



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



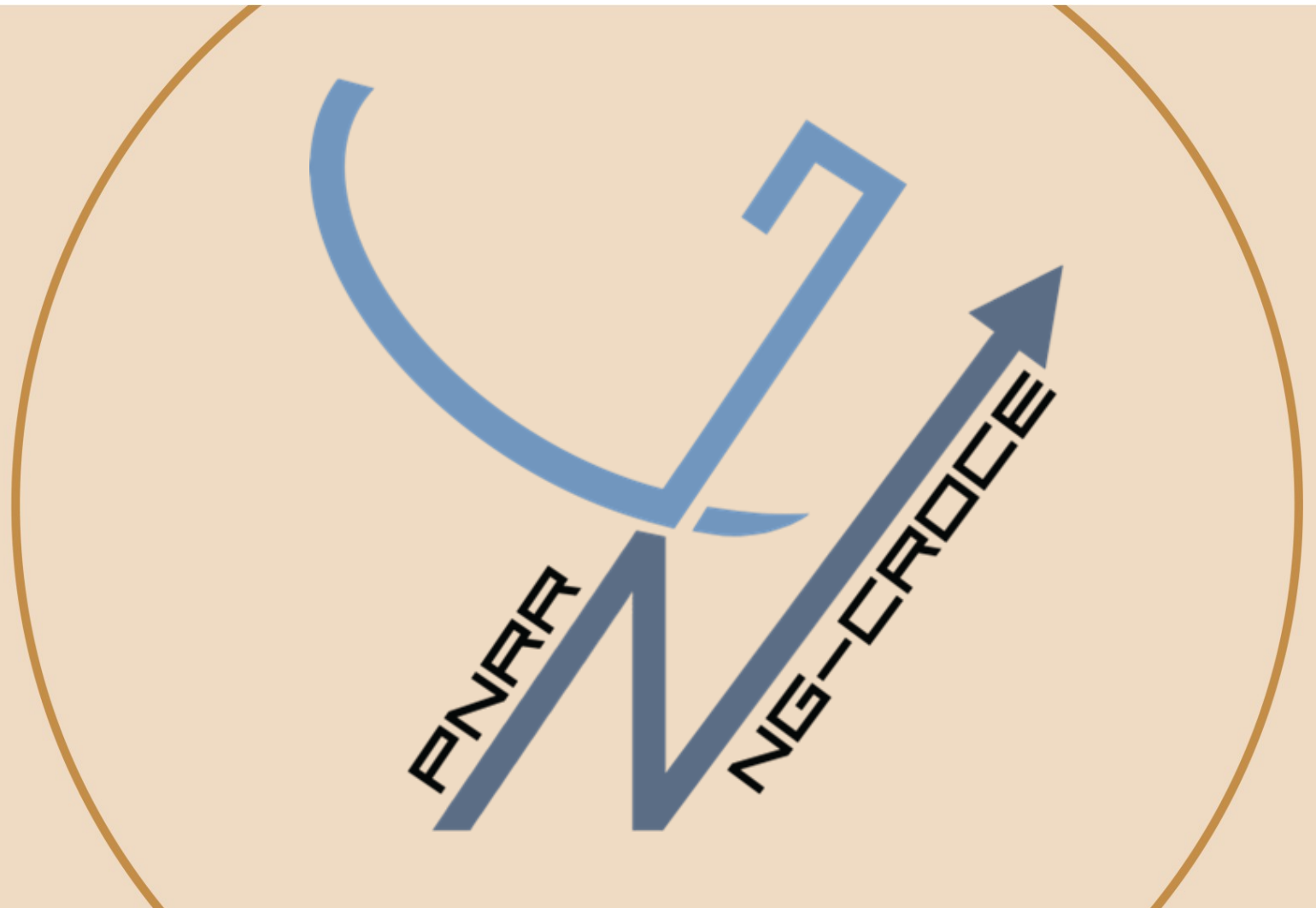
INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Nuovo sistema di acquisizione dati e calcolo per la Croce del Nord

