3mm e cavo caldo diametro massimo 6,5mm
- CC6119 Corpo INOX per cavo freddo 1H16 diametro 8,3mm e cavo caldo diametro massimo 6,5mm

## ISTRUZIONI PER LA GIUNZIONE CAVO CALDO / CAVO FREDDO

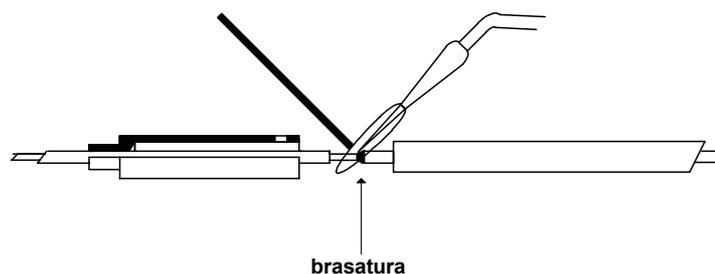
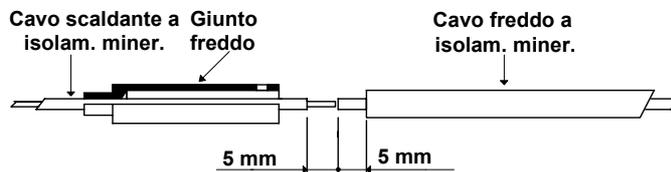
Il cavo scaldante ed il cavo freddo in ossido minerale **DEVONO** essere immagazzinati con le estremità sigillate con opportuna cera o con un cappuccio in termorestringente in modo da evitare che l'ossido di magnesio, fortemente igroscopico, assorba umidità.

L'umidità è infatti il principale problema di questi cavi scaldanti, assorbita dall'ossido di magnesio con il tempo genera dei corti circuiti che danneggiano irreparabilmente il cavo scaldante.

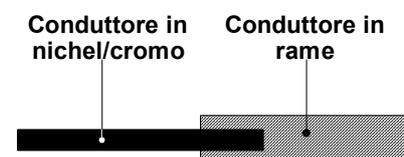
Pertanto è consigliabile eseguire le operazioni di costruzione del circuito scaldante in ambiente secco e possibilmente non in giornate umide e di pioggia.

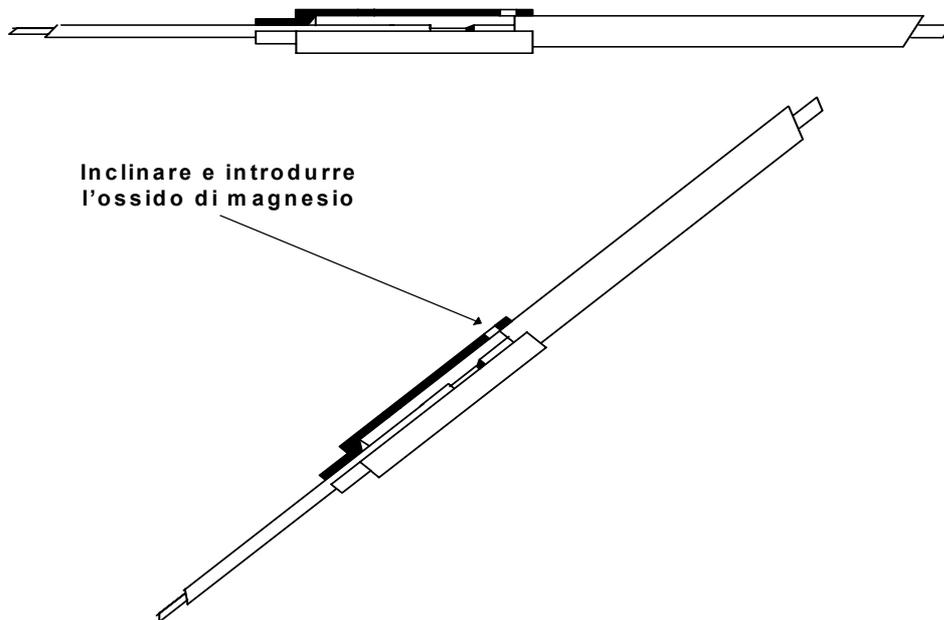
- Riscaldare la polvere di ossido di magnesio in forno a 130-160°C.
- Tagliare le estremità del cavo scaldante mettendo a nudo il conduttore per circa 5-7mm
- Controllare l'isolamento del cavo scaldante(>50-100 Megaohm con tensione di 500 V c.c.)
- Infilare il pistone sul cavo caldo e posizionarlo a circa 20mm dalla estremità
- Saldare il pistone sul cavo caldo con saldobrasatura a forte
- Pulire la saldatura
- Infilare il corpo sul cavo freddo in rame
- Accoppiare i conduttori del cavo scaldante e del cavo freddo
- Eseguire la saldobrasatura con un cannello ossiacetilenico utilizzando una lega all'argento con il seguente punto di fusione:
  - circa 500 °C per i cavi scaldanti con guaina in rame e cupronichel;
  - circa 700 °C per i cavi scaldanti con guaina in acciaio inox e inconel;

Per una buona brasatura, bisogna portare alla stessa temperatura i due conduttori, scaldando maggiormente il conduttore di sezione maggiore; eseguita la brasatura, per accertarne la buona esecuzione, esercitare una leggera trazione sui cavi.

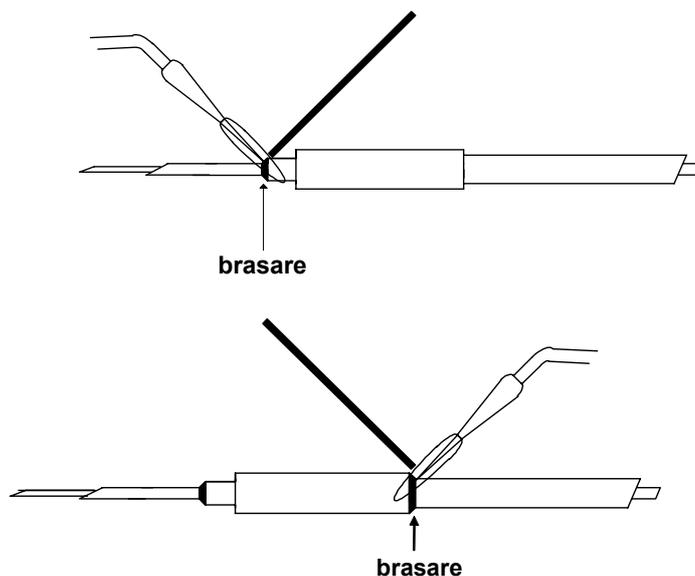


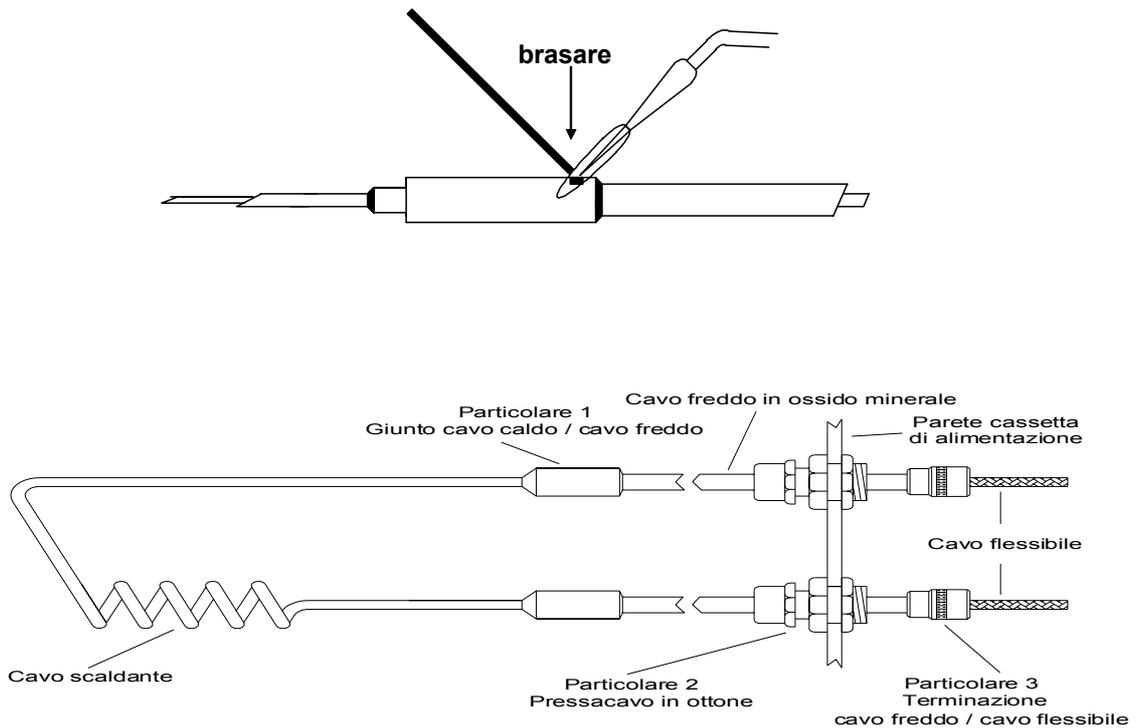
- Pulire la brasatura e l'ossido di magnesio da eventuali scorie e sporcizia depositate
- Riempire il corpo della giunzione con ossido di magnesio disidratato comprimendo il magnesio il più possibile tenendo il corpo inclinato.





