

PROCEDURA APERTA SOPRA SOGLIA COMUNITARIA AI SENSI DELL'ART. 2, COMMA 2, D.L. 76/2020 E SS.MM.II, PER L'AFFIDAMENTO DELLA FORNITURA DI UN SISTEMA CYBER-FISICO IPERCONNESSO INTEGRATO CON SENSORI VR/AR PER LA REMOTIZZAZIONE DELLE ATTIVITA' DI MISURA CON STRUMENTAZIONE ANALITICA MOBILE DISPONIBILI NELLA PIATTAFORMA MOLAB DI ERIHS CON IL CRITERIO DELL'OFFERTA ECONOMICAMENTE PIÙ VANTAGGIOSA SULLA BASE DEL MIGLIOR RAPPORTO QUALITÀ/PREZZO NELL'AMBITO DEL PIANO NAZIONALE RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) MISSIONE 4, "ISTRUZIONE E RICERCA" - COMPONENTE 2, "DALLA RICERCA ALL'IMPRESA" - LINEA DI INVESTIMENTO 3.1, "FONDO PER LA REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA INTEGRATO DI INFRASTRUTTURE DI RICERCA E INNOVAZIONE" PROGETTO HUMANITIES AND CULTURAL HERITAGE ITALIAN OPEN SCIENCE CLOUD – H2IOSC CODICE PROGETTO IR0000029 CUP B63C22000730005 CIG A00A8DA80

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

- Parte Tecnica -

1.	PREMESSE.....	3
2.	CARATTERISTICHE TECNICHE/FUNZIONALITÀ E DOTAZIONI MINIME DELLA FORNITURA.....	3
2.1.	ULTERIORI CARATTERISTICHE DELLA FORNITURA	6
2.1.1.	INSTALLAZIONE E AVVIO OPERATIVO	6
2.1.2.	FORMAZIONE	6
2.1.3.	GARANZIA	6
2.1.4.	DOCUMENTI E CERTIFICAZIONI RICHIESTI	7
2.1.5.	ASSISTENZA TECNICA, SUPPORTO E MANUTENZIONE	7

1. PREMESSE

La Stazione appaltante Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISPC) intende procedere mediante procedura di gara all'affidamento della fornitura, installazione e resa operativa di un sistema cyber-fisico iperconnesso e integrato con sensori IoT, di realtà virtuale e realtà aumentata da utilizzare nella remotizzazione delle misure non-invasive condotte con strumentazione mobile nell'ambito delle campagne di misura della piattaforma MOLAB di ERIHS, da consegnare presso il luogo di cui al successivo paragrafo § 3.

La stazione di misura cyber-fisica del presente bando ha la funzione di remotizzare le attività di misura eseguite con strumentazione analitica mobile di imaging e single-point già disponibili all'interno della piattaforma MOLAB di E-RIHS. Il controllo remoto delle operazioni sperimentali sarà implementato attraverso una serie di componenti strettamente interconnessi acquisti/realizzati nell'ambito del progetto H2IOSC. Il presente appalto riguarda l'acquisizione di un sistema cyber-fisico da installare nel sito di misura. Detto sistema avrà le seguenti caratteristiche e dotazioni: a) sistema a braccio antropomorfo per misure su oggetti 3D e sistema a 3 assi lineari (e 2 di rotazione) per oggetti 2D. Detti sistemi saranno iperconnessi e integrati con sensori IoT, di realtà virtuale e di realtà aumentata. La stazione cyber-fisica, ovvero meccanica, elettronica e software, sono gestiti attraverso un'unità di elaborazione di controllo (CPU) in loco operante in tecnologia real-time. La stazione sarà implementata in modo plug-and-play consentendo un facile inserimento modulare di diverse tecniche analitiche operanti nel MOLAB. La stazione sarà dotata di un software real-time di basso livello per l'acquisizione dei dati sperimentali e per l'elaborazione al volo dei dati dei sensori, in modo per affrontare eventuali eventi durante l'acquisizione (ad esempio problemi di sicurezza per lavoratori o per gli oggetti in studio, acquisizione problematiche e guasti hardware). Sensori IoT supporteranno lo sviluppo di procedure di sicurezza con ridondanze che riducono al minimo i rischi per i lavoratori e gli oggetti in analisi. Sensoristica di realtà virtuale e aumentata e idonee al digital twinning saranno utilizzate per una solida rappresentazione del sito di misure fornendo informazioni sull'occupazione spaziale e sul posizionamento delle opere rispetto al dispositivo cyber-fisico.

