

UNIVERSITA' DI PISA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE

(DICI)

CENTRO INTERDIPARTIMENTALE DI SCIENZA E INGEGNERIA DEI MATERIALI

(CISIM)

**Bando per il cofinanziamento di Grandi Attrezzature
Scientifiche (D.R. n. 1422 del 23 dicembre 2014)**

Richiesta codice GA_2015_002

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PER LA
FORNITURA:**

**“MICROSCOPIO ELETTRONICO A SCANSIONE
CON SORGENTE FIELD EMISSION SCHOTTKY A CATODO CALDO
(FE-SEM)”**

Art. 1

OGGETTO DELL'APPALTO

L'appalto ha per oggetto la fornitura di un Microscopio Elettronico a Scansione con sorgente F.E.G. Schottky a catodo caldo che sarà messo a disposizione del Centro interdipartimentale in Scienza e Ingegneria dei Materiali, e sarà dislocato in apposito locale messo a disposizione del suddetto Centro.

I requisiti tecnico-qualitativi standard dell'apparecchiatura oggetto della presente fornitura, che preferibilmente devono essere offerti in configurazione, sono indicati nel successivo Art. 2.

L'apparecchiatura dovrà essere nuova e fornita completa di ogni accessorio tale da renderla pienamente funzionante ed idonea all'uso al quale è destinata.

La fornitura dovrà essere preceduta dall'acquisizione di micrografie e di dati relativi alle analisi su campioni opportunamente selezionati su microscopi elettronici con le stesse caratteristiche di quello in gara e sarà effettuato il collaudo finale del microscopio elettronico selezionato al fine di dimostrare il soddisfacimento delle prestazioni richieste nel presente documento.

Art. 2

SPECIFICHE TECNICHE

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Data la multidisciplinarietà dei Dipartimenti che afferiscono al CISIM, viene richiesto uno strumento che coniughi l'alta risoluzione, la versatilità, l'analisi chimica/strutturale e la semplicità d'uso.

Il Microscopio Elettronico deve poter essere accoppiato ad un sistema analitico a dispersione di energia (Microanalisi EDS) con Detector senza azoto liquido (SDD) ed un sistema di diffrazione elettronica (Electron BackScattered Diffraction-EBSD).

Il Microscopio deve poter essere controllato a distanza, per permettere una diagnostica remota, in caso di analisi guasti, previsione di manutenzione o sostituzione sorgente.

Di seguito il DIC1, di concerto con il CISIM ha individuato una serie di caratteristiche standard richieste che preferibilmente devono essere offerte in configurazione.

2 CARATTERISTICHE STANDARD RICHIESTE

Sorgente ad emissione di campo:

- **Sorgente elettronica** Field Emission, con emettitore Schottky di Tungsteno Zirconato (W-Zr).
- **Brillanza:** tipicamente $10^8 \text{ A / cm}^{-2} / \text{sr}^{-1}$
 - La sorgente deve essere pre-montata su un modulo di supporto isolante che ne consenta una rapida sostituzione e il ripristino del vuoto in poche ore.
 - Il modulo di ricambio, per ridurre ulteriormente i tempi di sostituzione, deve essere pre-allineato in fabbrica e spedito in contenitore sotto vuoto.

- **Vita media:** la vita media della sorgente deve essere di almeno 18/24 mesi.
- **Corrente di emissione:** regolabile tra i 50 μA e i 200 μA .
- **Probe current:** regolabile continuamente tra 1.0 pA e 200 nA.

Tensione di accelerazione: deve essere regolabile in continuità tra 200 V e 30 kV. Richiesto un sistema di decelerazione del fascio fino a 20eV, tale da permettere l'analisi estremamente superficiale del campione, evitando la problematica delle aberrazioni riscontrabili alle basse tensioni di accelerazione

- **Polarizzazione:** il cannone deve essere auto-polarizzante.
- **Risoluzione in elettroni secondari (SE),** che deve essere garantita sul luogo di installazione: **1.0 nm @ 30kV, 1.5 nm @ 15kV, 3.0 nm @ 1kV, STEM mode: 0.8 nm @ 30kV**
- **Stabilità corrente di fascio:** deve essere migliore di 0,4% su 12 ore.

Ingrandimenti

- da **6x a 1.000.000x**
- **Regolazione degli ingrandimenti:** variabile in continuità (zoom) e a passi programmabili.
- **Autocompensazione** automatica per qualunque modifica dei parametri operativi: WD, HT, spot-size, **fuoco**, ecc.

Colonna elettron-ottica, caratteristiche richieste:

Colonna di ultimissima generazione, a **profilo conico da 45°**. La colonna incorpora una **doppia schermatura magnetica** che consente una maggiore tolleranza ai campi magnetici esterni ed alta stabilità.

