

Capitolato tecnico

**GARA EUROPEA A PROCEDURA TELEMATICA APERTA L’AFFIDAMENTO DELLA LA
FORNITURA DI UN SISTEMA IN ULTRA-ALTO VUOTO PER EPITASSIA DA FASCI
MOLECOLARI (MBE) SU PICCOLI CAMPIONI XPS/UPS, ARPES**

CIG 98929142E5

CUP B53C22004310006

**Area Gestione Infrastrutture e Servizi
Servizio Gare e Acquisti Servizi e Forniture**

Art. 1 - Oggetto della fornitura.....	3
Art. 1.1 Requisiti minimi inderogabili.....	3
Art. 2 - Importo della fornitura	9
Art. 3 - Termine di consegna e installazione.....	9
Art. 4 –Collaudo	10
Art. 5 - Garanzia	12
Art. 6 - Condizioni di fornitura	12
Art. 7 - Garanzia definitiva per la stipula del contratto.....	12
Art. 8 - Penali.....	12
Art. 9 - Inadempimenti contrattuali e risoluzione del Contratto	13
Art. 10 - Recesso	13
Art. 11 - Modalità di presentazione delle fatture e pagamento	13
Art. 12 - Divieto di cessione del contratto	14
Art. 13 - Riservatezza.....	14
Art. 14 - Tracciabilità dei flussi finanziari	15
Art. 15 - Normativa anticorruzione	15
Art. 16 - Utilizzo del nome e del logo del Politecnico di Milano	16
Art. 17 - Norme di riferimento	16
Art. 18 - Foro competente	16
Art. 19 - Trattamento dati	16
Art. 20 - Responsabile del procedimento.....	16
Art. 21 - Contatti del Punto Ordinante.....	16
Art. 22 - Accesso agli atti.....	17
Art. 23 - Spese contrattuali	17

Art. 1 - Oggetto della fornitura

Il sistema in ultra-alto vuoto ha lo scopo di crescere film sottili ed eterostrutture per epitassia da fasci molecolari su substrati adeguatamente preparati. In-situ, i campioni devono essere caratterizzati dal punto di vista strutturale, chimico e delle bande elettroniche mediante diffrazione di elettroni a bassa energia (LEED), spettroscopia di fotoemissione nei raggi X (XPS), spettroscopia di fotoemissione con fotoni UV risolta in angolo ed energia (ARPES).

Il sistema dovrà prevedere due camere in ultra-alto vuoto che operino su campioni di circa 1 cm x 1 cm montati su porta-campioni cosiddetti "a tagliere", del tipo flag-style Omicron plates. Dovrà inoltre prevedere una camera accessoria per il caricamento dei campioni dall'esterno (fast-entry lock o load lock) in alto vuoto o ultra-alto vuoto.

La prima camera in ultra-alto vuoto (camera di preparazione) servirà alla preparazione dei campioni e dovrà permettere:

- a) la preparazione di substrati per sputter-etch con ioni di argon;
- b) il riscaldamento di campioni fino a 1000 °C;
- c) la deposizione di film sottili nanometrici (e loro eterostrutture) mediante epitassia da fasci molecolari (per metalli, materiali magnetici conduttivi, e materiali isolanti come MgO), con processi ripetibili, automatizzati e controllati via software;
- d) la verifica strutturale dei film depositi mediante diffrazione da elettroni a bassa energia (LEED).

La seconda camera in ultra-alto vuoto, o camera di analisi, servirà a eseguire misure di spettroscopia avanzata. Essa dovrà essere equipaggiata con un analizzatore che consenta di realizzare spettroscopia di fotoemissione risolta in angolo (ARPES) per l'analisi fine della dispersione delle bande elettroniche di film sottili cristallini mediante detector bidimensionale allo stato dell'arte e sorgente UV da lampada a scarica di gas nobili (sfruttando le linee spettrali He I ed He II per He, ma prevedendo linee di altri gas nobili per variare la lunghezza d'onda dei fotoni incidenti). La camera dovrà inoltre consentire di realizzare esperimenti di fotoemissione nei raggi X per la caratterizzazione chimica (stechiometria, stati di ossidazione) e di spessore degli strati depositi. Le misure dovranno poter essere condotte da temperatura criogenica (< 10 K) ad almeno temperatura ambiente. L'analizzatore e la camera dovranno essere predisposti per un futuro potenziamento, cioè per l'aggiunta di:

- un sistema di analisi di spin VLEED per la misura risolta in spin delle bande elettroniche;
- una sorgente laser, da usare in parallelo alla sorgente UV e alla sorgente X (l'accesso avverrà mediante una opportuna flangia);
- un sistema monocromatore per la sorgente di raggi X.

Il sistema oggetto della presente gara dovrà inoltre interfacciarsi ad una macchina MBE in ultra-alto vuoto per la crescita di semiconduttori mediante epitassia da fasci molecolari (in particolare, calcogenuri). Pertanto, il sistema fornito dovrà essere in grado di prelevare i campioni cresciuti nella macchina MBE esterna (da qui in avanti in avanti chiamata MBE-calcogenuri), connessa tramite un opportuno sistema in ultra-alto vuoto che comprenda un trasferitore lineare. Il trasferitore deve essere posizionato nella camera di preparazione, in modo tale da permettere il successivo trasferimento dei campioni nella camera di analisi mantenendoli sempre in ultra-alto vuoto, evitando il passaggio attraverso la camera di introduzione.

Infine, il sistema dovrà prevedere un opportuno sistema di cottura delle singole camere, automatizzato, rimovibile e controllabile via software, che permetta di raggiungere le condizioni di ultra-alto vuoto richieste.

L'apparecchiatura fornita deve rispecchiare i requisiti minimi inderogabili indicati all'art. 1.1.