- Accostare il corpo al pistone il più possibile comprimendo ancora l'ossido di magnesio
- Scaldare il corpo in modo da eliminare l'umidità residua
- Saldare il corpo al pistone lungo la circonferenza con saldobrasatura a forte
- Saldare il fondo del corpo sul cavo freddo con saldabrasatura a forte
- Pulire le saldature e raffreddare la giunzione
- Controllare l'isolamento del circuito (>50-100 Megaohm applicando una tensione di 500 V c.c.)
- Immergere in acqua per 6 ore la giunzione realizzata usando se possibile acqua demineralizzata
- Controllare l'isolamento del circuito (>50-100 Megaohm applicando una tensione di 500 V c.c.)
- Il tempo previsto per queste operazioni è di circa 45 minuti.





- Montare il pressacavo ed il morsetto di messa a terra sul cavo freddo in ossido minerale prima di qualsiasi operazione di montaggio della terminazione GIF
- Far scorrere il pressacavo sulla guaina con la filettatura verso l'estremità della guaina
- Mettere a nudo il conduttore del cavo ad isolamento minerale per circa 6mm.
- Fare un piccolo becco sulla guaina del cavo freddo in ossido minerale con l'aiuto di una pinza tagliente tipo FACOM 405.12 ( o equivalente)
- Mettere a nudo il conduttore del cavo flessibile per circa 6mm
- Effettuare una piccola saldobrasatura forte con CASTOLIN 1802 e solvente 181 sulla estremità del conduttore messo a nudo del cavo freddo ad isolamento minerale.
- Effettuare, come sopra, una piccola saldatura sul conduttore messo a nudo del cavo flessibile.
- Mettere a contatto i due conduttori in modo che si trovino sullo stesso asse.
- Lasciare fondere le due saldature scaldandole con un becco a cannucia
- Pulire la saldatura
- Bloccare il cappuccio della terminazione GIF sul becco precedentemente formato sul cavo ad isolamento minerale
- Saldare il cappuccio al cavo freddo ad isolamento minerale con saldobrasatura all'argento e solvente 181.
- Pulire la saldatura con acqua e pennello in modo da raffreddare il componente ed eliminare in parte il solvente.
- Controllare l'isolamento che deve essere maggiore di 50-100 Megaohm applicando una tensione di 500 V c.c.
- Riempire il cappuccio di colla UHU o apposita resina bicomponente
- Infilare il dado e la ghiera sul cavo flessibile ed avvitarlo sul cappuccio
- Essiccare il componente
- Controllare l'isolamento che deve essere maggiore di 50-100 Megaohm applicando una tensione di 500 V c.c.
- Il tempo previsto per queste operazioni è di circa 30 minuti

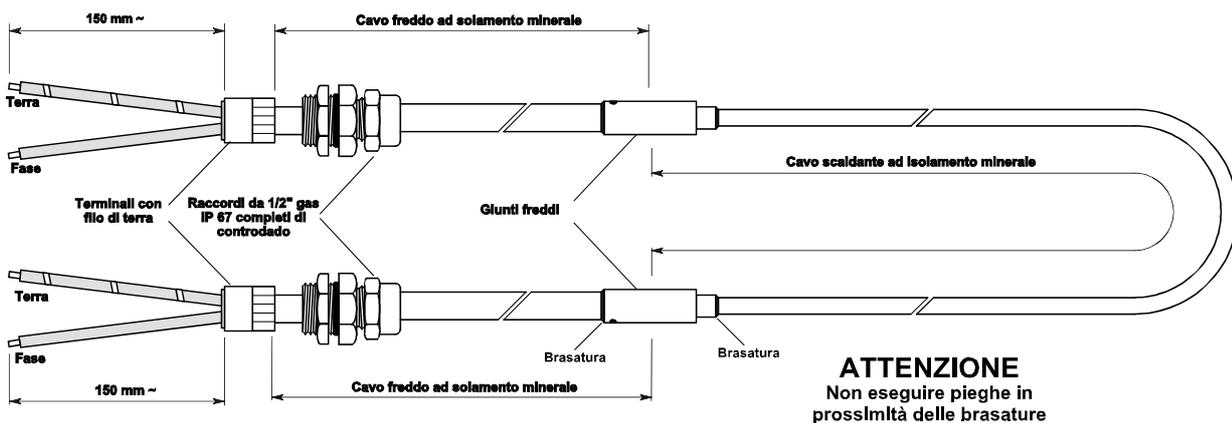
## B – terminazione rigida

In alternativa alla terminazione flessibile, disponiamo della soluzione con la terminazione rigida, dove per la giunzione cavo caldo/cavo freddo viene utilizzato solamente un pistone in ottone e le code fredde vengono inoltre utilizzate per il collegamento del circuito scaldante alla cassetta di alimentazione elettrica attraverso due raccordi in ottone, forniti a corredo del circuito scaldante.

La fornitura del circuito scaldante è completata inoltre da un terminale con filo di terra.

I giunti di connessione sono riassunti nella seguente tabella.

CC6402	GFOT1H2.5	Giunto di connessione cavo caldo/cavo freddo per cavi freddi 1H2.5
CC6403	GFOT1H6	Giunto di connessione cavo caldo/cavo freddo per cavi freddi 1H6
CC6404	GFOT1H10	Giunto di connessione cavo caldo/cavo freddo per cavi freddi 1H10
CC6405	GFOT1H16	Giunto di connessione cavo caldo/cavo freddo per cavi freddi 1H16
CC6411	XGFT1H2.5	Terminale per la connessione del cavo freddo 1H2,5 alla alimentazione, completo di conduttore di terra rigido
CC6412	XGFT1H6	Terminale per la connessione del cavo freddo 1H6 alla alimentazione, completo di conduttore di terra rigido
CC6413	XGFT1H10	Terminale per la connessione del cavo freddo 1H10 alla alimentazione, completo di conduttore di terra rigido
CC6414	XGFT1H16	Terminale per la connessione del cavo freddo 1H16 alla alimentazione, completo di conduttore di terra rigido



## 9. COLLAUDI IN FABBRICA

I circuiti scaldanti forniti sono tutti sottoposti alle seguenti prove:

\*Isolamento a 20° C applicando una tensione di 500V DC: > 50-100 Megaohm

- Immersione: 6 h dopo misura dell'isolamento
- Successiva misura dell'isolamento
- Resistenza ohmica: +/- 10% di quella teorica
- Dielettrica:
  - . Elemento di diametro  $\geq 3.0$  mm: 1200V/1'
  - . Elemento di diametro  $< 3.0$  mm: 1000V/1'
- Caratteristiche dimensionali:
  - Tolleranze sulle lunghezze:
    - . Circuiti inferiori a 5m: +/- 8% con limite minimo di +/- 100mm
    - . Circuiti superiori a 5m ed inferiori a 50m: +/- 5%
    - . Circuiti superiori a 50m: +/- 3%
  - Tolleranze sui diametri: +/- 0.05 mm

## 10. VERIFICHE DA ESEGUIRSI PRIMA DELL'INSTALLAZIONE

Controllare che la scheda di calcolo termico fornita insieme all'offerta riporti i valori dimensionali e di esercizio richiesti.

