



 DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<b>Titolo. Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW</b>  <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u>  1 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	

**Titolo:** Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW  
**Tipo documento:** Specifica tecnica  
**Tipo di procedura:** Prezzo più basso  
**Progetto:** SORGENTINA-RF  
**Autori:** R. Marinari (ENEA), D. Martelli (ENEA)

**Sommario** *Il documento riguarda la specifica di fornitura per il sistema di riscaldamento del dimostratore termo-meccanico del target rotante del progetto SORGENTINA-RF. La tipologia di sistema di riscaldamento è l'induzione elettro-magnetica. L'oggetto di fornitura dovrà fornire una potenza termica di 250 kW al componente target rotante.*


Note.

REV.	WRITTEN / REDAZIONE	CHECKED / CONVALIDA	APPROVED / APPROVAZIONE
0	R. Marinari 	A. Del Nevo 	P. Agostini 

 DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u> 2 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	


*(Pagina lasciata intenzionalmente bianca)*



 DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u> 4 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	


## INDICE

<b>LISTA DELLE REVISIONI .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE .....</b>	<b>5</b>
<b>1    PREMESSA .....</b>	<b>6</b>
<b>2    INTRODUZIONE.....</b>	<b>6</b>
<b>3    IL TARGET ROTANTE.....</b>	<b>8</b>
<b>4    OGGETTO DELLA FORNITURA .....</b>	<b>10</b>
<b>5    REQUISITI DELLA FORNITURA.....</b>	<b>11</b>
5.1    Requisiti di funzionamento nominale .....	11
5.2    Fabbricazione .....	11
5.3    Pulizia.....	11
<b>6    ESTENSIONE DELLA FORNITURA .....</b>	<b>12</b>
6.1    Imballo e trasporto .....	12
6.2    Installazione ed assistenza in sito.....	12
6.3    Accettazione e garanzia.....	12
<b>7    DURATA DELLA FORNITURA, PENALI E PAGAMENTI .....</b>	<b>12</b>

 DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u> 5 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	

## LISTA DELLE FIGURE

<i>Figura 1 Sviluppo in 3D dell'impianto Sorgentina-RF. ....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2 Disegno concettuale dell'induttore elettromagnetico oggetto di gara. ....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3 Layout generale del target rotante accoppiato con l'induttore elettromagnetico. ....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 4 Layout dettagliato delle parti costituenti il target rotante.....</i>	<i>9</i>

 DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u> 6 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	

## 1 PREMESSA

Il Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare (FSN) dell'ENEA intende acquisire, per il Centro Ricerche Brasimone, la fornitura di un componente che costituirà il corpo centrale dell'impianto denominato SORGENTINA-RF Thermomechanical Demonstrator che dovrà dimostrare la capacità di un sistema di raffreddamento basato sul meccanismo di evaporazione/condensazione di acqua a bassa pressione per smaltire la potenza di 250 kW trasferita su di esso da un fascio accelerato di ioni di deuterio e trizio. L'insieme dell'impianto di questa fornitura e dell'acceleratore lineare di ioni di deuterio e trizio a 300 keV, oltre agli impianti accessori, rappresentano il progetto SORGENTINA-RF Thermomechanical Demonstrator finanziato grazie ad un protocollo d'intesa tra ENEA e Regione Emilia-Romagna.

Il progetto SORGENTINA-RF prevede la realizzazione di un dimostratore termomeccanico atto a dare evidenza del corretto funzionamento termo-idraulico del target rotante e dei principali circuiti di smaltimento del calore. In questo esperimento, il fascio accelerato di deuterio e trizio sarà sostituito da un sistema di riscaldamento (assialsimmetrico e uniforme) ad induzione elettromagnetica caratterizzato dalla stessa potenza termica (250 kW).

Il presente documento, allegato al *Disciplinare di Gara* relativo alla *Fornitura e installazione di un induttore elettro-magnetico*, fornisce una breve descrizione del progetto SORGENTINA-RF al fine di contestualizzare l'oggetto della fornitura e descrivere i requisiti tecnici nominali del sistema di riscaldamento ad induzione elettro-magnetica.

## 2 INTRODUZIONE

SORGENTINA-RF Thermomechanical Demonstrator è il progetto che porterà in futuro alla realizzazione di un impianto per l'irraggiamento del molibdeno naturale e la produzione di  $^{99}\text{Mo}$  e, attraverso una serie di processi radiochimici, ad una soluzione acquosa con caratteristiche radioisotopiche e radiochimiche che soddisfino la farmacopea consentendone l'impiego in diagnostica medica.