Art. 1.1 Requisiti minimi inderogabili

ID	Caratteristica	Requisito minimo inderogabile
1	Caratteristiche generali	

1.1		Camera di introduzione rapida dei campioni (load-lock), Camera di preparazione/deposizione, camera di spettroscopia in ultra-alto vuoto
1.2		Sistema porta-campioni a "tagliere" (flag-style Omicron sample plates), che verranno adottati come standard per il trasporto all'interno del sistema da vuoto e nel sistema connesso.
1.3		Alimentazione elettrica standard bifase (220-230 V) e trifase (380-400 V)
1.4		Frame di sostegno del sistema
1.5		Rack per l'alloggiamento della strumentazione di controllo
1.6		PC di controllo del sistema
1.7		Unità di distribuzione della potenza elettrica installata e relativi interlock/meccanismi di sicurezza
1.8		Trasporto, installazione, collaudo e successiva formazione (training di almeno 4 giorni), da effettuarsi presso lo spazio di installazione previsto da Polifab
1.9		Tempi di consegna e installazione non superiori a 12 mesi dall'approvazione tecnica dei disegni.
1.10		Sistema per la cottura automatica per le singole camere (bake out a temperatura non inferiore a 200°C) che consenta di portare il sistema in ultra-alto vuoto, secondo le specifiche richieste. Con coperte isolanti, riscaldatori e timer automatico.
1.11		Inclusi nella fornitura un minimo di 4 porta campioni a tagliere del tipo flag-style Omicron samples plates
2	Camera di introduzione (load-lock)	
2.1		Pressione $5 \cdot 10^{-8}$ mbar dopo un'ora di pompaggio
2.2		Parcheggio per lo stoccaggio di almeno 4 campioni
2.3		Porta di accesso rapido
2.4		Pompaggio turbomolecolare e pre-vuoto, con sole pompe a secco
2.5		Vacuometro full-range da 10^{-10} mbar a pressione ambiente
2.6		Linea di ventilazione in azoto
2.7		Trasferitore lineare ad accoppiamento magnetico per la movimentazione dei campioni dalla camera di introduzione alla camera di preparazione, e viceversa
2.8		Sistema per bake-out incluso nella fornitura
3	Camera di preparazione/deposizione	
3.1		Pressione base $5 \cdot 10^{-10}$ mbar dopo cottura (bake out)
3.2		Vacuometro per la misura della pressione operante su tutto il range di lavoro della camera
3.3		Possibilità di eseguire riscaldamento del campione a temperatura non inferiore a 1000 °C e di controllare la temperatura mediante termocoppia montata sul manipolatore in vicinanza del campione
3.4		Possibilità di deposizione con substrato caldo, con una temperatura non inferiore a 400 °C.
3.5		Ottica elettronica LEED per la verifica dell'ordinamento superficiale e della chimica/contaminazione dei film depositi o del substrato. Relativa movimentazione dell'ottica (z-retraction), elettronica di controllo e shutter per la protezione durante la deposizione di

		materiali. Fotocamera per l'acquisizione su computer delle figure di diffrazione controllata da software.
3.6		Flangia predisposta per il montaggio di una microbilancia al quarzo per la stima del tasso di deposizione dei materiali, per un potenziamento immediato o futuro (si vedano le forniture opzionali al paragrafo 2.2)
3.7		Cannone a ioni di argon per sputter-etch/pulizia/scavo del campione in camera di preparazione.
3.8		Pompe turbo molecolari (con raffreddamento a ciclo chiuso, qualora richiesto), pompe di pre-vuoto, valvole di gate pneumatiche adeguate al mantenimento del vuoto base e alla sicurezza della camera in condizioni di operazione e di stand-by, con chiusura automatica in caso di black-out.
3.9		Wobble stick (uno o più) per il trasferimento allo spazio di stoccaggio ed il montaggio/smontaggio su trasferitore e manipolatore dei campioni.
3.10		Valvola di gate verso il sistema esterno di crescita di semiconduttori
3.11		Trasferitore lineare dotato di grabber per il recupero di campioni montati su porta campione flag-style Omicron plate da sistema in ultra alto vuoto connesso al sistema qui richiesto
3.12		Viewport che consenta la misura della temperatura del campione durante riscaldamento mediante pirometro ottico, non richiesto nella fornitura. La viewport deve essere fornita equipaggiata, o predisposta per il successivo equipaggiamento, con uno shutter rotante per poterla oscurare durante i processi di deposizione.
3.13	Manipolatore	Manipolatore con almeno quattro assi (X, Y, Z, angolo polare) con raffreddamento ad acqua e ad azoto liquido e riscaldamento a temperatura non inferiore a 1000 °C, realizzato con materiali non magnetici, e predisposto per la sua motorizzazione (come opzionato nella sezione 2.2).
3.13.1		Controllore di temperatura integrato
3.13.2		Contatto elettrico con il campione per la misura della corrente incidente sul campione nel caso di utilizzo di bombardamento ionico di pulizia (sputter-etch).
3.13.3		Power supply per il riscaldamento del manipolatore.
3.14	Sorgenti di evaporazione	Sorgenti di evaporazione per la deposizione di film sottili ed eterostrutture nella camera di deposizione.
3.14.1		Numero minimo di sorgenti di evaporazione (ciascuna da dedicarsi a un singolo materiale o lega) = 4. Le sorgenti possono essere montate singolarmente ciascuna su una flangia separata, oppure essere riunite in clusters di 2 o più. Ciascuna cella di deposizione deve essere fornita di raffreddamento (incluso).
3.14.2		Le sorgenti indipendenti devono essere dotate di un proprio schermo (shutter) che possa essere aperto o chiuso in maniera automatica durante i processi di deposizione.
3.14.3		Per ogni sorgente, la fornitura deve comprendere il corrispondente generatore di corrente/potenza, la cablatura, il software di controllo, il