Verificare che i circuiti scaldanti forniti sono quelli riportati nella offerta e nella ordinazione e che sull'etichetta applicata su ogni circuito scaldante fornito siano riportati i seguenti dati:

- Il tipo di cavo scaldante
- La lunghezza del cavo scaldante
- La potenza del circuito scaldante
- La tensione di alimentazione
- Conservare con cura tale etichetta che successivamente deve essere fissata sulla coda fredda in prossimità della scatola di alimentazione. Sul retro dell'etichetta deve essere apposta, a cura dell'installatore, l'esatta posizione di installazione dell'elemento scaldante sulla tubazione, serbatoio, pompa, ecc.

## 11. PROVE DI COLLAUDO PRIMA DEL MONTAGGIO

Prima della installazione si raccomanda di eseguire le seguenti prove e compilare un rapporto di collaudo:

- Controllo visivo del buono stato delle guaine dei cavi scaldanti, dei cavi freddi e di tutte le giunzioni e terminazioni.
- Misura della resistenza di isolamento (dovrà essere superiore a 50-100 Megaohm applicando una tensione di 500V c.c- a 20° C).
- Misura della resistenza ohmica; è consentita una tolleranza del +/-10% rispetto a quella teorica.
- Misura della corrente assorbita e della potenza fornita; è consentita una tolleranza del +/- 10% rispetto a quella teorica

N.B. Non si effettua la prova del cavo alla tensione di  $2U + 1000$  V come previsto dalle norme CEI in quanto i cavi scaldanti non sono cavi per trasporto di energia.

## 12. PROVE DI COLLAUDO DOPO IL MONTAGGIO

Dopo l'installazione è necessario ripetere le prove di cui al punto 11, compilare un rapporto prove e consegnarne copia al committente ed alla società che effettuerà l'installazione della coibentazione.

Inoltre è indispensabile:

- Verificare che in nessun punto il cavo si tocchi: la distanza minima tra i due tratti di cavo scaldante deve essere di circa 10/15 mm.
- Verificare che il raggio di curvatura minima pari a 6 volte il diametro del cavo sia rispettato in tutti i punti.

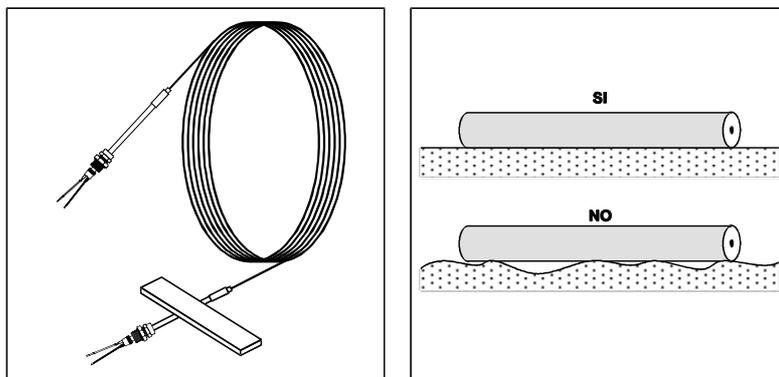
Le stesse prove andranno ripetute dopo l'ultimazione dei lavori di coibentazione e copia del rapporto di collaudo consegnato alla committente.

Copia di tutte le prove eseguite dovranno essere conservate per futuri eventuali controlli nelle fasi di manutenzione per la verifica dello stato di degrado del circuito scaldante.

## 13. INSTALLAZIONE DEI CIRCUITI SCALDANTI

Nella installazione dei circuiti scaldanti occorre tenere presente le seguenti norme generali:

- Il limite della temperatura di posa degli elementi:  $-30^{\circ}\text{C}$
- Fare riferimento ai piani d'installazione o isometrici delle superfici da scaldare.
- Controllare lo stato della superficie da scaldare (assicurarsi che non abbia sbavature, punti di corrosione e residui di saldatura); prevedere una protezione per gli spigoli vivi.
- non installare gli elementi scaldanti su superfici ruvide o su spigoli vivi; in tal caso interporre tra gli eventuali spigoli vivi (come nel caso di valvole o flange come successivamente mostrato) e il cavo scaldante un lamierino metallico
- i cavi scaldanti non devono essere in contatto fra di loro o sovrapporsi;
- per fissare gli elementi scaldanti si raccomanda di utilizzare fascette metalliche con bordi arrotondati o filo di rame o di acciaio; in questo caso deve essere fatta attenzione a non deformare il cavo.
- svolgere accuratamente l'elemento scaldante facendo attenzione a non piegarlo in prossimità delle brasature sui giunti freddi; a tale scopo può essere utilizzata una tavoletta di legno;



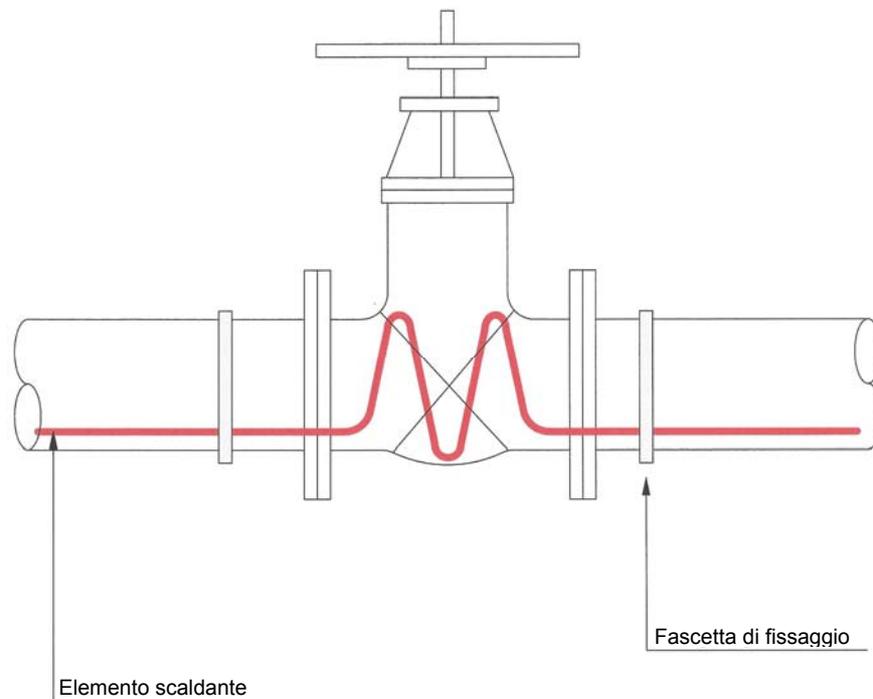
- La giunzione cavo caldo/cavo freddo **NON DEVE MAI** essere a contatto con la superficie da riscaldare ma **DEVE SEMPRE** restare leggermente fuori dalla coibentazione
- Quando la temperatura del processo supera i  $70-100^{\circ}\text{C}$  è consigliabile sovrapporre al cavo scaldante un foglio di alluminio.

- **13-1. Tracciamento su tubazioni:**

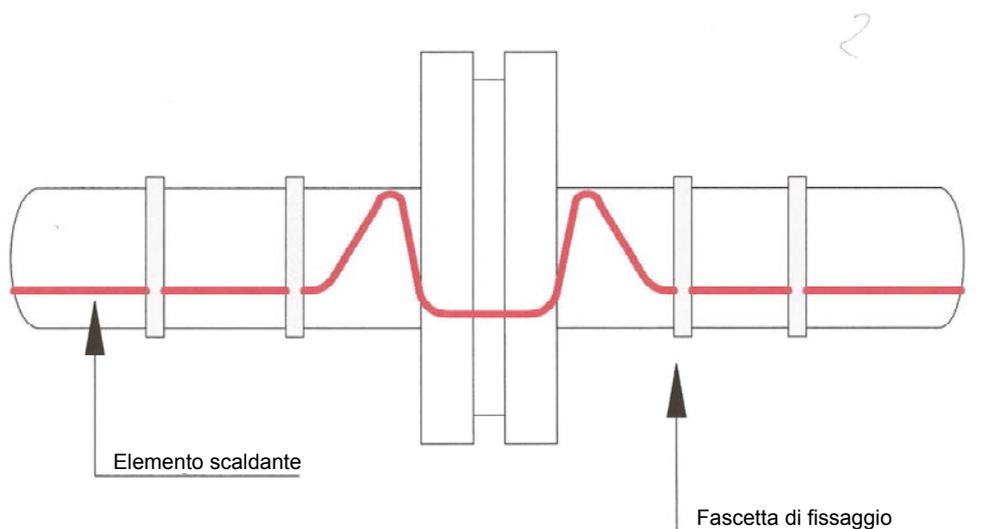
Valvole, supporti e flangie:

Tranne casi specifici (valvole che richiedono una forte potenza di riscaldamento per le quali sarà installato un elemento separato), generalmente si considerano i seguenti parametri:

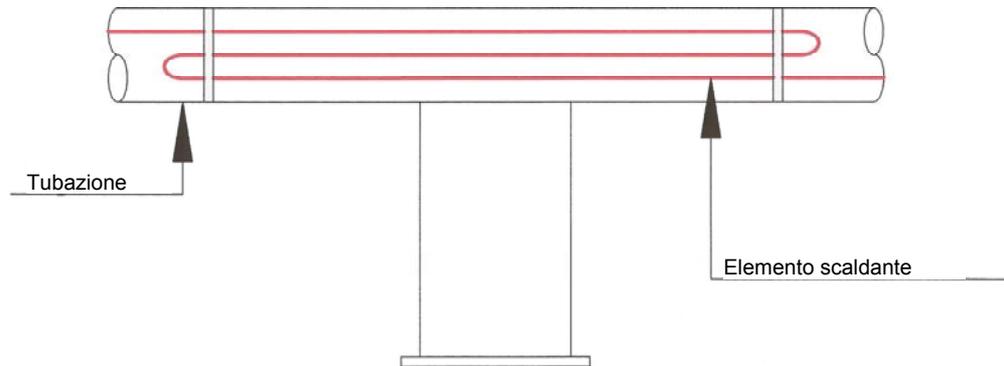
- Una valvola equivale a 2m di tubazione (esempio di posa illustrato nel disegno).



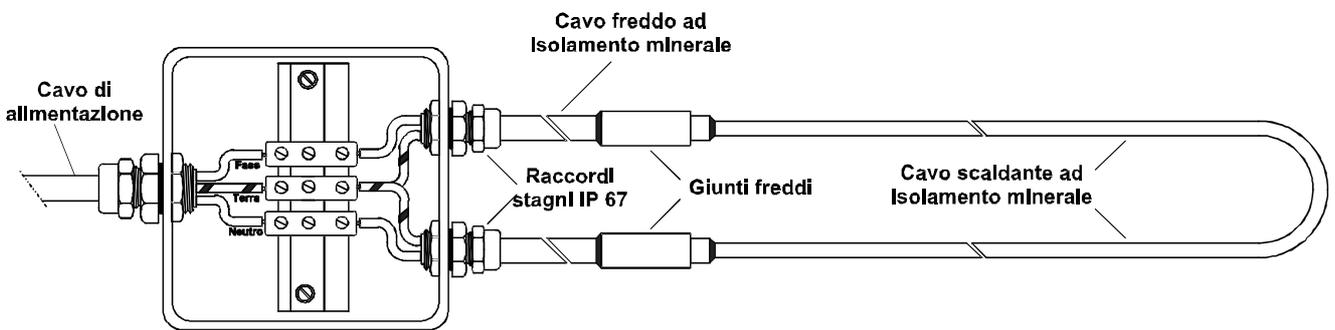
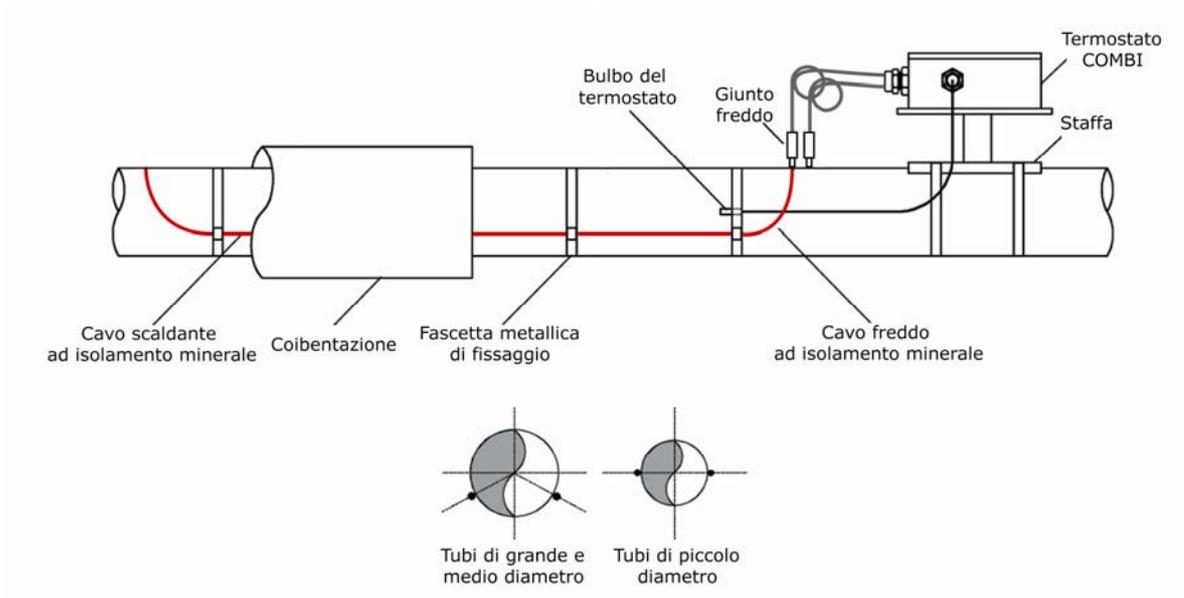
- Su una flangia si deve installare, da una parte e dall'altra della flangia stessa, almeno una quantità di cavo equivalente alla circonferenza della tubazione, controllando che i cavi non entrino mai in contatto (vedi disegno).



- Un supporto di tubazione equivale a 0.50m di tubazione (esempio illustrato in disegno).

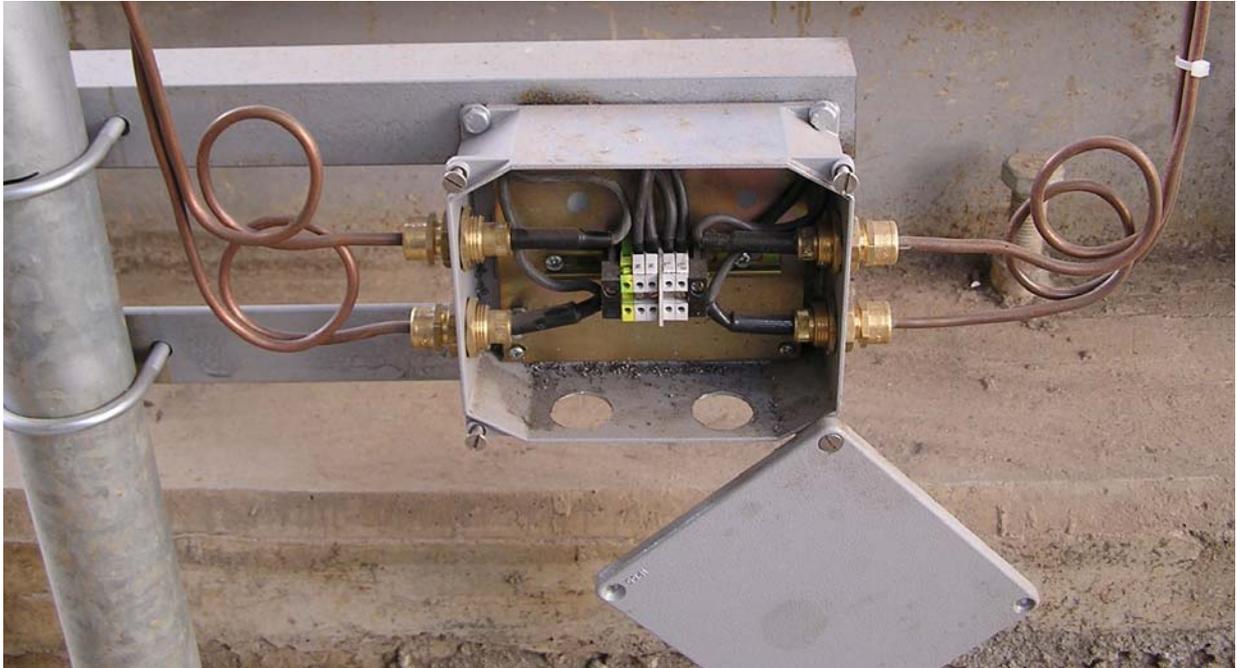


- E' consigliabile alimentare il circuito scaldante da una sola parte portando i due capi delle code fredde nella stessa cassetta di alimentazione.