L'impianto è basato su una sorgente di ioni che si innesta su una camera da vuoto nella quale avviene il processo di produzione dei neutroni da fusione tra deuterio e trizio, il calore prodotto dall'impatto delle particelle viene rimosso attraverso un sistema prototipico di rimozione del calore chiamato "target rotante" (TR).

In Figura 1 è riportato uno sviluppo in 3D di come potrebbe apparire SORGENTINA-RF una volta ultimato l'impianto.

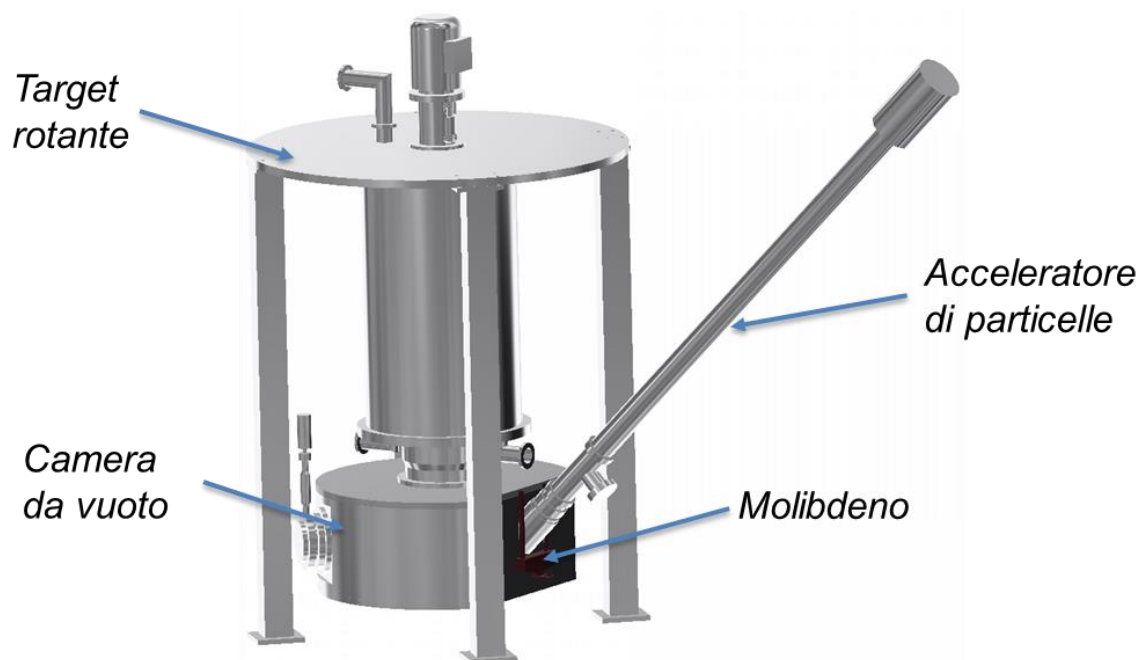
Allo stato attuale del progetto, il TR si trova in fase avanzata di progettazione e sarà realizzato entro la fine del 2022 mentre l'acceleratore di particelle si trova ancora in fase di progettazione di dettaglio.

Per ovviare alla discrepanza di tempistiche tra i due componenti e poter testare la funzionalità di scambio termico del TR, si simulerà l'effetto termico globale dell'acceleratore attraverso l'installazione di un induttore elettromagnetico ad anello (Figura 2) che andrà a scaldare la

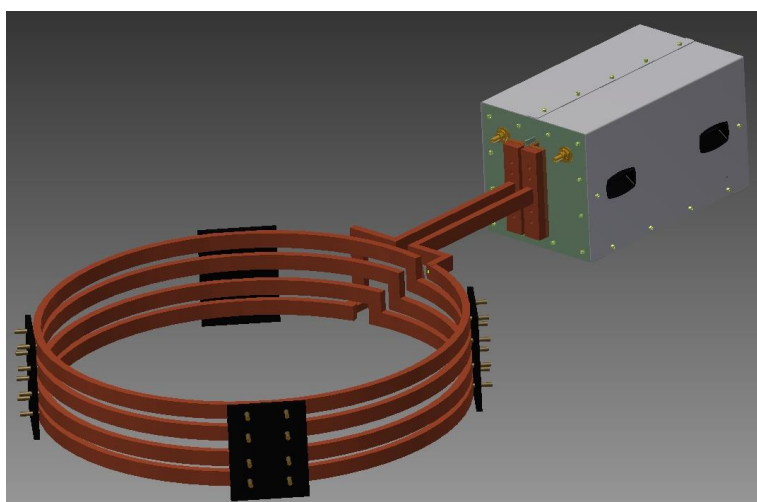
<b>ENEA</b>  DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u>  7 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	