- **Allineamento** meccanico della colonna elettron-ottica, in fabbrica.
- L'allineamento fine (elettromagnetico finale) deve avvenire durante l'installazione
- La colonna deve essere completamente allineabile attraverso il software di controllo, per consentire facilità d'uso, riproducibilità dei risultati e automazione.
- **Diaframmi ad aperture multiple, selezionabili senza interruzione del vuoto:**
 - Sistema ad alta flessibilità con possibilità di scelta tra 2 tipologie di "strip di aperture multi-foro" (5x) o set di 5 diaframmi singoli a libera scelta. Posizionatore micrometrico X-Y e selettore rapido con indicatore di posizione.
 - **Termoriscaldatore** automatico per il portadiaframmi di obiettivo per la prevenzione ed eliminazione della contaminazione residua.

- **Lenti:** nr. 3 elettromagnetiche e 1 elettrostatica lineare a tubo di Coulomb.
- **Liner-tube**, rimovibile per manutenzione della colonna e dei diaframmi fissi.
- **Condensatori:** nr. 2 con cross-over.
 - Controllo automatico delle dimensioni della sonda in funzione dell'ingrandimento.
 - Controllo manuale del diametro della sonda per microanalisi EDX.
- **Regolazione** della corrente di sonda sia automatico e sia manuale per mezzo di diaframmi (strip aperture).
- **Tubo di Coulomb** per la decelerazione elettrostatica progressiva lineare del fascio elettronico, con compensazione per l'effetto di Boersh (auto-repulsione degli elettroni confinati).
- **Fuoco:**
 - **Obiettivo** a profilo conico a **45°**, con **protezione del pezzo polare**.
 - **Distanza di messa a fuoco:** Deve coprire completamente il range di Z min-max del sistema goniometrico oltre alle distanze di WD ottimale e analitica-eucentrica.
 - **Controllo del fuoco:** Controllo via software, con sensibilità adattata automaticamente al variare degli ingrandimenti. Comando manuale via mouse, o automatico (Autofocus).
 - **Fuoco dinamico** per campioni inclinati a 45° e/o a basso ingrandimento.
 - **Compensazioni automatica del fuoco** per i seguenti parametri primari:
 - Variazione dell'alta tensione.
 - Variazione della corrente di emissione.
 - Variazione del diametro / corrente della sonda.
 - Altezza del campione (Z motorizzato).
 - **Compensazione automatica della rotazione apparente:** attivazione automatica della funzione di Scan-rotation, inversamente proporzionale alla corrente di focalizzazione.
- **Stigmatore**
 - Correttore dell'astigmatismo elettromagnetico ad 8 poli. Controllato via software e con intensità di compensazione correlata agli ingrandimenti.
 - Regolazione automatica (Auto-Stigmator) e manuale via mouse.

- **Traslazione fascio: Regolazione continua, $\pm 20 \mu\text{m}$**

Sistema di vuoto, caratteristiche richieste:

- Caratteristiche generali. Sistema di pompaggio completamente “oil-free”, a struttura differenziale isolata, con componenti standard industriali per alto vuoto da principali case europee.
 - Il sistema deve essere composto da:
 - Una pompa di pre-vuoto scroll (oil free)
 - Una pompa turbomolecolare (TMP)
 - 2 pompe ioniche, per la colonna elettronica (IGP)
 - Valvole di isolamento (Edwards) con soffietti in acciaio per UHV, a comando pneumatico, molla di auto-chiusura (in caso di mancanza aria compressa), e sensore di posizione.
 - Misuratori di vuoto: Pirani, Penning, IGP Ion-Meter,
 - Sistema di pompaggio a **ciclo automatico a doppio controllo** via software per le normali funzionalità operative (accensione, spegnimento, ingresso aria / gas, cambio campioni, ecc) e via firmware su memorie EE_PROM per la gestione delle anomalie.
 - Quadro sinottico-visivo sullo stato delle valvole e delle pompe con indicazione dei valori visualizzati sul pannello di controllo virtuale “Vacuum”.
 - In caso di malfunzionamento, il sistema di vuoto deve automaticamente portarsi nello stato di *vacuum-safe*, isolando rapidamente e sigillando le parti più importanti e delicate delle colonne e dei rispettivi cannoni.
 - Dotazione di tutti i sistemi e i sensori elettrici, pneumatici e meccanici per salvaguardare lo strumento da qualsiasi mancanza di alimentazione (elettrica, pneumatica, idrica).
 - Passaggio semplice ed intuitivo tra le varie modalità di vuoto, guidato dalla GUI.