2. CARATTERISTICHE TECNICHE/FUNZIONALITÀ E DOTAZIONI MINIME DELLA FORNITURA

L'offerta del concorrente deve rispettare tutte le caratteristiche tecniche, funzionalità e dotazioni minime della fornitura stabilite nel presente paragrafo, pena l'esclusione dalla procedura di gara. Ai sensi di quanto previsto nell'allegato II.5 del D.Lgs. 36/2023 (codice) l'offerente dimostra, nella propria offerta, con qualsiasi mezzo appropriato, compresi i mezzi di prova di cui all'articolo 105 del codice, che le soluzioni proposte ottemperano in maniera equivalente alle prestazioni, ai requisiti funzionali e alle specifiche tecniche prescritti nel presente documento.

A. *Braccio meccanico antropomorfo seriale con sei gradi di libertà (base, spalla, gomito e tre per il polso) per scansioni di oggetti a geometria tridimensionale con le seguenti caratteristiche di base:*

- A.1. Estensione radiale pari a 1000 mm
- A.2. Carico utile (payload) pari a 10 kg
- A.3. Precisione e ripetibilità dei posizionamenti migliore di 0.1 mm
- A.4. Velocità massima di spostamento del target maggiore di 150 mm/sec
- A.5. Rilevamento dinamico delle forze e delle coppie applicate nelle direzioni X, Y e Z
- A.6. Lunghezza dei cavi elettrici di potenza e segnali maggiore di 5 metri

- A.7. Asse lineare motorizzato per estendere il raggio di azione del braccio meccanico; lunghezza maggiore o uguale a 1000 mm; precisione e ripetibilità dei posizionamenti migliore di 0.1 mm; caratteristiche meccaniche compatibili con i carichi statici e dinamici del braccio meccanico compreso il carico utile
- A.8. Unità elettronica di controllo e comando dotata di I/O digitali ed analogici; I/O dedicati alla sicurezza macchina ed operatore; frequenza di controllo maggiore di 200 Hz; uno o più canali di comunicazione ad alte prestazioni per il controllo ed il monitoraggio; possibilità di controllo coordinato dell'asse lineare di estensione del raggio d'azione
- A.9. Console per il comando manuale
- A.10. Peso complessivo della struttura meccatronica (braccio e cavi) inferiore a 50 kg
- B. Sistema centralizzato di gestione delle sicurezze macchina ed operatori con le seguenti caratteristiche di base:**
 - B.1. N. 2 laser scanner di sicurezza; angolo di scansione 270°; profondità di scansione maggiore o uguale a 3 metri; segnalazioni di warning ed allarme; possibilità di configurazione dinamica delle aree di sicurezza tramite connessione Ethernet o USB; conforme alle specifiche di sicurezza ISO 13849
 - B.2. N. 1 controller per le sicurezze; input di sicurezza maggiore o uguale a 10; output di sicurezza maggiore o uguale a 4; conforme alle specifiche di sicurezza ISO 13849
 - B.3. Pulsanti di emergenza per l'arresto immediato degli organi meccanici in movimento e la messa in sicurezza del sistema
- C. Sistema integrato per la rilevazione 3D dell'ambiente operativo dello scanner, in dettaglio:**
 - C.1. N.2 sensori di tipo lidar (Light Detection And Ranging) con le seguenti caratteristiche di base: campo di misura maggiore di 10 metri; accuratezza migliore o uguale a 3 cm; angoli di scansione verticale/orizzontale 30° / 360°; frequenza di scansione orizzontale maggiore di 10 Hz; output data rate maggiore di 200'000 punti/secondo; interfaccia Ethernet per la trasmissione dati e la configurazione
 - C.2. N. 4 camere RGBD con le seguenti caratteristiche di base: acquisizione immagini stereoscopica; misura della profondità fino a 3 metri; risoluzione delle immagini migliore o uguale a 1280 x 720 pixel; frame rate migliore o uguale a 60 frame al secondo; interfaccia di comunicazione ad alte prestazioni Ethernet o USB
- D. Sistema integrato per la misura ed il rilevamento del target di scansione durante le analisi, in dettaglio:**
 - D.1. Camera stereoscopica ad alta risoluzione spaziale con le seguenti caratteristiche di base: illuminazione del target strutturata integrata; dimensione immagini maggiore di 2 Mpixel; campo ottico operativo compreso tra 300 e 1000 mm; risoluzione spaziale migliore di 0.5 mm; tempo di acquisizione immagini minore o uguale a 100 ms; interfaccia di comunicazione ad alte prestazioni Ethernet o USB
 - D.2. N. 4 sensori laser scanner lineare con le seguenti caratteristiche di base: range di misura compresi tra 50, 100, 200 e 500 mm; ripetibilità della misura compresa tra 2 ed 8 micron (30 micron per il range 500 mm); I/O analogico per la misura della distanza e digitale per lo stato del sensore; frequenza di acquisizione delle misure maggiore o uguale ad 1 kHz; interfaccia di comunicazione seriale ad alta velocità per la configurazione e l'acquisizione delle misure
- E. PC industriali ad alte prestazioni dedicati all'acquisizione dati e la gestione del sistema meccatronico e dei sensori esterni, NAS server locale dedicato allo storage dei dati, industrial controller RT (Real-Time) per la gestione dell'I/O e dei dispositivi esterni, dispositivi ed accessori per le connessioni di rete. In dettaglio:**
 - E.1. N. 2 PC Industriali ad alte prestazioni; CPU Intel I9 gen 12 o superiore; memoria RAM DDR4 32 GB o superiore; 6 slot per moduli di espansione di tipo PCIe; interfaccia videografica integrata con

