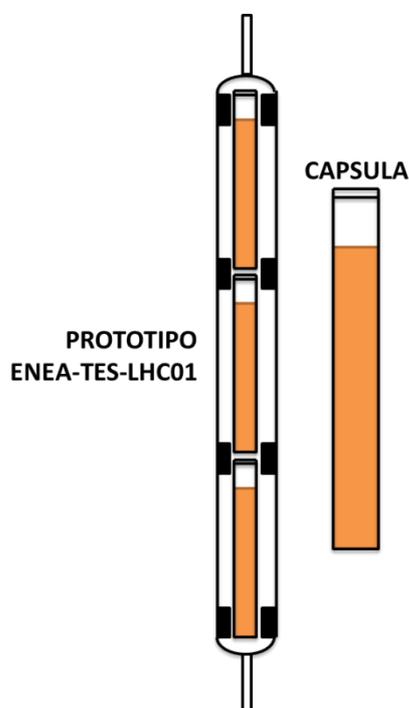


Allegato Tecnico

Specifiche Tecniche per l'acquisto un modulo di accumulo termico a calore latente utilizzante un NEPCM incapsulato ENEA-TES-LHC01

Il prototipo è costituito da:

- Una serie di **capsule cilindriche** contenenti un NEPCM
- Un **contenitore esterno metallico** cilindrico
- Un **cestello distanziatore** per mantenere centrate ed allineate le capsule nel contenitore
- Una opportuna **coibentazione esterna**, comprensiva di lamierino di protezione, per limitare le perdite termiche
- Supporti e strumentazione per **acquisizione** di temperature, come di seguito esposto.



Rappresentazione schematica del prototipo LHTES con NEPCM (ENEA-TES-LHC01)

Il prototipo dovrà operare in un intervallo di temperatura di riferimento compreso tra i 200 ed i 300 °C e possedere una capacità termica nominale di circa 850Wh. Il **mezzo di accumulo termico** da utilizzare sarà un NEPCM costituito dal “sale solare” (NaNO₃-KNO₃ 60:40wt%) nel quale sono state disperse l’1% in peso di nanoparticelle di SiO₂/Al₂O₃.

Capsule cilindriche

Il NEPCM sarà contenuto all’interno di **capsule metalliche** di forma cilindrica costituite da un acciaio austenitico del tipo AISI 304. Una capsula cilindrica avrà un diametro esterno di 60mm, una altezza interna utile di 500mm ed uno spessore delle pareti di 1mm. Il fondo è saldato sul corpo cilindrico mentre, superiormente sarà presente un tappo di chiusura. Il tappo superiore potrà essere rimosso per consentire l’inserimento del sale. Una volta inserito il sale, detto tappo sarà saldato a cura dell’ENEA, a valle della fornitura, al corpo cilindrico, per impedire l’ingresso del fluido termovettore che si troverà all’esterno della capsula.

Il NEPCM, che sarà successivamente introdotto da ENEA nella capsula, sarà pari a 2.3 kg e, una volta solidificato, il suo livello dovrà trovarsi almeno 110mm al di sotto della superficie interna del tappo, per poter compensare la sua variazione di volume durante il cambio di fase. La capsula, ad alta temperatura e dopo il cambio di fase del NEPCM, dovrebbe avere un livello massimo di pressione relativa di circa 0,8 MPa (8 bar). La capacità termica nominale di una capsula sarà di circa 200 Wh.

Contenitore cilindrico

Il numero di capsule presenti nel dispositivo è 3. Queste dovranno essere impilate a costituire una unica fila a sviluppo verticale.

Le capsule saranno bagnate esternamente da un **fluido termovettore** (HTF) che cederà/assorbirà calore alle/dalle stesse. L’HTF sarà un olio diatermico. La sua pressione relativa all’interno del contenitore è valutabile in circa 1 bar.