Modalità di lavoro, caratteristiche richieste: Il Microscopio deve prevedere almeno 3 modalità di vuoto:

- Alto vuoto (High Vacuum) ($10\text{e-}5/10\text{e-}6$) con pompa TMP, per osservazione SEM convenzionali (Campioni conduttivi o resi tale per metallizzazione)
- Basso vuoto o pressione variabile (Low Vacuum or variable pressure) $\leq 130 \text{ Pa}$, per osservazione di campioni non (o scarsamente) conduttivi, **campioni parzialmente umidi, campioni oleosi, residui di lavorazioni, etc.**

- Modalità ambientale possibilità di lavorare a pressioni fino a 4000 Pa, per osservazioni di campioni completamente incompatibili sia con l'alto che con il basso vuoto o pressione variabile (causa lenta ma inesorabile sublimazione dei liquidi presenti e coartazione della morfologia).

In modalità Ambientale i campioni devono poter essere visionati per lunghi periodi di tempo senza degradare le loro caratteristiche ed una volta visionati possono essere rimossi dalla camera.

Per la modalità basso vuoto ed ambientale deve essere possibile inserire tipologie di gas differenti, per eventuali esigenze che si rendessero necessarie alla tipologia di esperimento ad esempio (lista non esaustiva): Vapor d'acqua, Azoto, Argon, Ossigeno, Elio.

Passaggio immediato nelle varie modalità di vuoto, con regolazione a controreazione dinamica delle pressioni del gas in camera (VP / LV) con valvola a spillo a controllo elettronico proporzionale.

Rivelatori per immagini richiesti:

In tutte le modalità di vuoto deve essere possibile visionare il campione in Elettroni Secondari diretti (SE).

Rivelatori da inserire in fornitura:

- **Rivelatore SE** (per alto vuoto): Everhardt-Thornley, posizionato in camera, con griglia di polarizzazione regolabile in continuo, da -150V a +300V;
- **Rivelatore SE** (per basso vuoto o pressione variabile), per visionare elettroni SE diretti e lavorare fino a 130 Pa;
- **Rivelatore SE** (per modalità ambientale) deve poter visionare elettroni SE diretti fino alla pressione di 4000 Pa;
- **Rivelatore BSE ad anelli circolari (almeno 4)**
 - Rivelatore allo stato solido, ad anelli circolari ad a. Alta sensibilità (< 1-5keV) e grande area attiva. Geometria ottimizzata per funzionamento contemporaneo alla microanalisi EDS.
 - Amplificatore a larga banda (TV-rate) e basso rumore, a 4 canali, simultanei.
- **Rivelatore SE** compatibile con sistema di acquisizione per microanalisi EDS, per ottimizzazione microanalisi semi quantitativa in presenza di gas.
- **Rivelatore STEM** ad almeno 8 settori (Bright Field/Dark Field e 6 settori High angle annular dark field). L'inserimento del Detector deve essere automatico (pneumatico).

- **CCD camera:** Telecamera ad infrarossi, a sensore CCD ed ampio campo visivo, comprensiva di illuminatore a LED infrarossi, multipli. Attivazione automatizzata via software "User Interface".
- **Telecamera a colori** ad alta risoluzione (almeno 5 Mpixels) per navigazione sul multistub

Camera e stage porta campioni, caratteristiche richieste:

- **Camera:**

Di grandi dimensioni, preferibilmente emisferica, ottimizzata per il minimo volume da pompare ed il massimo movimento del goniometro a 5 assi.

- Porte libere di accesso per accessori: almeno 8 (otto).
- Posizione ottimizzata per tutti i rivelatori (SE, BSE, STEM, CDEM, EDX-WDX, IR-CCD, EBIC-EBIV, ecc.) ed accessori ausiliari (cryo-stage, ecc.) a 10 mm WD eucentrica-analitica

Stadio goniometrico a 5 assi (X-Y-Z-R-T).

- Stadio di alta precisione e stabilità; motorizzato su 5 assi e a controllo computerizzato.

Movimenti X ed Y = 100 mm

Z = 60 mm, - totali 75 mm

Rot. = $n \times 360^\circ$

Tilt = da -5° a $+70^\circ$

- **Accuratezza Inclinazione:** **$0,5^\circ$**
- **Ripetibilità** assi X – Y: **$2 \mu\text{m}$**
- **Rotazione:** continua motorizzata $n \times 360^\circ$

- **Portacampioni di dotazione standard:**

- Portacampione singolo, regolabile in altezza, per 1 stub da 10mm.
- Portacampioni multiplo, regolabile in altezza, per 12/16 stub da 10mm.

