

## AVVISO DI MANIFESTAZIONE DI INTERESSE

Il Politecnico di Milano, nei prossimi mesi, intende bandire procedura negoziata ai sensi dell'art.36 c.2.b d.lgs.50/2016 a cui saranno invitati almeno 5 operatori economici, se esistenti, per la fornitura di un'apparecchiatura per misure di diffusività termica con tecnica Laser Flash nell'ambito del progetto LIS4.0 "Dipartimenti di Eccellenza" (CUP D56C18000400006) per il Dipartimento di Meccanica, come meglio descritto al paragrafo 2.

### 1. AMMINISTRAZIONE AGGIUDICATRICE

Politecnico di Milano – Dipartimento di Meccanica - via La Masa 1, 20156 Milano

### 2. OGGETTO DELLA PROCEDURA

Fornitura di un'apparecchiatura per misure di diffusività termica con tecnica Laser Flash, nell'ambito del progetto LIS4.0 - *Lightweight and Smart Structures for Industry 4.0* sviluppato nel quadro del programma "Dipartimenti di Eccellenza Legge 11 dicembre 2016, n. 232" del Dipartimento di Meccanica (CUP D56C18000400006).

Le proprietà termiche dei materiali alle diverse temperature previste per il loro impiego o per la produzione di componenti con essi realizzati stanno assumendo importanza sempre maggiore in diversi settori, in particolare laddove sono coinvolti scambi termici e/o i componenti operano in presenza di cicli termici. Le proprietà termiche tipicamente considerate sono: diffusività termica, conduttività termica e calore specifico. Tali proprietà sono correlate; note due di esse e la densità del materiale, è possibile ricavare la terza. Esse inoltre possono variare con la temperatura alla quale si trova il materiale.

Il calore specifico dei materiali si determina generalmente mediante prove calorimetriche. Le tecniche proposte per la determinazione della conduttività termica dei materiali sono differenti in relazione alle proprietà termiche stesse dei materiali (ad esempio ad elevata o bassa conduttività termica) ed alle temperature di interesse per le analisi.

Per materiali caratterizzati da bassa conduttività termica (orientativamente  $1 \cdot 10^{-3} - 10$  W/m\*K la conduttività termica viene tipicamente misurata mediante la tecnica e l'apparecchiatura note come 'heat flow meter'. Nel materiale viene realizzata una situazione stazionaria di flusso termico, e in queste situazioni si misura la temperatura in punti specifici lungo lo spessore del campione in modo tale da ricavare il gradiente termico e, da questo, la conduttività termica. La tecnica viene generalmente applicata a temperature che non differiscono più di un centinaio di gradi da quella ambiente su campioni di dimensioni rilevanti (campioni di qualche cm di spessore, con sezione di decine/migliaia di cm<sup>2</sup>).

Per campioni caratterizzati da maggiore conduttività termica (tipicamente metalli) sono frequentemente utilizzate tecniche in cui non si ha contatto tra la sorgente termica ed il campione, che viene riscaldato per effetto foto-termico, da una radiazione incidente, in gran parte dei casi con un impulso, di breve durata (tecniche flash).

In queste tecniche di determinazione delle caratteristiche termiche dei materiali, che misurano direttamente la diffusività termica del materiale basandosi sulla valutazione della risposta termica misurata su un lato di un campione ad un evento termico (un flash, impulso di energia termica ottenuto mediante diverse possibili sorgenti) imposto sull'altro lato dello stesso campione, mantenuto in vuoto in forno alla temperatura di prova. La conduttività termica dei materiali è derivata indirettamente, noti il calore specifico e la densità del materiale.

Le tecniche flash sono applicabili ad un intervallo di conduttività termica molto ampia, orientativamente compresa tra  $1 \cdot 10^{-2}$  W/mK fino ad oltre  $10^3$  W/mk (gli strumenti misurano direttamente la diffusività termica). La tecnica consente inoltre di operare teoricamente a temperature molto differenti (da criogeniche, inferiori a  $-100^\circ\text{C}$ , fin oltre i  $2500^\circ\text{C}$ ). Il campo effettivo di misure è tuttavia legato alla specifica attrezzatura utilizzata per la generazione del segnale termico e per il mantenimento della temperatura sul campione. La tecnica è potenzialmente applicabile, con opportuni accorgimenti ed attrezzature, anche nel caso di materiali che, oltre certe temperature, si presentano allo stato liquido.