**ATTENZIONE**  
Non eseguire pieghe in  
prossimità dei giunti freddi

N.B. QUANDO SI ENTRA NELLA CASSETTA DI GIUNZIONE DIRETTAMENTE CON IL CAVO AD ISOLAMENTO MINERALE E' CONSIGLIABILE FARE CON IL CAVO STESSO, UNO O PIU' RICCIOLI PER AVERE UNA SCORTA PER EVENTUALI SUCCESSIVE INTESTAZIONI E PER ASSORBIRE LE EVENTUALI VIBRAZIONI CHE POSSONO VERIFICARSI SULL'IMPIANTO.



Il fissaggio del cavo scaldante sulla tubazione sarà fatto con delle fascette in acciaio inox per linee di diametro fino a 6".

ATTENZIONE: i bordi della reggetta non dovranno avere alcuna sbavatura. La chiusura della reggetta non dovrà essere eccessiva e dovrà permettere la dilatazione dei cavi scaldanti → distanza tra i due fissaggi: circa 250-300 mm



Per tubazioni di grosso diametro la TEMAR consiglia l'impiego del nastro TORRO che è fornito in rotoli di 30 metri e che viene raccordato con opportune viti come illustrato nelle foto qui riportate.



Il circuito scaldante può anche essere posato a spirale con passo definito in sede di progetto. In ogni caso si deve fare molta attenzione che il raggio di curvatura non sia MAI inferiore a 6 volte il diametro del cavo scaldante.

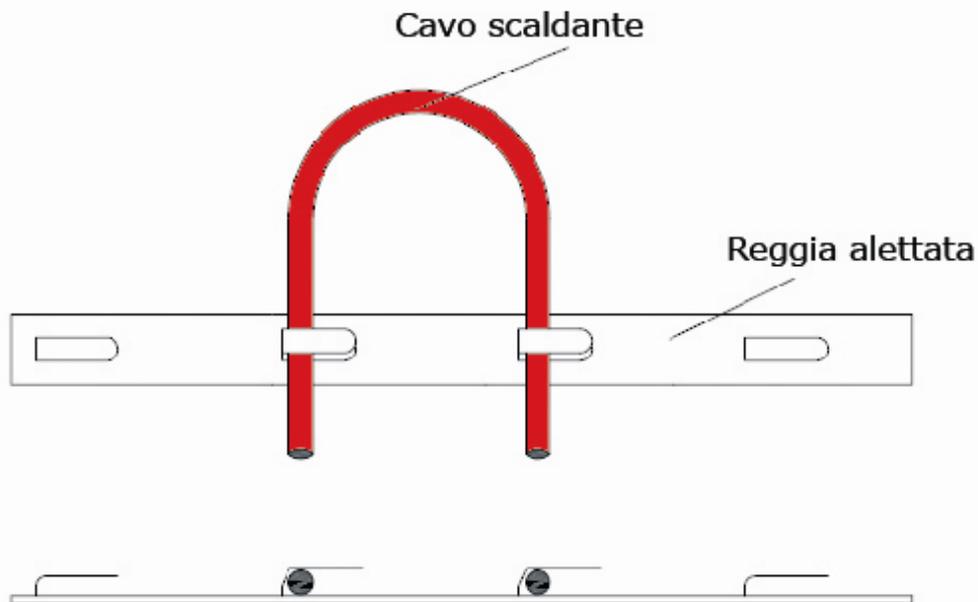
#### **Annotazioni generali:**

- In caso di curvatura della tubazione, qualunque sia la messa in opera scelta, occorre considerare una leggera sovralonghezza dei cavi per compensare gli effetti della dilatazione dei gomiti.
- Eventuali eccessive lunghezze di circuiti scaldanti forniti già assemblati devono essere distribuite lungo la tubazione senza farli toccare e non devono mai essere avvolti su se stessi in quanto si avrebbe un surriscaldamento con conseguente danneggiamento del cavo stesso.
- È consigliabile prevedere nei limiti del possibile un termostato per ogni punto d'alimentazione. Il bulbo di questo termostato sarà fissato sulla tubazione tramite 2 fascette identiche a quelle utilizzate per fissare gli elementi. Il bulbo sarà collocato ad uguale distanza tra 2 spire dell'elemento.
- Le giunzioni cavo caldo/cavo freddo dovranno **SEMPRE essere posizionate all'esterno della coibentazione.**
- Se la temperatura di esercizio supera i 70-100°C è consigliabile ricoprire il cavo scaldante con un foglio di alluminio per agevolare la trasmissione del calore dal cavo scaldante alla tubazione.

### **13-2. Tracciamento su serbatoi tramogge ecc.:**

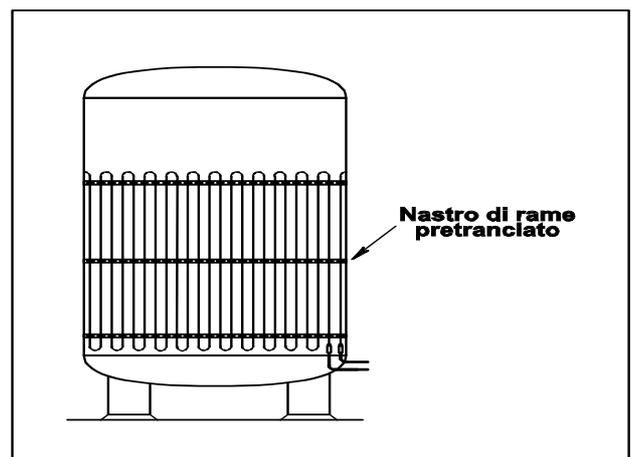
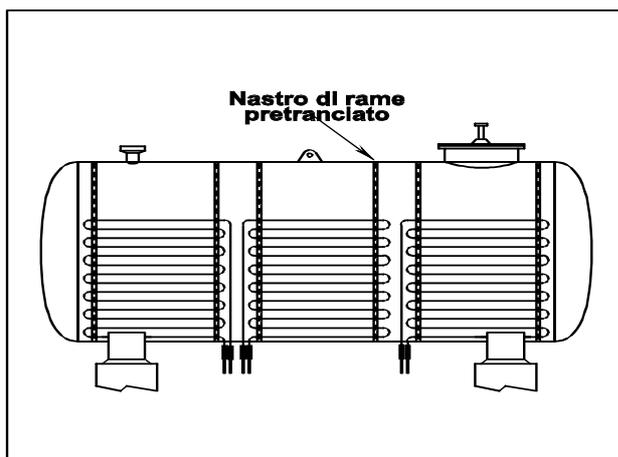
Per una corretta installazione dei circuiti scaldanti sui serbatoi è indispensabile utilizzare una reggia con asole pretranciate per il successivo alloggiamento del cavo scaldante.

Le TEMAR fornisce queste regge in AISI 304 ed in nastri di larghezza 30mm lunghezza 10 metri e spessore 3mm fornite di fori per la successiva saldatura di fissaggio alla parete del serbatoio.



*DISEGNO: reggia e particolare di fissaggio*

La larghezza di 30mm e lo spessore rendono agevole l'operazione di saldatura per il fissaggio della reggia sui serbatoi.



La messa in opera degli elementi dovrà essere effettuata in modo che le due estremità del circuito scaldante possano confluire nel medesimo punto dove è posizionata la cassetta di alimentazione.