Gestione dei segnali video, caratteristiche richieste:

- **Funzioni** video di miscelazione, inversione, profili, mappe, ecc.
- **Risoluzione video** : fino a 6144x4096 pixels x 16 bit di profondità (65.000 livelli di grigio).
- Modalità 4 quadranti, per poter visionare in contemporanea, almeno 4 segnali differenti, provenienti dai vari rivelatori disponibili

Scansione

Generatore di scansione: digitale ad alta risoluzione (pattern engine a 16 bit). Completamente programmabile attraverso il software applicativo (User Interface). Possibilità di creazione e salvataggio lista valori preferiti, pulsanti di selezione rapida ad icone intuitive.

- **Rotazione elettronica dell'immagine con funzione software che permette di allineare un "dettaglio" del campione con una direzione preferenziale (X o Y).**

- **Modi di funzionamento:**

Schermo intero, Finestra (variabile in dimensioni e posizione), Linea, Punto.

- La scansione deve essere impostabile sia per "*nr. di linee*" e sia per "*pixel per linea*".

Nr. di linee: selezionabile tra 768, 1536, 3072 e 6144.

Nr. di pixel per linea: selezionabile tra 512, 1024, 2048 e 4096.

Tempo per pixel: (dwell) selezionabile a piacere, da 50ns/pixel a 25 ms/pixel

Processore di immagini integrato

- **Funzioni Base:** Integrazione e Media Trascinata (averaging): fino a 256 frame.
- Risoluzione, in finestra video di Windows @ 1920x1200:

- Il sw di gestione dello strumento prevede una serie di misure primarie eseguibili “on-line”, quali misure lineari (X, Y, punti arbitrarie), perimetri poligoni, ecc.
- Possibilità di aggiungere un testo a colori in sovrimpressione sull'immagine.

I marker delle misurazioni con i relativi valori ed il testo possono essere modificati a piacimento (font, size, color) ed essere salvati sull'immagine stessa. Inoltre, essendo le immagini salvate, compatibili con i software di analisi d'immagine è possibile estendere le possibilità di editing e di misura.

Display

- N. 2 Monitors a colori **da 24” - LCD**
- **Commutatore Hw e Sw**, per il passaggio automatico da un monitor all'altro (e da un computer all'altro)

Immagini

Trasferimento immagini digitali nei più diffusi formati: TIFF (8, 16, 24 bit), BMP e JPEG.

Compatibilità con i sistemi di acquisizione e di elaborazione per l'elaborazione, misurazione, analisi e conversione in altri formati, qualora necessario.

Strumenti e calcolatori di controllo:

• Unità di controllo e di supporto:

I computer di controllo e di supporto devono essere assemblati con componenti standard industriali, facilmente reperibili sul mercato, da primarie aziende informatiche (Aragon, HP, Coreco, Acer, Dell, ecc).

- **Tavolo regolabile in altezza** per monitor, Tastiera, Mouse, PC's, ecc.

Accessori dinamici:

Il Microscopio, deve essere accessoriato e strutturato, per eseguire cinetiche in **alta temperatura**.

In particolare, vengono richieste le seguenti predisposizioni ed accessori inclusi:

- Stage riscaldante fino a 1000°C

- Detector in elettroni secondari (SE) compatibile con tale modalità ed insensibile alla luce e al riscaldamento
- Possibilità di visionare in diretta il processo di riscaldamento
- Possibilità di impostare rampe di riscaldamento da pochi gradi ad almeno 50°C /minuto
- Gestione del processo tramite interfaccia grafica integrata nel sw del Microscopio
- Possibilità di eseguire video del processo
- Possibilità di utilizzare gas di tipo diverso (vedere lista precedente).

Il Microscopio, deve essere accessoriato e strutturato, per eseguire cinetiche con controllo **dell'umidità relativa**.

Stage raffreddante ad effetto Peltier, completamente controllato via software (-20°C/+60°C)

Possibilità di idratare e disidratare i campioni.

Controllo completo via software (integrato)

Gestione della pressione di lavoro con grafici opportuni forniti di serie (diagramma P/T°/RH%)

Visione di un'immagine di elettroni secondari diretti

Plasma Cleaner

Il microscopio dovrà essere equipaggiato con un sistema per la pulizia dei campioni e per la rimozione di eventuali contaminazioni sul campione ed in camera. L'accessorio deve essere integrato e controllato direttamente dall'interfaccia grafica del Microscopio.

Predisposizioni del Microscopio Elettronico:

1) Deposizione assistita con gas precursori tramite fascio elettronico (EBID)

Predisposizione per la deposizione di gas precursori di metallo, per la costruzione di dispositivi.

Si richiede la disponibilità di almeno i seguenti gas: Carbonio, Tungsteno, Platino.

