

CAPITOLATO TECNICO

GARA EUROPEA A PROCEDURA TELEMATICA APERTA PER L'APPALTO
DELLA FORNITURA, INSTALLAZIONE E RESA OPERATIVA DI UN
"SISTEMA FIB-SEM"
(FOCUSED ION BEAM - SCANNING ELECTRON MICROSCOPE)

Gara n.3000472

CIG: 91887181F9

CPV: 38511100-1

Progetto di potenziamento infrastrutturale denominato
"Beyond_Nano"
CUP G66J17000350007

CAPITOLATO TECNICO.....	1
1. Premesse	4
2. Descrizione e prerequisiti tecnici	4
2.1. Indicazioni e definizioni generali	4
2.2. Definizioni	4
3. Descrizione della fornitura oggetto dell'appalto	5
3.1. Oggetto della fornitura	5
3.2. Configurazione della fornitura	6
3.3. Requisiti generali delle apparecchiature – Conformità	6
3.4. Caratteristiche tecniche e dotazioni minime richieste.....	7
3.4.1. Caratteristiche tecniche e funzionali minime del sistema.....	7
3.4.2. Caratteristiche tecniche e funzionali minime dei componenti.....	8
3.4.2.1. Colonna Elettronica - Scanning Electron Microscope (SEM)	8
3.4.2.2. Colonna Ionica Ga ⁺ – Focussed Ion Beam (FIB)	9
3.4.2.3. Sistema con sorgente ionica Argon - Ion Polisher Ar+.....	10
3.4.2.4. Camera di analisi con sistema di movimentazione campione, rivelatori, spettrometro EDXS e sistema di produzione e controllo del vuoto.....	10
3.4.2.5. Sistema di introduzione di gas precursori - Gas Injection System (GIS)	11
3.4.2.6. Sistema di controllo di apparecchiatura e processo.....	11
4. CARATTERISTICHE MIGLIORATIVE	12
4.1. Caratteristiche tecniche e funzionali migliorative del sistema nel suo complesso	13
4.2. Caratteristiche tecniche e funzionali migliorative dei componenti	13
4.2.1. Colonna Elettronica - Scanning Electron Microscope (SEM)	13
4.2.2. Colonna ionica Ga ⁺ - Focussed Ion Beam (FIB).....	13
4.2.3. Sistema con sorgente ionica Argon - Ion Polisher Ar+.....	14
4.2.4. Camera di analisi con sistema di movimentazione campione, rivelatori, spettrometro EDXS e sistema di produzione e controllo del vuoto.....	14
4.2.5. Sistema di introduzione di gas precursori - Gas Injection System (GIS)	14
4.2.6. Sistema di controllo di apparecchiatura e processi.....	15
5. DESCRIZIONE DEI SERVIZI CONNESSI	15
5.1. Modalità di consegna, installazione e resa operativa	15
5.2. Accettazione.....	17
5.3. Smaltimento imballi	17
5.4. Garanzia	17
5.5. Contratto annuale di assistenza tecnica e manutenzione post-garanzia.....	18
6. Training e formazione	18
7. Avvio e termine dell'esecuzione del contratto	18
7.1. Avvio dell'esecuzione	18
7.2. Sospensione dell'esecuzione.....	18
7.3. Termine dell'esecuzione	18
8. Penalità.....	19
9. Modalità di resa	19
10. Oneri ed obblighi dell'Aggiudicatario	19
11. Sicurezza sul lavoro	20
12. Divieto di cessione del contratto.....	20
13. Verifica di conformità della fornitura	21

14. Fatturazione e pagamento	21
15. Tracciabilità dei flussi finanziari	22
16. Garanzia ed assistenza tecnica	22
17. Recesso	22
18. Risoluzione del contratto	22

1. Premesse

Il Progetto di potenziamento infrastrutturale denominato “Beyond_Nano” è stato finanziato con D.D.G. n. 2920/5S del 18.12.2020 della Regione Siciliana – Assessorato delle Attività Produttive a valere sull’Azione 1.5.1 del PO FESR 2014-2020 per un importo complessivo pari ad euro 19.000.000,00.

Il presente appalto è volto alla fornitura, installazione e resa operativa di un **“SISTEMA FIB-SEM” (FOCUSED ION BEAM – SCANNING ELECTRON MICROSCOPE)**, da installare nei laboratori dell’Istituto per la Microelettronica e Microsistemi del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IMM-CNR) siti c/o la STMicroelectronics srl – Stradale Primosole 50, 95121 Catania.

La Stazione appaltante è l’Istituto per la Microelettronica e Microsistemi del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

All’interno dell’IMM-CNR esiste già da decenni una consolidata attività di Ricerca riguardo la fabbricazione e caratterizzazione di materiali e dispositivi innovativi per la microelettronica e i microsistemi, fino alla scala atomica (sub-Angstrom). Nel panorama della ricerca tecnologica italiana, l’attività rappresenta un pilastro importante non solo per l’unicità, la qualità e il campo di applicazione dei risultati ottenuti, ma anche per le numerose collaborazioni che l’IMM-CNR mantiene con università e centri di ricerca di altissimo livello, in ambito nazionale e internazionale. Parallelamente, l’IMM-CNR ha stabilito e mantiene collaborazioni con importanti partner industriali, specie nel campo dei semiconduttori.

L’acquisto del “SISTEMA FIB-SEM”, permettendo la caratterizzazione a livello nanometrico di materiali e dispositivi, la preparazione di questi per analisi avanzate su scala atomica e la prototipazione, anche per esperimenti in situ, rappresenta un fondamentale avanzamento delle capacità di Ricerca dell’IMM-CNR, sia a livello quantitativo che qualitativo.

2. Descrizione e prerequisiti tecnici

2.1. Indicazioni e definizioni generali

La fornitura dovrà essere consegnata, installata, configurata e resa operativa secondo le modalità meglio specificate al paragrafo

M del presente Capitolato Tecnico.

La fornitura deve rispettare tutte le richieste formulate nel presente Capitolato Tecnico.

2.2. Definizioni

Nel corpo del presente Capitolato Tecnico, con il termine:

“Aggiudicatario” si intende l’operatore economico aggiudicatario;

“Stazione Appaltante” si intende l’Istituto per la Microelettronica e Microsistemi del Consiglio Nazionale delle Ricerche;

“Apparecchiatura” si intende il SISTEMA FIB-SEM richiesto dalla Stazione appaltante ordinante;

“Data stipula” si intende la data di stipula del contratto tra Aggiudicatario e Stazione Appaltante;

“Data di accettazione dell’apparecchiatura” si intende la data del verbale relativo all’esito positivo della

verifica di conformità relativa alle/a apparecchiature/a emesso dalla Stazione appaltante;

“Orario lavorativo” si intendono, le ore comprese tra le 8:30 e le 17:00 dal lunedì al venerdì.

3. Descrizione della fornitura oggetto dell'appalto

I beni che si intendono acquisire con la presente fornitura figurano nell'elenco dei beni approvati per il progetto Beyond-Nano.

3.1. Oggetto della fornitura

Oggetto del presente capitolato tecnico è la fornitura, l'installazione e la messa in funzione di un nuovo sistema integrato FIB-SEM per la caratterizzazione e realizzazione di processi di micro-fabbricazione, esplicitata nei processi di:

1. caratterizzazione di micro e nanostrutture con risoluzione nanometrica mediante immagini di elettroni secondari e retrodiffusi prodotte tramite scansione di un fascio elettronico focalizzato attraverso una colonna/microscopio elettronico (Scanning Electron Microscope, SEM);
2. erosione/sputtering (milling) mediante fasci energetici focalizzati di ioni Gallio (Focused Ion Beam, FIB) per la sezione delle strutture di interesse e per la preparazione di lamelle ultrasottili per analisi in trasmissione elettronica;
3. lucidatura e pulizia della superficie dei campioni mediante fascio ionico di gas di Argon ad energia molto bassa e variabile che assicuri la rimozione gentile di contaminanti e riduca la regione amorfizzata dal processo generato durante l'erosione a più alta energia con ioni Gallio;
4. deposizione di strati protettivi e/o contatti ohmici per contattare microchip idonei ad esperimenti in-situ attraverso microscopia elettronica in trasmissione (TEM) ed erosione selettiva mediante precursori gassosi coadiuvati dall'energia deposta da fascio elettronico e/o ionico;
5. caratterizzazione chimica di micro e nanostrutture con risoluzione nanometrica mediante spettrometria di raggi X a dispersione di energia (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy - EDXS).

La fornitura deve prevedere il relativo servizio di installazione, assistenza e manutenzione ordinaria durante l'intero periodo della garanzia.

