



Codifica documento

**PON-OR6-02-SOW
01**

Revisione

Tipo documento

Capitolato tecnico prestazionale

Denominazione gara

Fornitura di un backend digitale per 64 segnali radioastronomici a larga banda.

Tipo di procedura

Procedura aperta ai sensi dell'art. 60 D.lgs. 18 aprile 2016, n. 50, e s.m.i.

Atto di avvio

Determinazione n. 67 - 1° aprile 2020

Importo a base di gara

€ 348.000,00

Provenienza finanziamento

**Azione II.1 del PON Ricerca e Innovazione 2014-2020
Avviso D.D. 424 del 28/02/2018**

PIR01_00010 "Potenziamento del Sardinia Radio Telescope per lo studio dell'Universo alle alte frequenze radio - SRT_HighFreq"

CUP

C87E19000000007

CIG

8260438913



Contenuto del documento

Art. 1	Premessa - PON “Ricerca e Innovazione 2014-2020”	4
Art. 2	Oggetto della fornitura – Obiettivi generali	4
Art. 3	Requisiti Tecnico/Funzionali minimi	5
Art. 4	Requisiti Prestazionali minimi	8
Art. 5	Condizioni di fornitura - Consegna	9
Art. 6	Collaudo della fornitura	10
Art. 7	Requisiti del gruppo di lavoro	10
Art. 8	Assistenza e supporto	11
Art. 9	Fasi e cronoprogramma	11
Art. 10	Requisiti e criteri premianti	11



Definizioni

Aggiudicatario	Il Concorrente primo classificato nella graduatoria di valutazione delle Offerte ratificata da INAF - OAC
Amministrazione	L'INAF – Osservatorio Astronomico di Cagliari, anche “stazione appaltante”
Appaltatore	Il soggetto vincitore della Gara, con il quale INAF – OAC firmerà il Contratto
AVCPass	Banca dati nazionale istituita presso l'A.N.AC. per la verifica del possesso dei requisiti generali e speciali per la partecipazione alla Gara
Capitolato Prestazionale	Il documento che definisce le caratteristiche tecniche della Fornitura
Capitolato Speciale	Il documento contenente le condizioni generali del Contratto che sarà stipulato fra INAF - OAC e l'Aggiudicatario
Concorrente	Ciascuno dei soggetti, siano essi in forma singola che raggruppata, raggruppanda che presenteranno Offerta per la Gara
Contratto	Il contratto di appalto che sarà stipulato fra INAF - OAC e l'Aggiudicatario
Direttore dell'esecuzione del Contratto	La persona fisica con il compito di rappresentarla nella gestione del rapporto contrattuale con l'Appaltatore
Disciplinare di Gara	Il documento che fornisce ai Concorrenti le informazioni necessarie alla preparazione e presentazione dell'Offerta, nonché i criteri di valutazione e di aggiudicazione
Fornitura	Oggetto dell'appalto / Prestazioni da eseguire
Mandatario	Per i Concorrenti raggruppati o raggruppandi, il componente che assume il ruolo di capofila del gruppo costituito o costituendo
Offerta	Insieme dei documenti, che includono l'offerta tecnica e l'offerta economica, che ciascun Concorrente deve presentare per partecipare alla Gara
Offerente	L'operatore economico che ha presentato un'offerta
Operatore economico	persona fisica o giuridica, un ente pubblico, un raggruppamento di tali persone o enti, compresa qualsiasi associazione temporanea di imprese, un ente senza personalità giuridica, ivi compreso il gruppo europeo di interesse economico (GEIE) costituito ai sensi del d.lgs. 23 luglio 1991, n. 240, che offre sul mercato la realizzazione di lavori o opere, la fornitura di prodotti o la prestazione di servizi.
Requisiti tecnici	Sono i requisiti che definiscono le caratteristiche e le specifiche tecniche della fornitura
Requisiti funzionali	Sono i requisiti che indicano lo scopo, l'obiettivo e la funzione della fornitura
Requisiti prestazionali	Sono i requisiti che definiscono quale performance e livello di servizio deve avere la fornitura
Requisiti premianti	Individuano le caratteristiche di natura tecnica e/o funzionale e/o prestazionale migliorative dei requisiti minimi fissati dalla stazione appaltante, oggetto di valutazione discrezionale o tabellare da parte della commissione giudicatrice
U-Buy	Dal 18 ottobre 2018, è la piattaforma elettronica utilizzata dall'INAF per lo svolgimento delle procedure di gara