Accessori Analitici:

Il Microscopio Elettronico proposto, deve essere corredato dal sistema di microanalisi integrato EDS/EBSB: in particolare di un sistema di microanalisi EDS modulare per analisi qualitative e quantitative con e senza standard. Il sistema deve consentire una valutazione manuale, automatica o interattiva degli spettri, e produrre risultati affidabili su campioni di diversa natura.

Il sistema deve utilizzare un rivelatore di tipo Silicon Drift Detector (SDD) funzionante senza azoto liquido, retrattile, motorizzato e privo di ventole di raffreddamento. Le risoluzioni devono essere costanti e garantite anche ad un elevato tasso di conteggi.

Il sistema deve generare profili di concentrazione e mappature elementali (con produzione di uno spettro per ogni pixel della mappa) sia qualitativi che quantitativi, ed acquisire immagini ad elevata risoluzione. Deve essere presente una soluzione di "project management" per una gestione del flusso di lavoro e un "report generator" per la creazione di rapporti in modo semplice ed intuitivo.

Il sistema EDS deve essere integrato con il sistema di EBSD (Electron Backscattered Diffraction) per analisi combinate, chimiche e cristallografiche, identificazione delle fasi, tessiture, orientazione cristallografica, su differenti campioni.

Il rivelatore EBSD deve essere ad alta risoluzione, retrattile, motorizzato e con la possibilità di variare il tilt per ottimizzare le geometrie analitiche. Deve essere possibile effettuare analisi anche di tipo TKD, Transmission Kikuchi Diffraction.

Il sistema deve essere inoltre predisposto per una completa integrazione, hardware e software, con un sistema di Micro-XRF, che consenta di gestire una doppia sorgente del microscopio (e-Beam e x-ray-Beam) in modo automatico o manuale, per migliorare le prestazioni analitiche degli elementi in traccia su matrici di natura complessa.

Le specifiche tecniche dei prodotti richiesti sono le seguenti:

- Rivelatore EDS di tipo SDD (Silicon Drift Detector) raffreddato ad effetto Peltier, retrattile, motorizzato e senza manutenzione;
- Finestra ultrasottile per la rivelazione simultanea degli elementi leggeri a partire dal B fino all'Am;
- Risoluzione migliore o uguale a 129 eV (Mn K α) garantita anche ad elevati conteggi, fino ad almeno 100.000 cps, area attiva 10 mm²;
- Conteggi massimi in ingresso > 1.500.000;
- Digital Signal Processor a 4096 canali (MCA);
- PC di controllo di ultima generazione completo di monitor 24" LCD e sistema operativo Windows;
- Analisi su punto singolo, multi-punto o oggetti definiti manualmente;

- Analisi qualitative e analisi quantitative, con e senza standard, con valutazione manuale, automatica o interattiva degli spettri. Possibilità di analisi ibride con e senza standard;
- Mappe elementali multiple e veloci, qualitative e quantitative;
- Profili di concentrazione multipli e veloci, qualitativi e quantitativi;
- Mappe iperspettrali con dataset per post-elaborazione off-line;
- Identificazione automatica delle fasi;
- Utilizzo multi-utente in remoto via LAN;
- Rivelatore EBSD di tipo HR (high resolution), 1600 x 1200 pixels, 12 bit, retrattile, motorizzato e con possibilità di tilt $\pm 4.5^\circ$;
- Modalità binning: 2x2, 4x4, 5x5, 8x8, 10x10, 16x16, 20x20;
- Sistema di sicurezza audio/visivo con funzione di auto protezione;
- Uno schermo al fosforo aggiuntivo con la possibilità di sostituzione on-site;
- Ottimizzazione del segnale e calibrazione assistita ed automatica;
- Controllo del fascio elettronico e correzione del drift;
- Indicizzazione veloce off-line, fino a 54.000 punti/s;
- Acquisizione EDS/EBSD simultanea;
- Phase Editor integrato per la visualizzazione delle fasi e della struttura cristallina;
- Orientazione cristallografica e distribuzioni delle fasi, mappe, figure polari inverse (IPF), Euler Map (EM), Schmid Factor Map (SFM), Texture Component Map (TCM);
- Una licenza software EBSD aggiuntiva;
- Predisposizione di tipo hardware e software per una completa integrazione con un sistema di Microfluorescenza di raggi X con ottica policapillare. Tutti i parametri, EDS/EBSD/M-XRF, devono essere gestiti da un unico software. Le analisi quantitative devono essere combinate, e-Beam e x-ray-Beam.
- Installazione, collaudo e formazione del personale.