Il sistema è composto dai seguenti componenti:

- colonna elettronica - SEM, dotata di sorgente monocromatica ad effetto di campo;
- colonna ionica - Ga⁺ FIB;
- sistema con sorgente ionica - Ar⁺ ionic polisher, per la lucidatura a bassa energia dei campioni;
- camera di analisi e sistema di movimentazione del campione, eventualmente con controllo piezo;
- nano-manipolatore con capacità di rotazione ed eventuale capacità di assottigliamento dal retro della lamella che non preveda l'apertura della camera di analisi, ovvero senza necessità di interruzione del processo di fabbricazione della lamella;
- sistema di introduzione di gas precursori - Gas Injection System (GIS) per ion/electron beam induced deposition (IBID/EBID);
- sistema di produzione e controllo del vuoto in camera;
- sistema di riduzione delle contaminazioni organiche in camera di analisi e/o sui campioni introdotti basato su tecnologia al plasma (plasma cleaner);
- rivelatore/i di elettroni retrodiffusi (backscattered electrons);
- rivelatore/i di elettroni secondari;
- rivelatore di ioni secondari;
- rivelatore di elettroni trasmessi di tipo STEM (Scanning Transmission Electron Microscopy);

- sistema per la visualizzazione del campione e dei vari componenti in camera per controllo posizionamento portacampioni ed accessori FIB/SEM;
- sistema di controllo di apparecchiatura e di processo anche da remoto;
- sistema per la gestione e acquisizione di spettri e mappe chimiche tramite spettrometria EDXS;
- chiller per il mantenimento stabile della temperatura di esercizio dell'intero strumento a bassa rumorosità acustica <60 dBA;
- gruppo di continuità che protegga lo strumento da instabilità e distacco della corrente elettrica di rete anche prolungata nel tempo;
- Pannello per la connessione dei gas "facility panel", necessari al funzionamento dello strumento (es. N2, aria compressa), ai punti di fornitura messi a disposizione dal committente;
- arredo necessario per il posizionamento e la messa in opera del Sistema FIB-SEM (e.g. scrivania regolabile in altezza per la strumentazione di controllo e dei portacampioni, sedie operative);
- ogni eventuale strumento di servizio per le operazioni di manutenzione che l'Aggiudicatario ritenga debba essere presente nella sede della Stazione Appaltante.

Per tutte le voci, è prevista la prestazione dei seguenti servizi connessi:

1. **Servizio di "Consegna, installazione e resa operativa"** della fornitura, da erogarsi in conformità alle modalità indicate al capitolo 5 paragrafo 1 del presente Capitolato Tecnico;
2. **Servizio di "Assistenza in garanzia delle apparecchiature"**, da erogarsi in conformità alle modalità indicate al capitolo 5 paragrafo 4 del presente Capitolato Tecnico.

L'Aggiudicatario, assumendo verso la Stazione Appaltante il ruolo di "Aggiudicatario chiavi in mano", dovrà garantire la completezza e l'omogeneità della fornitura stessa, indipendentemente dalla eterogeneità delle componenti delle apparecchiature base e delle opzioni previste dalla fornitura.

La fornitura dovrà conformarsi ai requisiti di seguito indicati:

1. tutte le apparecchiature in configurazione base dovranno presentare caratteristiche tecniche minime non inferiori a quelle riportate nel seguito del presente Capitolato Tecnico;
2. tutte le apparecchiature in configurazione base e i componenti opzionali dovranno essere nuovi di fabbrica, ed essere costruiti utilizzando parti nuove;
3. l'apparecchiatura dovrà essere consegnata presso le sedi indicate ed avviata;
4. tutta la fornitura dovrà risultare conforme ai requisiti riportati nel presente Capitolato tecnico;
5. l'Aggiudicatario dovrà certificare e garantire l'interoperabilità di tutti i componenti che costituiscono l'architettura proposta;
6. per ciascuna apparecchiatura dovrà essere fornita una copia digitale della manualistica tecnica completa, edita dal produttore; la documentazione dovrà essere in lingua italiana oppure, se non prevista, in lingua inglese;
7. la documentazione deve includere il piano di manutenzione preventiva e tutti gli schemi elettrici, fluidici e meccanici;
8. dovrà comprendere inoltre la descrizione dettagliata del software (uso, installazione, backup e ripristino).

3.2. Configurazione della fornitura

L'apparecchiatura andrà installata nei laboratori dell'Istituto per la Microelettronica e Microsistemi del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IMM-CNR) siti c/o la STMicronics srl – Stradale Primosole 50, 95121 Catania, come specificato nel paragrafo 5.

3.3. Requisiti generali delle apparecchiature – Conformità

L'apparecchiatura fornita deve essere munita dei marchi di certificazione riconosciuti da tutti i paesi dell'Unione Europea.

L'Aggiudicatario dovrà garantire la conformità delle apparecchiature alle normative CEI o ad altre disposizioni internazionali riconosciute e, in generale, alle vigenti norme legislative, regolamentari e tecniche disciplinanti i componenti e le modalità di impiego delle apparecchiature medesime ai fini della sicurezza degli utilizzatori.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, l'apparecchiatura fornita dovrà rispettare:

- i requisiti stabiliti nel D.Lgs. n. 81/2008;
- i requisiti di ergonomia stabiliti nella Direttiva CEE 90/270 recepita dalla legislazione italiana con Legge 19 febbraio 1992, n. 142;
- i requisiti di sicurezza (es. IMQ) e di emissione elettromagnetica (es. FCC) certificati da Enti riconosciuti a livello europeo;
- i requisiti stabiliti dal D.Lgs 18 maggio 2016 n.80 relativamente alla Compatibilità Elettromagnetica (EMC) e conseguentemente essere marcate e certificate CE;
- i requisiti di immunità definiti dalla EN55024;
- i requisiti relativi alla restrizione all'uso di sostanze pericolose previsto dalla normativa vigente, ed in particolare dalla direttiva 2011/65/UE, (RoHS II), recepita con D.Lgs. 4 marzo 2014, n. 27 e s.m.i.;
- i requisiti di conformità secondo quanto previsto dal D. Lgs. 14 marzo 2014, n. 49, dal D. Lgs 152/2006 e s.m.i., dal D.M. 8 marzo 2010, n. 65, per quanto concerne i rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, RAEE.

3.4. Caratteristiche tecniche e dotazioni minime richieste

La fornitura relativa al sistema FIB-SEM dovrà essere costituita, pena l'esclusione dalla gara, dai seguenti componenti, inclusi i ricambi e le condizioni di garanzia e dovrà garantire i requisiti tecnici minimi di seguito elencati.

3.4.1. Caratteristiche tecniche e funzionali minime del sistema

Il sistema deve permettere:

1. la produzione di un fascio elettronico da sorgente monocromatica focalizzato e la scansione di tale fascio su un campione tramite colonna elettronica (SEM), descritta al seguente punto **3.4.2.1**;
2. la produzione di un fascio di ioni di Ga^+ focalizzato e la scansione di tale fascio su un campione tramite colonna ionica, descritta al seguente punto **3.4.2.2**;
3. la produzione di un fascio di ioni di Ar^+ focalizzato, e diretto su un campione attraverso un sistema con sorgente ionica Ar^+ , descritto al seguente punto **3.4.2.3**;
4. l'allineamento del fuoco del fascio elettronico con il fuoco del fascio ionico e la superficie del campione in un unico punto (punto di coincidenza);
5. l'acquisizione di immagini tramite rivelazioni di elettroni secondari prodotti dal fascio elettronico con rivelatore in camera (tipo Everhart-Thornley Detector, ETD);
6. l'acquisizione di immagini tramite rivelazioni di elettroni secondari prodotti dal fascio ionico con rivelatore in camera (tipo ETD);
7. l'acquisizione di immagini tramite rivelazione di elettroni retrodiffusi prodotti dal fascio elettronico con rivelatori integrati nella colonna SEM (in lens/in column);
8. l'acquisizione di immagini tramite rivelazioni di elettroni secondari con rivelatore/i integrato/i nella colonna SEM (in lens/in column);
9. l'acquisizione di immagini tramite rivelazione di elettroni retrodiffusi prodotti dal fascio elettronico con rivelatori in camera;
10. l'acquisizione di immagini mediante fascio elettronico concomitante con i processi FIB per il monitoraggio delle operazioni eseguite tramite FIB;
11. l'acquisizione di immagini mediante fascio elettronico con risoluzione migliore o uguale a 0.6 nm, valutata con metodo statistico, con tensione di accelerazione degli elettroni di 30 kV in modalità STEM;
12. l'acquisizione di immagini mediante fascio elettronico con risoluzione migliore o uguale a 0.9 nm,

valutata con metodo statistico, con tensione di accelerazione degli elettroni di 15 kV al punto di coincidenza;

13. l'acquisizione di immagini mediante fascio elettronico con risoluzione migliore o uguale a 1.4 nm, valutata con metodo statistico, con tensione di accelerazione degli elettroni di 1 kV (senza polarizzare il campione);

14. l'acquisizione di spettri EDXS puntuali, su ROI e di mappe chimiche mediante opportuno detector di tipo Silicon Drift Detector;

15. la polarizzazione del campione con potenziale elettrico per ridurre l'energia di impatto degli elettroni e migliorare la raccolta di elettroni secondari.