Art. 1 Premessa - PON “Ricerca e Innovazione 2014-2020”

L'INAF - Osservatorio Astronomico di Cagliari (di seguito anche “OAC”) è una Struttura di ricerca dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF). OAC ha inoltre responsabilità gestionale e operativa per il radiotelescopio “Sardinia Radio Telescope” (SRT), Infrastruttura di Ricerca dell'INAF, localizzata in un'area distante circa 35 km dalla sede OAC, nel comune di San Basilio (SU).

A seguito della nota prot. n. 424 del 28 febbraio 2018 emessa dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (“MIUR”), recante lo “Avviso per la concessione di finanziamenti finalizzati al potenziamento di Infrastrutture di ricerca, in attuazione dell'Azione II.1 del PON Ricerca e Innovazione 2014-2020” (“Avviso”), l'INAF ha presentato la proposta progettuale “PIR01_00010 - SRT_HighFreq - *Potenziamento del Sardinia Radio Telescope per lo studio dell'Universo alle alte frequenze*” (“Proposta”), articolata secondo nove “Obiettivi Realizzativi” (di seguito citati anche come “OR”). Proposta che, a seguito del Decreto Direttoriale n. 461 del 14 marzo 2019 del MIUR, è stata co-finanziata per importo complessivo pari a euro 18.683.000,00, a valere sul PON “Ricerca e Innovazione 2014-2020, fondi FESR – FSE. L'**Osservatorio Astronomico di Cagliari** è stato indicato dal Consiglio di Amministrazione dell'INAF quale **stazione appaltante** per l'espletamento procedure di gara necessarie per l'acquisizione dei beni oggetto della Proposta finanziata

Art. 2 Oggetto della fornitura – Obiettivi generali

Origine e motivazione della fornitura.

Fra le Infrastrutture osservative dell'INAF sono presenti tre radiotelescopi, dislocati a Medicina (BO), Noto (SR) e San Basilio (SU). Per le osservazioni con la tecnica VLBI, attualmente i tre radiotelescopi utilizzano un sistema Digital Base Band Converter 2 (DBBC2), che è in grado di elaborare fino a 4 segnali ciascuno con una banda di 512 MHz. Inoltre esiste un sistema basato sulla scheda Italian Tile Processing Module (iTPM), sviluppata per l'interferometro SKA LFAA, che può elaborare 32 segnali di 400 MHz ciascuno, ed utilizzato per l'array di piano focale PHAROS, operativo alla frequenza di 6 GHz, per il quale la limitata banda passante risulta adeguata.

La proposta finanziata con il presente PON include la realizzazione di diversi ricevitori con elevata banda passante e numero di canali. I backend correntemente disponibili non sono adeguati per soddisfare le richieste (numero di canali simultanei, banda passante istantanea, processamento digitale) necessarie ad un pieno sfruttamento dei ricevitori summenzionati.

Il presente appalto è finalizzato alla **fornitura** di un sistema di acquisizione ed elaborazione dati radioastronomici, che sia migliorativo del sistema di ricevitori, in uso anche al radiotelescopio SRT, dove fornisce un segnale suddiviso in una serie di bande, di 2 GHz ciascuna, rappresentanti diverse posizioni in cielo e/o diverse regioni spettrali.

Il sistema da acquisire deve essere in grado di analizzare fino a 64 segnali radio, con banda compresa tra 0 e 1.95 GHz. Nella principale modalità osservativa, il sistema realizzerà su ciascun canale uno spettropolarimetro a banda larga (2 GHz) con numero di canali spettrali compreso tra 10^3 e 10^5 , e tempi di integrazione minimi di 10 ms. I segnali elaborati

verranno inviati ad un sistema di High Performance Computing, con una banda minima complessiva in uscita di 150 Gbps in standard Ethernet.

