

# CAPITOLATO TECNICO

**Procedura aperta per la fornitura e posa in opera di un microscopio a doppio fascio Ionico Focalizzato – Scansione Elettronico (FIB-SEM)**

## INTRODUZIONE

La gara ha per oggetto la fornitura, l'installazione, la messa in funzione, il training e l'assistenza post-installazione di **un Microscopio a doppio fascio: Ionico focalizzato (FIB) ed elettronico a Scansione (SEM)**.

La strumentazione oggetto della gara dovrà rispondere ai requisiti di funzionalità e versatilità richiesti nel presente documento, in attuazione degli obiettivi realizzativi specifici del progetto PNRR "Infrastructure for Energy Transition and Circular Economy @ EuroNanoLab" (iENTRANCE@ENL) del Dipartimento di Ingegneria presso l'università degli Studi Roma Tre. In particolare, viene richiesta la capacità di poter sviluppare protocolli avanzati di lavorazione mediante fascio ionico e procedure di caratterizzazione multi-detector per lo studio del comportamento meccanico alla scala sub micrometrica. A titolo di esempio, su micro-dispositivi prototipali, anche realizzati in additive manufacturing, al fine di investigare le modalità di deformazione e cedimento.

La strumentazione sarà collocata presso il Dipartimento di Ingegneria, nel Laboratorio Interdipartimentale di Microscopia Elettronica (LIME) sito in Via Vasca Navale, 79 - 00146 Roma.

La strumentazione offerta dovrà essere consegnata entro e non oltre il 30 Giugno 2023 e l'installazione dovrà essere completata entro la data accordata tra le parti e comunque non superiore ai 4 mesi dalla data di consegna. Dovrà essere nuova di fabbrica e di recente produzione in ogni sua parte e/o componente; non potranno essere offerti strumenti usati, anche in condizioni "refurbished" o ex demo.

**Per la disciplina normativa dell'appalto si rinvia allo schema di contratto.**

## A CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA FORNITURA

L'Offerente dovrà formulare la propria offerta tecnica, prevedendo la configurazione minima delle varie componenti strumentali che compongono il sistema **FIB-SEM** di seguito dettagliate.

### A.1 Sottosistema ionico

Il sottosistema ionico è formato da sorgente e colonna. Questo sottosistema deve rispettare le seguenti caratteristiche minime, nel seguito dettagliate:

- Una Sorgente LMIS a ioni di Gallio (Ga+) con una vita media non inferiore alle 1.000 ore, *probe current* massima uguale o superiore ai 100 nA e minima di almeno 1 pA, tensione di accelerazione minima minore o uguale a 500 V e massima di 30 kV ed una corrente di emissione non inferiore ai 2  $\mu$ A.
- La Colonna, il cui allineamento dovrà essere stato già effettuato in fabbrica con possibilità di essere riallineata in maniera automatizzata a livello di operatore (anche da remoto), dovrà prevedere un sistema di beam blanking elettrostatico integrato e la possibilità di operare in modo eucentrico e coincidente con la colonna elettronica; sarà valutata, secondo i criteri riportati nella tabella A, al capitolo 4 del presente documento, la risoluzione derivante dalle dimensioni del fascio per l'acquisizione di immagini su campione standard secondo il metodo "selective edge". Lo strip di aperture dovrà consentire l'alloggiamento di almeno 12

diaframmi (anche della medesima misura) al fine di ottimizzare e consentire lunghe sedute di nano-lavorazione ad energia di scavo (milling) stabile. Sempre per le specifiche esigenze del progetto di cui in epigrafe, verrà valutata, secondo i criteri riportati nella tabella A, al capitolo 4 del presente documento, la presenza di un sistema per la compensazione della deflessione del segnale del fascio ionico (sincronizzazione del tempo di volo - Time-Of-Flight) per la realizzazione di pattern ad alta velocità su materiali che richiedono bassi dwell-time, nonché la possibilità di personalizzare i parametri di scavo sulla base di materiali specifici.