3 ONERI A CARICO DELL'AGGIUDICATARIO

Sono a carico dell'Aggiudicatario e s'intendono compresi nel prezzo offerto, gli oneri di seguito indicati:

3.1. La presa visione dello stato dei luoghi, delle condizioni locali e di tutte le circostanze generali e particolari che possono influire sulla realizzazione della presente fornitura. Particolare importanza è data alla rilevazione delle vibrazioni e dell'interferenza derivata da campi magnetici. Si richiede la rilevazione preventiva e la individuazione di un sistema di abbattimento delle interferenze così come specificato nella descrizione delle caratteristiche tecniche richieste.

3.2. Il trasporto e la consegna a piè d'opera del sistema, **entro 12 settimane dall'ordine**, nella sede di Pisa, Largo Lucio Lazzarino, 2, in un locale che sarà in seguito individuato, di tutto il materiale occorrente alla fornitura, il disimballo, il preventivo collocamento in sito;

3.3. L'installazione e la messa in funzione delle apparecchiature fornite **entro due settimane** successive alla consegna, inclusi l'allacciamento agli impianti tecnici (energia, fluidi); l'installazione e la messa in funzione delle apparecchiature avverrà in orari che escludono l'esistenza di rischi da interferenza; pertanto non è stato redatto il DUVRI.

3.4. Lo spostamento e successivo perfetto ripristino in sito di mobili, suppellettili e quant'altro possa risultare di intralcio alla esecuzione delle forniture, l'adozione di tutte le cautele e prestazioni idonee a prevenire danni alle suppellettili e ai manufatti;

3.5. Lo sgombero dei locali interessati dalla fornitura, entro sette giorni dalla ultimazione dell'installazione, dai materiali, inclusi gli imballaggi, mezzi d'opera e impianti di proprietà dell'Aggiudicatario;

3.6. La consegna al Committente, prima delle operazioni di collaudo, di tutti i manuali di uso e manutenzione della strumentazione fornita, inclusi gli schemi elettrici, idraulici e meccanici, al fine di consentire al Committente di utilizzare correttamente e mantenere efficiente la strumentazione. I manuali e la documentazione (anche in formato cartaceo) dovranno essere forniti in lingua italiana o inglese e preferibilmente sia in lingua italiana ed inglese. Il fornitore aggiornerà e sostituirà, ove necessario tutti, i manuali e la documentazione per l'intero periodo di garanzia e del successivo periodo di assistenza;

3.7. La comunicazione al Committente, entro 7 giorni dalla stipula del contratto, o dalla lettera d'ordine, dei requisiti tecnici ed ambientali cui devono rispondere i locali in cui saranno installate le apparecchiature ed il suggerimento delle opere eventualmente necessarie per la corretta installazione del SEM FEG.

3.8. L'addestramento del personale del Committente in loco all'uso dello strumento, per un periodo complessivo non inferiore a 7 giorni lavorativi, con modalità che saranno definite al termine dell'installazione.

3.9. Il fornitore dovrà garantire la disponibilità adeguata e tempestiva di parti di ricambio, tali da consentire la corretta manutenzione della strumentazione, per un periodo di almeno 10 anni dall'approvazione del certificato di collaudo da parte del Committente;

3.10. Il fornitore dovrà garantire per tutta la durata del periodo di garanzia e del periodo di assistenza la fornitura e installazione gratuita degli aggiornamenti software dell'apparecchiatura.

3.11. Dovrà inoltre garantire per il periodo successivo e fino al raggiungimento di 10 anni dall'approvazione del certificato di collaudo, la possibilità di acquistare tutti gli eventuali aggiornamenti software dell'apparecchiatura che si renderanno disponibili.

3.12. **Garanzia**, art. 1490 C.C. (vizi), e art. 1512 C.C. (buon funzionamento) con **durata minima di 24 (ventiquattro) mesi** decorrenti dalla data di approvazione del certificato di collaudo. La garanzia si riferisce al perfetto funzionamento di tutto il materiale fornito e installato. Durante il periodo di validità della garanzia l'Aggiudicatario ha l'obbligo di fornire l'assistenza tecnica nel luogo dove è stata effettuata l'installazione, con intervento di tecnici specializzati in FE-SEM entro 72 ore dalla richiesta, e risoluzione del malfunzionamento entro i successivi 7 giorni lavorativi, provvedendo, a proprie spese e senza costi per il Committente, a tutte le operazioni di riparazione dell'apparecchiatura guasta, compresa la sostituzione delle

parti difettose o danneggiate in conseguenza a funzionamento difettoso di altre parti. La garanzia include anche l'eventuale rottura della sorgente elettronica FEG e il costo della mano d'opera di tutti gli interventi.