uscite VGA ed HDMI; porta M.2 PCIe x 4 per moduli SSD; n. 1 modulo GPU su bus PCIe ad alte prestazioni; minimo n. 2 porte SATA-600 (6 Gb/s); memoria locale SSD 2 TB; n. 2 porte Ethernet integrate 10/100/1000 Mbps; n. 4 porte USB 3.2 Gen 2x1 (10Gbps); n. 2 Dual USB 3.2 Gen 1x1 (5Gbps); n. 4 x USB 2.0; 1 x USB 2.0; n. 4 x RS-232; n. 2 x RS-232/422/485; case ventilato compatibile con montaggio in rack standard 19"

- E.2. n. 1 NAS (Network Attached Storage) con le seguenti caratteristiche: CPU Processore Intel® Xeon® W-1250 6-core/12-thread fino a 4.7 GHz; architettura CPU 64-bit x86; processore grafico Intel UHD Graphics P630; memoria di sistema DDR4 ECC UDIMM da 16 GB (2 da 8 GB); memoria massima (RAM) 128 GB; n. 4 slot di memoria DDR4 UDIMM; unità bay almeno 8 SATA 6Gb/s, 3Gb/s da 3,5" + 4 SATA 6Gb/s, 3Gb/s da 2,5"; n.2 slot M.2 NVMe PCIe Gen3 x4 M.2 22110/2280; n. 4 porte 2.5 Gigabit Ethernet (2.5G/1G/100M/10M); n. 2 porte Ethernet 10 GBASE-T (10G/1G); n. 2 porte USB 3.2 Gen 2 (10Gbps) tipo C; n.3 tipo A; RAID Type Single, RAID 0, 1, 5, 6, 10, 50, 60 con RAID Hot Spare; maximum Pool size 308 TB; n. 8 HD interni con le seguenti caratteristiche: capacità almeno 20 TB, cache Size 256MB, disk speed 7200 rpm, interfaccia SATA III 6Gb/s, form factor 3.5"; n. 4 SSD interni: capacità almeno 1 TB, interfaccia SATA III 6Gb/s, prestazioni di lettura sequenziali 560Mb/s, form factor 2.5"
- E.3. n. 1 Controller Real-Time ad alte prestazioni con le seguenti caratteristiche: CPU dual-core 1.33 GHz o superiore; FPGA Xilinx Kintex-7 70T o superiore; almeno n. 2 porte Ethernet 10/100/1000 Mbps; almeno n. 1 porta seriale RS232; almeno n. 5 porte seriali RS485/422; n. 3 porte USB 2.0; slot SD card; n. 2 moduli ciascuno da 32 digital I/O high speed configurabili; n. 1 modulo da 3 canali ADC ad alta risoluzione (22 bit) per acquisizione sensori di posizione assoluta
- E.4. Console standard industriale KVM con tastiera e monitor LED da 17"; montaggio per rack standard 19"
- E.5. Telaio rack standard 19" di dimensioni adeguate all'alloggiamento ed il contenimento di tutti i dispositivi elettronici sopra elencati
- E.6. Cassa attrezzata con le necessarie protezioni per il contenimento ed il trasporto del suddetto rack 19", completa di maniglie, piedini di stazionamento regolabili e ruote gommate per un agevole spostamento in piano