		raffreddamento e tutto quanto sia necessario al corretto funzionamento.
3.14.4		Le sorgenti devono poter essere utilizzate in parallelo per la realizzazione di composti e leghe, nonché per multistrati complessi. A tale scopo, deve essere prevista una opportuna schermatura onde evitare fenomeni di contaminazione incrociata tra di esse.
3.14.5		Opportuni crogioli (ove necessari) per l'evaporazione di materiali a basso punto di fusione, quali Au, Al e Cu.
3.14.6		Opportuni supporti per il montaggio di rod di materiali ad alto punto di fusione, quali Fe, Co, Pt e similari.
3.14.7		Per ogni sorgente, deve essere fornito un opportuno flussimetro per la misura del flusso di materiale evaporato. In alternativa, se non disponibile, si deve prevedere l'installazione della microbilancia al quarzo in sostituzione dei flussimetri.
3.15		Parcheggio per lo stoccaggio di almeno 4 campioni
4	Camera di spettroscopia	
4.1		Pressione finale $< 2 \cdot 10^{-10}$ mbar dopo il bake-out
4.2		Opportuni misuratori di vuoto per la misura della pressione
4.3		Camera in μ -metal o con opportuna schermatura dell'analizzatore da campi magnetici esterni
4.4		Wobble stick (uno o più) per il trasferimento di campioni da/verso il braccio di trasferimento e da/verso il manipolatore per ARPES/XPS.
4.5		Valvola di gate verso la camera di preparazione
4.6		Adeguato sistema di pompaggio (con raffreddamento a ciclo chiuso, qualora richiesto) che permetta il raggiungimento delle condizioni di vuoto richieste, con chiusura automatica delle valvole di gate per isolamento della camera in caso di black-out.
4.7		Predisposizione per il montaggio di un cannone ionico per la neutralizzazione della carica del campione durante misure di fotoemissione (flood gun). Tale unità è inserita nelle opzioni (sezione 2.2)
4.8		Viewport che permetta l'accesso ottico per un laser che si possa utilizzare per esperimenti ARPES (sorgente non inclusa, intesa per un potenziamento futuro del sistema)
4.9	Analizzatore ARPES	Analizzatore di elettroni emisferico con detector bidimensionale specifico per ARPES con capacità di eseguire anche misure XPS.
4.9.1		Capacità di shifting nello spazio reale
4.9.2		Angolo di accettazione delle lenti non inferiore $\pm 15^\circ$ in modalità a risoluzione angolare e in trasmissione
4.9.3		Mapping dello spazio dei momenti (2D momentum mapping) sul cono di accettazione angolare
4.9.4		Risoluzione energetica non inferiore a 2.5 meV
4.9.5		Risoluzione angolare $\leq 0.1^\circ$ con uno spot di emissione di 0.1 mm
4.9.6		Risoluzione in $k < 0.005 \text{ \AA}^{-1}$ con uno spot di emissione di 0.1 mm
4.9.7		Detector 2D CMOS
4.9.8		Possibilità di upgrade con spin detector VLEED

4.9.9		Range dinamico $>10^6$ cps (counts per second), con rumore < 10 cps su tutta l'area del detector, < 0.002 cps per canale di energia
4.9.10		Range di k non inferiore a $\pm 0.5 \text{ \AA}^{-1}$ per He I
4.10	Sorgente UV	Sorgente UV ad alte prestazioni a scarica con pompaggio differenziale e generazione di fascio focalizzato, con monocromatore UV per He (estraibile nel caso di utilizzo di altri gas nobili). Flusso minimo 1×10^{14} photons/s*mm ² prima del monocromatore.
4.10.1		Diametro del fascio focalizzato non superiore a 120 micrometri
4.10.2		Larghezza di riga < 2 meV per He-I
4.10.3		Linea del gas predisposta per la connessione di un many-fold di almeno 3 bombole di gas nobili, tramite altrettanti ingressi dedicati, per la commutazione del gas utilizzato nella sorgente UV (He, Ne, Ar, Kr, Xe). Ogni ingresso dovrà essere fornito di opportuno regolatore di pressione o flussimetro. Le bombole dei gas nobili non sono oggetto della fornitura e saranno acquistate dal committente. Il sistema deve prevedere la possibilità di eseguire sciacqui tramite la linea di pompaggio, in maniera opportuna e ove richiesto per il corretto funzionamento.
4.12	Manipolatore della camera di spettroscopia	Manipolatore motorizzato non magnetico per misure ARPES da bassa temperatura (< 10 K sulla superficie del campione) fino a temperatura ambiente (≥ 300 K), mediante raffreddamento ad elio liquido a ciclo chiuso e controllo della temperatura mediante riscaldatore.
4.12.1		Sonda di temperatura integrata e montata nei pressi del campione.
4.12.2		Unità di controllo/power supply per il riscaldamento del manipolatore, con controllo attivo della temperatura impostata tramite retroazione dalla sonda di temperatura
4.12.3		Criostato a basse vibrazioni a ciclo chiuso basato su elio liquido, compreso di compressore e linee di trasferimento dell'elio e connessione al manipolatore.
4.12.4		Movimentazione motorizzata su 5 assi: X, Y, Z (range minimo ± 5 mm), angoli polare (range $\pm 180^\circ$) e azimutale (range $\pm 90^\circ$)
4.12.5		Contatti (minimo 2) per l'accesso elettrico al campione (misura di correnti o applicazione di tensioni elettriche per misure in rimanenza o in-operando)
4.12.6		Campione di riferimento in Au o Ag per misure di test dell'analizzatore montato opportunamente sul manipolatore (può trattarsi di lamina metallica, vite o porta-campione in posizione opportuna)
4.13	Sorgente X	Sorgente a due anodi (Al e Mg) ad alta intensità e basso cross-talk
4.13.1		Unità di alimentazione e controllo della sorgente, con tensione massima dell'anodo non inferiore a 15 kV. Circuiti e controlli di sicurezza integrati (protezione da archi, protezione di persone e strumentazione). Relativa unità di isolamento per la protezione degli operatori e del resto della strumentazione
4.13.2		Connessioni elettriche ed idrauliche
4.13.3		Flusso di fotoni non inferiore a 2×10^{10} fotoni/s e cross-talk tra anodi inferiore all' 1%
4.14.4		Circuito di raffreddamento opportuno a circuito chiuso

