

OGGETTO: AVVISO DI CONSULTAZIONE PRELIMINARE DI MERCATO *propedeutica all'indizione di una procedura negoziata senza previa pubblicazione di bando di gara, ai sensi dell'art. 63, comma 2, lettera b), punto 2), per la fornitura e installazione di un Microscopio Elettronico a Trasmissione senza correttori di aberrazione, con sorgente ad emissione di campo (TEM-FEG) di tipo Cold e pezzo polare di tipo Ultra High Resolution (UHR) presso l'Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia "Nicola Giordano" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, nell'ambito del Progetto SAC.AD002.172.042 Sviluppo delle Infrastrutture e Programma Biennale degli Interventi del Consiglio Nazionale delle Ricerche*

Si rende noto che l'Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia "Nicola Giordano" (ITAE) del Consiglio Nazionale delle Ricerche intende avviare una procedura negoziata senza previa pubblicazione di bando di gara, *ai sensi dell'art. 63, comma 2, lettera b), punto 2)*, per la fornitura e l'installazione di un Microscopio Elettronico a Trasmissione senza correttori di aberrazione, con sorgente ad emissione di campo (TEM-FEG) di tipo Cold e pezzo polare di tipo Ultra High Resolution (UHR).

Il presente Avviso persegue le finalità di cui all'art. 66, comma 1, del decreto legislativo n. 50/2016 e s.m.i. (nel seguito, per brevità, "Codice degli appalti") ed è volto – in applicazione delle indicazioni contenute nella determinazione n. 950 del 13 settembre 2017 dell'Autorità azionaria anticorruzione (ANAC) «Linee Guida n° 8 – Ricorso a procedure negoziate senza previa pubblicazione di un bando nel caso di forniture e servizi ritenuti infungibili» (Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n° 248 del 23 ottobre 2017) – a confermare l'esistenza dei presupposti che consentono, ai sensi dell'art. 63 del Codice degli appalti, il ricorso alla procedura negoziata in oggetto, ovvero ad individuare l'esistenza di soluzioni alternative per la fornitura e l'installazione di un Microscopio Elettronico a Trasmissione senza correttori di aberrazione, con sorgente ad emissione di campo (TEM-FEG) di tipo Cold e pezzo polare di tipo Ultra High Resolution (UHR) e dettagliate nella scheda tecnica allegata al presente avviso.

Gli operatori economici che ritengono di poter fornire e installare un Microscopio Elettronico a Trasmissione senza correttori di aberrazione, con sorgente ad emissione di campo (TEM-FEG) di tipo Cold e pezzo polare di tipo Ultra High Resolution (UHR) rispondente al fabbisogno ed ai requisiti manifestati ovvero di suggerire e dimostrare la praticabilità di soluzioni alternative ovvero migliorative, dovranno far pervenire la propria proposta tecnica, in relazione alla scheda tecnica in allegato, entro e non oltre le ore **18:00** del giorno **30/05/2022** all'indirizzo PEC protocollo.itae@pec.cnr.it, riportando in oggetto la seguente dicitura: «Sviluppo delle Infrastrutture e Programma Biennale degli Interventi del CNR - Consultazione preliminare di mercato propedeutica all'indizione di una procedura negoziata senza previa pubblicazione di bando di gara per la fornitura e l'installazione di un Microscopio Elettronico a Trasmissione senza correttori di aberrazione, con sorgente ad emissione di campo (TEM-FEG) di tipo Cold e pezzo polare di tipo Ultra High Resolution (UHR) da fornire e installare presso l'Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia "Nicola Giordano"».

Per i soli operatori economici non residenti in Italia l'invio della documentazione dovrà avvenire all'indirizzo di posta elettronica ordinaria protocollo@itae.cnr.it, comunque inderogabilmente entro i termini di scadenza indicati al precedente paragrafo.

L'onere della prova dell'avvenuta ricezione nei tempi previsti è in capo all'operatore economico.

La partecipazione a detta consultazione non determina aspettative, né diritto alcuno e non rappresenta invito a proporre offerta, né impegna a nessun titolo l'Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia "Nicola Giordano" del Consiglio Nazionale delle Ricerche nei confronti degli operatori interessati, restando altresì fermo che l'acquisizione oggetto della presente consultazione è subordinata all'apposita procedura che sarà espletata dall'Istituto medesimo ai sensi del Codice degli Appalti.