Ogni ingresso verrà campionato alla frequenza di campionamento di 4GS/s, ottenuto a partire da un riferimento di clock esterno, distribuito a ciascuna scheda che compone il sistema da un sistema di distribuzione realizzato dalla stazione appaltante. Deve essere possibile sincronizzare tra di loro gli ingressi in tutto il sistema a livello del singolo campione ADC, utilizzando un segnale di temporizzazione (trigger) pure distribuito dalla stazione appaltante.

Il sistema può essere implementato come sottosistemi identici ciascuno in grado di processare un numero inferiore di canali. Ciascun sottosistema deve essere dotato di alimentazione, interfaccia di controllo (Ethernet 1G standard) e interfaccia di uscita (Ethernet 40/100 Gb QSFP+/QSFP25) indipendenti, e deve essere meccanicamente compatibile con lo standard rack 19", per uno spazio totale massimo di 10 HE.

Il sistema deve includere il firmware ed il software necessario al funzionamento di base dello stesso. Gli algoritmi di processamento del segnale sono sviluppati dalla stazione committente, ed i relativi core firmware non sono oggetto del bando. Essendo questi algoritmi in continua evoluzione, l'ambiente di sviluppo (Board Support Package, programming API) per creare o modificare le personalità delle FPGA, nonché per interagire con le stesse, deve essere adeguatamente documentato e supportato.

Art. 3 Requisiti Tecnico/Funzionali minimi.

Requisiti funzionali del prodotto.

L'Aggiudicatario dovrà fornire prodotti originali, nuovi, non contraffatti, recanti il marchio del produttore, essere non rigenerati o di provenienza illegale (o da fonti non autorizzate), regolarmente commercializzati, e tali da non necessitare, per le funzioni richieste, aggiunte successive di componenti hardware e/o software o comunque modifiche che comportino un aggravio economico per la stazione appaltante. Essendo il sistema riprogrammabile, deve essere inclusa la documentazione ed il software di supporto (Board Support Package) necessario allo sviluppo di firmware/software applicativo (non incluso), ed un software/firmware minimo che consenta il test funzionale del sistema.

Caratteristiche tecniche del prodotto.

La fornitura in oggetto consiste dei seguenti elementi:

- 8 schede RFSoc contenenti ciascuna
 - una FPGA Xilinx RFSoc XCZU27DR, con 8 ingressi RF 0.1-2 GHz, single ended, con connettore coassiale standard
 - Isolamento tra canali di almeno 80 dB (60 dB tra canali adiacenti)
 - Ingresso per sincronizzazione (trigger) e per clock di riferimento ad alta stabilità.
 - Memoria: 2 banchi DDR4 a 64 bit, per una capacità totale di almeno 8 GB
 - Controllo tramite PciE (minimo 1 lane) verso computer di controllo, e/o tramite interfaccia 1Gb in standard Ethernet



- porta di uscita seriale ad alta velocità: una tra le seguenti
 - almeno 20 GB equivalenti di link seriale verso un'interfaccia separata a 40 Gb (100 Gb opzionale) dotata di porta standard QSFP+
 - interfaccia QSFP+ 40 Gb (100 Gb opzionale) presente sulla scheda
 - interfaccia QSFP+ 40 Gb (100 Gb opzionale) presente su scheda back-side con collegamento diretto alla FPGA
- Memoria non volatile per storage di almeno 2 personalità distinte della FPGA, con possibilità di aggiornamento remoto
- Porta USB per accesso alle funzioni di JTAG e programmazione della FPGA, utilizzabile dai tool di sviluppo Xilinx
- Interfaccia 40 Gb. L'interfaccia è composta da una o più schede in grado di fornire le seguenti funzionalità, se queste non risultano già presenti nella scheda RFSoc, o può essere implementata direttamente sulla scheda RFSoc:
 - Almeno un cage QSFP+ ogni 2 FPGA.
 - Nel caso non sia presente una cage dedicato per ogni FPGA, collegato direttamente ai transceiver veloci della stessa, deve essere presente un layer di logiche programmabili per fornire le funzionalità di conversione di protocollo e routing, con relativo firmware (Board Support Package)
 - Porta USB per accesso alle funzioni di JTAG e programmazione della FPGA, utilizzabile dai tool di sviluppo Xilinx
 - capacità locali di controllo e monitoraggio dei transceiver ottici
 - link di comunicazione veloce dedicato con le schede FPGA
- Crate in montaggio rack standard 19". La soluzione può comprendere uno o più crate, a seconda del fattore di forma dei rimanenti componenti e del numero di slot utilizzabili in ciascun crate.
 - Alloggiamento meccanico per tutti i rimanenti elementi
 - Backplane per interconnessione elettrica, distribuzione delle alimentazioni, switch della rete PciE ed Ethernet 1Gb
 - Link di comunicazione veloce tra schede RFSoc e interfaccia 40GbE
 - Alimentazione da rete 220V/50Hz
 - dissipazione termica, con scambiatore ad aria
- Computer di controllo. Possono essere presenti più computer di controllo (es. uno per crate), ciascuno con le seguenti caratteristiche minime:
 - CPU architettura x86-64 di categoria i5, dual core o equivalente
 - 16GB DDR RAM
 - Storage SDD 256 MB
 - Interfaccia standard Ethernet 1Gb RJ45
 - Porta video (HDMI o DVI)
 - 2x porta USB2.0
 - Sistema operativo Linux
 - Software di controllo per le rimanenti schede
- Librerie software e firmware
 - Board support package per ciascuna delle schede