4.14.5		Predisposizione per futura installazione di monocromatore per Al-K α .
4.15		Parcheggio per lo stoccaggio di almeno 4 campioni
5	PC e Software	
5.1		Workstation di controllo inclusa nella fornitura per il controllo di processi e acquisizione dati, con monitor wide in numero e dimensione sufficiente per consentire una adeguata visualizzazione del software.
5.2		Software di processo per MBE che consenta di depositare strati sottili di materiali elementari e leghe (in co-evaporazione) con una verifica del tasso di deposizione mediante flussimetro (o microbilancia al quarzo se installata come opzione del paragrafo 2.2). Il software deve permettere di calibrare la deposizione mediante flussimetro o microbilancia, definire le condizioni operative (come la temperatura del substrato) e controllare l'apertura e la chiusura degli shutter per ottenere film dello spessore desiderato. Il software preveda la possibilità di impostare ricette di deposizione con sequenze arbitrarie di strati, di differenti materiali e/o spessori e/o, condizioni di deposizione.
5.3		Software per l'acquisizione di pattern LEED (e spettri Auger, qualora l'opzione fosse prevista) con regolazione dei parametri dello strumento
5.4		Software user-friendly per l'acquisizione di spettri XPS con definizione delle aree/zone energetiche.
5.5		Software user-friendly per fotoemissione UV risolta in angolo, che sia in grado di acquisire la dispersione delle bande E vs k nella direzione di dispersione angolare dell'analizzatore, e acquisizione di mappa di momento (conteggi versus angoli di dispersione (θ_x, θ_y))
5.6		Software di controllo e automazione del bake-out.
5.7		Il software di acquisizione dello strumento deve permettere di salvare dati e metadati, senza perdita di informazioni, anche in un formato file apribile con software open source (oltre ad un formato proprietario, se previsto). In alternativa, devono essere fornite tutte le informazioni relative alla struttura e al contenuto del formato file salvato dallo strumento, per permettere di effettuare il parsing con un linguaggio di programmazione open source di tutti i dati e metadati contenuti senza perdita di informazioni.
6	Oneri concernenti la fornitura	
6.1		Trasporto, oneri di sdoganamento (se dovuti), installazione, collaudo e formazione (training di almeno 4 giorni), da effettuarsi presso lo spazio di installazione previsto da Polifab compresi nella fornitura.
6.2		Contratto di manutenzione programmata della durata di 24 mesi comprensivo di: <ul style="list-style-type: none"> a. una visita preventiva per anno di una persona qualificata del fornitore per la manutenzione programmata (service); b. ricalibrazione dei componenti del sistema in caso di necessità; c. training addizionale durante le visite programmate;

		d. consumabili necessari al funzionamento ottimale della macchina (ivi esclusi i materiali di evaporazione).
--	--	--

Art. 2 - Importo della fornitura

L'importo posto a base d'asta per la fornitura del sistema in ultra-alto vuoto per la preparazione di campioni, deposizione di film sottili, spettroscopia di fotoemissione UV risolta in angolo (ARPES) e a raggi X (XPS) è pari ad € **1.120.000,00** oltre IVA.

Si elencano di seguito alcune forniture opzionali e in alcun modo garantite, ai sensi dell'art. 106, comma 1, lett. a) D.Lgs. 50/2016, da integrarsi con il sistema sopra descritto, che la Stazione Appaltante si riserva la facoltà di attivare entro 12 mesi dalla stipula. Alle opzioni verrà applicato lo sconto offerto in sede di gara.

1	Microbilancia al quarzo	Microbilancia per la misura dell'effettivo tasso di deposizione delle celle di evaporazione, da montarsi su opportuna flangia nella camera di preparazione.	L'importo posto a base d'asta è pari ad € 11.000,00 oltre IVA.
2	Flood gun	Sorgente di ioni per la neutralizzazione della carica positiva su campioni isolanti o semiconduttori analizzati mediante spettroscopia di fotoemissione.	L'importo posto a base d'asta è pari ad € 9.500,00 oltre IVA.
3	Celle di deposizione	Cella multi-crogiolo (multipocket) aggiuntiva per l'evaporazione di altri 4 materiali (o 4 sorgenti distinte ciascuna per un materiale) nella camera di preparazione.	L'importo posto a base d'asta è pari ad € 37.500,00 oltre IVA.
4	Motorizzazione del manipolatore della camera di preparazione	Sistema motorizzato di movimentazione del manipolatore della camera di preparazione (su almeno quattro assi), con controllo software del movimento e opportuni <i>interlock</i> che impediscano collisioni accidentali.	L'importo posto a base d'asta è pari ad € 12.000,00 oltre IVA.

Il valore complessivo delle opzioni sopra descritte è pari a € **70.000,00** oltre IVA, ai sensi dell'art. 106, comma 1, lett. a) D. Lgs.50/2016. Il valore complessivo della gara, comprensivo di tutte le opzioni e calcolato secondo le modalità di cui all'art. 35, comma 4 del D.Lgs. 50/016, è pari ad € **1.190.000,00** oltre IVA.

Gli interventi oggetto della presente procedura sono finanziati a valere sulle risorse previste dal PNRR Missione 4 ("Istruzione e ricerca") – Componente 2 ("Dalla ricerca all'impresa") – Investimento 3.1 ("Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione"), finanziato dall'Unione Europea-NextGenerationEU - CUP B53C22004310006.

L'appalto è finanziato con le agevolazioni previste per il progetto individuato dal titolo "Nano Foundries and Fine Analysis – Digital Infrastructure (NFFA-DI)".

Art. 3 - Termine di consegna e installazione

L'operatore economico aggiudicatario si impegna ad eseguire la consegna del sistema entro e non oltre 12 mesi dalla accettazione dei disegni, che non dovrà richiedere più di 3 mesi.

L'attrezzatura dovrà essere consegnata previo accordo con la Stazione Appaltante.

La consegna si intende comprensiva della movimentazione del materiale sino alla destinazione finale e non la semplice consegna piano strada. I relativi oneri di imballaggio, trasporto, consegna e installazione, ed eventuali protezioni speciali sono ad esclusivo carico e responsabilità dell'Appaltatore, in quanto compresi e compensati nel prezzo contrattuale. L'Appaltatore è tenuto a svolgere, con ogni cura e diligenza, le operazioni di trasporto dei materiali oggetto della fornitura nonché di carico e scarico degli stessi sul mezzo scelto per il trasporto, allo scopo di evitare danni, adottando tutti gli accorgimenti in relazione alle caratteristiche dei materiali.

Il fornitore deve provvedere all'installazione della apparecchiatura presso gli spazi del Politecnico di Milano fino alla sua perfetta messa in funzione e collaudo, come specificato dal presente documento.