stessa area di impatto laterale delle particelle durante la rotazione del target. La camera da vuoto non sarà realizzata in quanto non necessaria al funzionamento con l'induttore.


Nei paragrafi successivi saranno descritti sia il target rotante (non oggetto di gara) sia l'induttore elettromagnetico che dovrà essere progettato, realizzato ed installato (Figura 3).

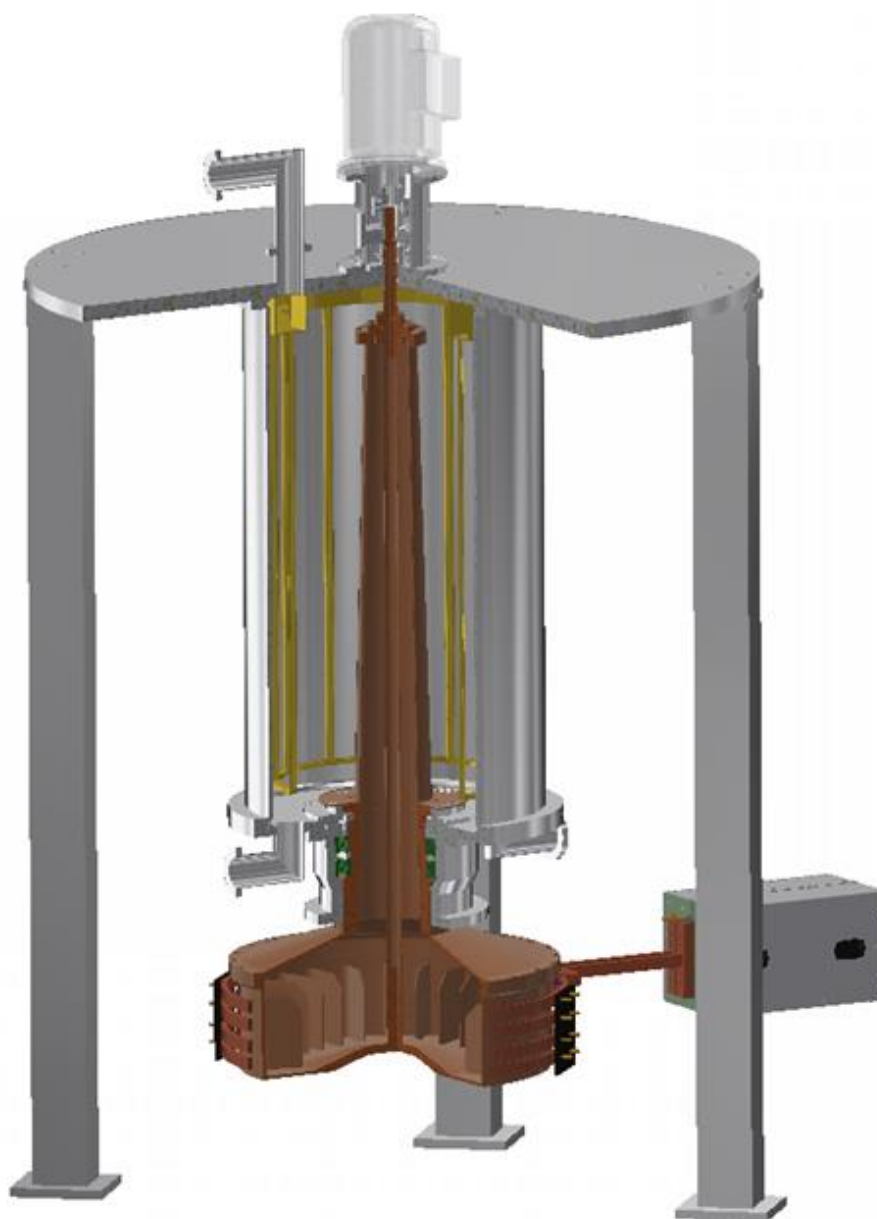


**Figura 1** Sviluppo in 3D dell'impianto Sorgentina-RF.



**Figura 2** Disegno concettuale dell'induttore elettromagnetico oggetto di gara.

 DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u> 8 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	