- Disegno di riferimento in linguaggio HDL per ciascuna logica programmabile, comprendente tutte le periferiche (comunicazione, ADC/DAC, link veloci, memoria)
- Libreria di funzioni standard di controllo (bridge PciE-Axi4lite, PciE-Axi4stream)
- API di controllo in linguaggio C/C++ in ambiente Linux
- Ambiente di sviluppo per applicazioni DSP
 - Board Support Package per tutti i componenti hardware forniti
 - Libreria con IP di comunicazione e controllo della scheda
 - Reference design, modificabile, che consenta di implementare funzionalità minime (es. cattura di un segmento del segnale in ingresso e trasmissione dello stesso al computer di controllo)
 - Self test design (se non incluso nel reference design) che consenta di determinare la funzionalità dei componenti hardware.

L'ambiente di sviluppo deve includere ogni tool necessario al proprio funzionamento, proprio o di terze parti, fatta eccezione dell'ambiente di sviluppo standard Xilinx (Vivado, SDK) e dei relativi IP block per le funzionalità di basso livello presenti sulla FPGA.

- Parti di rispetto: dovranno essere fornite, in aggiunta a quanto elencato sopra, le seguenti parti di rispetto
 - Una unità della scheda RFSoc
 - Una unità della scheda di interfaccia 40 Gb (se non funzionalmente implementata nella scheda RFSoc)

Dette schede devono poter rimpiazzare direttamente le corrispondenti schede nel sistema, in caso di guasto

- **NON SONO INCLUSE** nella fornitura:
 - software e firmware specifici per l'applicazione radioastronomica
 - tool di sviluppo per FPGA Xilinx
 - licenze per IP proprietari Xilinx (MAC 40 GbE, ADC block, DDR4, PCIe).

Manualistica richiesta

L'aggiudicatario dovrà fornire i seguenti manuali:

- **User manual** per ciascuna scheda, elemento e sistema fornito. Lo user manual deve contenere informazioni sufficienti ad installare, inizializzare, programmare ed in generale utilizzare tutte le funzionalità presenti nell'elemento
- **Hardware reference manual** per ciascuna scheda, elemento e sistema fornito. L'hardware reference manual deve fornire un elenco dettagliato dei componenti presenti, delle connessioni e degli standard elettrici utilizzati per queste. Deve essere dato un riferimento alla manualistica specifica dei componenti, o deve esserne fornita una copia se questi non siano liberamente accessibili.
- **Reference design / self-test design manual.** Descrizione del reference design e del disegno di self test (se non coincidenti) che consenta una rapida verifica della funzionalità del sistema
- **Development system reference manual.** Descrizione dell'ambiente di sviluppo. Deve

consentire ad un utente, con conoscenza dei tool di sviluppo standard Xilinx, e partendo dal reference design, di sviluppare un proprio applicativo, sia per la parte firmware che software. Deve includere una descrizione dettagliata delle librerie fornite.