Il passo di posa del (dei) circuito (circuiti) scaldante (scaldanti) sarà determinato con la seguente formula:

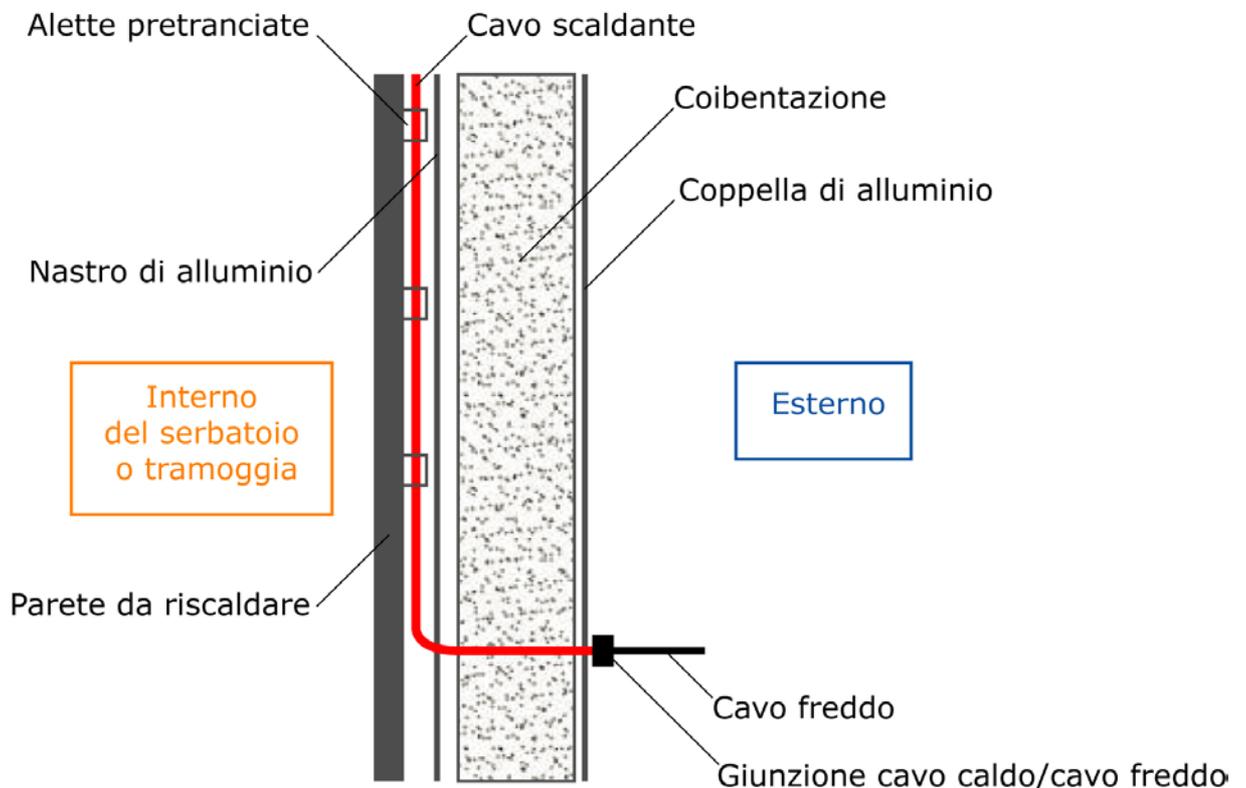
$$P = \frac{A \times 1000}{L}$$

Dove:

- P = passo di posa in mm
- A = area dove si installa il circuito o i circuiti in m<sup>2</sup>
- L = lunghezza del circuito o dei circuiti in m

In ogni caso si deve sempre rispettare la seguente condizione: il raggio di curvatura del cavo scaldante DEVE essere superiore a sei/dieci volte il raggio del cavo scaldante.

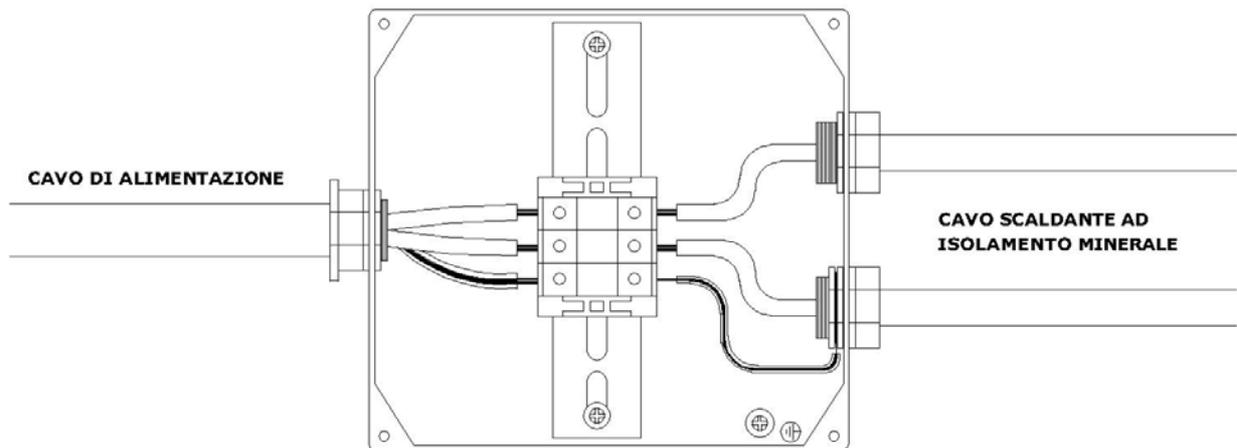
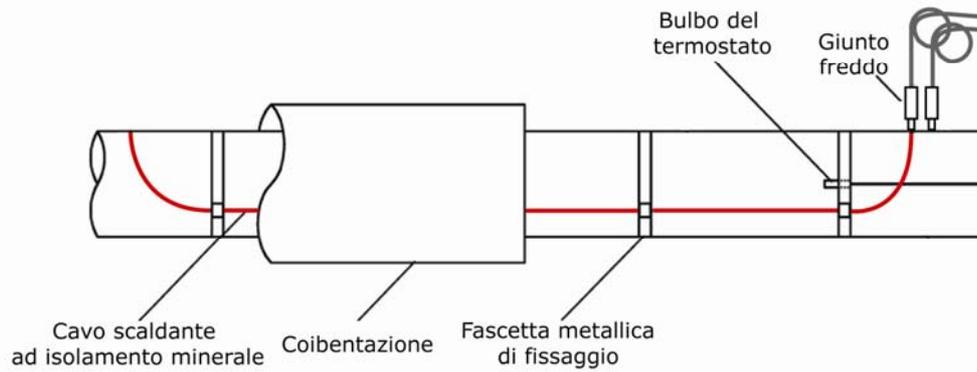
**ATTENZIONE:** la reggetta da utilizzare non dovrà avere alcuna sbavatura per evitare il rischio di perforazione delle guaine e non dovrà essere troppo tesa, al fine di permettere lo scorrimento degli elementi a seguito della dilatazione differenziale tra il cavo e la parete riscaldata. Quando la temperatura del processo supera i 70-100°C è consigliabile sovrapporre al cavo scaldante un foglio di alluminio per proteggere il cavo scaldante dal rischio di penetrazione del cavo stesso nell'isolamento termico e per agevolare la trasmissione del calore dal cavo alla superficie da riscaldare.



## 14. ALIMENTAZIONE DEI CIRCUITI SCALDANTI

### 1) Circuiti alimentati con tensione monofase:

- L'elemento è posizionato in modo rettilineo lungo la tubazione facendo uno o più tratti d'andata e ritorno (vedi disegno).