## A.2 Sottosistema Elettronottico

Il sottosistema elettronottico è formato da sorgente e colonna. Questo sottosistema deve rispettare le seguenti caratteristiche minime, nel seguito dettagliate:

- La sorgente, già allineata in fabbrica e riallineabile in maniera automatizzata a livello di operatore (anche da remoto), di tipologia ad emissione di campo di tipo Schottky, dovrà garantire nel rispetto dei requisiti progettuali di cui in epigrafe, ai fini dell'acquisizione di immagini dettagliate di nanostrutture (anche in materiali non-conduttivi), l'operabilità a tensioni di accelerazione in un range avente un minimo minore o uguale a 200 V e un massimo di 30 kV con delle correnti di fascio ("Probe current") in un range che vada, almeno, da un minimo di 1pA a un massimo di 170nA. Inoltre, al fine di ottenere, i requisiti di cui sopra, con stabilità nel tempo, la sorgente dovrà avere una vita media di almeno dodici mesi.
- La colonna, ai fini di massimizzare le prestazioni richieste per la sorgente ed ottenere un'elevata precisione ed accuratezza delle immagini acquisite, dovrà comprendere un sistema di deflessione del fascio per ridurre l'isteresi durante la scansione e prevedere sistemi integrati nella lente elettromagnetica finale (valutati in tabella A, Modalità di Aggiudicazione) atti a garantire alta stabilità e riproducibilità del fascio, soprattutto alle alte risoluzioni. Il potere risolutivo dichiarato sarà verificato in fase di collaudo secondo i seguenti criteri: (i) ad una tensione di 15 kV e una distanza di lavoro eucentrica (non STEM, secondo le modalità indicate nella tabella A, Modalità di Aggiudicazione) e, (ii) alle basse tensioni utilizzate nei campioni non-conduttivi pari a 1 kV (a distanza di lavoro ottimale e secondo le modalità indicate nella tabella A, Modalità di Aggiudicazione).

Per massimizzare le prestazioni alle basse tensioni, il sottosistema elettronottico dovrà prevedere anche un dispositivo di *beam deceleration* con polarizzazione dello stage (*stage bias*). Dovrà, infine, essere presente un sistema integrato di compensazione automatica della corrente di emissione e della dimensione della sonda al variare della tensione. La correzione dell'astigmatismo dovrà essere possibile sia automaticamente che in modalità manuale.

Ai fini di facilitare le operazioni di imaging sequenziale, gli ingrandimenti (che dovranno essere regolabili con continuità) dovranno prevedere un protocollo di autocompensazione per qualunque modifica dei parametri operativi (i.e., della distanza di lavoro, tensione e dimensione della sonda).

### A.3 Sistemi integranti la colonna ionica e la colonna elettronottica

I sottosistemi ionico ed elettronottico dovranno essere integrati da dispositivi, quali sistema di controllo della scansione (*scan generator*), detector, camera da vuoto, stage porta-campioni e sistemi da vuoto, aventi i requisiti minimi di seguito indicati:

- Il sistema di scansione, in ottica di generazione di pattern con geometrie di precisione, dovrà avere un minimo di almeno 25 ns/pixel e lo *scan generator* dovrà essere dotato di almeno 16 bit.
- Il sistema dovrà avere installati i seguenti detector nella configurazione richiesta (laddove necessario la configurazione dei detector di seguito elencati sarà oggetto di valutazione secondo i criteri riportati nella tabella A, del capitolo 4 del presente documento):
  - Detector elettronici secondari Everhart-Thornley di ultima generazione disponibile al momento della fornitura.
  - Detector in colonna per elettroni secondari e retrodiffusi (BSE) di ultima generazione disponibile al momento della fornitura.
  - Detector per ioni secondari di ultima generazione disponibile al momento della fornitura.
  - Detector BSD allo stato solido retrattile di ultima generazione disponibile al momento della fornitura.
  - Detector STEM, retrattile con la possibilità di catturare segnali BF, FD e HAADF di ultima generazione disponibile al momento della fornitura
  - Camera IR.
  - Al fine di consentire l'efficace effettuazione di correlazioni multi-tecnica, dovrà essere prevista la presenza di una camera a basso ingrandimento per la mappatura delle posizioni dei campioni, che abbia almeno le seguenti caratteristiche (la cui configurazione sarà oggetto di valutazione secondo la tabella A, delle Modalità di Aggiudicazione del presente documento):
    - Vista dall'alto
    - Campo di vista non inferiore ai 160 mm, per necessità di ricerca.
    - Mappatura automatica delle coordinate ottiche correlate con le immagini SEM.
  - Microanalisi EDS Nitrogen-free, per il quale la dimensione della finestra (sensore) sarà oggetto di valutazione secondo la tabella A, delle Modalità di Aggiudicazione del presente documento:
    - Risoluzione MnK di almeno 129 eV.
    - Elementi rilevabili con peso atomico pari o superiore al Boro con la configurazione proposta.
    - Detector retrattile per evitare contaminazione durante le lavorazioni mediante fascio ionico.
  - Detector EBSD, per il quale la risoluzione del sensore CMOS sarà oggetto di valutazione secondo la tabella A, delle Modalità di Aggiudicazione del presente documento:
    - Possibilità di effettuare mappe di orientazione cristallografica, tessiture e analisi degli stress
    - Corrente del fascio rilevabile almeno da 10 pA in giù.