Per quanto riguarda lo sviluppo del progetto 'Lightweighth and Smart Structures' l'attenzione sarà rivolta principalmente verso materiali metallici, tipicamente buoni conduttori termici, e caratterizzati da temperature di impiego o processing che possono raggiungere anche i  $1600^\circ\text{C}$  e che raramente sono inferiori a quelle ambiente. La sorgente utilizzabile in questi campi è un laser, e la tecnica/attrezzatura viene definita come Laser Flash. Per molti dei materiali di cui si può ipotizzare l'impiego nel corso del progetto non si prevedono alterazioni microstrutturali a temperature inferiori a quella ambiente tali da modificare sensibilmente le proprietà termiche rispetto a quelle a  $20^\circ\text{C}$ . Non si rende quindi necessario un sistema di raffreddamento.

Al contrario, le temperature massime influenzano nettamente le caratteristiche richieste alla strumentazione. Le tecniche più idonee includono un impulso laser. Le prove devono inoltre essere condotte in vuoto, evitando fenomeni di ossidazione che potrebbero modificare la risposta termica del materiale. La possibilità di controllare la velocità di riscaldamento o raffreddamento dei materiali, alla quale sono legate trasformazioni interne al materiale che influenzano le caratteristiche termiche, è un altro aspetto importante delle prove.

Le caratteristiche del laser utilizzato, delle sue modalità di raffreddamento, del forno in cui si realizzano le prove, del sistema di rilevazione del segnale e di mantenimento del vuoto, il software di elaborazione del segnale termico ottenuto in risposta all'impulso determinano l'accuratezza delle misure. Infine, la possibilità di realizzare durante uno stesso ciclo termico prove in parallelo su più campioni consente di ridurre i tempi necessari alla sperimentazione, consentendo al contempo confronti sulle prestazioni di differenti campioni/materiali.

L'acquisto di un'attrezzatura Laser Flash consentirà quindi di

- misurare la diffusività termica (da cui derivare la conduttività termica) di materiali metallici ma anche polimerici e di molti materiali ceramici.

- misurare la diffusività termica in un intervallo di temperature molto ampie (20-1600°C), con temperature superiori a quella ambiente.
- ridurre i tempi di analisi mediante sistemi multi-campione.

Di seguito si riportano le **caratteristiche tecniche minime inderogabili**:

Apparecchiatura Laser Flash per misura di diffusività termica (e indirettamente di conduttività termica) in grado di condurre prove in accordo con standard ASTM E1461.

#### CARATTERISTICHE MINIME INDEROGABILI APPARECCHIATURA

- Campo di diffusività termica misurabile:  $1 \cdot 10^{-3} - 10 \text{ cm}^2/\text{s}$ .
- Intervallo temperatura per le misure: 20- 1600°C
- Ripetibilità misure di diffusività termica:  $\pm 3\%$
- Accuratezza misure di diffusività termica:  $\pm 5\%$
- Tipo di laser: NdYAG
- Laser Class 1
- Energia del singolo impulso: > 22J. La durata e l'energia dell'impulso devono poter essere controllate e regolate.
- Sensore a infrarossi (basati su InSb, MCT o materiali con proprietà equivalenti) per la rilevazione senza contatto della temperatura.
  - Velocità di riscaldamento minima: 0.01 °C/min o inferiore nell'intervallo di temperatura 50- 1600°C
  - Velocità di riscaldamento massima garantita: 100 °C/min o maggiore nell'intervallo di temperatura 50-1600°C.
  - Velocità di raffreddamento minima: 0.01 °C/min o inferiore nell'intervallo di temperatura 50-1600°C.
  - Velocità di raffreddamento massima garantita: 40°C/min o maggiore nell'intervallo di temperatura 100-1600°C.
- Vuoto realizzabile in camera:  $10^{-5}$  mbar o maggior grado di vuoto.
- Possibilità di fare prove con mantenimenti isotermi a 6500°C con durate superiori a 12h consecutive senza intervento dell'operatore per le operazioni di raffreddamento della sorgente laser. Per prove di durata superiore alle 12 ore deve essere possibile provvedere al liquido di raffreddamento del detector senza interrompere la prova.
- Presenza di attrezzatura per misura di liquidi (es. leghe di Al allo stato liquido). L'attrezzatura può essere di tipo intercambiabile con quella per misure su campioni solidi, ma l'operazione di sostituzione/calibrazione deve essere semplice.