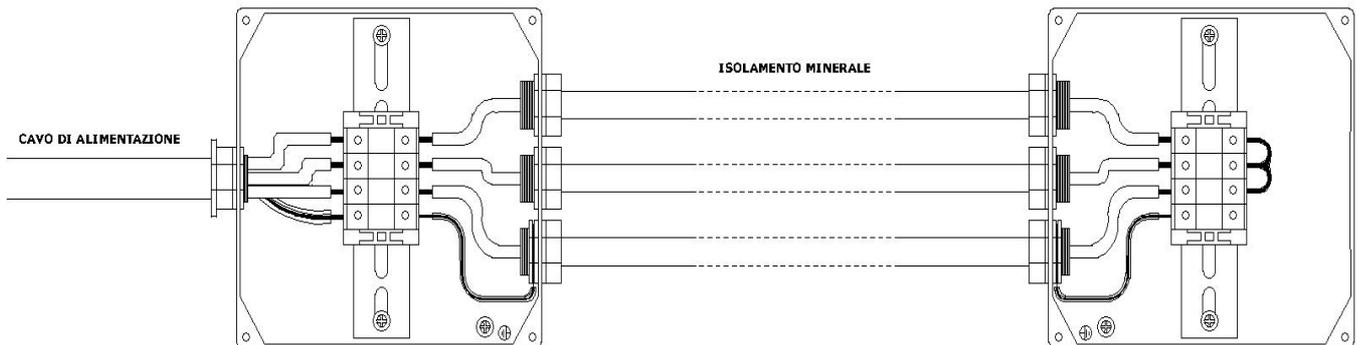


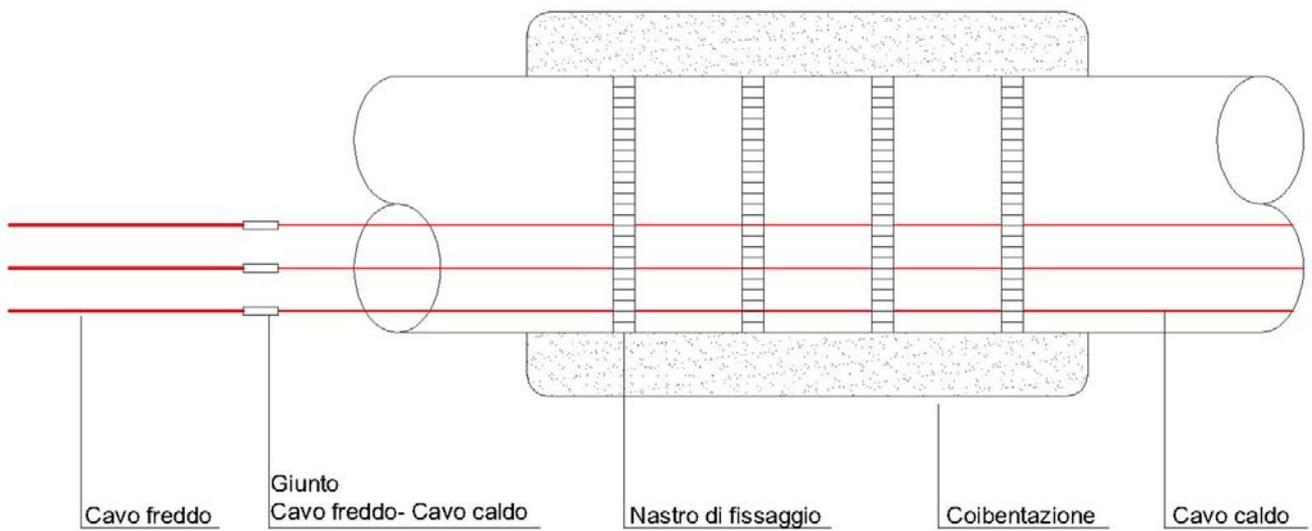
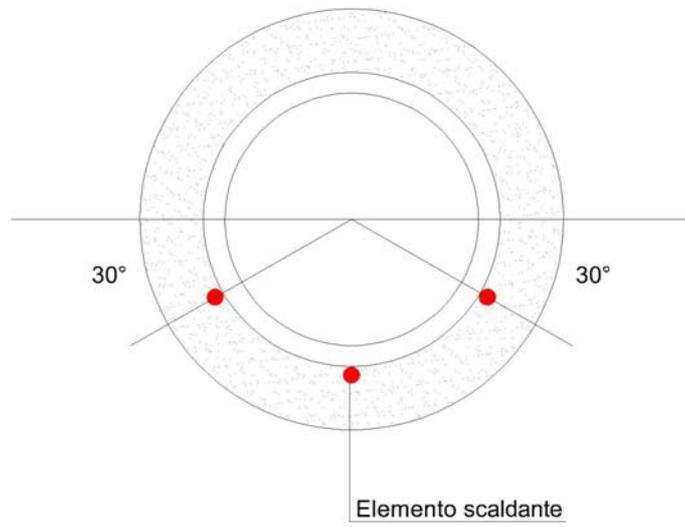
## 2) Circuiti alimentati con tensioni trifase ad una estremità e collegamento a stella all'altra estremità:

Questa soluzione comporta i seguenti vantaggi:

- Una migliore distribuzione del calore sulla tubazione (minimo 3 cavi lungo la tubazione su 3 generatrici nella parte inferiore del tubo (vedere esempi).
- Possibilità di tracciare lunghe tubazioni senza necessità di alimentazioni intermedie
- Possibilità di prevedere la messa in opera di un elemento di riserva. In caso di guasto di uno dei tre elementi, è possibile far entrare in funzione quest'elemento di soccorso.
- Il fissaggio degli elementi è identico a quello precedentemente descritto per gli elementi alimentati separatamente.
- La chiusura a stella dei tre cavi scaldanti sarà effettuata ad un'estremità della tubazione tramite una scatola di connessione opportunamente scelta.

ESEMPIO DI CASSETTE DI DERIVAZIONE CON COLLEGAMENTO DI 3 CAVI SCALDANTI E CON CHIUSURA DEL CIRCUITO A STELLA





## 15. POSSIBILI GUASTI ALLE TERMINAZIONI

### 1. Difetto d'isolamento

Per ricercare il difetto collegare un megger per la verifica dell'isolamento e scaldare leggermente uno dopo l'altro i capi delle estremità; se l'ago oscilla, smontare la terminazione interessata e rimontarla seguendo la procedura sopra descritta.

Se le terminazioni non sono difettate, verificare le giunzioni una dopo l'altra dopo la rimozione dell'isolamento termico, seguendo la stessa procedura usata per le terminazioni.

In caso di malfunzionamento di una giunzione, smontarla e rimontarla seguendo la procedura precedentemente descritta

### 2. Difetto di continuità:

Tagliare una ad una le uscite fredde complete e verificare la continuità dopo ogni taglio.

Le uscite fredde potranno essere riutilizzate dopo la riparazione del difetto, rifacendo sia una giunzione che una terminazione.

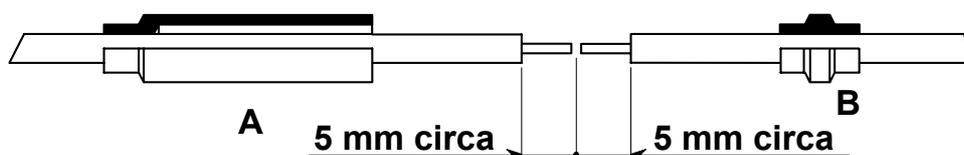
Nel caso in cui il difetto non riguardi le parti fredde, cercare di localizzarlo tramite ricerche visuali dei punti critici dell'installazione (valvole, supporti, flangie, curvature). Se il difetto non riguarda neppure questa zona, consultateci per l'intervento di un nostro tecnico.

Se si scopre che il difetto riguarda la parte calda, si potrà preparare una giunzione di unione seguendo la procedura descritta al paragrafo successivo.

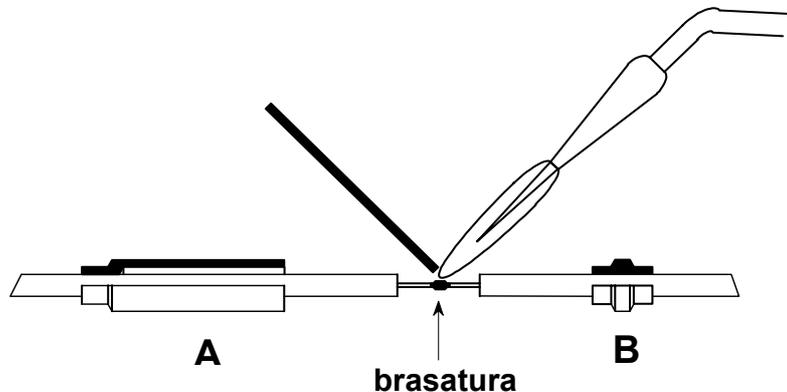
Se il circuito è installato su componenti con temperature di esercizio superiori ai 350°C o se si tratta di circuito certificato per impiego in aree con pericolo di esplosione ed incendio si consiglia la sua totale sostituzione con uno nuovo certificato dal costruttore.