Il trasporto dei materiali, comunque effettuato, avviene ad esclusivo rischio e pericolo del Fornitore, anche nell'ipotesi in cui quest'ultimo, nelle operazioni di carico o di scarico, sia assistito dal collaudatore o da altro incaricato del Committente. Il Fornitore dovrà garantire, in fase di installazione della macchina, due giornate di formazione, destinata al personale del Politecnico di Milano. Il corso di formazione dovrà essere tenuto da personale specializzato dovrà svolgersi on-site, presso la sede di installazione. Nel training verranno trattati esaustivamente tutti gli argomenti che garantiscano al personale del Politecnico di Milano di poter utilizzare tutte le funzionalità dello strumento ed effettuare manutenzioni e troubleshooting sullo stesso.

Art. 4 – Collaudo

FACTORY ACCEPTANCE TESTING (FAT) dell'analizzatore ARPES presso il produttore

Data la complessità dell'analizzatore e del sistema, un primo collaudo dell'analizzatore dovrà essere fatto, in accordo tra committente e commissionario, presso la *factory*. Oggetto di verifica saranno:

- la caratteristica del detector (funzione lavoro, potenziali applicati, distanza di fuoco, ecc.), compresa la scansione della tensione del detector;
- verifica della risoluzione energetica dell'analizzatore in modalità ARPES (su opportuno campione di riferimento, ad esempio Ag o Au (111)) ed in modalità XPS (mediante acquisizione dell'*edge* di Fermi sullo stesso campione di riferimento).

Alla fine della procedura di verifica, verrà rilasciata opportuna certificazione che attesti che le prestazioni del sistema rispettando le richieste di capitolato e disciplinare. Il committente potrà assistere ai FAT (spese a carico del committente stesso), previo accordo con il commissionario.

PRESSO POLIFABA seguito del FAT, il Collaudo dovrà avvenire dopo l'installazione della strumentazione e prevede la verifica del funzionamento delle apparecchiature nel loro complesso, dei singoli componenti e dell'interfaccia di controllo.

Funzionalità generale

Si procederà ad una verifica generale del funzionamento del sistema nella sua globalità, segnalando tempestivamente all'installatore e alla ditta fornitrice malfunzionamenti localizzati (e.g. valvole che non isolino correttamente le camere) oppure generali, anche non dettagliati nello specifico nei paragrafi seguenti ma che precludano il normale/corretto/"ragionevole" funzionamento del sistema in oggetto.

Pressioni di lavoro e isolamento delle valvole

Si procederà, durante l'installazione, alla verifica del funzionamento senza anomalie della procedura di cottura (*bake-out*), ed in particolare delle pressioni finali raggiunte al seguito:

- nella camera di introduzione
- nella camera di deposizione
- nella camera di analisi/spettroscopia

Inserimento, trasferimenti e manipolazione

Si verificheranno nel dettaglio

- l'inserimento ed estrazione di campioni montati su supporti a "tagliere" (*flag-style Omicron plates*) dalla camera di introduzione (*load lock*);

- tutti i trasferimenti tra le camere del sistema oggetto di questa gara (da introduzione a camera di preparazione, da camera di preparazione a camera di analisi/spettroscopia, e viceversa);
- la corretta movimentazione/gestione dei campioni in ogni camera mediante manipolatori e *wobble stick*;
- l'operatività dello *storage*/parcheggio dei taglieri flag-style nelle camere in cui sia previsto o disponibile;
- trasferimento da/verso il sistema di crescita di calcogenuri che verrà connesso al sistema oggetto di questo bando.

Collaudo della camera di deposizione e della sua dotazione presso Polifab

Si verificherà il corretto funzionamento di tutte le dotazioni della camera. In particolare, si verificheranno:

- il funzionamento di ognuna delle celle installate (con Fe, Co, Au, Al, Cu, Ni, W, Ta e/o altri elementi simili, forniti dal committente). Si depositeranno film di spessore nominale di 20 nm (come da stima sui flussi o calibrazione contestuale) su substrati di silicio di 1 cm di lato, riscaldati preventivamente a 1000 °C per 5 minuti. Si verificherà l'uniformità dello spessore (lo scarto percentuale tra lo spessore misurato in 3 punti del campione entro 1 mm dal bordo dello stesso dovrà essere minore o uguale a +/- 2.5%). Lo spessore verrà misurato mediante riflettometria a raggi X, profilometria a stilo e/o microscopia a forza atomica presso Polifab);
- la rispondenza della lettura della microbilancia al quarzo con lo spessore depositato (entro il 10%), qualora quest'ultima venga acquistata in opzione;
- il funzionamento del LEED, mediante preparazione di una opportuna superficie ordinata. Si preparerà un singolo cristallo di ossido di magnesio MgO(001) mediante due cicli di sputter-etch (1500 eV) e riscaldamento (*annealing* a 600 °C) [R. Bertacco et al., J. Vac. Sci. & Tech. A, 16(4), 2277–2280. doi:10.1116/1.581340]. La comparsa di un motivo di diffrazione LEED (1x1) sarà indice di corretto funzionamento del sistema. Qualora disponibile (si vedano i criteri premiali), la spettroscopia Auger verrà utilizzata sulla superficie di MgO prima e dopo la pulizia (rimozione del carbonio superficiale mediante sputter-etch).
- Il riscaldamento del campione fino a 1000 °C sarà testato con la preparazione di una superficie di silicio (da substrato di Si(111)) con ricostruzione 7x7 osservata mediante pattern di diffrazione LEED.

Collaudo della camera di analisi e della sua dotazione presso Polifab

Si verificherà il funzionamento generale della camera, il sistema di trasferimento e manipolazione, il parcheggio (*storage*) dei porta-campioni a tagliere (Omicron plates), la funzionalità generale della camera e del suo equipaggiamento. Saranno verificati in particolare:

- Il funzionamento della sorgente a raggi X.
- La rispondenza delle *performance* in loco ai test eseguiti in fabbrica (*Factory Acceptance Testing*) per quanto riguarda la fotoemissione a raggi X. Il test verrà effettuato studiando l'allargamento dell'*edge* di Fermi a temperatura criogenica di un campione di riferimento di oro (Au) montato sul manipolatore ARPES (qualora fornito) oppure depositato mediante epitassia da fasci molecolari su opportuno substrato nella camera di deposizione/preparazione. Si collezioneranno spettri XPS sullo stesso campione di oro oppure su un singolo cristallo di ossido di magnesio (MgO) prima e dopo la procedura di pulizia. Si verificherà se la *flood gun*, qualora acquistata, sia in grado di alleviare il caricamento del campione isolante di MgO causato dal flusso di fotoni.
- Il funzionamento della lampada UV. In particolare, l'emissione di fotoni He-I ed He-II, il rapporto tra i corrispondenti flussi (nel rispetto delle specifiche tecniche) ed il funzionamento del monocromatore (con verifica del flusso di fotoni a valle del monocromatore stesso, da confrontarsi con le specifiche tecniche del produttore).
- Per testare il corretto funzionamento dell'analizzatore in modalità ARPES, si misurerà la dispersione delle bande di un campione di riferimento ad esempio Ag(111) oppure Au(111) preparato con cicli di *sputtering* (ove disponibile) e/o *annealing*, fino alla comparsa di una figura di diffrazione LEED.