Le richieste di eventuali ulteriori informazioni da parte degli operatori interessati, nel rispetto dei principi di trasparenza e par condicio, potranno essere inviate al Responsabile Unico Procedimento, Dott. Antonino Salvatore Aricò, ai seguenti recapiti:

PEC: protocollo.itae@pec.cnr.it

E-mail: antoninosalvatore.arico@cnr.it

Il Responsabile Unico del Procedimento

SCHEDA TECNICA **Requisiti della fornitura**

1. Fabbisogno

L'obiettivo del **Progetto SAC.AD002.172.042 Sviluppo delle Infrastrutture e Programma Biennale degli Interventi del Consiglio Nazionale delle Ricerche** è quello di rafforzare le infrastrutture del CNR con la messa in opera di laboratori altamente specializzati e la loro integrazione nell'infrastruttura nazionale ed europea.

Per le attività che si svolgono nell'ambito della progettualità corrente dell'ITAE (progetti europei ANIONE, PROMETH2, ECO2FUEL etc.) e in genere per gran parte delle attività di ricerca sviluppate dai ricercatori dell'ITAE è necessario ottenere immagini a risoluzione atomica di elevata qualità per leghe metalliche di metalli di transizione Ni,Cu,Pt,Co, ossidi etc. utilizzati nella tecnologie ad idrogeno, nelle tecnologie inerenti la catalisi, l'accumulo elettrochimico etc. . Conseguentemente, risulta necessaria l'acquisizione di un microscopio TEM ad altissima risoluzione, tra quelle più elevate disponibili sul mercato, compatibilmente con la disponibilità di fondi stabilita dal progetto **SAC.AD002.172.042**, che consenta di analizzare la struttura fine dei materiali utilizzati nei suddetti progetti ed un utilizzo ampio della strumentazione ai ricercatori ITAE coinvolti nei progetti di ricerca in cui sono studiati materiali avanzati.

2. Requisiti tecnici

Stante il su indicato fabbisogno, i ricercatori dell'ITAE hanno preliminarmente svolto una indagine informale di mercato, sia a livello internazionale che europeo, utilizzando i principali motori di ricerca, le riviste specializzate e la documentazione disponibile on-line, in relazione alle necessità relative agli studi di caratterizzazione chimico-fisica, morfologico-strutturale di materiali previsti nell'ambito delle attività progettuali dell'ITAE. Ciò ha permesso di individuare le seguenti aziende in grado di fornire microscopi elettronici in trasmissione potenzialmente utili per le attività di ricerca dell'ITAE: **JEM-F200 della JEOL S.p.A. e Talos-F200i della Thermo Fisher Scientific - FEI Italia S.r.l.**

Alle ditte fornitrici degli strumenti in oggetto sono state richieste offerte, brochure e sono stati forniti campioni ITAE per una analisi comparativa. La Commissione tecnico-scientifica nominata con provvedimento prot. n. U000942 del 19/04/2022 dal direttore ITAE, nella relazione di valutazione prot. n. U0001025 del 27/04/2022, sulla base dei requisiti minimi dello strumento indicati nel provvedimento di nomina e delle necessità delle attività di ricerca dell'ITAE, dopo aver effettuato un'analisi comparativa delle caratteristiche dei due strumenti, dei risultati dei test effettuati sui campioni al fine di definire le principali peculiarità, ha indicato i requisiti tecnici per la strumentazione richiesta come di seguito descritto:

2.1 Microscopio Elettronico a Trasmissione senza correttori di aberrazione ad elevata risoluzione con sorgente ad emissione di campo (TEM-FEG) di tipo Cold e pezzo polare di tipo Ultra High Resolution (UHR) per ottenere immagini a risoluzione atomica di elevata qualità per materiali nanostrutturati, quali leghe metalliche di metalli di transizione Ni,Cu,Pt,Co, ossidi etc., utilizzati nella progettualità corrente dell'ITAE (progetti ANIONE, PROMETH2, ECO2FUEL etc.) e in genere sviluppati dai ricercatori dell'ITAE. Le caratteristiche richieste per il microscopio riguardano una sorgente ad emissione di campo di

tipo Cold in grado di garantire un' *energy spread* $\leq 0,3$ eV (200kV, Zero-Loss FWHM) e l'ottenimento di elevate correnti di fascio (2,5 nA) in condizioni di sonda molto piccola (0,7 nm). Queste caratteristiche sono necessarie a garantire il grado di qualità e risoluzione atomica per la caratterizzazione dei materiali solidi e il raggiungimento di elevate risoluzioni spaziali in condizioni di imaging (TEM e STEM), analitiche di estremo interesse per l'Istituto;