16. ion milling con risoluzione migliore o uguale di 40 nm su un campo di lavoro di almeno 100x100 μm^2 ; tale richiesta sarà valutata in fase di accettazione;

17. lo scavo di trench rettangolare in silicio (wafer con orientazione (100)) di dimensione minima di 100 μm x 30 μm per una profondità di 70 μm , centrato rispetto a marker pre-definiti sulla superficie con accuratezza migliore di 20 μm per mezzo di fascio ionico; tale richiesta sarà valutata in fase di accettazione;

18. la deposizione assistita da fascio ionico ed elettronico di materiale mediante precursori gassosi introdotti sulla superficie del campione mediante Gas Injection System (GIS);

19. l'acquisizione di immagini SEM con ingrandimenti compresi in un intervallo il cui valore minimo non sia superiore a 100x e il valore massimo non inferiore a 1,000,000x;

20. l'acquisizione di immagini SEM con numero massimo di pixel non inferiore a 6000x4000;

21. l'acquisizione di immagini SEM con campo di visuale (field of view) superiore a 2.2 mm a bassi ingrandimenti al punto di coincidenza fra il fascio elettronico e il fascio di ioni Gallio;

22. l'introduzione in camera, l'alloggiamento, la movimentazione e la lavorazione/ispezione, con fascio ionico ed elettronico normalmente incidente, di campioni con dimensioni massime non inferiori a 100x100 mm^2 (dimensioni laterali) o wafer circolari con diametro massimo non inferiore a 100 mm, spessore massimo non inferiore a 50 mm;

23. l'acquisizione di immagini SEM variando l'angolo di tilt (inclinazione del piano XY rispetto alla direzione del fascio elettronico) in un range non inferiore a 70°, che comprenda almeno l'intervallo tra -4° e +60°;

24. l'acquisizione di immagini elettroniche e la caratterizzazione anche di campioni elettricamente isolanti;

25. la misura della corrente di sonda sul campione sia dal fascio ionico che elettronico;

26. di combinare immagini SEM raccolte simultaneamente con i rivelatori disponibili;

27. di preparare, movimentare e trasferire lamelle TEM su griglietta TEM/FIB, all'interno della camera, mediante nanomanipolatore in grado di ruotare anche su se stesso, per successive analisi TEM/STEM in modalità sia manuale che totalmente automatica. L'intero processo in entrambe le modalità deve avvenire senza necessità di aprire la camera di analisi;

28. la visualizzazione con telecamera IR e ottica della disposizione e movimentazione dei campioni e degli elementi (rivelatori, nanomanipolatore ed i vari accessori) in camera d'analisi;

29. il controllo dell'intero sistema tramite software installato su computer dedicato/i;

30. la possibilità di effettuare futuro upgrade con sistema di catodoluminescenza spettroscopica risolta in angolo;

31. la possibilità di effettuare futuro upgrade con spettrometro di massa di ioni secondari a tempo di volo;

32. la possibilità di effettuare futuro upgrade con rivelatore dedicato per la diffrazione da elettroni retrodiffusi (Electron BackScattered Diffraction, EBSD);

33. la possibilità di effettuare futuro upgrade con eventuale sistema di misura ed imaging che sfrutti il segnale della corrente indotta dal fascio elettronico sul campione (EBIC –Electron Beam Induced Current);

34. la possibilità di effettuare futuro upgrade per preparazione lamelle a temperatura criogenica.

3.4.2. Caratteristiche tecniche e funzionali minime dei componenti

3.4.2.1. Colonna Elettronica - Scanning Electron Microscope (SEM)

La colonna elettronica deve:

1. essere dotata di una sorgente field emission a catodo caldo (Schottky-FEG) monocromatica;
2. garantire la produzione di fasci di elettroni focalizzati con energie di impatto sul campione (landing energy) il cui valore minimo non sia superiore a 20 eV; tale energia di impatto di elettroni potrà essere ottenuta sia per mezzo di biasing del campione sia per mezzo di un sistema di decelerazione degli elettroni integrato nella colonna;
3. garantire la produzione di fasci di elettroni focalizzati con energie di impatto sul campione il cui valore massimo non sia inferiore a 30 keV;
4. garantire la produzione di fasci di elettroni focalizzati con corrente il cui valore minimo non sia superiore a 2 pA e il valore massimo non inferiore a 100 nA;
5. essere dotata di almeno un detector in lente/in colonna dedicato alla rivelazione di elettroni retrodiffusi a bassa perdita energetica;
6. essere dotata di almeno un detector in lente/in colonna per la rivelazione di elettroni secondari, fisicamente distinto da quello indicato al precedente punto;
7. garantire l'acquisizione di immagini elettroniche e la caratterizzazione anche di campioni elettricamente isolanti;
8. garantire stabilità di corrente elettronica migliore del 1% in 12 ore; tale caratteristica sarà accertata in fase di accettazione.

3.4.2.2. Colonna Ionica Ga⁺ – Focussed Ion Beam (FIB)

La colonna ionica Ga⁺ deve:

1. essere munita di sorgente di ioni primari a metallo liquido (Liquid Metal Ion Source – LMIS) che produce ioni gallio;
2. garantire la produzione di fasci di ioni focalizzati con energie di impatto sul campione senza sistema di biasing del campione (landing energy) il cui valore minimo non sia superiore a 500 eV per la sorgente di ioni gallio;
3. garantire la produzione di fasci di ioni gallio focalizzati con energie di impatto sul campione il cui valore massimo non sia inferiore a 30 keV;
4. garantire la produzione di fasci di ioni gallio focalizzati con corrente il cui valore minimo non sia superiore a 10 pA e il cui valore massimo non sia inferiore a 100 nA;
5. garantire una dimensione del fascio ionico non maggiore di 4 nm nelle condizioni ottimali di focalizzazione (massima energia/ corrente ottimale), valutato come risoluzione di imaging con metodo statistico;
6. garantire una risoluzione all'energia di 1keV migliore o uguale a 160nm al punto di coincidenza, valutata con metodo statistico;
7. garantire la fabbricazione di lamelle di alta qualità per STEM-TEM, sui materiali, i dispositivi e le strutture utilizzati nel campo dei semiconduttori a stato solido, quali ad esempio Si e SiC ed eventuali loro combinazioni in eterostrutture ove possa esservi anche la presenza di materiali sensibili al fascio ionico come il grafene;
8. garantire che l'area assottigliata abbia uno spessore inferiore a 20 nm nella regione più sottile e che tale zona sottile debba essere priva di artefatti di preparazione consentendo l'ottenimento di immagini a risoluzione atomica del reticolo cristallino, non danneggiato, in un microscopio TEM/S-TEM. In particolare, la lamella finita deve essere priva di difetti da impiantazione ionica all'interfaccia con strato sacrificale e consentire l'individuazione e lo studio di eterostrutture anche in presenza di materiali particolarmente sensibili come il grafene;
9. salvo quanto indicato in precedenza l'area utile per analisi STEM deve essere almeno 4µm x 4µm, priva anch'essa di artefatti morfologici come ad esempio effetto tendina "curtaining";
10. l'analisi SEM/STEM nella già menzionata area deve consentire l'individuazione e lo studio di eventuali

interfacce in eterostrutture, anche in prossimità della superficie, prive da artefatti da preparazione;

11. garantire la possibilità di lavorazione (milling, ion beam induced deposition) anche su campioni elettricamente isolanti (ossidi spessi, vetri, etc...) mediante un sistema di neutralizzazione o minimizzazione delle cariche positive presenti su campioni con superficie isolante durante l'assottigliamento ionico
12. essere munita di un pattern engine con una risoluzione non inferiore a 16bit.
13. Essere munita di una sorgente di ioni Ga⁺ che garantisca una durata di almeno 1000 ore di lavoro.

3.4.2.3. Sistema con sorgente ionica Argon - Ion Polisher Ar+

La colonna ionica Ar⁺ deve:

1. Garantire una lucidatura finale mediante cannone a fascio ionico a gas di Argon, integrato nel SEM/FIB, ad energia variabile, il cui valore minimo non sia superiore a 200eV e il cui valore massimo non sia inferiore a 500eV;
2. essere in grado di rimuovere la regione amorfizzata prodotta a seguito della fabbricazione delle lamelle TEM con ioni gallio, minimizzando eventuali processi di rideposizione;
3. essere in grado di rimuovere i contaminanti eventualmente introdotti a seguito della fabbricazione delle lamelle TEM con ioni gallio.

3.4.2.4. Camera di analisi con sistema di movimentazione campione, rivelatori, spettrometro EDXS e sistema di produzione e controllo del vuoto

La camera di analisi (camera che ospita la colonna elettronica e la colonna ionica) deve soddisfare i seguenti requisiti:

1. essere dotata di stage motorizzato, meccanicamente eucentrico o compucentrico rispetto al punto di coincidenza dei fuochi del fascio elettronico e ionico, con numero di assi non inferiore a 5 (X, Y, Z ortogonali tra loro, rotazione su piano XY, inclinazione (tilt) del piano XY) con le seguenti caratteristiche:
 - assi X e Y (piano perpendicolare al fascio elettronico con tilt = 0 deg): traslazione con corsa non inferiore a 100 mm (per ogni asse);
 - asse Z: traslazione con corsa non inferiore a 10 mm;
 - rotazione (nel piano XY): 0 ÷ 360°, continua (endless);
 - inclinazione (tilt) del piano definito dagli assi XY: corsa non inferiore a -4° e +60° rispetto all'asse Z; la presenza di un ulteriore asse Z meccanico sarà considerato fattore premiante;
 - avere in dotazione i seguenti portacampioni:
 - a. portacampioni per grigliette FIB che consenta di osservare la lamella TEM mediante rivelatore STEM durante l'assottigliamento con ioni Ga⁺;
 - b. portacampioni per l'alloggiamento di stubs multipli da 0.5 e 1 pollice, anche in posizioni/configurazioni pre-tiltate
 - c. almeno 2 portacampioni multipli (almeno 4 grigliette per volta) per grigliette TEM da poter combinare col portacampioni al punto precedente b, con base di ricarica esterna
 - d. portacampioni a morsa.
2. essere dotata di almeno 18 porte/flange;
3. essere dotata di un nanomanipolatore con le seguenti caratteristiche:
 - essere totalmente motorizzato e controllato completamente da software;
 - garantire un movimento stabile, consistente e ripetibile sui tre assi spaziali XYZ e sulla rotazione della punta sul suo asse;
 - essere munito di feedback di posizione ad anello chiuso sui suoi assi;
 - includere almeno 10 punte di ricambio;
 - garantire uno step size minimo <50+/-30 nm;