3.13. **Simulazioni analitiche preliminari e test:** Al fine di una migliore valutazione dell'offerta tecnica, il concorrente dovrà rendersi disponibile all'esecuzione di simulazioni analitiche eseguite, nelle opportune modalità di lavoro, su campioni selezionati dal Committente, presso propri laboratori o laboratori dal concorrente medesimo indicati. In particolare potranno essere individuati campioni non (o scarsamente) conduttivi, **campioni parzialmente umidi, campioni oleosi, residui di lavorazioni, etc.** o campioni completamente incompatibili sia con l'alto che con il basso vuoto o pressione variabile (causa lento ma inesorabile sublimazione dei liquidi presenti e coartazione della morfologia). A tal fine il Committente, in sede di sopralluogo consegnerà a ciascun concorrente il materiale necessario per l'esecuzione delle simulazioni in parola.

Art. 3

ASSISTENZA SUCCESSIVA ALLA GARANZIA

Le imprese offerenti dovranno fornire indicazioni in ordine alla manutenzione offerta successivamente alla garanzia. Deve essere indicato il costo (in percentuale del costo della fornitura oggetto dell'offerta) richiesto per la manutenzione di tipo FULL RISK.

Per manutenzione di tipo Full Risk si intende la manutenzione comprensiva di tutti gli oneri (diritto di chiamata, spese di viaggio, pezzi di ricambio, mano d'opera, ecc.) derivanti dalla manutenzione preventiva e correttiva, eventuale aggiornamento software e relativa formazione del personale per le nuove versioni, rilascio di certificazione di conformità alle normative vigenti con scadenza annuale, ove le norme non prevedano i tempi più brevi. La disponibilità di pezzi di ricambio deve essere garantita per tutta la durata dell'appalto. Il costo dei pezzi di ricambio è compreso nel costo della manutenzione di tipo Full Risk, che per tale parte non è soggetto ad aggiornamento, salvo il caso di danni causati dalla Stazione appaltante.

Il pagamento dell'importo del costo per la manutenzione di tipo Full Risk avverrà con cadenza annuale.

Dovranno inoltre essere indicati in sede di offerta, come specificato dal disciplinare di gara, i servizi di manutenzione offerti, con particolare riferimento ai tempi di intervento (in particolare i giorni intercorrenti dalla chiamata, fino ad un massimo di 5 giorni), eventuale training.

L'aggiudicatario dovrà indicare prima della stipula del contratto la sede di assistenza più vicina nell'ambito dell'Europa, per l'esecuzione del contratto.

Il servizio di manutenzione successivo alla garanzia forma oggetto dell'appalto e verrà tenuto in considerazione ai fini della valutazione del merito tecnico dell'offerta, come previsto dal disciplinare di gara.

In ogni caso, dovrà essere prestato il servizio di manutenzione per 10 anni. Tale periodo di 10 anni comprende almeno 24 mesi (2 anni) in garanzia ai sensi del paragrafo 3.12 dell'art. 2, decorrenti dalla data di approvazione del certificato di collaudo, e il restante periodo fino al compimento dei 10 anni in manutenzione di tipo FULL RISK.

L'Università applicherà per il servizio di manutenzione le seguenti penalità da applicarsi in caso di ritardi di intervento rispetto ai tempi di intervento indicati in sede di offerta. Per ogni giorno di ritardo verrà richiesta una penale pari ad Euro 1.500,00.

Saranno oggetto di valutazione l'ampliamento del periodo di garanzia eventualmente offerto dalle Ditte concorrenti e la disponibilità di fornitura di pezzi di ricambio a listino bloccato (tenendo presente che il costo della fornitura di pezzi di ricambio non è compreso nel costo della manutenzione di tipo Full Risk solo se tale fornitura si renda necessaria per danni causati dalla Stazione appaltante).

Nel corso del contratto l'aggiudicatario potrà offrire, anno per anno, condizioni più favorevoli per la Stazione appaltante di quelle previste dal presente capitolato speciale d'appalto e di quelle offerte in sede di gara per

quanto riguarda l'assistenza successiva alla garanzia, condizioni che la Stazione appaltante si riserva di accettare.

Art. 4

COLLAUDO E ACCETTAZIONE

L'accettazione della fornitura è subordinata al soddisfacimento dei requisiti sotto indicati, da dimostrare tramite prove di collaudo dedicate.

Il collaudo deve accertare che i beni presentino i requisiti richiesti dal contratto, dal capitolato speciale d'appalto dallo stesso richiamato, dall'offerta tecnica, ovvero i requisiti espressi dai campioni eventualmente esibiti ed accettati dal Committente.

Alle operazioni di collaudo dovranno assistere i rappresentanti del fornitore il quale è tenuto a fornire tutta l'assistenza, il personale e i mezzi tecnici inclusi gli eventuali materiali di consumo, secondo le indicazioni fornite dalla Commissione di collaudo.

Il fornitore, a proprie spese, dovrà far intervenire alle operazioni di collaudo un tecnico rappresentante della ditta produttrice dell'apparecchiatura.