- 2.2 Pezzo polare Ultra High Resolution**, in grado, senza correttori di aberrazione, di raggiungere una risoluzione puntuale in modalità TEM $\leq 0,19$ nm a 200 kV. Ciò risulta necessario per poter ottenere le maggiori informazioni possibili a risoluzione atomica durante l'analisi dei campioni di interesse per le attività di ricerca dell'Istituto ITAE;
- 2.3 Caricamento del campione:** essendo la microscopia elettronica a trasmissione una tecnica molto utilizzata in diversi progetti scientifici, si preannuncia un ampio utilizzo della macchina da parte di diverso personale ITAE preventivamente istruito. Per tale ragione, onde evitare danneggiamenti, e quindi conseguenti costi aggiuntivi, risulta indispensabile che lo strumento sia dotato di un sistema automatico di controllo per l'inserimento del porta-campioni. E' pertanto preferibile che lo strumento sia equipaggiato con sistema di caricamento automatico del porta-campione composto da una camera di pre-evacuazione e da un sistema motorizzato per prevenire la possibilità di eventuali danneggiamenti da parte dell'operatore e, nel caso venissero utilizzati porta-campioni cryo, in grado di prevenire oscillazioni della carica di azoto liquido contenuta nel dewar del porta-campione e le conseguenti variazioni di temperatura al campione;
- 2.4 Raccolta di elettroni secondari e retro diffusi** avente risoluzione fino a 1 nm, per consentire la realizzazione di immagini topografiche e composizionali essenziali per la comprensione della distribuzione di nanoparticelle all'interno di matrici; questa applicazione è di notevole interesse per lo studio dei campioni nell'ambito dei progetti ANIONE, PROMETH2, ECO2FUEL e in generale sviluppati dai ricercatori dell'ITAE;
- 2.5 Schermo fluorescente e binoculare** per poter rendere l'ottimizzazione delle condizioni di illuminazione per le varie tipologie di analisi semplice e molto rapida e soprattutto per poter gestire campioni particolarmente sensibili (come matrici polimeriche) grazie alla maggiore sensibilità dello schermo a fluorescenza rispetto alle camere digitali;
- 2.6 Microanalisi EDS (Energy Dispersive Spectroscopy)** che non sia un sistema di terza parte adattato, ma che permetta una perfetta e totale integrazione della parte analitica con la colonna elettro-ottica. Il sistema EDS deve avere una area attiva almeno da 100 mm² e non richiedere in nessuna parte raffreddamento mediante azoto liquido. Ciò per permettere l'ottenimento di mappature ed analisi chimiche in tempi brevi e di elevatissima qualità avendo una percentuale di picchi spuri inferiore all'1% ed un rapporto *peak/background* di 3.800 o superiore;
- 2.7 Rivelatore STEM in grado di fornire analisi DF e HAADF** con una risoluzione STEM a 200 kV pari a 0,14 nm o migliore;
- 2.8 Ulteriori caratteristiche tecniche per un funzionamento ottimale** e lo studio completo sullo stesso campione a basso, ad alto ingrandimento e a risoluzione atomica:
- Allineamenti per le varie modalità di illuminazione con richiamo automatico per almeno due tensioni di accelerazione (es. 80 e 100 kV);
 - Ingrandimenti in modalità TEM compresi tra 20x e 2.000.000x;
 - Ingrandimento in modalità STEM compresi tra 100x e 150.000.000x;
 - Sistema anticontaminante nella zona del campione ad azoto liquido e a lunga durata;

- Stage completamente motorizzato ad elevata precisione per permettere l'osservazione in ultra-alta risoluzione dei campioni e con escursioni non inferiori a $\pm 1,0$ mm in x,y e $\pm 0,1$ mm in z;
- Portacampioni a singolo *tilt* e a doppio *tilt* con inserti in berillio per l'analisi in diffrazione ed EDS. Tutti i portacampioni devono essere dotati di doppio O-ring e rinforzati per garantire la massima stabilità durante le analisi in ultra-alta risoluzione;
- Beam stopper per l'analisi in diffrazione;
- CMOS camera che permette l'ottimizzazione del fascio elettronico direttamente su LCD in ambienti luminosi;
- Sistema di pompaggio, pulito, automatico e a basso costo di manutenzione costituito da pompa rotativa per il prevuoto, pompa diffusiva per il vuoto in colonna e pompe ioniche per la sorgente;
- Telecamera di acquisizione delle immagini con tecnologia CMOS da almeno 19 Mpixels e velocità di acquisizione non inferiore a 30 *frame* per secondo alla massima risoluzione, montata in asse al fascio elettronico e completa di software di gestione. La telecamera deve inoltre avere un campo di visione ampio, non inferiore a 50 x 40 mm²;
- PC basato su sistema operativo windows 10 nella migliore configurazione possibile e monitors LCD da almeno 24";
- Pannelli di controllo delle funzionalità del TEM e delle aperture motorizzate;
- Dispositivi ausiliari necessari al corretto funzionamento dello strumento quali centralina di raffreddamento ad acqua a circuito chiuso, compressore, gruppo di continuità (UPS) in grado di mantenere il TEM in una condizione di sicurezza in caso di brevi interruzioni di corrente elettrica (almeno 10 minuti a pieno carico);