**Figura 3** Layout generale del target rotante accoppiato con l'induttore elettromagnetico.

### 3 IL TARGET ROTANTE

Il target rotante (escluso dalla fornitura) sul quale dovrà essere accoppiato il sistema di riscaldamento elettromagnetico, è costituito da due parti: una struttura statica di supporto (in grigio in Figura 3) ed un elemento rotante (in rosso) con una sezione cilindrica inferiore chiamata evaporatore ed una sezione troncoconica superiore chiamata condensatore.

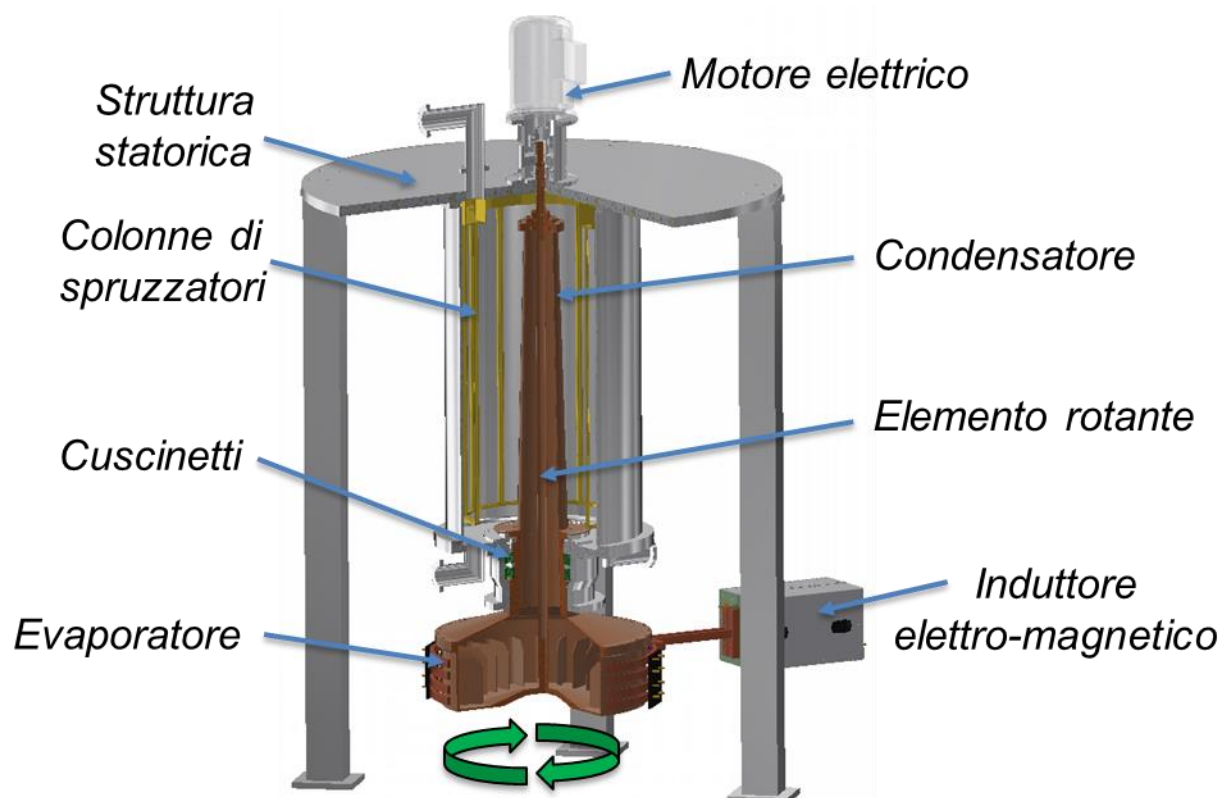


<b>ENEA</b>  DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW  <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u>  9 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	


All'interno dell'elemento rotante, un ciclo chiuso e continuo di evaporazione e condensazione di acqua demineralizzata permetterà il trasferimento del calore prodotto dall'acceleratore di particelle (induttore elettro-magnetico nell'esperimento in oggetto).