L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il proprio personale competente per tutto il periodo relativo alle operazioni di collaudo.

L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione gli strumenti necessari per le misurazioni ed i rilevamenti del collaudo richiesti dal Collaudatore.

Art. 5 - Garanzia

È richiesta una garanzia completa per tutti i componenti dell'apparecchiatura di almeno 24 mesi a partire dalla data di conclusione positiva delle procedure di collaudo del sistema. La garanzia deve comprendere tutto quanto necessario a ripristinare la completa funzionalità dell'apparecchiatura, quindi anche ad esempio parti di ricambio, manodopera e relative spese di trasferta del personale. Si intende con ciò che le medesime specifiche dimostrate durante l'accettazione devono essere mantenute per almeno 24 mesi, a parità di condizioni ambientali, ed eventualmente ripristinate a spese della ditta fornitrice.

Art. 6 - Condizioni di fornitura

L'offerta deve essere comprensiva di tutti gli accessori e materiali necessari per la realizzazione completa e il pieno funzionamento dell'attrezzatura oggetto del presente appalto presso il Politecnico di Milano anche se non espressamente citati nel bando.

A corredo della strumentazione dovranno essere forniti i manuali d'uso in lingua italiana e inglese.

Art. 7 - Garanzia definitiva per la stipula del contratto

Ai fini della stipula del contratto, l'operatore economico aggiudicatario dovrà prestare, una garanzia, denominata "garanzia definitiva", per l'importo e con le modalità stabilite dall'Art.103 del D.Lgs. 50/2016.

La mancata costituzione della suddetta garanzia determina l'annullamento dell'aggiudicazione, la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria.

Art. 8 - Penali

A fronte di eventuali inadempienze rilevate nell'esecuzione del contratto, il Committente provvederà a notificare all'Appaltatore l'accertamento delle stesse e all'applicazione di penalità determinate dalle modalità di seguito descritte, fatto salvo il risarcimento di eventuali maggiori danni:

- A fronte del mancato rispetto delle scadenze previste dal capitolato, con particolare ma non esclusivo riferimento ai termini per la consegna della merce e consegna dei disegni, potrà essere applicata, per ogni giorno solare di ritardo imputabile all'appaltatore, una penale pari allo 0,01% (zerovirgolazerouno per cento) del valore della fornitura.

- Nel caso in cui l'appaltatore non fosse in grado di implementare la totalità di quanto previsto dall'Offerta Tecnica presentata, potrà essere applicata una penale pari al 20% (venti per cento) del valore complessivo della fornitura. Inoltre la Committenza si riserva in questo caso il diritto di rescindere il contratto senza alcun onere ed eventualmente di procedere per danni nei confronti dell'Appaltatore.

- Fallimento di collaudi: nel caso in cui la medesima prova di collaudo dia esito negativo (prova fallita), sarà applicata una penale pari allo 0,1% (zerovirgolauno per cento) del valore della fornitura per ciascuna prova fallita oltre la prima. Nel caso in cui una o più prove diano risultati non soddisfacenti, il Fornitore dovrà provvedere a risolvere tempestivamente gli eventuali inconvenienti in modo tale da consentire il completo superamento delle prove previste entro 15 giorni dal primo collaudo. Nell'ipotesi di inadempienza della fornitura tale da non consentire un esito positivo del collaudo entro 60 giorni dal primo collaudo, la Committenza potrà procedere alla risoluzione immediata del contratto, ai sensi dell'art. 1456 del c.c. applicando una penale pari al 20% del valore della fornitura.

- In caso di mancata rimozione e sostituzione di materiali che risultino difettosi o difformi, parzialmente o totalmente - anche per caratteristiche tecniche o tipologiche - da quelli ordinati e proposti in sede di gara e

sostituzione entro il termine massimo di giorni 30 (trenta) decorrente dalla notifica di contestazione pari a 100,00 euro per ogni giorno di ritardo dalla comunicazione.

Tutte le penali verranno applicate previo contraddittorio con l'Appaltatore, con la sola formalità della contestazione scritta dell'inadempienza all'Appaltatore, con termine di 5 giorni lavorativi dalla data di ricevimento della stessa per eventuali difese scritte da parte di quest'ultimo.

Il Committente si riserva, al raggiungimento di penali per un importo pari 20% (venti per cento) dell'ammontare del contratto, indipendentemente da qualsiasi contestazione, di procedere alla risoluzione del rapporto, ai sensi dell'art. 1456 C.C., fatte salve le penali già stabilite e l'eventuale esecuzione in danno del gestore inadempiente, salvo il risarcimento per maggiori danni.

Le sanzioni pecuniarie di cui sopra verranno fatturate dal Politecnico di Milano e, qualora non liquidate a scadenza, l'importo verrà prelevato direttamente dalla cauzione, con conseguente obbligo di reintegro.

Le sanzioni pecuniarie di cui sopra verranno fatturate dal Politecnico di Milano e, qualora non liquidate a scadenza, l'importo verrà prelevato direttamente dalla cauzione, con conseguente obbligo di reintegro.

Art. 9 - Inadempimenti contrattuali e risoluzione del Contratto

Il Politecnico di Milano, in qualità di committente, si riserva la facoltà di disporre la risoluzione del contratto, previa diffida ad adempiere ai sensi degli art. 1453 e 1454 del C.C., in caso di inadempimento dell'appaltatore anche di uno solo degli obblighi previsti dal presente contratto, salvo in ogni caso il risarcimento del danno.