3. Strumenti individuati e costi attesi

In relazione a quanto indicato nella relazione di valutazione predisposto dalla Commissione tecnico-scientifica nominata con provvedimento prot. n. U000942 del 19/04/2022, dall'analisi degli strumenti attualmente presenti sul mercato sono emerse le seguenti comparazioni tecnico-operative:

a) Microscopio Elettronico a Trasmissione JEM-F200

Il Microscopio Elettronico a Trasmissione JEM-F200 è equipaggiato con sorgente ad emissione di campo (TEM-FEG) di tipo Cold ad elevata risoluzione e pezzo polare di tipo Ultra High Resolution (UHR). Le caratteristiche del microscopio soddisfano le condizioni minime di sorgente ad emissione di campo di tipo Cold in grado di garantire una *energy spread* $\leq 0,3$ eV (200kV, Zero-Loss FWHM) e l'ottenimento di correnti di fascio (2,5 nA) con sonda 0,7 nm. Le caratteristiche riportate garantiscono il raggiungimento di elevate risoluzioni di estremo interesse per l'Istituto. Il vantaggio del filamento di tipo Cold è anche economico in quanto garantisce una maggiore durata rispetto al filamento caldo. Il Microscopio Elettronico a Trasmissione JEM-F200 è dotato di pezzo polare Ultra High Resolution, in grado, senza correttori di aberrazione, di raggiungere una risoluzione puntuale in modalità TEM $\leq 0,19$ nm a 200 kV. Per il caricamento del campione lo strumento JEM-F200 offre un sistema automatico che, non richiedendo l'intervento dell'operatore, consente un utilizzo della macchina semplice ed evita danneggiamenti del portacampione. Lo strumento JEM-F200 è equipaggiato con sistema di raccolta di elettroni secondari e retro diffusi. Il TEM JEM-F200 è caratterizzato da risoluzione fino a 1 nm consentendo la realizzazione di immagini topografiche e composizionali ottimali per le esigenze di ricerca

dell'ITAE. Lo strumento JEM-F200 è dotato di uno schermo fluorescente e binoculare per poter ottimizzare le condizioni di illuminazione per le varie tipologie di analisi. Lo strumento JEM-F200 è dotato di microanalisi EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) con area attiva appropriata. In particolare, il sistema JEM-F200 è dotato di un sistema nativo di microanalisi EDS con area attiva almeno da 100 mm² e totale integrazione della parte analitica con la colonna elettro-ottica. Inoltre, lo strumento JEM-F200 non richiede raffreddamento mediante azoto liquido con conseguente vantaggio dal punto di vista operativo e economico. Lo strumento JEM-F200 è dotato di rivelatore STEM in grado di fornire analisi DF e HAADF. La risoluzione STEM a 200kV fornita dal JEM-F200 è pari a 0,14 nm. Lo strumento JEM-F200 soddisfa in generale tutti i requisiti di cui al punto 8. Il JEM-F200 è dotato di uno schermo fluorescente e binoculare per poter ottimizzare le condizioni di illuminazione per le varie tipologie di analisi. Il JEM-F200 è dotato di microanalisi EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) ed con area attiva ottimale. Il JEM-F200 è equipaggiato con allineamenti per le varie modalità di illuminazione con richiamo automatico per almeno due tensioni di accelerazione (es. 80 e 100 kV) ed ingrandimenti in modalità TEM e STEM appropriati. Il JEM-F200 è dotato di sistema anticontaminante nella zona del campione ad azoto liquido con stage ad elevata precisione. Il JEM-F200 è fornito di portacampioni a singolo tilt e a doppio tilt per l'analisi in diffrazione ed EDS. JEM-F200 ha una telecamera di acquisizione delle immagini ad alta risoluzione ed è dotato di funzioni di controllo delle funzionalità del TEM e delle aperture. Il JEM-F200 è fornito di dispositivi ausiliari necessari al corretto funzionamento dello strumento quali centralina di raffreddamento ad acqua a circuito chiuso, compressore, gruppo di continuità (UPS) in grado di mantenere il TEM in una condizione di sicurezza in caso di brevi interruzioni di corrente elettrica.