Board Support Package richiesto

L'aggiudicatario dovrà fornire, per ogni tipologia di scheda, un Board Support Package comprendente sia gli elementi relativi al disegno firmware, che al software necessario per il controllo dello stesso. In particolare devono essere forniti:

- Open source top level VHDL reference design
- IP cores per le interfacce hardware
- Constraints files, o procedure di generazione degli stessi
- Open source C/C++ APIs e reference program per controllo della scheda
- API per accesso a livello di registri
- Firmware di diagnostica delle funzionalità presenti sulla scheda e relativo programma di controllo

Caratteristiche tecniche accessori di prodotto. Non sono previsti accessori di prodotto.

Caratteristiche tecniche dei servizi accessori. Contratto di assistenza, con fino a 10 ore di tempo di assistenza telefonica, o via email, nel primo anno dalla consegna.

Certificazioni di originalità del prodotto. Non sono previste certificazioni di originalità del prodotto.

Art. 4 Requisiti Prestazionali minimi.

Garanzia commerciale – Durata ed estensione

I prodotti dovranno essere coperti da garanzia e da un servizio di assistenza e manutenzione per un periodo non inferiore a **12 (dodici) mesi** dalla data di consegna, o superiore se offerto in sede di offerta tecnica.

Sarà quindi considerato criterio di valutazione premiale un periodo di durata superiore a quanto sopra indicato.

Termine di consegna

La fornitura dovrà essere consegnata **entro 30 (trenta) settimane** dalla data di stipula digitale del contratto o della sua trasmissione attraverso la piattaforma elettronica utilizzata.

Assistenza tecnica richiesta

- 1) *tempi per sostituzione prodotti difettosi / parti ricambio.* Si richiede che il componente difettoso venga sostituito dall'aggiudicatario entro 30 (trenta) giorni dalla comunicazione.
- 2) *modalità comunicazione malfunzionamenti.* La stazione appaltante comunicherà il malfunzionamento all'aggiudicatario utilizzando l'indirizzo di posta elettronica certificata (ovvero posta elettronica aziendale se trattasi di aggiudicatario estero senza

sede operativa in Italia).

- 3) *oneri per eventuale sostituzione delle parti di ricambio / malfunzionanti*. Durante il periodo di garanzia la sostituzione del prodotto non funzionante sarà integralmente a carico del Fornitore sia per il ritiro della parte difettosa che per la consegna della parte in sostituzione.

Art. 5 Condizioni di fornitura - Consegna

Costi inclusi nel prezzo

Con il prezzo chiesto dall'operatore economico in sede di offerta economica si intende completamente compensata e inclusa, senza che comporti oneri aggiuntivi per la stazione appaltante:

- la realizzazione dei beni oggetto dell'appalto;
- l'imballo, la spedizione e il trasporto (**assicurato**) dei beni. Se il fornitore è localizzato fuori dall'Unione Europea, i beni saranno consegnati secondo la regola INCOTERMS 2020[®] DPU. Se il fornitore ha sede in ambito comunitario, sarà applicata la regola INCOTERMS 2020[®] DDP;
- la documentazione tecnica, che, a titolo esemplificativo e non esaustivo, conterrà almeno i seguenti prodotti:
 - piano di manutenzione decennale del prodotto fornito;
 - schemi tecnici e manuali d'uso e manutenzione, sia per la parte hardware che software;
- le parti di ricambio già parte integrante della fornitura;
- i servizi di manutenzione in garanzia, che includono le spese sostenute dall'aggiudicatario per la sostituzione dei prodotti risultati difettosi durante il periodo di garanzia commerciale ed, eventualmente, durante il periodo di estensione garantita dall'operatore economico in sede di offerta;

Costi esclusi dal prezzo

Restano esclusi e in carico all'Ente **i soli costi** relativi a

- Dazi e spese doganali (solo se consegna INCOTERMS 2020[®] DPU)
- Imposta sul Valore Aggiunto

Polizza assicurativa per il trasporto.

Dovrà essere stipulata a carico dell'aggiudicatario.