Il contratto inoltre potrà essere risolto di diritto, ai sensi dell'Art. 1456 del C.C., allorché il totale delle penali accumulate superi il 20% del costo dell'intera fornitura, salvo in ogni caso il risarcimento del danno.

Resta tuttavia espressamente inteso che in nessun caso il Fornitore potrà sospendere la prestazione dei servizi e/o forniture.

È espressamente inteso che in caso di perdita dei requisiti di cui all'art. 80 del D. Lgs. n. 50/2016 e nei casi previsti dai patti di integrità il Politecnico di Milano si riserva la facoltà di risolvere il contratto e si riserva il pagamento in tal caso del corrispettivo pattuito solo con riferimento alle prestazioni già eseguite e nei limiti dell'utilità ricevuta.

In caso di risoluzione del contratto si procederà all'incameramento della cauzione definitiva ove richiesta o, in alternativa, l'applicazione di una penale in misura non inferiore al 10 per cento del valore del contratto.

Il Politecnico di Milano può inoltre risolvere il contratto nei casi e con le modalità previste dall'art.108 del D.Lgs.50/2016.

Art. 10 - Recesso

Il Politecnico di Milano può inoltre recedere dal contratto nei casi e con le modalità previste dall'art.109 del D.Lgs.50/2016.

Art. 11 - Modalità di presentazione delle fatture e pagamento

Le fatture dovranno essere trasmesse in forma elettronica, secondo il formato di cui all'allegato A "Formato della fattura elettronica" del DM n.55/2013, indirizzandola al seguente Codice Univoco Ufficio: UFZCNJ, secondo i seguenti Stati Avanzamento Lavori:

- 20% a fronte di approvazione dei disegni definitivi
- 60% alla consegna, a seguito del *factory acceptance test* (FAT) e della redazione di un verbale preliminare di collaudo

- 20% a seguito di esito positivo del collaudo definitivo presso gli spazi dell'Ateneo

La fattura relativa alla fornitura opzionale potrà essere trasmessa solo a seguito di esito positivo di collaudo presso gli spazi dell'Ateneo.

Oltre al "Codice Univoco Ufficio" che deve essere inserito obbligatoriamente nell'elemento "Codice Destinatario" del tracciato della fattura elettronica, dovranno altresì essere indicate nella fattura anche le seguenti informazioni.

Informazione	Elemento del tracciato fattura elettronica
Codice Unitario Progetto (se indicato in RDO)	<CodiceCUP>
Codice Identificativo Gara	<CodiceCIG>
ORDINE (se indicato): dovrà essere indicato l'identificativo ID_DG che verrà comunicato in sede di stipula	<Dati Generali><DatiOrdineAcquisto>
CONTRATTO (se indicato): in caso di riferimento a contratto, dovrà essere indicato il numero di protocollo/repertorio che verrà comunicato in sede di stipula	<Dati Generali><DatiContratto>
NOTE CREDITO (se indicato): dovrà essere indicato il numero della fattura trasmessa	<Dati Generali><DatiFattureCollegate>

La compilazione e sottoscrizione dell'autocertificazione inerente la dichiarazione di regolarità del D.U.R.C. e la tracciabilità dei flussi finanziari dovrà precedere l'emissione della fattura.

La fattura sarà respinta tramite il Sistema di Interscambio in caso di mancato ricevimento della predetta documentazione.

Il pagamento avverrà entro 30 giorni dalla data di ricezione della fattura, previo accertamento della prestazione da parte del direttore dell'esecuzione del contratto (DEC).

L'operatore economico può chiedere anticipazione del prezzo, come previsto dall'art.35 punto 18 del D.Lgs.50/2016.

L'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorato del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma della prestazione.

Art. 12 - Divieto di cessione del contratto

È fatto divieto assoluto di cedere a terzi l'appalto.

Qualsiasi cessione dell'appalto è nulla nei confronti del Concedente e comporta l'immediata revoca dell'appalto e la perdita della cauzione definitiva, fatto salvo ogni ulteriore risarcimento dei danni eventualmente arrecati al Politecnico di Milano.

Art. 13 - Riservatezza

Il Fornitore si impegna a conservare il più rigoroso riserbo in ordine a tutta la documentazione fornita dal Politecnico di Milano.

Il Fornitore si impegna altresì a non divulgare a terzi e a non utilizzare per fini estranei all'adempimento dell'accordo stesso procedure, notizie, dati, atti, informazioni o quant'altro relativo al Politecnico di Milano e al suo know-how.

Il Fornitore si impegna altresì a restituire al Politecnico di Milano, entro 10 giorni dall'ultimazione delle attività commissionate tutti gli atti ed i documenti alla stessa forniti dalla committente ed a distruggere, ovvero rendere altrimenti inutilizzabili, ogni altro atto.

Eventuali violazioni commesse dal Fornitore sulle disposizioni di cui al presente paragrafo saranno sanzionate ai sensi della normativa vigente in materia.

Art. 14 - Tracciabilità dei flussi finanziari

Al fine di assicurare la tracciabilità dei flussi finanziari finalizzata a prevenire infiltrazioni criminali, il Fornitore assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla legge 136/2010.

Il fornitore si impegna inoltre a produrre, su richiesta della Stazione appaltante, documentazione idonea per consentire le verifiche di cui all'art. 3 comma 9 della legge 136/2010.

A pena di risoluzione del contratto, tutti i movimenti finanziari relativi alla fornitura devono essere registrati su conto corrente dedicato e devono essere effettuati esclusivamente tramite lo strumento del bonifico bancario o altri strumenti previsti dalla legge 136/2010, salvo le deroghe previste dalla legge stessa.

Art. 15 - Normativa anticorruzione

Il fornitore, firma digitalmente il presente disciplinare, dichiarando contestualmente quanto segue.

1) RAPPORTI DI PARENTELA

Il Fornitore dichiara che non sussistono rapporti di parentela, affinità, coniugio, convivenza tra i titolari e i soci dell'azienda e il Rettore, Prorettori, Prorettori delegati dei Poli territoriali, Direttore Generale, Dirigenti, Componenti del Consiglio di Amministrazione, i Direttori di Dipartimento, Presidi di Scuola, visibili all'indirizzo <http://www.polimi.it/ateneo/>, RUP della presente procedura.