Sempre in Figura 3 è evidenziato in giallo il sistema di colonne di spruzzatori che, mantenendo refrigerata la superficie esterna del condensatore asporterà il calore dal target rotante. In Figura 4 sono evidenziati in dettaglio i componenti del target rotante

L'elemento rotante è realizzato in lega di alluminio della serie 5000 e 6000. L'altezza complessiva dell'elemento è di 2400 mm, la sezione dell'evaporatore cilindrico ha un diametro esterno di 1000 mm, uno spessore di 10 mm ed un'altezza di 300 mm. Sulla superficie laterale (1000 mm di diametro) dell'evaporatore sarà presente un anello di spessore 5 mm in acciaio ferro-magnetico (42CrMo4 o altro acciaio al carbonio) per permettere la trasmissione ottimale della potenza termica dall'induttore. L'evaporatore avrà un'altezza da terra inferiore a 1000 mm.



**Figura 4** Layout dettagliato delle parti costituenti il target rotante

 DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u> 10 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	

## 4 OGGETTO DELLA FORNITURA

Oggetto della fornitura è la progettazione di dettaglio (selezione dei componenti adatti all'impiego) e l'assemblaggio di un induttore elettromagnetico anulare atto a riscaldare uniformemente la sezione di evaporatore dell'elemento rotante con una potenza termica di 250 kW e il trasporto presso il C.R. ENEA Brasimone.

La fornitura dovrà essere sviluppata e costruita in accordo con le normative vigenti.


L'oggetto della fornitura comprende anche tutta la componentistica necessaria per l'assemblaggio.

L'induttore dovrà essere un solenoide multi-spira in rame idoneo al riscaldamento di un anello in acciaio di diametro interno 1000 mm e spessore 5 mm, per un'altezza di 220 mm. L'induttore dovrà essere dotato di strutture apposite per consentire il fissaggio e il posizionamento corretto in relazione all'oggetto da scaldare.

La fornitura dovrà comprendere un convertitore di frequenza a stato solido con una potenza di uscita superiore a 350kW che possa operare ad una frequenza compresa tra i 5 e i 15 kHz.

Il convertitore di frequenza deve essere collegato alla testa di riscaldamento da un cavo di lunghezza minima 3m e deve essere controllabile in retroazione sia in analogico che in digitale.

Il sistema di riscaldamento dovrà essere idoneamente raffreddato tramite apposito chiller con potenza frigorifera minima di 100 kW e pressione di almeno 4 bar.

 DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u> 11 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	

## 5 REQUISITI DELLA FORNITURA

La fornitura dovrà essere in accordo alle prescrizioni elencate nei successivi paragrafi.

### 5.1 Requisiti di funzionamento nominale


Il Fornitore dovrà garantire che il componente prodotto possa erogare stabilmente senza surriscaldamento o sovraccarichi la potenza termica richiesta di 250 kW verso il TR per un periodo continuativo di lavoro non inferiore alle 6 ore (durata supposta di un test sperimentale). Inoltre, ipotizzando almeno un mese di prove, il dispositivo dovrà essere in grado di ripetere la propria prestazione giornaliera per almeno 20 sessioni operative. In caso di guasto durante queste sessioni, il fornitore assicurerà la riparazione gratuita.

### 5.2 Fabbricazione

Il Fornitore si dovrà responsabilizzare sulle scelte effettuate dal Cliente nel progetto concettuale proposto. Tuttavia, potrà proporre soluzioni diverse (che devono essere approvate dal Cliente) qualora ne semplifichino la fabbricazione. Le soluzioni proposte dal Fornitore non dovranno in alcun modo compromettere le prestazioni complessive dell'oggetto di fornitura.

### 5.3 Pulizia

Particolare attenzione dovrà essere riservata alla pulizia dei manufatti, sia in fase di fabbricazione che durante il trasporto. Dovrà essere garantito un alto livello di pulizia necessario ad evitare che residui possano depositarsi all'interno dei componenti di impianto.

 DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u> 12 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	

## 6 ESTENSIONE DELLA FORNITURA

La fornitura comprende la bulloneria di collegamento e i collegamenti elettrici tra le parti.

### 6.1 Imballo e trasporto

Gli imballi dovranno essere idonei a garantire la conservazione della pulizia, la protezione delle parti e l'integrità strutturale della fornitura, durante il trasporto fino al sito ENEA del Brasimone.