- Correzione dinamica automatica del drift durante l'acquisizione di immagini elettroniche in modalità integrazione.
- Immagine SEM live durante le lavorazioni mediante fascio ionico, al fine di valutare le caratteristiche delle lavorazioni in tempo reale.
- Processore di immagini integrato: media mobile e integrazione fino ad almeno di 256 quadri.
- Possibilità di vedere più immagini live a diversi ingrandimenti e diversi segnali affiancate.
- Camera e stage porta campioni:
  - Camera con dimensioni interne in grado di contenere campioni tondi con diametro di almeno 110 mm, altezza almeno 50mm e almeno 500 g in peso.
  - Stage porta-campioni con movimentazione motorizzata:
    - XY: almeno 110 x 110 mm.
    - Z: almeno un range di 60 mm.
    - R: continua su 360°.
    - Tilt: almeno compreso nel range tra -15 e +90°.
  - Tilt e rotazione comacentrici a una distanza di lavoro compresa tra 4 e 5 mm, per assicurare un ottimale rapporto segnale/rumore.
  - Coincidenza dei fasci elettronico e ionico a distanza di lavoro eucentrica.
  - Possibilità di preparare e analizzare lamelle TEM tramite detector STEM senza la necessità di riaprire la camera.
  - Porta-campioni in grado di montare almeno 15 stub standard da mezzo pollice in posizione orizzontale, inclinata e verticale: per la massimizzazione del throughput e incremento del livello di automazione raggiungibile.
- Sistemi da vuoto e antivibranti:
  - Sistema di pompaggio del vuoto completamente oil-free, al fine di evitare contaminazioni in camera e ri-deposizione di film carboniosi durante l'acquisizione delle immagini.
  - Sistema attivo per la compensazione delle vibrazioni.

#### **A.4 Accessori generali**

- Charge Neutralizer per minimizzare il charge-up della carica positiva durante il milling FIB di campioni non conduttivi.
- *Plasma cleaner* integrato al fine di eliminare al massimo la presenza di contaminanti (per la precisione e l'accuratezza delle operazioni di scavo e di acquisizione immagine senza variazione dei contrasti in caso di nano-lavorazioni).
- Sistema di iniezione di gas precursori a singolo ago per gas per la deposizione di materiali metallorganici (almeno due gas tra cui uno per deposizione di Platino). È richiesta la presenza di iniettori singoli indipendenti al fine di evitare contaminazioni con molecole metallorganiche o precursori durante operazioni nelle quali ne è richiesto l'uso in rapida successione.
- Sistema per l'estrazione in situ delle lamelle TEM (micromanipolatore) avente i seguenti requisiti minimi:

- Movimentazione X, Y e Z
- Possibilità di salvare e richiamare le posizioni
- Step size minimo di 100 nm.
- Sistema di controllo totalmente integrato nell'interfaccia di controllo strumentale (richiesto per lo sviluppo e l'utilizzo di procedure semi-automatiche o completamente automatizzate).
- Chiller raffreddato ad aria che garantisca le seguenti specifiche o comunque le specifiche idonee allo strumento, considerando un'installazione fino a otto metri di distanza dallo strumento stesso:
  - Una stabilità della temperatura di almeno 0.1°C.
  - Una potenza di raffreddamento superiore uguale a 1000 W.

## A.5 Sistema di controllo e software applicativi

I sistemi di controllo e i software applicativi richiesti sono indispensabili per la realizzazione e la applicazione di procedure automatiche integrate di nano-lavorazioni ad elevata precisione ed accuratezza. Il sistema dovrà quindi essere dotato di HW adeguato e SW di controllo e sviluppo di routine di ultima generazione, integrato e con la possibilità di controllo da remoto:

- Preparazione di lamelle TEM *in-situ*, nei tre casi operativi e orientazioni comuni utilizzate (i.e., *Top-down*, *Inverted* e *Planar*), comprensiva dei seguenti step:
  - Taglio e separazione, per posizioni multiple, della sezione dal campione. La procedura deve prevedere tutti i passaggi utili alla protezione della superficie, allineamento del fascio e *grounding* opzionale.
  - Lift-out e fissaggio semi-automatico guidato. Il fissaggio del campione deve poter essere effettuato sia "a bandiera" che alla parte superiore delle strutture della griglia.
  - Lavorazioni successive al fine di ottenere trasparenza elettronica; la lavorazione sulla griglia fino all'assottigliamento obiettivo deve poter essere effettuata anche a basso kV e a due diverse basse tensioni.
- Ricostruzione tomografica tramite *taglio* FIB e *acquisizione micrografie* SEM automatizzati.
- Simulatore strumentale completo offline per la simulazione e il debug delle procedure automatiche sviluppate (digital-twin).
- Sistema di scripting per il controllo "unattended" dello strumento.
- Possibilità di utilizzo del linguaggio di alto livello Python 3.5 per la generazione di automazioni specifiche (scripting) che consenta il controllo completo delle funzioni dello strumento (i.e. stage, colonna ionica ed elettronica, detector, immagini, patterning e iniettori del gas) per la nano-prototipazione complessa e per la programmazione avanzata con IDE Pycharm. Viene considerata inderogabile la disponibilità di librerie di livello matematico-scientifico, machine-learning, image editing e template-matching come NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib, OpenCV, SciKitImage e Jupyter dedicati e ottimizzati per la microscopia elettronica (si intendono incluse eventuali licenze).

## **B TERMINI E CONDIZIONI DELLA FORNITURA**

L'apparecchiatura fornita dovrà rispondere a tutte le norme in materia di salute e sicurezza dei lavoratori. La strumentazione dovrà essere corredata:

- dei manuali d'uso;
- delle certificazioni di conformità a norme europee sulla sicurezza e certificazioni di qualità del produttore;
- della licenza d'uso dei software applicativi dello strumento;

### **B.1 Garanzia**

La strumentazione oggetto del Capitolato dovrà essere coperta da un servizio di garanzia "protezione totale" avente estensione temporale minima di 12 mesi, Assistenza e Manutenzione compreso nel prezzo offerto. I servizi prestati, così come le parti sostituite, saranno garantiti per il periodo residuo della garanzia e comunque non inferiore ad un anno dall'intervento.

L'Offerente, in relazione alla fornitura della strumentazione del presente Capitolato, è obbligato a garantire che la fornitura sia esente da qualsiasi difetto per quanto riguarda la progettazione, il materiale, l'esecuzione, la lavorazione, che sia idoneo allo scopo per cui è previsto, nonché perfettamente funzionante e che sia, altresì, esente da vincoli, cauzioni o oneri, ipoteche, gravami e diritti di terzi di qualsiasi genere e da controversie imputabili a violazione di brevetti.

### **B.2 Assistenza**

Il servizio di assistenza dovrà prevedere le seguenti specifiche minime inderogabili:

- Aggiornamenti software e relativa formazione del personale per le nuove versioni.
- Supporto telefonico da parte di personale tecnico idoneo all'evasione della richiesta di informazioni, adeguato supporto alla comprensione della problematica e sua immediata risoluzione ove possibile.
- Intervento presso il Dipartimento di Ingegneria: nel caso in cui il supporto telefonico di cui sopra non fosse risolutivo, l'Offerente dovrà inviare presso la sede del laboratorio un idoneo tecnico specializzato entro e non oltre 3 giorni (72 ore) dalla prima richiesta di assistenza. Nel caso si rende necessaria la sostituzione di un componente, questo dovrà essere inviato entro le 24 ore dalla richiesta del tecnico specializzato.
- Intervento presso l'Aggiudicatario: nel caso in cui la parte oggetto dell'intervento debba essere riparata presso la sede dell'Aggiudicatario. Qualora l'Aggiudicatario non fosse in grado di riparare la parte nei termini di cui sopra, provvederà a sua cura e spese e negli stessi termini di cui sopra, alla sostituzione ex novo della parte oggetto dell'intervento.
- Il servizio di Assistenza è comprensivo di tutti gli oneri (diritto di chiamata, spese di viaggio, spese di soggiorno, mano d'opera, parti di ricambio e relative spese di spedizione, attrezzi e materiali di consumo necessari all'intervento). Gli Offerenti potranno indicare nella propria offerta tecnica ogni ulteriore specifica e/o dettaglio relativo alle modalità di esecuzione del servizio di assistenza.