2) TENTATIVI DI CONCUSSIONE

Il fornitore si impegna a dare comunicazione tempestiva alla Stazione appaltante e alla Prefettura, di tentativi di concussione che si siano, in qualsiasi modo, manifestati nei confronti dell'imprenditore, degli organi sociali o dei dirigenti di impresa.

Il predetto adempimento ha natura essenziale ai fini della esecuzione del contratto e il relativo inadempimento darà luogo alla risoluzione espressa del contratto stesso, ai sensi dell'art. 1456 del c.c., ogni qualvolta nei confronti di pubblici amministratori che abbiano esercitato funzioni relative alla stipula ed esecuzione del contratto, sia stata disposta misura cautelare o sia intervenuto rinvio a giudizio per il delitto previsto dall'art. 317 del c.p.

3) CONOSCENZA DEL CODICE COMPORTAMENTO DEI DIPENDENTI PUBBLICI DEL POLITECNICO DI MILANO E PIANO PREVENZIONE DELLA CORRUZIONE DI ATENEO

L'appaltatore dichiara di conoscere il Codice Etico e di Comportamento dei dipendenti pubblici del Politecnico di Milano e il Piano Triennale di Prevenzione della Corruzione dell'Ateneo, reperibili all'indirizzo:

<https://www.polimi.it/footer/policy/amministrazione-trasparente/altri-contenuti>

L'appaltatore ha l'obbligo di rispettare e di divulgare all'interno della propria organizzazione Codice Etico e di Comportamento del Politecnico di Milano per tutta la durata della procedura di affidamento e del contratto.

Fatti salvi gli eventuali altri effetti, l'inosservanza delle norme e/o la violazione degli obblighi derivanti dal codice di comportamento dei dipendenti pubblici di cui all'art. 54 del D.Lgs. 165/2001 o al Codice Etico e di

Comportamento del Politecnico di Milano comporta la risoluzione del presente contratto ai sensi dell'art.1456 del c.c.

4) EX DIPENDENTI

Il Fornitore dichiara di non avere concluso contratti di lavoro subordinato o autonomo e/o di non aver attribuito incarichi ad ex dipendenti che hanno esercitato poteri autoritativi o negoziali per conto dell'Università per il triennio successivo alla cessazione del rapporto e si impegna a non stipularli nel successivo triennio.

Art. 16 - Utilizzo del nome e del logo del Politecnico di Milano

Il Politecnico di Milano non potrà essere citato a scopi pubblicitari, promozionali e nella documentazione commerciale né potrà mai essere utilizzato il logo del Politecnico di Milano se non previa autorizzazione da parte del Politecnico stesso. Le richieste di autorizzazione possono essere inviate a comunicazione@polimi.it.

Art. 17 - Norme di riferimento

Per tutto quanto non espressamente previsto dagli atti e documenti di gara si fa riferimento al D. Lgs.50/2016 e al Codice Civile.

Art. 18 - Foro competente

Per ogni effetto del contratto, si riconosce per ogni controversia la competenza del Foro di Milano.

Art. 19 - Trattamento dati

Ai sensi e per gli effetti del Regolamento UE n. 679/2016, le Parti così come individuate, denominate e domiciliate dal presente contratto, in qualità di autonomi Titolari del trattamento, dichiarano reciprocamente di essere informate e di acconsentire, tramite sottoscrizione di questo documento, che i dati personali raccolti e considerati nel corso dell'esecuzione del presente contratto saranno trattati esclusivamente per le finalità previste dal contratto stesso ed in ottemperanza delle misure di sicurezza necessarie per garantire la loro integrità e riservatezza.

Le Parti, in qualità di Titolari autonomi del trattamento, si impegnano a raccogliere i dati degli interessati per le rispettive finalità rispettando il principio di liceità del trattamento. L'eventuale utilizzo dei dati per finalità ulteriori è condizionato alla manifestazione di espresso consenso specifico da parte dell'interessato.

In caso di servizi che richiedano il trasferimento di dati personali dal Politecnico al Fornitore o la raccolta di dati personali da parte del Fornitore nell'ambito dello svolgimento del servizio, il Fornitore verrà nominato all'avvio dei servizi dal Committente con apposito atto negoziale ai sensi dell'art. 28 e seguenti del GDPR "Responsabile del trattamento" in relazione alle attività connesse alla esecuzione del presente contratto.

Punto di contatto del Responsabile per la protezione dei dati per il Politecnico di Milano è: privacy@polimi.it.

Art. 20 - Responsabile del procedimento

Il Responsabile Unico del Procedimento di gara è il Prof. Christian Rinaldi.

Art. 21 - Contatti del Punto Ordinante

Per eventuali informazioni è possibile contattare il Call Center del Politecnico di Milano, **telefono 02 2399 9300 – 800 02 2399**, email callcenter@polimi.it, dalle ore 8.00 alle ore 19.00 dei giorni feriali e il sabato dalle ore 8.00 alle ore 13.00.

Eventuali richieste di chiarimenti, in ordine al contenuto del Bando di gara, del presente Capitolato e del Disciplinare di gara potranno essere formulate esclusivamente per via telematica attraverso la funzione comunicazioni sulla piattaforma di e-procurement Sintel di ARIA Regione Lombardia.

Art. 22 - Accesso agli atti

In caso di richiesta di accesso agli atti, come previsto dal Regolamento di Ateneo, emanato con Decreto del Direttore Generale Rep. n. 7760 Prot. n. 113938 del 04/12/2017, verrà applicato il tariffario approvato dal Consiglio di Amministrazione il 28/11/2017 visibile al seguente indirizzo:

https://www.normativa.polimi.it/fileadmin/user_upload/regolamenti/regolamenti_generali/388_rimborso_costi_riproduzione_e_ricerca_di_documenti.pdf

Art. 23 - Spese contrattuali

Tutte le spese, diritti e imposte, inerenti e conseguenti alla sottoscrizione del contratto, sono a carico dell'aggiudicatario.

Milano, lì 23/06/2023

Il Responsabile Unico Del Procedimento
Prof. Christian Rinaldi