4. essere dotata di almeno un rivelatore di elettroni secondari (ETD);
5. essere dotata di almeno un rivelatore di elettroni trasmessi (STEM) retrattile e relativo portacampioni, in grado di consentire al sistema di acquisire immagini del campione in campo chiaro, in campo scuro e in campo scuro ad alto angolo. Tale rivelatore può essere eventualmente segmentato e a settori anulari e imprescindibilmente garantire la possibilità di osservare la lamella TEM mediante rivelatore STEM durante la preparazione FIB;
6. essere dotata di un rivelatore Silicon Drift Detector a slitta motorizzata con superficie non inferiore a 30mm², risoluzione non inferiore a 129eV all'energia di 5.89keV sulla linea (Mn-K α) con 10000 conteggi per secondo, che consenta l'acquisizione di spettri EDXS puntuali, su ROI e di mappe;
7. essere dotata di un rivelatore di ioni secondari, che eventualmente riveli anche elettroni secondari, ottimizzato per il FIB;
8. essere dotata di almeno un rivelatore di elettroni retrodiffusi retrattile, eventualmente segmentato;
9. essere dotata del set completo di pompe, valvole e misuratori di pressione necessari per assicurare il perfetto funzionamento dello strumento e le condizioni di vuoto necessarie per ogni processo previsto;
10. essere dotata di sistema per la generazione del vuoto composto solamente da pompe a secco che non utilizzino lubrificazione con olio delle parti in vuoto;
11. essere dotata di sistema per la generazione del vuoto con un sistema di gestione completamente automatizzato e controllato mediante computer;
12. disporre di un sistema integrato per la riduzione dei composti organici in camera e/o sul campione basato su tecnologia al plasma (plasma cleaner);
13. essere dotata di un sistema di venting con azoto.

3.4.2.5. Sistema di introduzione di gas precursori - Gas Injection System (GIS)

Il sistema di introduzione di gas precursori – Gas Injection System deve soddisfare i seguenti requisiti:

1. essere totalmente motorizzato e controllabile, in tutte le sue funzioni operative (e.g. inserimento/estrazione, introduzione del precursore, riscaldamento, regolazione flusso precisa), dall'interfaccia grafica del sistema FIB-SEM;
2. permettere la deposizione di film protettivi di materiali metallici sulla superficie dei campioni mediante processi di IBID e EBID;
3. garantire la presenza di un sistema multiGIS, con almeno 5 iniettori equipaggiati con differenti precursori gassosi, compresi almeno: Platino; Carbonio; SiO₂; Tungsteno; un precursore per etching selettivo;
4. indurre i processi deposizione di strati conduttivi, deposizione di strati isolanti ed etching selettivo attraverso i gas precursori di cui al punto 3;
5. essere dotato di una collezione di ricette ottimizzate per l'esecuzione di quanto specificato nei punti 2, 3 e 4;
6. essere completo del sistema di stoccaggio, trasmissione e introduzione verso la superficie del campione dei gas precursori di cui al punto 3, con relativi sistemi di controllo e connessione al sistema di esaustione;
7. essere munito di filtro dell'aria industriale per interni che utilizzi un sistema di purificazione dell'aria ibrido a tre stadi (o di classe di sicurezza equivalente o superiore) ad alte prestazioni per catturare i gas pericolosi che possono essere rilasciati durante la sostituzione dei crogioli degli iniettori.

3.4.2.6. Sistema di controllo di apparecchiatura e processo

Il sistema di controllo di apparecchiatura e processo deve:

1. essere costituito da un PC standard industrial grade, di produzione corrente (introdotto non prima del 2021) con sistema operativo Microsoft almeno Windows 10 o MacOS almeno 10.x Il PC dovrà garantire piena funzionalità di utilizzo e analisi avanzata delle immagini acquisite alla massima risoluzione possibile con

fluidità; per tale motivo si richiede una dotazione minima di memoria RAM di 16 GB e una dotazione minima di archiviazione locale di almeno 1 TB SDD; il sistema operativo e i software di gestione della strumentazione e analisi dati dovranno essere installati su un disco fisso a stato solido separato;

2. essere dotato di interfaccia per la rete ethernet cablata fra i vari componenti dello strumento e di uno switch per la connessione alla rete del laboratorio;
3. essere dotato di interfaccia per connessione alla rete mediante connessione LAN;
4. permettere il controllo, l'acquisizione e visualizzazione di segnali tramite computer e software dedicato di tutte le apparecchiature fornite, ivi inclusi quelli della colonna elettronica, della colonna ionica, dei rivelatori di elettroni, del sistema di movimentazione campione, del nano-manipolatore, del sistema di introduzione dei gas (GIS), dei sistemi per la produzione del vuoto;
5. essere interfacciato con i sistemi di controllo hardware e software dello spettrometro EDXS e con eventuali sistemi di nanomanipolazione non proprietari;
6. essere dotato di software per correlare le immagini e i dati tra microscopi ottici, SEM, FIB-SEM e TEM per la raccolta di immagini e dati e in grado automatizzare l'acquisizione di panoramiche di grandi dimensioni ad alta risoluzione;
7. essere dotato di software dedicato di prototipazione per processi automatizzati atti alla realizzazione di prototipi 2D e 3D con deposizione assistita da fascio ionico e/o elettronico a risoluzione su nanoscala; il sistema deve garantire la fabbricazione di strutture di Platino con una larghezza minima di linea non superiore a 10nm, nel caso di utilizzo di IBID, e non superiore a 7nm, nel caso di utilizzo di EBID;
8. essere dotato di software dedicato che consenta di effettuare alcune fasi della preparazione della lamella in modo autonomo. In particolare, il processo di automazione deve includere almeno la deposizione dello strato sacrificale sul substrato da osservare nella zona individuata dall'utente, l'assottigliamento e il taglio della lamella dal substrato. Il software deve compiere le operazioni sopra indicate in sequenza e autonomia, senza la necessità di interazione con l'utente;
9. avere le seguenti interfacce utente: tastiera, mouse; 2 schermi (video monitor) di dimensione (diagonale) di almeno 27", risoluzione almeno 2560 x 1440; essere equipaggiato di consolle di controllo SEM-FIB che includa inoltre joystick e/o dispositivi che permettano (indipendentemente dalle opzioni raggiungibili da tastiera/mouse) un controllo manuale, veloce ed intuitivo del microscopio, come la regolazione del fuoco, dello shift e degli stigmatori del fascio elettronico e del fascio di ioni gallio e la movimentazione del nanomanipolatore lungo tutti i suoi assi e gradi di libertà;
10. essere dotato di un software che gestisca e controlli le operazioni di microscopia elettronica, di ion milling e polishing, di controllo dei fasci elettronico e ionico per la deposizione di materiale mediante GIS; inoltre, il software di gestione deve permettere:
 - a. il controllo completo locale della macchina in ogni condizione (processo e in stand-by) e in ogni sua parte: colonna ionica, colonna elettronica, cannone ad Argon, GIS, nanomanipolatori;
 - b. la possibilità di adottare diverse strategie di scansione del fascio elettronico, per imaging anche su materiali isolanti, sia a bassa energia d'impatto sul campione sia mediante integrazione rapida delle immagini (fast frame rates integration).
 - c. la possibilità di variare le modalità di scansione del fascio ionico per favorire gli effetti di erosione e limitare quelli di rideposizione;
 - d. una funzione di diagnostica, locale o anche da remoto (mediante telecontrollo) che permetta il rapido rilevamento di eventuali malfunzionamenti individuando il componente e la tipologia del problema;
 - e. la registrazione completa dei parametri di processo mediante logbook elettronico;
 - f. l'accesso ai logbook con possibilità di esportare dati/immagini: in formato ASCII o equivalente per i dati, TIFF o PNG per immagini;
 - g. importazione di files di formato GDSII (Graphic Database System); la possibilità di gestirli in maniera completa (leggere, modificare e salvare) sarà considerato fattore premiante;
 - h. il controllo dei singoli componenti del sistema in fase di manutenzione;
 - i. essere dotato di un numero di licenze per il software di elaborazione dati e immagini non inferiore a

5 licenze concorrenti (singola postazione e/o network saranno accordate in fase di installazione).

4. CARATTERISTICHE MIGLIORATIVE

L'apparecchiatura sarà aggiudicata con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa e pertanto i concorrenti potranno proporre soluzioni migliorative che, sulla base dei criteri e dei relativi punteggi definiti, saranno oggetto di valutazione da parte di IMM.

In particolare, oltre a tutte le performance e specifiche minime descritte nei vari punti all'articolo 3, saranno considerati ulteriori fattori premianti le seguenti caratteristiche.