Le capsule e l’HTF si troveranno all’interno di un **contenitore metallico** anch’esso di forma cilindrica il cui corpo avrà una altezza di circa 1.5m, pari alla altezza delle 3 capsule impilate. Il corpo cilindrico del contenitore dovrà avere un diametro interno di minimo 87 mm ed uno spessore di minimo 2 mm. Il contenitore potrà essere realizzato sempre in acciaio austenitico o equivalente. Il contenitore presenterà agli estremi del corpo cilindrico due cupole di forma bombata che fungono da camera di distribuzione o raccolta del HTF in ingresso o uscita. Ciascuna cupola, anch’essa di spessore di circa 2 mm, avrà nella sua parte superiore un foro cui è saldata esternamente una porzione di tubo di diametro esterno 16mm e lunghezza di almeno 100mm. La cupola inferiore sarà direttamente saldata al corpo cilindrico del contenitore mentre la cupola superiore sarà flangiata a tenuta con il corpo cilindrico del contenitore. Tale flangia dovrà anche sostenere esternamente il dispositivo tramite appoggio o sospensione.

Cestello distanziatore

La fila di capsule dovrà rimanere allineata all’asse del contenitore attraverso l’uso di opportuni **distanziatori**, che tengano anche in conto la dilatazione termica dei componenti. In particolare, si ipotizza la realizzazione di un cestello in cui alloggiare le 3 capsule che sia dotato di alcuni distanziatori. Il cestello, una volta riempito sarà calato all’interno del contenitore cilindrico rimanendo allineato.

Coibentazione

Il contenitore cilindrico sarà isolato termicamente tramite un opportuno coibente esterno. Le superfici laterali e quelle superiore ed inferiore potranno essere coibentate tramite l’uso di materassini di lana di

roccia il cui spessore dovrà garantire una resistenza termica di almeno (**2 m².°C)/W**). La coibentazione, con finitura in lamierino di alluminio, dovrà essere realizzata per installazioni al coperto.

A titolo di esempio, si riporta il calcolo dello spessore di coibente necessario a coibentare il contenitore cilindrico, ipotizzato di diametro esterno $d_i=100\text{mm}$, nel caso di utilizzo di un materiale con conducibilità termica pari a $0.04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$:

$$s = \frac{d_i}{2} (e^{R_{co} 2k/d_i} - 1) = \frac{100}{2} (e^{2 \cdot 2 \cdot 0.04/0.1} - 1) = 197 \text{ mm}$$

Acquisizione

Ai fini della ricerca da effettuare sarà necessario ottenere una serie di misure di temperatura:

- Temperature di ingresso ed uscita del fluido termovettore

Il prototipo dovrà essere dotato di due termo-resistenze PT100 di classe A e due termocoppie tipo K montate in appositi pozzetti. Questi pozzetti saranno collegati, sia superiormente che inferiormente, con il tubo della calotta e quello del piping tramite opportuni collegamenti a pressione (es.: tipo α -lock).

- Temperature esterne al contenitore

Esternamente al contenitore saranno predisposti tre (3) punti di misura della temperatura posti in prossimità della sezione iniziale, di mezzeria e finale del corpo cilindrico. A tal fine si utilizzeranno delle termocoppie di tipo K.

- Temperature esterne a ciascuna capsula

Per ciascuna capsula dovranno essere rilevate due temperature, in posizione da definire, utilizzando delle termocoppie di tipo K. I cavi delle 6 termocoppie dovranno poi uscire dal contenitore attraverso un foro, collocato sulla calotta superiore o sul corpo cilindrico, in grado di mantenere la dovuta tenuta idraulica.

Fornitura

- n. 3 capsule;
- Cestello porta capsule;
- Contenitore esterno;
- Coibentazione smontabile;
- Elementi di raccordo;
- n. 2 sezioni di misura con 2 termo-resistenze (fornite da ENEA) e 2 termocoppie (fornite da ENEA)
- n. 9 termocoppie (fornite da ENEA) installate sulle capsule e sul contenitore
- elaborazione dei documenti per la costruzione, dei disegni esecutivi e loro consegna ad ENEA TERIN-STSN-SCIS;
- piano di controllo qualità: certificati dei materiali, dei singoli elementi, delle procedure eseguite, test intermedi, controlli non distruttivi e collaudi necessari a garantire la conformità dell'esecuzione meccanica della fornitura, laddove previsti;
- disegno del layout "as built" della fornitura.

Il costo della fornitura dovrà essere dettagliato, in particolare per capsule, contenitore e coibentazione.