Final Meeting

Martedì 30 Giugno – Giovedì 02 Luglio

OAA - Osservatorio Astrofisico di Arcetri



Giovanni Naldi



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



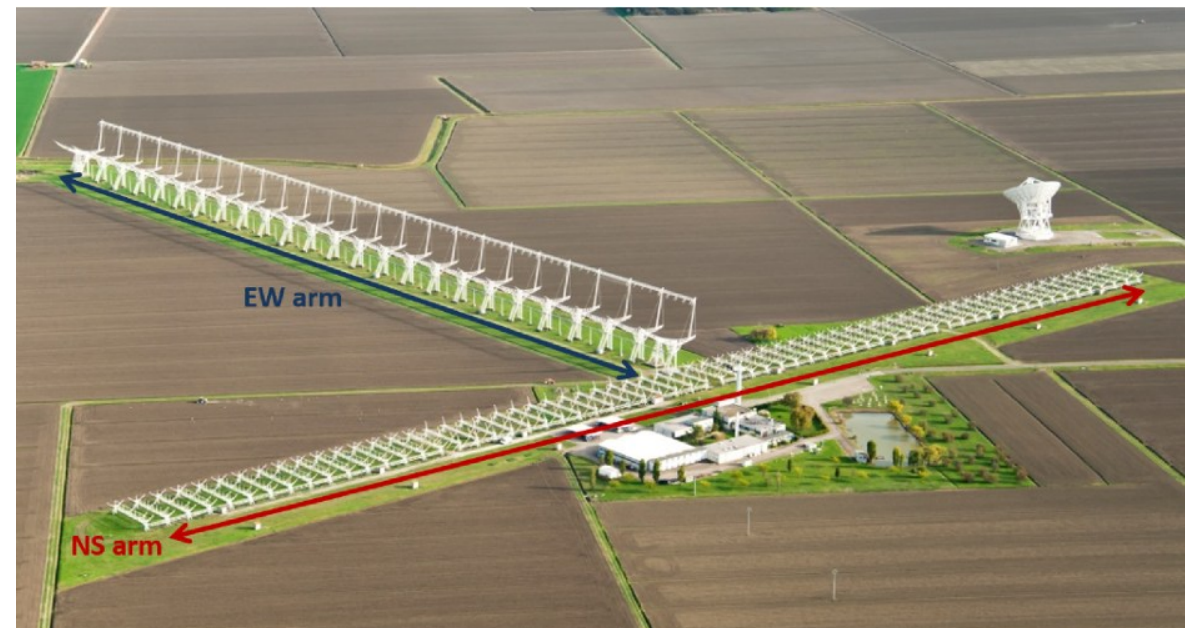
Agenda

- Breve riepilogo degli obiettivi di questo Work Package
- Principali linee di azione:
 - Procurement dei componenti hardware
 - Attività di sviluppo Firmware/Software
- Criticità riscontrate
- Prospettive future



Obiettivi del WP

- Dotare il rinnovato Radiotelescopio Croce del Nord di un nuovo sistema di acquisizione ed elaborazione digitale dei dati (entrambi i rami Nord-Sud ed Est-Ovest, 736 elementi riceventi)
 - Componenti del sistema:
 - ☐ schede FPGA (digital backend)
 - ☐ cluster High Performance Computing (HPC)
- Sviluppo Firmware/Software
 - Applicazioni:
 - ☐ monitoraggio degli oggetti orbitanti LEO (space debris, SD)
 - ☐ rilevamento di segnali radio transienti Fast Radio Bursts (FRBs)