4.1. Caratteristiche tecniche e funzionali migliorative del sistema nel suo complesso

Per il sistema nel suo complesso saranno valutate le seguenti caratteristiche migliorative:

1. dotazione di sistema di decelerazione degli elettroni integrato nella colonna che permetta una landing energy fino a 20eV senza necessità di polarizzare il campione;
2. dotazione di un sistema attivo di smorzamento delle vibrazioni meccaniche e di un sistema di compensazione dei campi elettromagnetici;
3. servizio di assistenza in grado di intervenire in un tempo inferiore a 24 ore dalla richiesta scritta, durante tutto il periodo della garanzia, come specificato nel successivo capitolo 5 paragrafo 4, nonché durante il periodo dell'eventuale estensione della garanzia e durante l'eventuale contratto di assistenza tecnica e manutenzione post-garanzia;
4. estensione della garanzia oltre la durata minima di 12 (dodici) mesi a partire dalla data della verifica di conformità, per ulteriori 12 mesi offerti.

4.2. Caratteristiche tecniche e funzionali migliorative dei componenti

Nei seguenti paragrafi si indicano le caratteristiche migliorative specifiche per i vari componenti il sistema.

4.2.1. Colonna Elettronica - Scanning Electron Microscope (SEM)

Per la colonna elettronica/microscopio elettronico (SEM) saranno valutate le seguenti caratteristiche migliorative:

1. dotazione di monocromatore del fascio elettronico della colonna SEM che garantisca una risoluzione energetica migliore o uguale a 0.2 eV fino a 100pA di corrente di fascio e permetta una risoluzione elettronica migliore o uguale a 0.6nm, valutata con metodo statistico, in tutto il range di energia compreso fra 2keV e 15keV alla distanza di lavoro ottimale, senza polarizzazione del campione;
2. colonna elettronica predisposta o già dotata di un beam blanker elettrostatico veloce (tempo di salita/discesa minore di 20 ns, frequenza di blanking massima maggiore o uguale a 5 MHz) del fascio elettronico, compatibile con eventuali upgrade futuri per litografia a fascio elettronico;
3. dotazione di 3 rivelatori di elettroni (secondari e/o retrodiffusi) fisicamente distinti e posizionati esclusivamente in lente e/o in colonna, per l'acquisizione simultanea e separata di segnali da elettroni retrodiffusi a perdita energetica nulla, bassa e alta;
4. permettere l'acquisizione di immagini SEM con risoluzione migliore o uguale a 0.7 nm con energia di atterraggio di 1 keV alla distanza di lavoro ottimale.

4.2.2. Colonna ionica Ga⁺ - Focussed Ion Beam (FIB)

Per la colonna ionica/ focussed ion beam (FIB) saranno valutate le seguenti caratteristiche migliorative:

1. poter raggiungere dimensioni del fascio ionico Ga⁺ in imaging inferiori ai 4 nm (risoluzione valutata con metodo statistico) all'energia di 30KeV;

2. possibilità di scrivere/erodere ad alta velocità (dwell time $\leq 25\text{ns}$) tramite la tecnologia denominata di correzione del tempo di volo. Il sistema deve consentire un'accuratezza nanometrica nella scrittura/erosione lungo strutture geometriche ben definite (e.g., serpentine, scavi, canali nanofluidici, ecc...) che siano prive di artefatti legati al non preciso posizionamento del fascio ionico Ga^+ e che ne pregiudichino il fattore di forma;

4.2.3. Sistema con sorgente ionica Argon - Ion Polisher Ar^+

Per il sistema con sorgente ionica Argon - Ion Polisher Ar^+ saranno valutate le seguenti caratteristiche migliorative:

1. garantire lucidatura ad energia $<100\text{eV}$ con corrente fino a 100nA ;
2. essere pienamente integrato nel sistema FIB-SEM, ivi inclusa l'integrazione con l'interfaccia grafica utente integrata nel software proprietario dell'intero sistema; non inficiare i valori di vuoto e quindi permettere la continuazione degli esperimenti subito dopo il processo di lucidatura.

4.2.4. Camera di analisi con sistema di movimentazione campione, rivelatori, spettrometro EDXS e sistema di produzione e controllo del vuoto

Per la camera di analisi con sistema di movimentazione campione, rivelatori, spettrometro EDXS e sistema di produzione e controllo del vuoto saranno valutate le seguenti caratteristiche migliorative:

1. dotazione di sistema di movimentazione campione con 2 assi Z per un totale di 6 assi, per la correzione meccanica del punto di eucentricità;
2. essere dotata di almeno una flangia con almeno 4 feedthrough elettrici liberi per portare/prelevare segnali elettrici al/dal campione;
3. essere dotata di sistema proprietario di movimento piezoelettrico dello stage, con spostamento minimo $\leq 100\text{nm}$ e che garantisca la ripetibilità di posizionamento XY di almeno $1.5\text{ }\mu\text{m}$ ad angolo di tilt pari a 0° ;
4. ulteriori portacampioni compatibili con il sistema proposto dall'Aggiudicatario, in aggiunta alla dotazione indicata nei requisiti minimi. Per ognuna delle tipologie elencate verrà valutato un solo portacampioni aggiuntivo. I portacampioni saranno valutati sulla base delle seguenti tipologie: I) portacampioni per grigliette FIB che consenta di osservare la lamella TEM mediante rivelatore STEM durante l'assottigliamento con ioni Ga^+ ; II) portacampioni per l'alloggiamento di stubs multipli da 0.5 e 1 pollice, anche in posizioni/configurazioni pre-tiltate; III) portacampioni multipli (almeno 4 grigliette per volta) per grigliette TEM; IV) portacampioni a morsa; (i punti I), II), III) e IV) verranno valutati e cumulati anche se presenti singolarmente all'interno di portacampioni multi-purpose, purché aggiuntivi rispetto alla dotazione indicata nei requisiti minimi);
5. spettrometro EDXS a slitta motorizzata con superficie del rivelatore maggiore rispetto a quelle riportate nei requisiti minimi, con risoluzione energetica non inferiore a 129eV all'energia di 5.89keV sulla linea ($\text{Mn-K } \alpha$) con 10000 conteggi per secondo;
6. che il rivelatore retrattile in camera per elettroni retrodiffusi sia suddivisibile in almeno 2 anelli e 3 segmenti azimutali, per la rivelazione combinata e simultanea di questi elettroni a diversi angoli fino a 90° , anche a bassa energia. Il rivelatore deve essere inoltre in grado di lavorare in combinazione con il sistema di decelerazione degli elettroni;
7. che il rivelatore STEM retrattile, sia suddiviso in almeno $N > 6$ zone attive separate fra anelli, segmenti e rivelatore di campo chiaro che consenta la rivelazione fino a 4 segnali simultanei, di elettroni trasmessi e diffusi a basso, medio ed alto angolo;
8. dotazione di un sistema che rilevi e mappi bidimensionalmente, tramite uno dei rivelatori di elettroni presenti nel sistema, la corrente che attraversa un portacampioni polarizzabile durante la scansione

del campione con il fascio elettronico.

4.2.5. Sistema di introduzione di gas precursori - Gas Injection System (GIS)

Per il sistema di introduzione di gas precursori (GIS) saranno valutate le seguenti caratteristiche migliorative:

1. possibilità di cambiare autonomamente i gas per la deposizione (o per etching) tra i gas validati per lo strumento e forniti dal costruttore nel sistema multi GIS, previo opportuno training incluso nella presente prestazione;
2. possibilità di estendere il sistema multiGIS da 5 sino a 6 iniettori di gas precursori indipendenti, senza occupare ulteriori porte, per introdurre altri gas atti a svolgere processi (ad esempio etching selettivo del carbonio, deposizione di metalli, ...), da concordare con la stazione appaltante;
3. possibilità di mescolare almeno due gas precursori prima della deposizione;
4. presenza nel multiGIS di linee di iniezione con capacità di raffreddamento per fornire un migliore controllo del flusso di gas con precursori ad alta pressione di vapore.