Queste evidenze rendono il microscopio JEM-F200 fornito dalla JEOL S.p.A. pienamente rispondente ai requisiti tecnici richiesti.

b) Microscopio Thermo-Fisher Scientific Talos F200i S/TEM

Il Microscopio Elettronico Thermo Scientific Talos F200i S/TEM ha una sorgente ad emissione di campo (TEM-FEG) di tipo caldo. La risoluzione puntuale del Microscopio Elettronico Thermo Scientific Talos F200i S/TEM in modalità TEM non è esplicitamente indicata nella documentazione fornita per il Talos F200i S/TEM ovvero non è stato possibile determinare questo parametro importante nei documenti a disposizione della Commissione. Non è indicato un sistema automatico di caricamento del campione per lo strumento Talos F200i. La risoluzione STEM migliore a 200kV fornita dallo strumento Thermo Scientific Talos F200i S/TEM, è di 0,16 nm.

Lo strumento Talos F200i S/TEM è dotato di uno schermo fluorescente e binoculare per poter ottimizzare le condizioni di illuminazione per le varie tipologie di analisi. Il Talos F200i S/TEM è dotato di microanalisi EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) ed con area attiva ottimale.

Il Talos F200i S/TEM è equipaggiato con allineamenti per le varie modalità di illuminazione con richiamo automatico per almeno due tensioni di accelerazione (es. 80 e 100 kV); gli ingrandimenti in modalità TEM e STEM sono appropriati. Il Talos F200i S/TEM è dotato di sistema anticontaminante nella zona del campione ad azoto liquido con stage ad elevata precisione. Il Talos F200i S/TEM è fornito di portacampioni a singolo tilt e a doppio tilt per l'analisi in diffrazione ed EDS. Il Talos F200i S/TEM telecamera di acquisizione delle immagini ad alta risoluzione e di funzioni di controllo delle funzionalità del TEM e delle aperture. Il Talos F200i S/TEM è fornito di dispositivi ausiliari necessari al corretto funzionamento dello strumento quali centralina di

raffreddamento ad acqua a circuito chiuso, compressore, gruppo di continuità (UPS) in grado di mantenere il TEM in una condizione di sicurezza in caso di brevi interruzioni di corrente elettrica. Sulla base delle caratteristiche dichiarate dal produttore, il Microscopio Elettronico Thermo-Fisher Scientific Talos F200i S/TEM, pur presentando caratteristiche di buona qualità, non soddisfa pienamente tutti i requisiti tecnici richiesti.

4. Conclusioni

Dall'esame comparativo delle caratteristiche dei due microscopi risulta che, allo stato attuale, il Microscopio Elettronico Thermo Scientific Talos F200i S/TEM non soddisfa il criterio della sorgente ad emissione di campo ad elevata risoluzione (TEM-FEG) di tipo Cold, ma ha un filamento caldo. In base all'analisi svolta la risoluzione puntuale in modalità TEM $\leq 0,19$ nm a 200 kV non è esplicitamente garantita nella documentazione fornita per il Talos F200i S/TEM ovvero non è stato possibile determinare questo parametro importante nei documenti a disposizione della Commissione. Non è indicato un sistema automatico di caricamento del campione per lo strumento Talos F200i. La risoluzione STEM a 200kV fornita dal JEM-F200 è pari a 0,14 nm e risulta pertanto migliore rispetto al valore dichiarato da Thermo Scientific per lo strumento Talos F200i S/TEM, che risulta di 0,16 nm. Mentre su altri requisiti, lo strumento Talos F200i S/TEM presenta caratteristiche comparabili al microscopio JEM-F200.

Tanto premesso, il Microscopio Elettronico a Trasmissione JEM-F200 avrebbe, quindi, le caratteristiche di infungibilità tecnica in quanto unico strumento dotato di sorgente ad emissione di campo di tipo "cold" in grado di garantire risoluzione puntuale TEM $\leq 0,19$ nm a 200 kV e risoluzione STEM a 200kV $\leq 0,14$ nm, in assenza di correttori di aberrazione.

Il costo stimato per l'acquisto del Microscopio Elettronico a Trasmissione JEM-F200 in base alla quotazione fornita dall'operatore economico JEOL (ITALIA) S.p.A., al netto dell'IVA, è di € 983.607,00 (Euro novecentoottantatremilaseicentosette/00), incluso trasporto ed installazione.

Il Responsabile Unico del Procedimento