Modalità di imballaggio

A cura e responsabilità dell'affidatario scegliere materiali esterni di qualità, rigidi e in buone condizioni. La **scatola** deve essere **nuova** e non deve essere stata usata in precedenza. Scegliere la **dimensione** della scatola in base alle dimensioni finali del prodotto che si sta inviando: i colli semi vuoti si possono piegare e danneggiare più facilmente, quelli troppo pieni si possono rompere. Le indicazioni di manipolazione (come fragile e/o simili) non garantiscono la sicurezza della merce da parte dell'azienda di trasporto. **Curare l'imballaggio interno**, che fornisce protezione alla merce durante il trasporto e in fase di consegna. Un buon imballaggio interno deve essere in grado di proteggere il prodotto da urti e

vibrazioni. **Sigillare** tutte le possibili aperture, utilizzando prodotti resistenti e di qualità. Inserire sui bordi esterni della scatola dei **protettori in plastica** o cartone che distribuiscono la pressione in modo uniforme ed evitano danni all'involucro esterno.

Sede di consegna

Il bene oggetto dell'affidamento dovrà essere consegnato presso la **sede INAF – OAC** di Selargius (CA), via della Scienza 5.

Presenza di personale specializzato dell'aggiudicatario

Per la fase di consegna *non* è richiesta, ma è consentita, la presenza di personale specializzato dell'aggiudicatario.

Art. 6 Collaudo della fornitura

- **FAT – Factory Acceptance Testing. Collaudo in itinere presso la sede del fornitore. Modalità e tempi. Documentazione richiesta.** L'Aggiudicatario dovrà effettuare il collaudo presso la propria sede da cui risultino le funzionalità minime specificate, e fornire la relativa documentazione.
- **OAT – Onsite Acceptance Testing. Collaudo alla consegna presso la sede del committente. Modalità e tempi. Presenza di personale specializzato del fornitore durante la fase OAT. Documentazione richiesta.** La stazione appaltante verificherà con proprio personale la rispondenza dei prodotti consegnati ai requisiti tecnici e funzionali indicati dall'aggiudicatario in sede di offerta, confrontandoli con i *datasheet* associati a ciascuno singolo prodotto. *Modalità e tempi:* OAT sarà completato entro 20 giorni solari consecutivi dalla data di consegna del prodotto. Documentazione per OAT: deve essere fornito firmware/software per analizzare le funzionalità minime. *Personale del fornitore:* non è richiesta, ma consentita, la presenza di personale del fornitore durante OAT. Al termine di OAT sarà emessa attestazione di regolare esecuzione sottoscritta dal Direttore dell'esecuzione, se nominato, in alternativa dal RUP.

Art. 7 Requisiti del gruppo di lavoro

Figure professionali necessarie e richieste all'Affidatario per la realizzazione delle attività / prestazioni:

Responsabile del contratto. L'aggiudicatario dovrà indicare un proprio Responsabile del contratto, o un ufficio di riferimento, con il quale la stazione appaltante potrà interagire sino alla fase di emissione del certificato di conformità della fornitura.

Responsabile tecnico della fornitura. L'aggiudicatario dovrà indicare un proprio Responsabile tecnico della fornitura con il quale la stazione appaltante potrà interagire sino alla fase di emissione del certificato di conformità della fornitura. Le figure di Responsabile del contratto e di Responsabile tecnico della fornitura, se dotati di professionalità relativa, possono coincidere.

Art. 8 Assistenza e supporto

Il servizio di assistenza dovrà prevedere le seguenti prestazioni:

- Aggiornamento del software e documentazione relativa durante il periodo di garanzia;
- Supporto telefonico e/o da remoto, ove offerto in sede di gara, da parte di personale tecnico specializzato. Il servizio deve essere garantito tutti i giorni lavorativi dalle ore 09:00 alle ore 18:00.

Art. 9 Fasi e cronoprogramma

Milestone	Deliverable
consegna	documenti di collaudo presso il fornitore (FAT)
collaudo finale	documenti finali di collaudo e conformità (OAT)

Art. 10 Requisiti e criteri premianti

All'operatore economico è richiesta la fornitura di prodotti dotati delle caratteristiche tecniche, funzionali e prestazionali minime elencate negli Articoli precedenti. In sede di valutazione da parte della "**Commissione giudicatrice**", l'offerta tecnica dei concorrenti ammessi sarà valutata secondo i criteri motivazionali riportati nel Disciplinare di gara, documento **PON-OR6-02-TSP.pdf**, utilizzando i requisiti premianti della tabella ivi allegata, per un massimo di 90 punti/100. I rimanenti 10 punti verranno assegnati in base all'offerta economica.