F. Sistema meccatronico indipendente per scansioni di oggetti lineari su 3+2 assi. In dettaglio:

- F.1. n. 3 assi lineari (XYZ) motorizzati con stepper-motor (corse minime X=1100 mm, Y=700 mm, Z=200 mm) privi di fine corsa e dotati di sistema di misura della posizione assoluta con tecnologia potenziometrica a filo; risoluzione migliore di 0.05 mm; ripetibilità bidirezionale migliore di 0.01 mm
- F.2. Velocità massima degli assi durante le scansioni almeno 150 mm/sec
- F.3. Possibilità di effettuare scansioni in modalità continua e step-by-step
- F.4. n. 2 assi di rotazione (R1 e R2) motorizzati con stepper-motor range 360 deg (rotazione continua); risoluzione migliore di 0.25 mdeg; ripetibilità di posizionamento angolare bidirezionale migliore di 0.3 mdeg
- F.5. n. 2 sensori di misura di distanza basati su triangolazione laser; risoluzione su scala micrometrica. Tali sensori sono da utilizzarsi in operazioni di posizionamento puntuale e di correzione dinamica della distanza di misura dello scanner dalla superficie in analisi
- F.6. Sistema elettronico di controllo real-time con le seguenti caratteristiche minime: CPU dual-core 1.33 GHz; FPGA Xilinx Kintex-7 70T; n. 2 porte Ethernet 10/100/1000 Mbps; n. 1 porta seriale RS232; n. 3 porta seriale RS485/422; n. 3 porte USB 2.0; 1 slot SD card; n. 5 moduli esterni di controllo assi lineari con stepper-motor completi di acquisizione di sensori di posizione assoluta potenziometrici; n. 1 modulo 32 canali digitali bidirezionali high speed

- F.7. PC Industriale compatto di tipo fanless; CPU i7 Intel 8th generazione 2.4 GHz o superiore; RAM DDR4 16 GB; porte video HDMI e VGA; n. 6 porte Ethernet 10/100/1000 Mbps; SSD 2 TB o superiore; display 13" touch-screen risoluzione 1920 x 1080 (Full HD) porte HDMI e VGA
- F.8. Case subrack standard per telai 19" per il contenimento e l'alloggiamento del sistema di controllo real-time, dei moduli di controllo assi, del PC Industriale fanless e del display touchscreen sopra descritti; altezza 6U o superiore; profondità uguale o inferiore a 450 mm; sistema di ventilazione integrato
- F.9. Real-time motion control software per 5 assi (X, Y, Z, R1, R2) con correzioni dinamiche delle posizioni
- F.10. Data acquisition (con controllo dei parametri dei rivelatori, acquisizione in modalità MCA, Mapping e TLIST e sequenze di scansioni sui 5 assi, controllo e correzione automatica di overflow dati e errori di comunicazione)

G. Sistema di contenimento e trasporto, in dettaglio:

- G.1. Cassa attrezzata con le necessarie protezioni per il contenimento ed il trasporto: del braccio meccanico ed i suoi accessori e cavi, dei laser scanner di sicurezza e cavi, del sistema integrato per la rilevazione 3D dell'ambiente operativo dello scanner e cavi, del sistema integrato per la misura ed il rilevamento del target di scansione e cavi. La cassa dovrà inoltre essere completa di maniglie, piedini di stazionamento regolabili e ruote gommate per un agevole spostamento in piano

2.1. Ulteriori caratteristiche della fornitura

2.1.1. Installazione e avvio operativo

La strumentazione oggetto della presente procedura dovrà essere installata all'interno del locale indicato dalla stazione appaltante provvedendo a propria cura e spese al trasporto, montaggio ed avvio operativo. L'aggiudicatario deve garantire la fornitura esente da difetti e perfettamente funzionante.