## 16. RIPARAZIONE DI UNA INTERRUZIONE SUL CAVO SCALDANTE

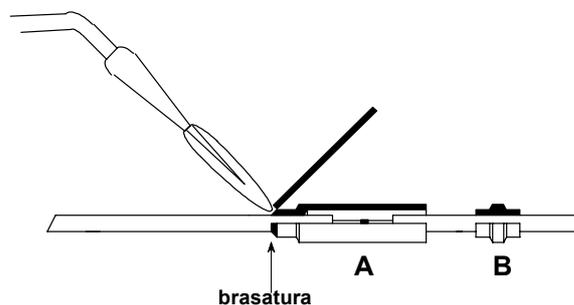
- Individuare il punto in cui si è verificata l'interruzione.
- Tagliare da entrambe le estremità circa 30 cm di cavo scaldante. Naturalmente, per ripristinare la continuità del circuito scaldante, dovrà essere posto in opera uno spezzone dello stesso tipo di cavo di quello interrotto ed occorrerà effettuare le giunzioni con due giunti caldi.
- Prima di iniziare l'esecuzione del giunto freddo verificare con un megger la resistenza di isolamento del cavo scaldante e dei due cavi freddi; i valori riscontrati non devono essere inferiori a 30-50 MΩ con una tensione applicata di 500 Vcc.
- Asportare la guaina alle estremità dei cavi scaldanti da unire per una lunghezza di circa 5 mm e posizionare i due componenti del giunto (A e B) sulle estremità dei cavi come mostrato sulla figura seguente.



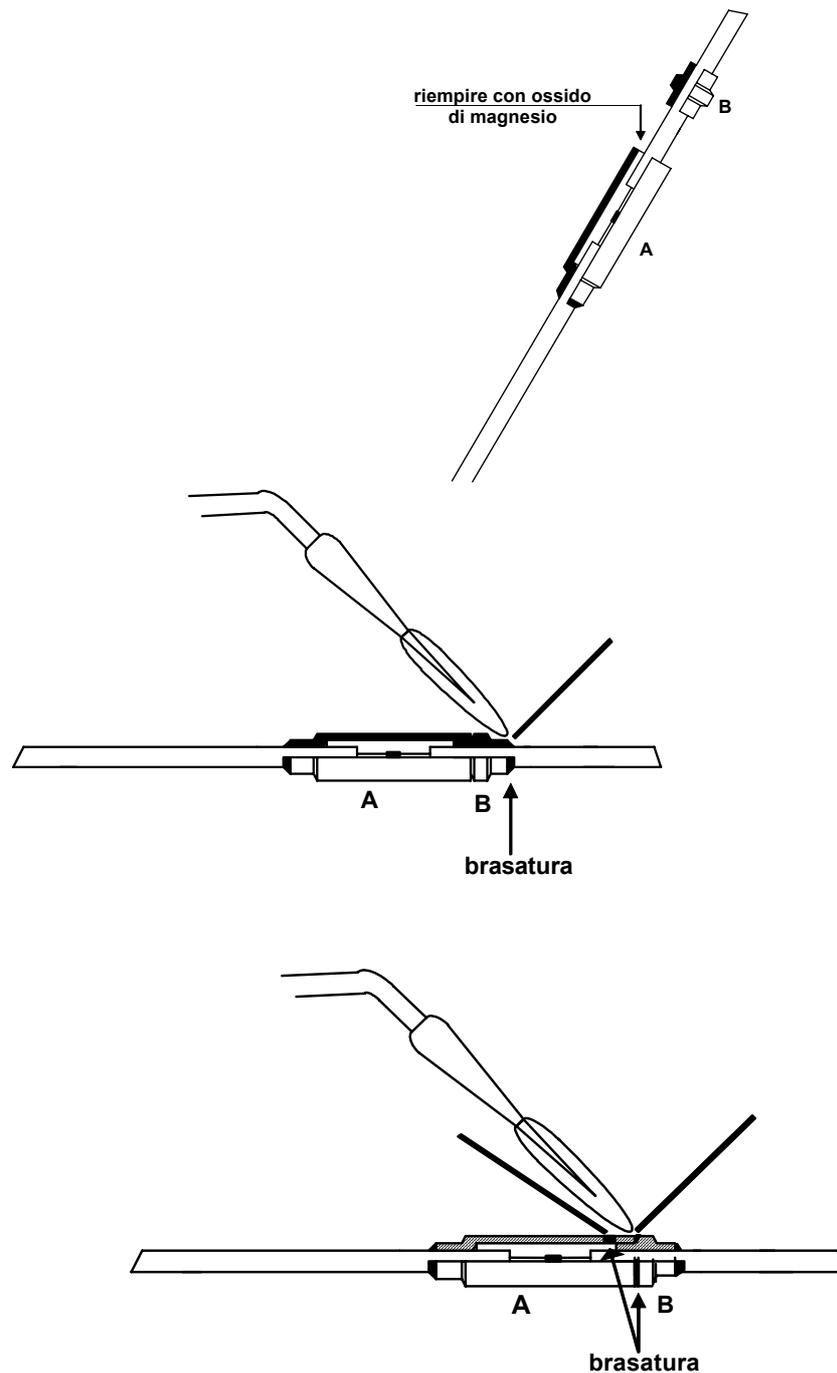
- Eseguire la brasatura dei conduttori tramite un cannello ossiacetilenico utilizzando una lega all'argento con il seguente punto di fusione:
  - ◆ circa 500 °C per i cavi scaldanti con guaina in rame e cupronichel;
  - ◆ circa 700 °C per i cavi scaldanti con guaina in acciaio inox e inonel;



- Eseguita la brasatura, per accertarne la buona esecuzione, esercitare una leggera trazione sui cavi.
- Pulire la brasatura e l'ossido di magnesio da eventuali scorie e sporcizia depositate; posizionare il componente A del giunto come mostrato nella figura seguente e eseguire la brasatura indicata.



- Pulire la brasatura da eventuali scorie e sporcizia depositate; inclinare il giunto freddo e riempirlo con ossido di magnesio privo di umidità vibrando per favorirne il riempimento; comprimere con il componente B.
- Quando il giunto è completamente riempito di ossido deumidificarlo riscaldando lentamente entrambi i cavi verso il giunto in modo da eliminare l'umidità presente nell'ossido di magnesio. Quindi controllare con un megaohmetro la continuità del conduttore con una tensione uguale inferiore a 35 Vcc e la resistenza di isolamento fra la guaina e il conduttore, il cui valore non deve essere inferiore a 30-50 MΩ con una tensione applicata di 500 Vcc; nel caso che si riscontri un valore inferiore si deve ripetere il riscaldamento del giunto fino ad ottenere il corretto valore della resistenza di isolamento.
- Eseguire le brasature indicate nelle figure seguenti; eseguendo come ultima operazione la brasatura del foro di riempimento del giunto.



- Raffreddare il giunto con uno straccio bagnato e eseguire il controllo della resistenza di isolamento e della continuità elettrica con le stesse modalità descritte in precedenza; nel caso che si riscontri un basso isolamento tagliare il giunto e ripetere le operazioni sopra descritte.
- Immergere il giunto in acqua per un tempo minimo di 4 ore; dopo tale tempo ripetere il controllo della resistenza di isolamento. Se viene riscontrato un basso isolamento è evidente che le brasature presentano dei difetti; in tal caso è conveniente tagliare il giunto e eseguire nuovamente le operazioni già descritte.

## **17. VERIFICHE GENERALI PRIMA DELL'IMPIEGO**

Oltre ai controlli esposti nelle varie fasi di installazione si consiglia prima dell'impiego di:

- Verificare che la sezione e il tipo del cavo di alimentazione siano conformi alle esigenze del tracciamento e della potenza installata.
- Verificare che ogni circuito sia opportunamente protetto con gli interruttori magnetotermici differenziali idonei alla potenza installata e previsti dalle norme
- Verificare che l'impianto elettrico sia conforme alle normative CEI e ATEX in vigore in riferimento alla classificazione dell'area in cui è installato il circuito scaldante

## **18. CONSIGLI PER LA INSTALLAZIONE DELLA COIBENTAZIONE**

- Consegnare alla società che effettuerà l'installazione ed al committente copia del verbale di collaudo di cui ai punti 11) e 12) che attestano il positivo collaudo dei circuiti installati
- Assicurarsi che la società che esegue la coibentazione ricopra il circuito scaldante con un nastro di alluminio come precedentemente descritto e che in ogni caso si assicuri che l'isolamento termico non circonda il cavo scaldante
- Assicurarsi che la società che esegue la coibentazione prenda molta attenzione a non danneggiare il cavo scaldante al momento della messa in opera dei fissaggi per il montaggio della coibentazione e delle lamiere di protezione.
- Una volta eseguita la coibentazione, rifare le prove descritte ai punti 11) e 12).
- Consegnare copia del verbale di collaudo definitivo al committente e, possibilmente, anche alla società TEMAR s.r.l., attestando in tal modo la corretta installazione e collaudo del sistema di tracciatura elettrica.