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

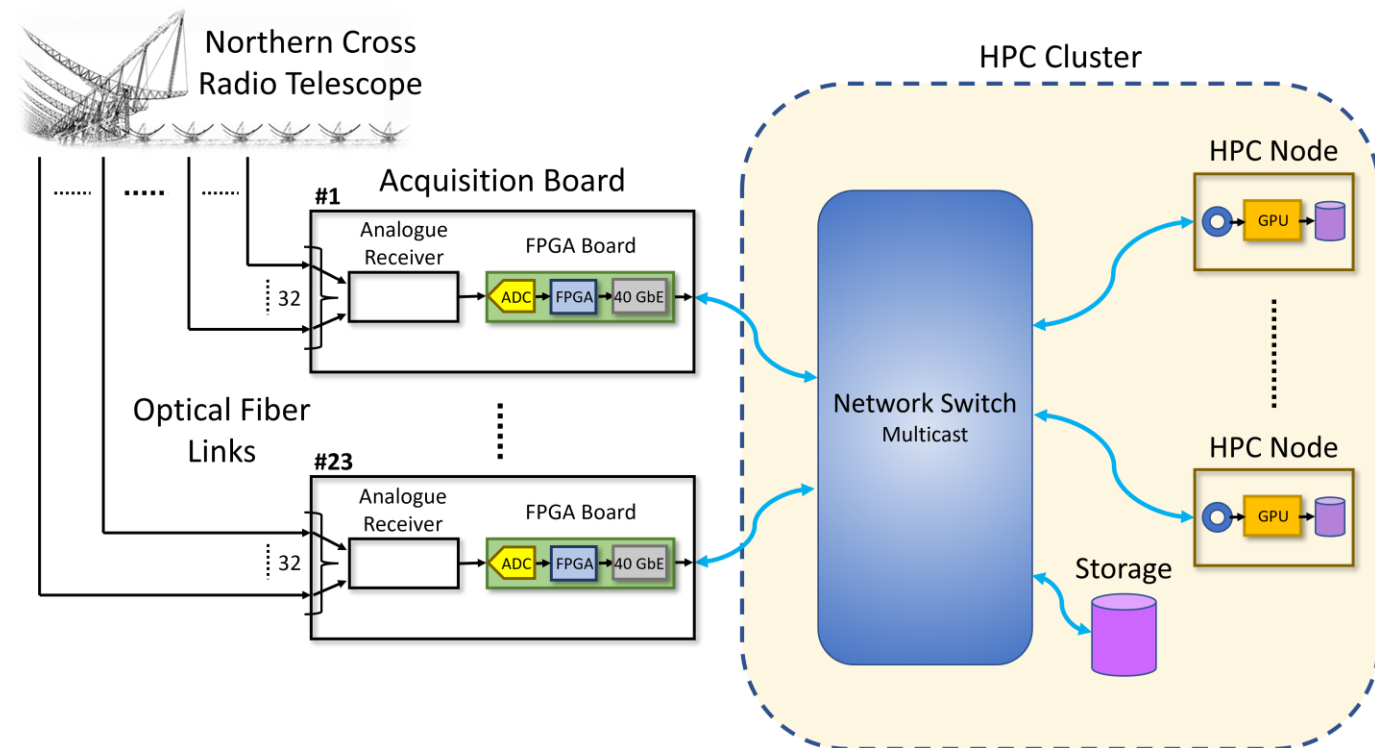


INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Architettura generale

➤ Componenti del sistema:

- ❑ Schede FPGA (digital backend)
 - Tile Processing Module
- ❑ Cluster HPC
 - Nodi di calcolo ad alte prestazioni (GPU)
 - Sistema di storage
 - Interconnessioni di rete ad alta velocità