### 6.2 Installazione ed assistenza in sito

Il Fornitore dovrà garantire la necessaria assistenza tecnica in sito, al fine di provvedere, coadiuvato dal personale tecnico ENEA, alla corretta installazione dell'impianto. Per le procedure di assemblaggio e aggiustaggio in sito, che saranno a completo onere del Fornitore. Il Fornitore, in sede di installazione, dovrà provvedere a istruire il personale tecnico ENEA riguardo le caratteristiche, il principio di funzionamento e le basilari procedure operative del componente.

### 6.3 Accettazione e garanzia

L'accettazione della fornitura avverrà presso il centro ENEA Brasimone a seguito della verifica dell'integrità dei componenti, del buon stato di conservazione dopo l'effettuazione del trasporto e dell'installazione sull'impianto. In caso di esito negativo dell'accettazione, sarà a completo carico del Fornitore apportare tutte le modifiche necessarie per soddisfare i requisiti di prestazioni e funzionalità riportate in Specifica Tecnica.


La garanzia avrà la durata di 24 mesi e inizierà dalla data di accettazione della fornitura.

## 7 DURATA DELLA FORNITURA, PENALI E PAGAMENTI


La presente fornitura dovrà essere ultimata entro 5 mesi dalla relazione di inizio lavori. Per ogni giorno solare di ritardo nella consegna della fornitura sarà applicata la penale dello 0,3% (tre per mille) dell'importo totale. L'importo globale della penale applicabile non potrà superare, comunque, il 10% dell'importo totale della fornitura.

Qualora l'ammontare complessivo della penale ecceda il 10% del valore del contratto, il responsabile ENEA può risolvere il contratto e provvedere all'esecuzione in danno.

I pagamenti saranno effettuati per il 30% con anticipazione a seguito del verbale di inizio lavori, ai sensi dell'art 35 del comma 18 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e tenuto conto della legge L. 15 del 25 Febbraio 2022 con art. 3 comma 4 (conversione del decreto milleproroghe 2022) e il restante 70% ad esito positivo del collaudo finale.

 DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u> 13 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	

I pagamenti saranno effettuati ad esito positivo del DURC (documento unico di regolarità contributiva), previo benestare del Responsabile del Procedimento, entro trenta giorni dalla data di ricevimento delle fatture emesse.

 DIVISIONE INGEGNERIA SPERIMENTALE	<u>Titolo.</u> Specifica di fornitura per un induttore elettromagnetico con potenza di riscaldamento di 250 kW <u>Progetto.</u> SORGENTINA-RF	<u>Distribuzione</u> <b>RISERVATA</b>	<u>Emissione</u> 04/03/2022	<u>Pag.</u> 14 di 14
		<u>Ref.</u> SG-I-S-582	Rev. 0	

## Lista di distribuzione

#	NOME	ISTITUZIONE	E-MAIL
1	P. AGOSTINI	ENEA	<a href="mailto:pietro.agostini@enea.it">pietro.agostini@enea.it</a>
2	A. DEL NEVO	ENEA	<a href="mailto:alessandro.delnevo@enea.it">alessandro.delnevo@enea.it</a>
3	G. GADANI	ENEA	<a href="mailto:gianni.gadani@enea.it">gianni.gadani@enea.it</a>
4	R. MARINARI	ENEA	<a href="mailto:ranieri.marinari@enea.it">ranieri.marinari@enea.it</a>
5	A. MANCINI	ENEA	<a href="mailto:andrea.mancini@enea.it">andrea.mancini@enea.it</a>
6	S. SCAGLIONE	ENEA	<a href="mailto:salvatore.scaglione@enea.it">salvatore.scaglione@enea.it</a>
7	M. LAMBERTI	ENEA	<a href="mailto:marco.lamberti@enea.it">marco.lamberti@enea.it</a>
8	V. SERMENGHI	ENEA	<a href="mailto:valerio.sermenghi@enea.it">valerio.sermenghi@enea.it</a>
9	D. SANTOLI	ENEA	<a href="mailto:demis.santoli@enea.it">demis.santoli@enea.it</a>
10	D. MARTELLI	ENEA	<a href="mailto:daniele.martelli@enea.it">daniele.martelli@enea.it</a>

ARCHIVIO

ENEA FSN-ING