4.2.6. Sistema di controllo di apparecchiatura e processi

Per il sistema di controllo di apparecchiature e processi saranno valutate le seguenti caratteristiche migliorative:

1. regolazione completamente automatica e computerizzata del fuoco, della posizione, degli stigmatori, delle aperture ed altri eventuali allineamenti del fascio elettronico e del fascio di ioni gallio, a diverse energie di accelerazione a cui opera il sistema;
2. dotazione di una soluzione per memorizzare e richiamare flussi di lavoro a più passi per l'esecuzione di processi quali la preparazione di lamelle per successiva analisi su altri strumenti e la preparazione di sezioni profonde per l'ispezione ad alta risoluzione di strutture sepolte;
3. dotazione di sistema automatico per l'acquisizione e ricostruzione 3D della zona di interesse alternando la rimozione di strati di materiale tramite FIB e l'acquisizione di immagini SEM e mappe EDXS;
4. dotazione di API (Application Programming Interface) che permetta di controllare i vari componenti dello strumento (colonna SEM, colonna FIB, acquisizione immagini, movimentazione campione, GIS) e di implementare, tramite programmazione script con linguaggio Python, processi complessi;
5. possibilità di effettuare simultaneamente patterning e imaging;
6. il Software di prototipazione deve rispondere a tutte le seguenti caratteristiche aggiuntive: essere basato su CAD; essere ottimizzato per FIB e GIS; essere completamente automatico nella gestione dei processi, nella movimentazione del portacampioni, nell'erosione e nella deposizione; consentire l'allineamento automatico e gestire il controllo della deriva del campione;
7. possibilità di acquisire almeno 4 live image simultaneamente, proveniente dai vari rivelatori, posizionati a diverse altezze lungo la camera di analisi e la colonna elettronica;
8. possibilità di controllare l'intero sistema, SEM/FIB/Ar+/nanomanipolatore/GIS/EDXS/correlativa inclusi tutti gli altri accessori forniti, mediante una sola interfaccia grafica utente integrata nel software proprietario del SEM-FIB;
9. il software automatizzato per la preparazione di lamelle TEM deve essere in grado di effettuare la preparazione della lamella finita e pronta per l'osservazione al TEM, in modo totalmente autonomo in tutte le sue fasi. In particolare, il processo di automazione oltre ad includere la deposizione dello strato sacrificale sul substrato da osservare ed il taglio della lamella dal substrato (come da capitolato 3.4.2.6 punto 8), deve consentire il lift-out, il fissaggio della medesima sulla griglietta FIB per analisi TEM, l'assottigliamento e la lucidatura finale a bassa energia del fascio di ioni gallio (in quest'ultima fase non superiore a 5keV). Pertanto, una volta che l'operatore abbia selezionato la posizione di interesse sul substrato su cui preparare la lamella e la posizione di destinazione sulla griglietta FIB per analisi TEM, il software deve compiere le operazioni sopra indicate in sequenza e autonomia, senza la necessità di interazione con l'utente;
10. aggiornamenti software garantito per almeno 5 anni.

5. DESCRIZIONE DEI SERVIZI CONNESSI

5.1. Modalità di consegna, installazione e resa operativa

L'apparecchiatura oggetto di fornitura deve essere consegnata e resa operativa a completo carico dell'Aggiudicatario, in stretto e costante coordinamento con il personale tecnico indicato dalla Stazione Appaltante e in modo da soddisfare tutte le specifiche del presente Capitolato Tecnico.

La fornitura deve comprendere un kit completo di accessori e materiale occorrenti per l'immediata funzionalità dell'apparecchiatura, ed il suo collaudo post-installazione tra cui:

- Attrezzatura per la manutenzione ordinaria dell'apparecchiatura;
- Campioni di riferimento per il collaudo;
- Kit di ricambi e consumabili per il primo anno.

La ditta aggiudicataria deve procedere, a propria cura e spese, al sopralluogo, alla consegna e all'installazione delle apparecchiature.

Le attività di consegna e installazione dell'apparecchiatura dovranno avvenire nei seguenti termini:

- Entro e non oltre 240 (duecentoquaranta) giorni naturali e consecutivi a decorrere dalla stipula del contratto;
- Presso i laboratori IMM-CNR, siti in Catania, Stradale Primosole 50, all'interno degli stabilimenti di STMicroelectronics, previo appuntamento.

Tali attività sono comprensive di ogni onere relativo ad imballaggio, trasporto, facchinaggio, consegna, posa in opera, installazione dell'apparecchiatura, prima accensione e verifica della funzionalità, asporto dell'imballaggio e qualsiasi altra attività ad esse strumentali.

Prima della consegna, l'operatore economico deve prendere contatto con il referente della Stazione Appaltante per concordare i dettagli logistici. Consegna ed installazione devono essere concordate con un anticipo di almeno 20 giorni in modo da pianificare l'intervento con il referente della Stazione appaltante di seguito indicato:

- Dott. Giuseppe Nicotra e-mail giuseppe.nicotra@cnr.it.

Ad installazione ultimata, il giorno stesso dovrà essere redatto dall'Aggiudicatario il "Verbale di consegna e installazione", in contraddittorio con il referente indicato della Stazione Appaltante, nel quale dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- Le date e il luogo dell'avvenuta consegna e installazione;
- Un identificativo unico di installazione (assegnato dall'Aggiudicatario).

La sottoscrizione del verbale di cui sopra concluderà le attività di "Consegna e Installazione", contestualmente avviando la successiva fase di "Configurazione ed Avvio Operativo".

Per l'apparecchiatura oggetto della presente fornitura, l'Aggiudicatario dovrà procedere, alla sua configurazione. La configurazione dovrà essere preventivamente concordata con i referenti della Stazione appaltante.

Al termine delle attività di "Configurazione ed Avvio Operativo", deve essere redatto dall'Aggiudicatario un "**Verbale di configurazione e di avvio operativo**", in contraddittorio con il referente indicato dalla Stazione Appaltante, nel quale dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- l'identificativo unico di installazione (già assegnato alla configurazione dall'Aggiudicatario);
- la descrizione delle operazioni e dei test effettuati;
- la descrizione degli eventuali problemi/malfunzionamenti riscontrati;
- la descrizione delle soluzioni adottate a fronte dei problemi/malfunzionamenti riscontrati.

Le attività legate alla "Configurazione ed Avvio Operativo", includendo la verifica delle funzionalità e la redazione del predetto verbale, dovranno concludersi entro 20 giorni naturali e consecutivi con decorrenza dal giorno successivo alla data del "verbale di consegna ed installazione".

Entro 30 (trenta) giorni naturali e consecutivi decorrenti dal giorno successivo alla ricezione della comunicazione di completamento delle attività oggetto dell'appalto da parte dell'Aggiudicatario, la Stazione Appaltante procederà alla verifica di conformità, per certificare che l'oggetto del contratto in termini di prestazioni, obiettivi e caratteristiche tecniche, economiche e qualitative sia stato realizzato ed eseguito nel rispetto delle previsioni contrattuali e delle pattuizioni concordate in sede di aggiudicazione, ai sensi dell'art. 102 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i.

5.2. Accettazione

L'apparecchiatura dovrà essere sottoposta al collaudo funzionale e alla verifica di conformità ai requisiti minimi previsti dal capitolato, verificando le prestazioni dettagliate dall'Aggiudicatario nell'offerta tecnica. L'Aggiudicatario, durante l'esecuzione del collaudo ed in accordo con IMM, effettuerà un test di accettazione che preveda la verifica oltre che dei requisiti minimi anche di quelli migliorativi. In caso di esito negativo del collaudo l'ente appaltante procederà all'applicazione delle penali previste ovvero alla risoluzione del Contratto.

5.3. Smaltimento imballi

Gli imballi dovranno essere ritirati dall'Aggiudicatario ai fini dello smaltimento nei giorni stessi in cui avviene l'installazione degli apparati.

5.4. Garanzia

L'Aggiudicatario dovrà garantire il buon funzionamento delle apparecchiature oggetto della fornitura per la durata minima di 12 (dodici) mesi a partire dalla data della verifica di conformità, con le modalità ed i livelli di servizio indicati nel seguito del paragrafo, provvedendo a intervenire presso la sede di installazione dell'apparecchiatura (modalità "on-site"), e ponendo in essere ogni attività necessaria per il funzionamento e per la risoluzione dei malfunzionamenti:

- a. I servizi prestati e tutte le parti dello strumento dovranno essere garantiti per tutto il periodo della garanzia. Le parti riparate e quelle eventualmente sostituite dovranno essere garantite per almeno 12 mesi dall'intervento di riparazione.
- b. L'apparecchiatura dovrà risultare perfettamente funzionante ed esente da vincoli, cauzioni o oneri, ipoteche, gravami e diritti di terzi di qualsiasi genere e da controversie imputabili a violazione di brevetti.
- c. Il servizio di garanzia "full service" richiesto deve prevedere le seguenti specifiche inderogabili:
 - i. Aggiornamenti software e relativa formazione del personale per le nuove versioni;
 - ii. Supporto telefonico: risposta da parte di personale tecnico qualificato in grado di prendere in carico il problema.

- iii. Intervento presso IMM: nel caso in cui il supporto telefonico di cui sopra non fosse risolutivo, l'intervento dovrà essere effettuato presso il laboratorio con personale specializzato entro e non oltre 5 giorni lavorativi dalla prima richiesta di assistenza ed essere ultimato entro e non oltre 15 giorni.
 - iv. Intervento presso l'Aggiudicatario: nel caso in cui la parte oggetto dell'intervento debba essere riparata presso la sede dell'Aggiudicatario, l'intervento dovrà essere concluso positivamente entro 30 giorni dalla data di ricezione della parte presso la sede indicata dall'Aggiudicatario.
 - v. In caso di impossibilità ad effettuare la riparazione nei termini di cui sopra, l'Aggiudicatario è tenuto a sostituire a propria cura e spese la parte oggetto dell'intervento e a ripristinare la funzionalità dell'apparecchiatura nei termini assegnati.
 - vi. Manutenzione ordinaria secondo il piano di manutenzione previsto dall'Aggiudicatario e concordato con IMM in fase di contratto.
- d. Il servizio di garanzia dovrà essere comprensivo di tutti gli oneri (diritto di chiamata, spese di viaggio, spese di soggiorno, mano d'opera e relative spese di spedizione, attrezzi e materiali di consumo necessari all'intervento, ivi inclusi sorgente Ga-FIB e sorgente FEG).