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



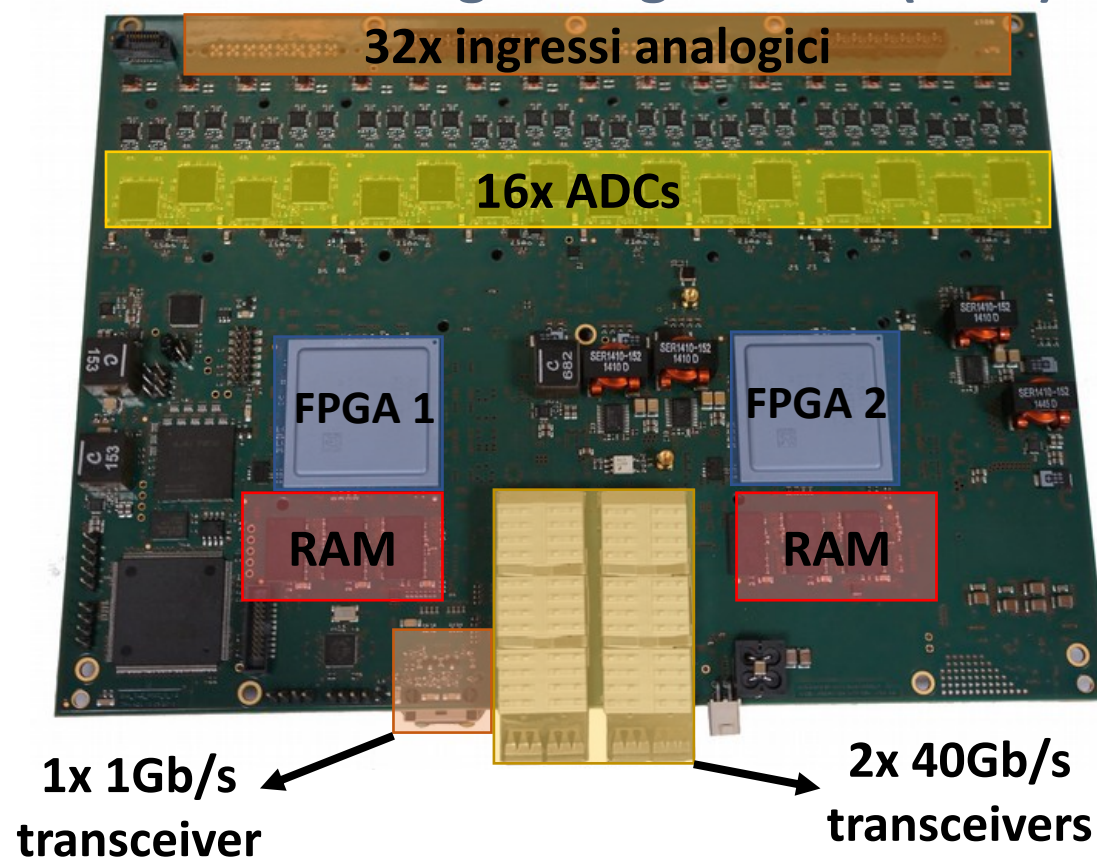
INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Componenti Hardware: schede FPGA

Caratteristiche principali della scheda ADU:

Dimensione	6U
Numero di input RF	32x
Analog to Digital Converter	16x dual, 14-bit ADCs
Dispositivi FPGA	2x Xilinx Ultrascale+
Memoria RAM	32 GB
Interfaccia 40 GbE	2x QSFP (1 per FPGA)

Scheda Analog-to-Digital Unit (ADU)