### **B.3 Manutenzione**

Il servizio di Manutenzione dovrà prevedere almeno un intervento annuo da parte di un tecnico specializzato da effettuarsi presso il Dipartimento di ingegneria Università Roma Tre entro la fine di ogni anno di garanzia, assistenza e manutenzione fornito. Il servizio di Manutenzione sarà comprensivo di tutti gli oneri (diritto di chiamata, spese di viaggio, spese di soggiorno, mano d'opera, parti di ricambio, sorgente FEG, e relative spese di spedizione, attrezzi e materiali di consumo necessari all'intervento). Si richiede una dichiarazione allegata all'offerta relativa alla disponibilità

di fornire materiali di consumo, pezzi di ricambio, formazione e servizi di riparazione per un arco di almeno dieci anni dalla data prevista di acquisto.

#### **B.4 Training**

L'Offerente dovrà prevedere almeno tre giornate distinte e separate di training in favore del personale del Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi Roma Tre per un massimo di 3 partecipanti, a cui seguirà rilascio di attestato di partecipazione. Il training sarà pianificato entro 15 gg dalla conclusione del collaudo e dovrà comprendere l'uso del software di gestione della strumentazione, la manutenzione ordinaria dello strumento ed il supporto allo sviluppo delle metodologie analitiche.

### **C Offerta**

L'importo presunto della fornitura posto a base di gara, comprensivo di tutte le attività indicate nel presente capitolato, ammonta complessivamente a **€ 997.540,00** (novecentonovantasettemilacinquecentoquaranta/00), al netto di I.V.A. L'importo posto a base di gara comprende i costi della manodopera, che sono stimati pari a € 20.000,00.

L'appalto non presenta rischi interferenti e, pertanto, l'importo degli oneri per la sicurezza da interferenze è pari a € 0,00.

### **D Installazione, trasporto e consegna**

L'installazione includerà la movimentazione con personale ed attrezzature adeguati fino al luogo di installazione (sede Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi Roma Tre, Via della Vasca Navale, 79 locali "LIME") e lo smaltimento degli imballi non necessari. La consegna della strumentazione dovrà avvenire entro e non oltre **il 30 giugno 2023** e l'installazione dovrà essere completata entro la data accordata tra le parti e comunque non superiore ai 4 mesi dalla data di consegna. L'Aggiudicatario, se lo ritiene opportuno, può chiedere al Dipartimento di Ingegneria di effettuare un sopralluogo al fine di verificare i percorsi e l'adeguatezza del locale nel quale la strumentazione dovrà essere installata, previo accordo tra le parti. L'installazione dovrà essere effettuata da personale esperto appartenente alla casa produttrice.

#### **D.1 Collaudo**

L'Offerente dovrà fornire tutto il materiale necessario al collaudo. In fase di collaudo saranno verificate tutte le specifiche oggetto della presente con particolare riferimento al sistema di scripting per la realizzazione di procedure in Phyton.

Il servizio di assistenza tecnica e garanzia di cui ai punti precedenti, successivo alla vendita, dovrà decorrere data di collaudo della fornitura.

Le caratteristiche sopra elencate dovranno essere dichiarate e garantite dal fornitore sotto la propria responsabilità in fase di offerta e dovranno essere necessariamente dimostrate in fase di collaudo.

Il fornitore dovrà specificare la congruità dei servizi presenti nel sito di installazione e necessari al corretto funzionamento dello strumento.



## MODALITÀ DI AGGIUDICAZIONE: PUNTEGGIO MASSIMO (IN CENTESIMI)

L'aggiudicazione, a valle del rispetto dei requisiti minimi indicati nei paragrafi precedenti, sarà valutata in base ai seguenti criteri:

- A. Caratteristiche Tecnico-Funzionali e Qualitative della strumentazione: **75/100 punti**
- B. Garanzia, Assistenza, Manutenzione e Training post-vendita: **10/100 punti**
- C. Offerta Economica: **15/100 punti**

I punteggi relativi agli elementi A. e B. verranno attribuiti in base ai criteri motivazionali indicati nelle tabelle di seguito riportate:

A. Caratteristiche tecniche della fornitura (punti 75/100)		
Oggetto della valutazione	Criterio di valutazione	Punti
FIB: risoluzione a 30 kV misurata tramite metodo "selective edge" su campione standard	> 4 nm	0
	Tra 3 nm e 4 nm	2
	< 3 nm	5
FIB: Sistema per la compensazione della deflessione del segnale del fascio ionico (sincronizzazione del tempo di volo (Time-Of-Flight) per la realizzazione di pattern ad alta velocità su materiali che richiedono bassi <i>dwell-time</i> .	Non presente	0
	Presente	5
FIB: sistema di controllo posizionale discreto del fascio (stream-file) con DAC (posizioni in direzione sia orizzontale che verticale mediante file di input x, y, <i>dwell-time</i> ).	Non presente	0
	Presente ma con numero di bit inferiore a 16.	1
	Presente e con numero di bit pari o superiore a 16.	3
SEM: risoluzione garantita a 15kV con rivelatore degli elettroni secondari ad altezza eucentrica (su campione standard "Gold on Carbon" estrapolando il valore medio di misurazioni multiple dei profili estratti, tra il 25% ed il 75% dell'ampiezza).	> 0.9nm	0
	Tra 0.7nm e 0.9nm	2
	≤ 0.7nm	8
SEM: risoluzione a 1kV a distanza ottimale senza dispositivo per la decelerazione del fascio elettronico (su campione standard "Gold on Carbon" estrapolando il valore medio di misurazioni multiple dei profili estratti, tra il 25% ed il 75% dell'ampiezza).	> 2 nm	0
	Tra 1 nm e 2 nm	2
	≤ 1 nm	5
SEM: dispositivo per la decelerazione del fascio elettronico tramite bias del campione	Presente con bias massimo > -4 kV	1
	Presente con bias massimo ≤ -4 kV	2
SEM: sistemi per garantire alta stabilità e riproducibilità del fascio elettronico soprattutto ad alta risoluzione	Presente, ma con tecnologia diversa da lente elettromagnetica finale a potenza costante	0
	Presente, con sistema a lente elettromagnetica finale a potenza costante	5
SEM: sistema per ridurre l'isteresi al fine di massimizzare la precisione e l'accuratezza della scansione	Presente, ma non di tipo elettrostatico	0
	Presente ed implementato con sistemi elettrostatici	5
Sistemi comuni: Detector STEM retrattile con modalità BF, DF e HAADF	Costituito da almeno 8 settori	1
	Costituito da almeno 11 settori	4

<b>A. Caratteristiche tecniche della fornitura (punti 75/100)</b>		
<i>Oggetto della valutazione</i>	<i>Criterio di valutazione</i>	<i>Punti</i>
Sistemi comuni: detector BSD retrattile	Costituito da almeno 4 settori	1
	Costituito da almeno 8 settori	4
Sistemi comuni: CCD per la mappatura delle posizioni dei campioni	In bianco e nero e con risoluzione almeno pari a 4 megapixel	1
	A colori, con risoluzione almeno pari a 5 megapixel e integrata nella camera	3
Sistemi comuni: microanalisi EDX Nitrogen free con risoluzione di almeno 129 MnK	Finestra del detector pari ad almeno 60 mm <sup>2</sup>	0.5
	Finestra del detector di almeno 100 mm <sup>2</sup>	3
Sistemi comuni: detector EBSD con la possibilità di effettuare mappe cristallografiche, tessiture e analisi degli stress	Dimensione del CMOS pari ad almeno 1 megapixel	1
	Dimensione del CMOS pari ad almeno 2 megapixel	2
Sistemi comuni: escursione su asse Z	> 60 mm	2
Sistemi comuni: sistema a ioni di Argon per il polishing delle sezioni TEM (micro-polisher)	Non presente	0
	Presente, ma non integrato nell'interfaccia di controllo strumentale	2
	Presente e integrato nell'interfaccia di controllo strumentale	7
Sistemi comuni: correzione dinamica automatica del drift durante l'acquisizione di immagini elettroniche in modalità integrazione	Presente con ROI richiesta	0
	Presente	2
Accessori: gradi di libertà del micromanipolatore	X, Y, Z	0
	X, Y, Z e Rotazione 360°	7
Software di post-processing integrato per tomografia FIB-SEM	Software di analisi non-integrato	0
	Software di analisi integrato	1
Livello di automazione nel corso della realizzazione di lamelle TEM.	Automazione completa e semi-automatica, ma non fino alla trasparenza elettronica	0
	Automazione completa e semi-automatica fino alla trasparenza elettronica	2

<b>B. Garanzia, Assistenza e Manutenzione (punti 10/100)</b>		
<i>Oggetto della valutazione</i>	<i>Criterio di valutazione</i>	<i>Punti</i>
Durata minima a partire dalla data di collaudo	12 mesi	0
	24 mesi o oltre	10