Il servizio dovrà essere garantito per tutte le apparecchiature e le componenti hardware offerte

5.5. Contratto annuale di assistenza tecnica e manutenzione post-garanzia

Per la strumentazione il Fornitore dovrà proporre un'offerta per un contratto annuale di assistenza tecnica e manutenzione vincolata per i tre anni successivi al periodo di garanzia offerto. Il costo del contratto dovrà prevedere l'eventuale sostituzione del cannone elettronico; del cannone ionico; due interventi obbligatori di manutenzione ordinaria e la sostituzione di tutti i componenti malfunzionanti del Microscopio (il malfunzionamento dei quali non sia dovuto a imperizia dell'operatore o a catastrofi naturali); interventi senza limitazione di numero e durata di diagnosi remota; fino a tre interventi di manutenzione straordinaria in caso di guasti su richiesta dell'Appaltatore con eventuale fornitura di nuovi componenti in sostituzione di quelli malfunzionanti (il cui malfunzionamento non sia dovuto a imperizia dell'operatore o a catastrofi naturali); i tempi di attivazione degli interventi di manutenzione straordinaria devono essere contenuti entro i giorni 5 (cinque), naturali, successivi e continui dalla richiesta inoltrata dall' Appaltatore e comunque non oltre le 24 ore ove siano state accettate le caratteristiche migliorative come da capitolato art. 4.1 punto 3. Il costo dell'assistenza tecnica dopo il periodo di garanzia dovrà essere quotato a parte e non **deve concorrere al costo finale della strumentazione**. Il Fornitore dovrà indicare nella "scheda OFFERTA tecnica e relazione" la proposta del contratto di assistenza tecnica in cui devono essere riportati in termini chiari e comprensibili le condizioni discusse nel presente articolo.

6. Training e formazione

L'aggiudicatario dovrà erogare, al fine di permettere il corretto utilizzo della strumentazione, interamente a proprio carico e spese, un corso di addestramento teorico- pratico di almeno 5 giornate in favore di minimo 4 operatori dell'IMM, per l'utilizzo e la manutenzione ordinaria dell'apparecchiatura, presso la sede IMM. Il materiale didattico dovrà essere fornito in lingua inglese o italiana.

7. Avvio e termine dell'esecuzione del contratto

7.1. Avvio dell'esecuzione

Il Responsabile Unico del Procedimento (RUP) dopo l'avvio del contratto, fornisce all'Aggiudicatario tutte le istruzioni e direttive necessarie e redigendo, laddove sia indispensabile in relazione alla natura e al luogo di esecuzione delle prestazioni, apposito verbale come meglio disciplinato all'Art. 19 del DM n° 49 del 7 marzo 2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

7.2. Sospensione dell'esecuzione

In tutti i casi in cui ricorrano circostanze speciali che impediscano in via temporanea l'esecuzione dell'appalto si applicano le disposizioni di cui all'Art. 107 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. e all'Art. 23 del già

citato DM.

7.3. Termine dell'esecuzione

L'Aggiudicatario è tenuto a comunicare alla Stazione Appaltante l'intervenuta ultimazione delle prestazioni contrattuali. Il RUP, entro 5 giorni da tale comunicazione, effettua, in contraddittorio con l'Aggiudicatario medesimo, i necessari accertamenti e redige il certificato di ultimazione delle prestazioni, di cui ne rilascerà copia conforme all'Aggiudicatario.

8. Penalità

- 8.1 Per ogni giorno naturale e consecutivo di ritardo dell'appalto si applicherà una penale pari all'1 (uno per mille) dell'importo contrattuale, al netto dell'IVA e dell'eventuale costo relativo alla sicurezza sui luoghi di lavoro derivante dai rischi di natura interferenziale.
- 8.2 Nel caso in cui la prima verifica di conformità della fornitura abbia esito sfavorevole non si applicano le penali; qualora tuttavia l'Aggiudicatario non renda nuovamente la fornitura disponibile per la verifica di conformità entro i 20 (venti) giorni naturali e consecutivi successivi al primo esito sfavorevole, ovvero la verifica di conformità risulti nuovamente negativa, si applicherà la penale sopra richiamata per ogni giorno solare di ritardo.
- 8.3 Nell'ipotesi in cui l'importo delle penali applicabili superi l'importo pari al 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale, al netto dell'IVA e dell'eventuale costo relativo alla sicurezza sui luoghi di lavoro derivante dai rischi di natura interferenziale, l'Ente risolverà il contratto in danno all'Aggiudicatario, salvo il diritto al risarcimento dell'eventuale danno patito.
- 8.4 Gli inadempimenti contrattuali che daranno luogo all'applicazione di penali di cui ai precedenti periodi verranno contestati all'Aggiudicatario per iscritto.
- 8.5 L'Aggiudicatario dovrà comunicare in ogni caso le proprie deduzioni nel termine massimo di 5 (cinque) giorni lavorativi dalla stessa contestazione. Qualora dette deduzioni non siano accoglibili a giudizio della Stazione Appaltante ovvero non vi sia stata risposta o la stessa non sia giunta nel termine indicato, si applicheranno le penali sopra indicate.
- 8.6 Le penali verranno regolate dalla Stazione Appaltante, o sui corrispettivi dovuti all'Aggiudicatario per le forniture già effettuate oppure sulla garanzia definitiva. In quest'ultimo caso la garanzia definitiva dovrà essere reintegrata entro i termini fissati dalla Stazione Appaltante.

9. Modalità di resa

- 9.1 Per operatori economici appartenenti a Stati membri dell'Unione europea, si applica la regola Incoterms 2010 - DAP (Delivered At Place) presso le sedi del Consiglio Nazionale delle Ricerche indicate al paragrafo 4.1 del presente Capitolato speciale.
- 9.2 Per operatori economici non appartenenti a Stati membri dell'Unione europea, si applica la regola Incoterms 2010 - DDP (Delivered Duty Paid) presso le sedi del Consiglio Nazionale delle Ricerche indicate al paragrafo 4.1 del presente Capitolato speciale.
- 9.3 Tutti gli operatori economici sono obbligati, incluso nel prezzo contrattuale d'appalto:
 - i) a stipulare un contratto di assicurazione per la parte di trasporto sotto la loro responsabilità;
 - ii) allo scarico della merce;
 - iii) all'installazione della fornitura ed ai servizi aggiuntivi indicati nel presente Capitolato speciale.

10. Oneri ed obblighi dell'Aggiudicatario

L'aggiudicatario:

- 10.1 Si impegna ad eseguire le prestazioni oggetto del presente contratto, senza alcun onere aggiuntivo, salvaguardando le esigenze della Stazione Appaltante e di terzi autorizzati, senza recare intralci, disturbi o interruzioni all'attività lavorativa in atto.
- 10.2 Rinuncia a qualsiasi pretesa o richiesta di compenso nel caso in cui lo svolgimento delle prestazioni contrattuali dovesse essere ostacolato o reso più oneroso dalle attività svolte dalla Stazione Appaltante e/o da terzi.

- 10.3 E' direttamente responsabile dell'inosservanza delle clausole contrattuali anche se questa dovesse derivare dall'attività del personale dipendente di altre imprese a diverso titolo coinvolto.
- 10.4 Deve avvalersi di personale qualificato in regola con gli obblighi previsti dai contratti collettivi di lavoro e da tutte le normative vigenti, in particolare in materia previdenziale, fiscale, di igiene ed in materia di sicurezza sul lavoro.
- 10.5 Risponderà direttamente dei danni alle persone, alle cose o all'ambiente comunque provocati nell'esecuzione dell'appalto che possano derivare da fatto proprio, dal personale o da chiunque chiamato a collaborare. La Stazione Appaltante è esonerata da ogni responsabilità per danni, infortuni o qualsiasi altra cosa accadesse al personale di cui si avvarrà l'Aggiudicatario nell'esecuzione del contratto.
- 10.6 Si fa carico, intendendosi remunerati con il corrispettivo contrattuale, di tutti gli oneri ed i rischi relativi alle attività ed agli adempimenti occorrenti all'integrale espletamento dell'oggetto contrattuale, ivi compresi, a mero titolo esemplificativo e non esaustivo, gli oneri relativi alle spese di trasporto, di viaggio e di missione per il personale addetto alla esecuzione della prestazione, nonché i connessi oneri assicurativi.
- 10.7 Si impegna ad eseguire le prestazioni oggetto del presente contratto a perfetta regola d'arte e nel rispetto di tutte le norme e le prescrizioni tecniche e di sicurezza in vigore e di quelle che dovessero essere emanate nel corso del presente contratto, nonché secondo le condizioni, le modalità, i termini e le prescrizioni contenute nel presente contratto e nei suoi allegati;
- 10.8 Si impegna a consegnare gli elaborati progettuali e tutte le dichiarazioni e/o certificazioni discendenti da specifici obblighi normativi e legislativi correlati con l'oggetto della prestazione;
- 10.9 Si impegna a consegnare i certificati di omologazione "CE" per tutte le apparecchiature che lo richiedano;
- 10.10 Si impegna a consegnare le schede tecniche e i manuali delle singole apparecchiature fornite, preferibilmente su supporto digitale;
- 10.11 Si impegna a consegnare le eventuali schede di manutenzione ordinaria e straordinaria delle apparecchiature suddivise per interventi giornalieri, settimanali, mensili, ecc.