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

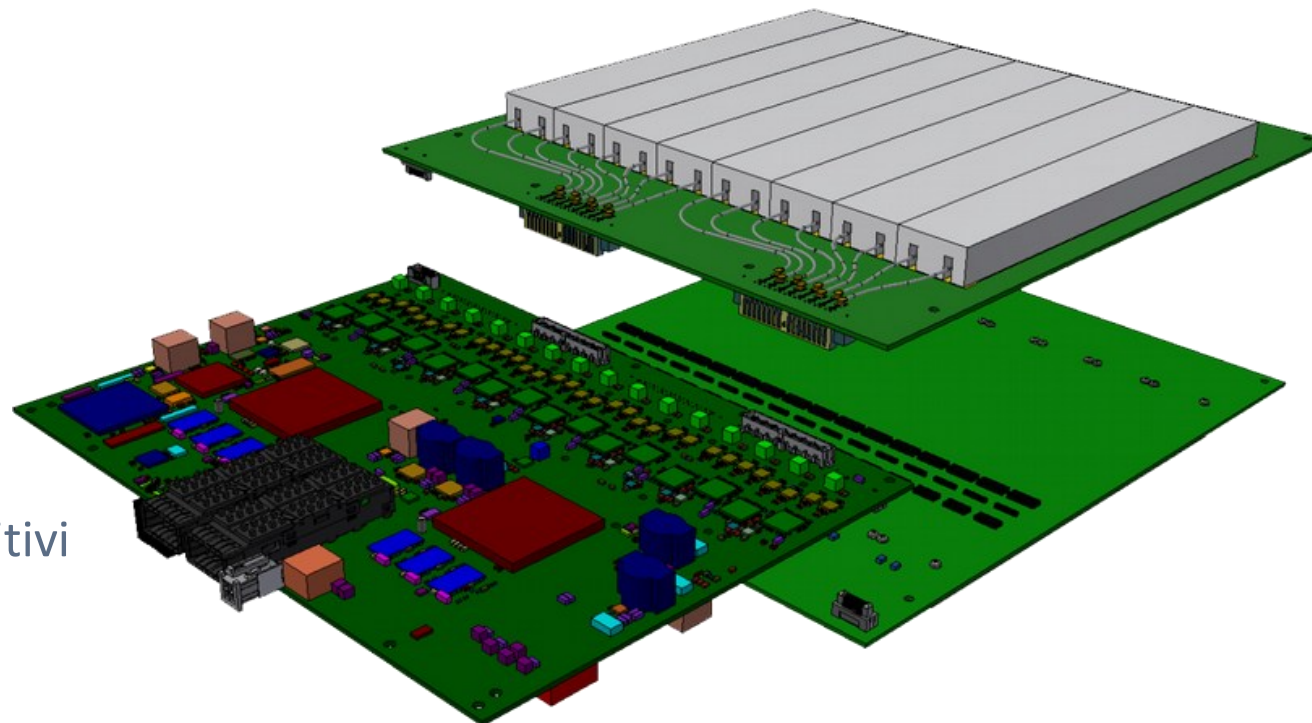
Italian Tile Processing Module

Assembly iTPM

- Include una ADU e due preADUs

Scheda ADU

Conversione A/D e
Processamento su dispositivi
FPGA



2x schede PRE-ADU

Ricevitori Ottici e
Condizionamento del
Segnale



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

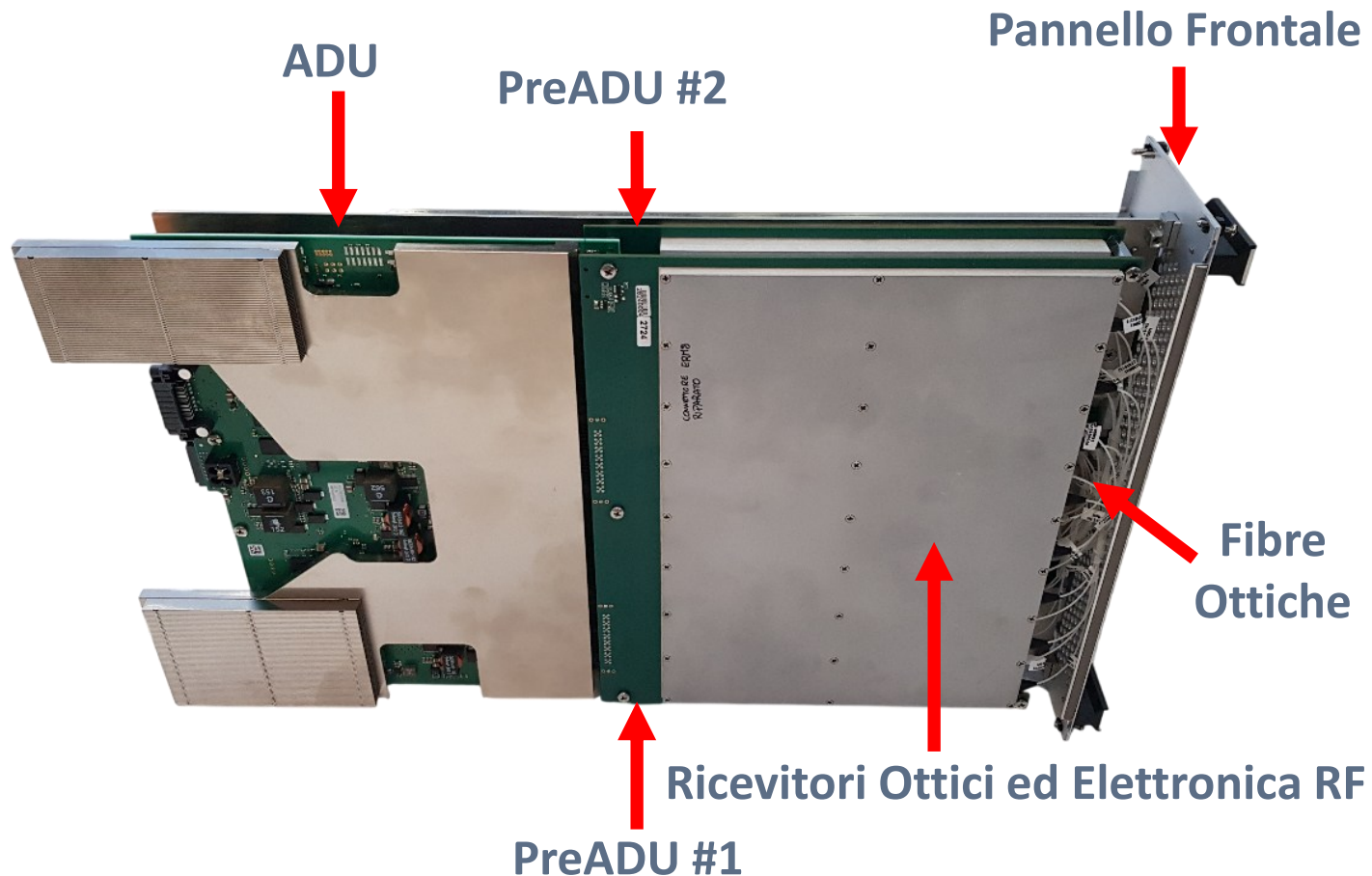


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Italian Tile Processing Module



4 iTPMs installate in un subrack

Fibre Ottiche

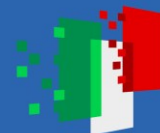




Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Procurement Schede FPGA

- Procedura negoziata con previa indagine di mercato (ordine entro i 215 kEuro)
- Attività di stesura capitolato tecnico
- Passi principali :
 - Gara pubblicata: 14/05/2024
 - Contratto Firmato: 16/10/2024
 - Materiale consegnato: 30/10/2024
 - Materiale testato e accettato: 10/06/2025
 - Procedura conclusa 

STAZIONE APPALTANTE

Denominazione : ISTITUTO DI RADIOASTRONOMIA - Sede di Bologna

RUP : Bianchi Germano

DATI GENERALI

Titolo : FORNITURA DI SCHEDE DI ACQUISIZIONE DIGITALE E PRE-PROCESSING REAL-TIME DEI DATI (BACK-END DIGITALE) BASATE SU TECNOLOGIA FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAY (FPGA), DELLE COMPONENTI E SCHEDE ELETTRONICHE NECESSARIE AL LORO FUNZIONAMENTO ALL'INTERNO DEI SUB-RACKS DOVE SARANNO ALLOGGiate; ATTIVITÀ DI SVILUPPO DEL FIRMWARE E SOFTWARE PER L'INTERFACCIA DI SCAMBIO DATI CON LA MEMORIA RAM, DI CUI QUESTE SCHEDE SONO DOTATE, E CONTESTUALE CONSEGNA DEI CODICI SORGENTE. - CIG : B1A06117B0 - CUP : C53C22000880006