I collaudatori potranno eseguire tutte le verifiche a loro giudizio necessarie, senza alcuna possibilità di contestazione o pretesa da parte del fornitore.

Art. 5

IMPORTO MASSIMO E CRITERIO DI AFFIDAMENTO DELL'APPALTO

L'importo complessivo dell'appalto è indicato nel paragrafo 1 del disciplinare di gara.

Il criterio di aggiudicazione sarà quello dell'offerta economicamente più vantaggiosa, come indicato nel disciplinare di gara.

Il concorrente è tenuto a indicare nell'offerta tecnica tutti i punti dell'Art. 2.

La valutazione dell'offerta verrà effettuata dalla Commissione giudicatrice secondo quanto indicato nel disciplinare di gara

Nei moduli dell'offerta tecnica l'impresa/operatore economico dovrà indicare come intende eseguire la fornitura evidenziando i parametri su cui l'Amministrazione effettuerà la valutazione tecnica secondo i criteri indicati nel disciplinare di gara.

Art. 6

TEMPI E CONDIZIONI DELLA FORNITURA

La fornitura dovrà essere effettuata **entro 12 settimane** successive e continue a decorrere dalla data dell'ordine.

La fornitura dovrà avvenire sotto la supervisione dei responsabili del Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali (di seguito "Centro"), o di una persona da loro delegata allo scopo di verificarne la qualità e la corrispondenza a quanto richiesto nel capitolato tecnico.

La consegna dovrà essere effettuata presso il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale, Largo Lucio Lazzarino, 2, 56126 Pisa, dandone preventiva comunicazione ai responsabili del Centro.

L'impresa/operatore economico si assume a proprio carico tutti gli oneri assicurativi e previdenziali di legge, l'osservanza delle norme vigenti in materia di sicurezza sul lavoro e di retribuzione dei lavoratori dipendenti, nonché di accettare condizioni contrattuali e penali.

Art. 7

PENALI – RISOLUZIONE

Qualora quanto richiesto nell' ordinativo non venisse consegnato (anche solo parzialmente) entro il termine previsto, l'Amministrazione applicherà una penale fino al 10% dell'importo totale della fornitura:

- per ciascun giorno di calendario e consecutivo di ritardo, una penale di € 100 per i primi 15 giorni e di € 200 per i successivi giorni di ritardo.

In ogni caso, qualora i ritardi o le inadempienze dovessero avere una frequenza o gravità tale da creare serio pregiudizio alla regolare effettuazione della fornitura, l'Amministrazione si riserva la facoltà di risolvere il rapporto mediante invio di lettera raccomandata a.r., addebitando all'impresa/operatore medesima le maggiori spese occorrenti per procurarsi la fornitura altrove (anche ricorrendo alla graduatoria della gara esperita) oltre gli eventuali ulteriori danni.

Art. 8

TRACCIABILITÀ DEI PAGAMENTI

L'aggiudicatario nonché ogni altra Impresa a qualsiasi titolo interessata al presente contratto (cd filiera), sono impegnati a osservare gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari in ottemperanza a quanto previsto dalla Legge 13 agosto 2010 n. 136 e s.m.i. .

I soggetti di cui al paragrafo che precede sono obbligati a comunicare alla Stazione appaltante gli estremi identificativi dei conti correnti bancari o postali dedicati, anche se in via non esclusiva, alle movimentazioni finanziarie relative al presente contratto, unitamente alle generalità e al codice fiscale dei soggetti abilitati ad operare su tali conti correnti.

Tutte le movimentazioni finanziarie di cui al presente contratto dovranno avvenire – salve le deroghe previste dalla normativa sopra citata - tramite bonifico bancario o postale (Poste Italiane SpA) e riportare, relativamente a ciascuna transazione, il Codice Identificativo di Gara (CIG) e il Codice Unico di Progetto (CUP) comunicati dalla Stazione appaltante.

Il mancato assolvimento degli obblighi previsti dall'art. 3 della citata Legge n. 136/2010 costituisce causa di risoluzione del contratto, ai sensi dell'art. 1456 cc e dell'art. 3, c. 8 della Legge.

Art. 9

PAGAMENTI

Il pagamento potrà avvenire previa emissione della relativa fattura intestata al Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale, e sarà effettuato entro 30 (trenta) giorni dalla data di accertamento da parte del Responsabile del Centro della rispondenza di quanto fornito e previa verifica degli accertamenti di legge. La fattura sarà emessa dopo la consegna completa di quanto ordinato.

Sulla fattura, dovrà essere riportata la dicitura "Centro Interdipartimentale di Scienza e Ingegneria dei Materiali" – SEM FEG - CUP I58F15000000005"