11. Sicurezza sul lavoro

- 11.1 L'Aggiudicatario si assume la responsabilità per gli infortuni del personale addetto, che dovrà essere opportunamente addestrato ed istruito.
- 11.2 La valutazione dei rischi propri dell'Aggiudicatario nello svolgimento della propria attività professionale resta a carico dello stesso, così come la redazione dei relativi documenti e la informazione/formazione dei propri dipendenti.
- 11.3 L'Aggiudicatario è tenuto a garantire il rispetto di tutte le normative riguardanti l'igiene e la sicurezza sul lavoro con particolare riferimento alle attività che si espletano presso l'Ente.
- 11.4 In relazione alle risorse umane impegnate nelle attività oggetto del presente contratto, l'Aggiudicatario è tenuto a far fronte ad ogni obbligo previsto dalla normativa vigente in ordine agli adempimenti fiscali, tributari, previdenziali ed assicurativi riferibili al personale dipendente ed ai collaboratori.
- 11.5 Per quanto riguarda i lavoratori dipendenti, l'Aggiudicatario è tenuto ad osservare gli obblighi retributivi e previdenziali previsti dai corrispondenti CCNL di categoria, compresi, se esistenti alla stipulazione del contratto, gli eventuali accordi integrativi territoriali.
- 11.6 Gli obblighi di cui al comma precedente vincolano l'Aggiudicatario anche qualora lo stesso non sia aderente alle associazioni stipulanti gli accordi o receda da esse, indipendentemente dalla struttura o dimensione del medesimo e da ogni altra qualificazione giuridica, economica o sindacale.

12. Divieto di cessione del contratto

- 12.1 E' vietata la cessione del contratto ai sensi dell'art. 105, comma 1 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i.;
- 12.2 Per quanto riguarda le modificazioni soggettive che comportino cessioni di azienda e atti di trasformazione, fusione e scissione riguardanti l'Aggiudicatario, si applicano le disposizioni di cui all'art.

106 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i.

- 12.3 L'Aggiudicatario è tenuto a comunicare tempestivamente alla Stazione Appaltante ogni modificazione intervenuta negli assetti proprietari e nella struttura organizzativa.

13. Verifica di conformità della fornitura

- 13.1 Sarà rifiutata la fornitura difettosa o non rispondente alle prescrizioni tecniche richieste dal Capitolato tecnico e accettate in base all'offerta presentata in sede di gara dall'Aggiudicatario.
- 13.2 L'esito positivo della verifica non esonera l'Aggiudicatario dal rispondere di eventuali difetti non emersi nell'ambito delle attività di verifica di conformità e successivamente riscontrati; tali difetti dovranno essere prontamente eliminati durante il periodo di garanzia.

14. Fatturazione e pagamento

- 14.1 L'Aggiudicatario dovrà emettere un'unica fattura per la fornitura e relativi accessori. E' consentito il pagamento di un anticipo pari al 20-30%, dietro presentazione di fidejussione bancaria o assicurativa, come indicato nel contratto d'appalto. Durante l'esecuzione del contratto saranno concordate con l'Aggiudicatario le eventuali ulteriori modalità amministrative ai fini del rendiconto al Ministero dell'Università e Ricerca.
- 14.2 Le fatture dovranno essere elettroniche ai sensi e per gli effetti del Decreto del Ministero dell'Economia e delle Finanze N. 55 del 3 aprile 2013, inviando il documento elettronico al Sistema di Interscambio che si occuperà di recapitare il documento ricevuto all'Ente. Il Consiglio Nazionale delle Ricerche è soggetto all'applicazione del meccanismo dello "split payment". In caso di Aggiudicatario straniero le fatture dovranno essere cartacee.
- 14.3 E' prevista un'anticipazione sul prezzo contrattuale pari al 20 per cento (20%) da corrispondere all'aggiudicatario, previa emissione di fattura con le modalità di cui ai commi 1, 2 e 4 del presente articolo, entro quindici giorni dall'effettivo inizio della prestazione, sul conto corrente dedicato di cui alla tracciabilità dei flussi finanziari. L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di garanzia fidejussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione, rilasciata da imprese bancarie autorizzate ai sensi del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385, o assicurative autorizzate alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'assicurazione e che rispondano ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano la rispettiva attività. La garanzia può essere, altresì, rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo degli intermediari finanziari di cui all'articolo 106 del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385. Il beneficiario decade dall'anticipazione, con obbligo di restituzione, se l'esecuzione della prestazione non procede, per ritardi a lui imputabili, secondo i tempi contrattuali. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi legali con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione. Il pagamento della fattura relativa al saldo avverrà entro 30 (trenta) giorni solari dalla data del Certificato di verifica di conformità sul conto corrente dedicato di cui alla tracciabilità dei flussi finanziari
- 14.4 Le fatture dovranno contenere i seguenti dati:
- Intestazione: CNR – Istituto per la Microelettronica e Microsistemi del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Strada VIII, 5 – 95121 - Catania;
 - Il Codice Fiscale 80054330586;
 - La Partita IVA 02118311006 (solo per Aggiudicatari stranieri)
 - Il riferimento al contratto (N° di protocollo e data); Il CIG 91887181F9, il CUP G66J17000350007, il CUU (Codice Univoco Ufficio) dell'Ente: H5D5WS (solo per i soggetti stabiliti e/o identificati ai fini IVA in Italia);
 - L'importo imponibile; (solo per i soggetti stabiliti e/o identificati ai fini IVA in Italia)
 - L'importo dell'IVA (solo per i soggetti stabiliti e/o identificati ai fini IVA in Italia);
 - Esigibilità IVA "S" scissione dei pagamenti (solo per i soggetti stabiliti e/o identificati ai fini IVA in Italia);

- L'importo totale;
- L'oggetto del contratto;
- Il codice IBAN del conto corrente dedicato;
- Il "Commodity code" (solo per Aggiudicatari stranieri).

14.5 Ai fini del pagamento del corrispettivo la Stazione Appaltante procederà alle verifiche di legge.

14.6 In sede di liquidazione delle fatture potranno essere recuperate le spese per l'applicazione di eventuali penalità (di cui al paragrafo 6); la Stazione Appaltante potrà sospendere, ferma restando l'applicazione delle eventuali penali, i pagamenti all'Aggiudicatario cui sono state contestate inadempienze nell'esecuzione della fornitura, fino al completo adempimento degli obblighi contrattuali (art. 1460 C.C.). Tale sospensione potrà verificarsi anche qualora insorgano contestazioni di natura amministrativa.

15. Tracciabilità dei flussi finanziari

15.1 L'Aggiudicatario assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 3 della legge 13 agosto 2010 n. 136 e successive modificazioni ed integrazioni.

15.2 Il mancato utilizzo del bonifico bancario o postale ovvero degli altri strumenti di incasso o pagamento idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni costituisce causa di risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 3, comma 9-bis, della legge 13 agosto 2010 n.136.

15.3 L'Aggiudicatario si impegna a dare immediata comunicazione alla Stazione Appaltante ed alla prefettura-ufficio territoriale del Governo della provincia di Roma della notizia dell'inadempimento della propria controparte (subappaltatore/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria.

16. Garanzia ed assistenza tecnica

16.1 La fornitura dovrà essere garantita per i periodi minimi e con le modalità indicate al paragrafo Garanzia, dalla data dell'emissione del certificato di verifica di conformità con esito positivo salvo l'eventuale termine migliorativo nell'offerta presentata dalla Società in sede di gara.

17. Recesso

17.1 Fermo restando quanto previsto dall'Art. 109 del Codice, la Stazione Appaltante potrà recedere dal presente contratto anche nelle seguenti ipotesi non imputabili alla Società: i) per motivi di pubblico interesse; ii) durante l'esecuzione del contratto in applicazione delle facoltà concesse dall'Art. 1464 C.C.

17.2 La volontà di recesso sarà comunicata alla Società con un preavviso non inferiore a 30 (trenta) giorni naturali e consecutivi. La Stazione Appaltante in caso di recesso sarà esonerata dalla corresponsione di qualsiasi indennizzo o risarcimento.

18. Risoluzione del contratto

18.1 In adempimento a quanto previsto dall'art. 108 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i. la Stazione Appaltante risolverà il contratto nei casi e con le modalità ivi previste.

18.2. Per quanto non previsto nel presente paragrafo, si applicano le disposizioni di cui al Codice Civile in materia di inadempimento e risoluzione del contratto.

18.3 In ogni caso si conviene che la Stazione Appaltante, senza bisogno di assegnare previamente alcun termine per l'adempimento, potrà risolvere di diritto il contratto ai sensi dell'art. 1456 c.c., previa dichiarazione da comunicarsi alla Società tramite posta elettronica certificata nei seguenti casi:

- i. Mancata reintegrazione della cauzione eventualmente escussa entro il termine di 10 (dieci) giorni lavorativi dal ricevimento della relativa richiesta da parte della Stazione Appaltante;
- ii. Nel caso in cui l'UTG competente rilasci la comunicazione/informazione antimafia interdittiva;
- iii. Nei casi di cui ai precedenti paragrafi: • Penalità; • Oneri ed obblighi dell'Aggiudicatario; • Sicurezza sul lavoro; • Divieto di cessione del contratto.

* * * * *