#### CARATTERISTICHE MINIME GEOMETRIE CAMPIONI DI PROVA

- Campo di temperatura di misura su singolo campione 25-1600°C
- Dimensioni campione minime: 6 mm o meno
- Dimensioni campione massime; circa 25,4 mm (1 pollice)
- N. campioni inseribili in parallelo, per misure durante lo stesso ciclo termico almeno 3.
- Spessore massimo di campioni:

#### CARATTERISTICHE MINIME SOFTWARE E AUSILIARI

- Software di controllo apparecchiatura (controllo forno con rampe/mantenimenti, controllo della durata dell'impulso).
- Impostare durata impulso laser.
- Analisi dati per l'ottenimento della diffusività termica (o conduttività termica, fornendo il calore specifico e la densità in funzione delle temperature di prova) secondo i modelli previsti dallo

standard di riferimento e secondo i più classici modelli di analisi dei risultati (esempi. Cowan, Cape-Lehman), anche per più strati presenti.

- Il software deve esportare i dati di prova per eventuali ulteriori analisi su altri software.
- Il software sarà fornito preinstallato su PC e monitor (>22”).

#### ULTERIORI RICHIESTE LEGATE ALL'APPARECCHIATURA

- L'apparecchiatura, pur predisposta per un grado di vuoto maggiore, dovrà avere come apparecchiatura ausiliaria una pompa in grado di realizzare di vuoto fino a  $10^{-3}$  mbar
- Campioni per la calibrazione del sistema (almeno 3, corrispondenti a diffusività termiche bassa, media e alta nel campo di misura dello strumento).
- Una verifica di funzionamento/training che comprenda almeno la realizzazione di almeno 4 prove, con cicli termici fino alle massime temperature di prova e/o su materiali caratterizzati da diffusività molto differenziate nell'ambito di quelle richieste per lo strumento.
- Nel caso il sistema di rilevazione richieda l'impiego di azoto liquido o di altro mezzo di raffreddamento che garantisca il funzionamento continuativo per 12 ore a 650°C, dovrà essere previsto un sistema per il rabbocco.

### 3. DURATA E IMPORTO

Il valore inizialmente stimato per la fornitura è pari ad € 104.860, al netto dell'IVA di legge.

Il valore inizialmente stimato per la fornitura include:

- i costi di trasporto e installazione nel laboratorio che successivamente sarà indicato (c/o Politecnico di Milano campus BOVISA- via La-Masa-Lambruschini)
- garanzia di 2 anni per tutte le parti non usurabili
- un corso della durata di 2-3 giorni per 2-3 persone che include prove da condurre sull'attrezzatura installata

Non sono previsti oneri per la sicurezza per rischi interferenziali.

### 4. SOGGETTI CHE POSSONO PRESENTARE CANDIDATURA

Sono ammessi a partecipare alla presente manifestazione d'interesse gli Operatori Economici di cui all'art. 45 del D. Lgs 50/2016.

In caso di partecipazione alla gara di raggruppamenti temporanei o consorzi ordinari di operatori economici troverà applicazione quanto previsto dall'art. 48 del D.Lgs. 50/2016.

### 5. REQUISITI GENERALI E DI IDONEITA' PROFESSIONALE

a. Assenza dei motivi di esclusione di cui all'art. 80 del D.Lgs. 50/2016;

b. Requisiti di idoneità professionale di cui all'art. 83, comma 1 lett. a) del d.lgs. 50/2016: Iscrizione nel registro delle imprese della C.C.I.A.A. o nell'apposito registro se cooperativa, dalla quale risulti che l'impresa svolge attività nel settore della presente manifestazione d'interesse.