2.1.2. Formazione

L'aggiudicatario dovrà garantire un programma di addestramento all'uso ed alla manutenzione ordinaria della strumentazione (formazione di base) di durata minima effettiva di almeno 8 ore (1 giornata): il programma dovrà essere tenuto preferibilmente on-site presso la sede di consegna ed installazione, da personale specializzato, secondo un calendario che dovrà essere concordato con la stazione appaltante. Detto programma dovrà essere avviato entro 30 (trenta) giorni solari dal superamento della verifica di conformità della strumentazione, salvo diverso accordo. Il corso e la documentazione di addestramento dovranno essere in lingua italiana e/o inglese.

2.1.3. Garanzia

Per la strumentazione offerta dall'aggiudicatario deve essere inclusa la garanzia per vizi e difetti di funzionamento (art. 1490 c.c.), per mancanza di qualità promesse o essenziali all'uso cui la cosa è destinata (art. 1497 c.c.), nonché la garanzia per buon funzionamento (art. 1512 c.c.) che dovrà coprire un periodo di almeno 12 (dodici) mesi dalla data dal superamento della verifica di conformità della strumentazione.

Il difetto di fabbricazione, il malfunzionamento, la mancanza di qualità essenziali e/o caratteristiche tecniche minime o eventuali migliorative offerte saranno contestati, per iscritto, entro un termine di decadenza di 30 (trenta) giorni lavorativi dalla scoperta del difetto stesso e/o del malfunzionamento e/o della mancanza di qualità essenziali e/o caratteristiche tecniche minime o eventuali migliorative offerte.

Tale garanzia deve comprendere le riparazioni o sostituzioni di parti (con esclusione delle parti c.d. "consumabili" chiaramente individuabili nella documentazione a corredo) necessarie al funzionamento ottimale della strumentazione.

Devono ritenersi, inoltre, comprese nella garanzia le spese di trasferta ed i costi della manodopera dei tecnici presso la sede di consegna ed installazione. Per l'intero periodo di vigenza della garanzia, l'aggiudicatario dovrà impegnarsi a fornire gratuitamente gli eventuali upgrade alle licenze software.

2.1.4. Documenti e certificazioni richiesti

All'atto della consegna della fornitura, l'aggiudicatario dovrà consegnare – ove non già presentati in sede di offerta ovvero di stipula del contratto – i seguenti documenti:

- le certificazioni comprovanti la conformità alla vigente normativa in materia di sicurezza (marcatura CE).
- Schede tecniche, manuali d'uso e manutenzione, schemi elettrici e logica di controllo delle singole apparecchiature fornite, sia in forma elettronica stampabile sia in forma cartacea. La documentazione deve includere il piano di manutenzione preventiva, e tutti gli schemi elettrici, fluidici e meccanici. Dovrà comprendere inoltre la descrizione dettagliata del software (uso, installazione, backup e ripristino)
- report di collaudo tecnico dello strumento.

2.1.5. Assistenza tecnica, supporto e manutenzione

In caso di guasto l'aggiudicatario dovrà essere in grado di intervenire tempestivamente dalla segnalazione effettuata a mezzo PEC entro un massimo di 15 (quindici) giorni lavorativi. Tale intervento è finalizzato alla immediata assistenza ed al ripristino delle funzionalità della strumentazione o, nel caso in cui ciò non sia possibile, alla valutazione del guasto e degli interventi necessari. L'aggiudicatario dovrà garantire la disponibilità delle parti di ricambio almeno per 60 (sessanta) mesi successivi allo scadere della garanzia di legge.

L'aggiudicatario dovrà garantire la disponibilità dei ricambi per il periodo di 36 mesi decorrenti dalla data del collaudo della fornitura.