## 6. CRITERI SELETTIVI DI CAPACITA' TECNICO-PROFESSIONALE

Dimostrazione di aver effettuato negli ultimi tre esercizi (2016-2017-2018), le principali forniture nel settore delle attrezzature per la rilevazione di conduttività e diffusività termica, divise per anno, importo e destinatario.

Per tale requisito occorre compilare il DGUE PARTE IV: Criteri di selezione, lett. C allegato al presente avviso.

## 7. CRITERIO DI AGGIUDICAZIONE

Alla procedura, da aggiudicarsi con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, saranno invitati almeno 5 operatori economici ove esistenti.

## 8. MODALITA' DI PRESENTAZIONE DELLA CANDIDATURA

La documentazione deve essere fornita esclusivamente in formato elettronico e potrà essere inviata tramite Posta Elettronica Certificata all'indirizzo pecmecc@cert.polimi.it

Il messaggio deve avere per oggetto: **“Candidatura per acquisizione di un un’attrezzatura per misure di diffusività termica con tecnica Laser Flash”**.

Si ricorda che il servizio di PEC ha validità legale solo se entrambe le e-mail, quella da cui si invia e quella in cui si riceve il messaggio, sono e-mail di posta certificata. Eventuali messaggi spediti da caselle non certificate o con oggetto diverso da quanto sopra indicato NON saranno presi in considerazione.

**Gli operatori economici interessati devono presentare candidatura allegando obbligatoriamente documentazione illustrativa e il DGUE.**

**La documentazione dovrà pervenire entro le ore 12:00 del giorno 12.10.2018**

**Eventuali documentazioni pervenute oltre tale termine non saranno prese in considerazione.**

## 9. ULTERIORI INFORMAZIONI

La presente indagine di mercato è volta a conoscere l'assetto del mercato, i potenziali concorrenti, gli operatori interessati, le relative caratteristiche soggettive, le soluzioni tecniche disponibili, le condizioni economiche praticate, le clausole contrattuali generalmente accettate, al fine di verificarne la rispondenza alle reali esigenze della stazione appaltante.

Gli operatori economici che presenteranno candidatura potranno essere contattati dal RUP al fine di approfondire le soluzioni tecniche disponibili per la realizzazione dell'attrezzatura in oggetto e le relative condizioni.

**Il presente Avviso non costituisce proposta contrattuale e non vincola in alcun modo l'Ente, che sarà libero di seguire anche altre procedure.**

**L'Ente si riserva di interrompere in qualsiasi momento, per ragioni di sua esclusiva competenza, il procedimento avviato, senza che i soggetti richiedenti possano vantare alcuna pretesa.**

L'Ente, a seguito delle domande pervenute e della relativa documentazione analizzata, si riserva di invitare alla successiva procedura negoziata tutti gli operatori economici, rispondenti nei termini ed in possesso dei requisiti e dei criteri richiesti rispettivamente ai punti 5 e 6 come dichiarati nella candidatura.

**Gli operatori economici interessati sono invitati ad iscriversi alla piattaforma Sintel e a qualificarsi per il Politecnico di Milano.** Informazioni relative alle modalità di iscrizione e qualifica sono reperibili sul sito <http://www.polimi.it/imprese/proponiti-come-fornitore/>, <http://www.arca.regione.lombardia.it> e tramite il call center di ARCA.

Eventuali richieste di chiarimento possono essere indirizzate al Direttore dell'Esecuzione, Prof.ssa Elisabetta Gariboldi, Tel.: +39-02-2399.8224, E-mail: [elisabetta.gariboldi@polimi.it](mailto:elisabetta.gariboldi@polimi.it).

Eventuali richieste di chiarimento di natura amministrativa possono essere indirizzate al Referente amministrativo del Dipartimento di Meccanica, Dott. Luciano Rinaldi, Tel.: +39-02-2399-8244, E-mail: [luciano.rinaldi@polimi.it](mailto:luciano.rinaldi@polimi.it).

R.U.P.

Ing. Alessandro Tosi Giorcelli

*Firmata digitalmente ai sensi della normativa vigente*