Tipologia appalto : Forniture

Procedura di gara : Procedura negoziata con previa indagine di mercato

Criterio di aggiudicazione : Offerta economicamente più vantaggiosa

Importo a base di gara : 215.000,00 €

Valore complessivo dell'appalto : 215.000,00 €

Data pubblicazione : 14/05/2024

Data scadenza : 29/05/2024 entro le 23:59

Riferimento procedura : G01338

Stato : Conclusa - Emesso contratto/ordine



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

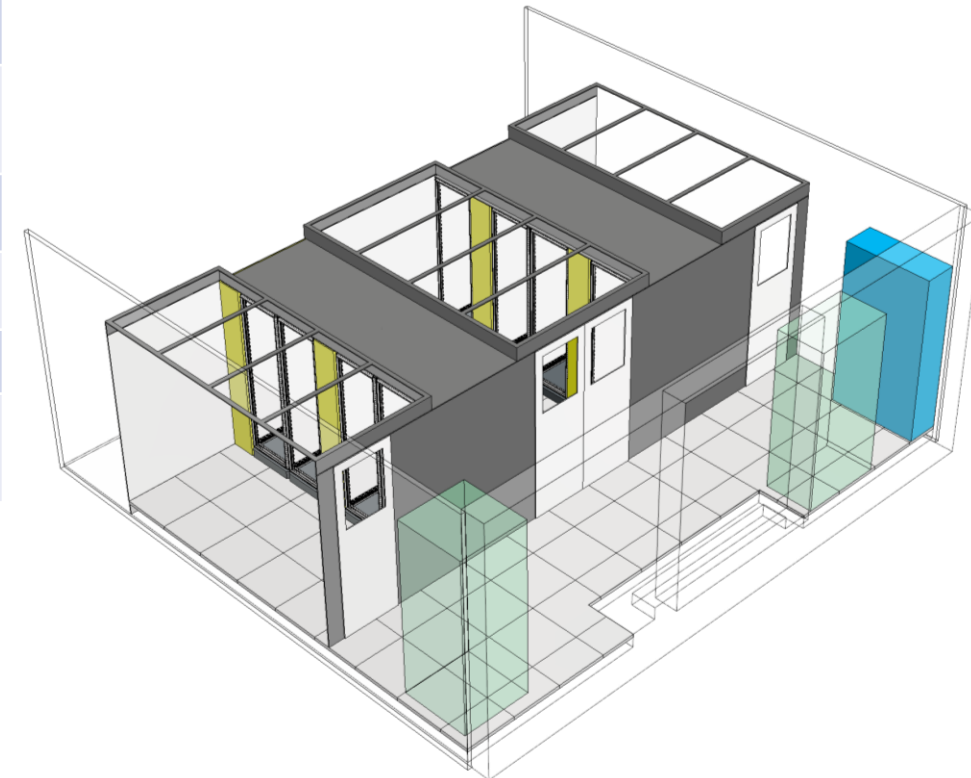


INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Componenti Hardware: Cluster HPC

3x Master Nodes	18x HPC Nodes	9x Object Storage Nodes
System management (monitor and control)	Massive and parallel computing	Mid term storage for processed and reduced data
Login Nodes	Dual CPU (multi-core)	Raw data to be post-processed and post-analysed
	2x NVIDIA L40S GPU	8 PB of total disk space
	2 TB RAM	30GB/s writing; 45GB/s reading (aggregate)
	2x SSD (3 TB each)	
	2x NIC (dual-port) 100Gb/s	

Infrastruttura del Data Center





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

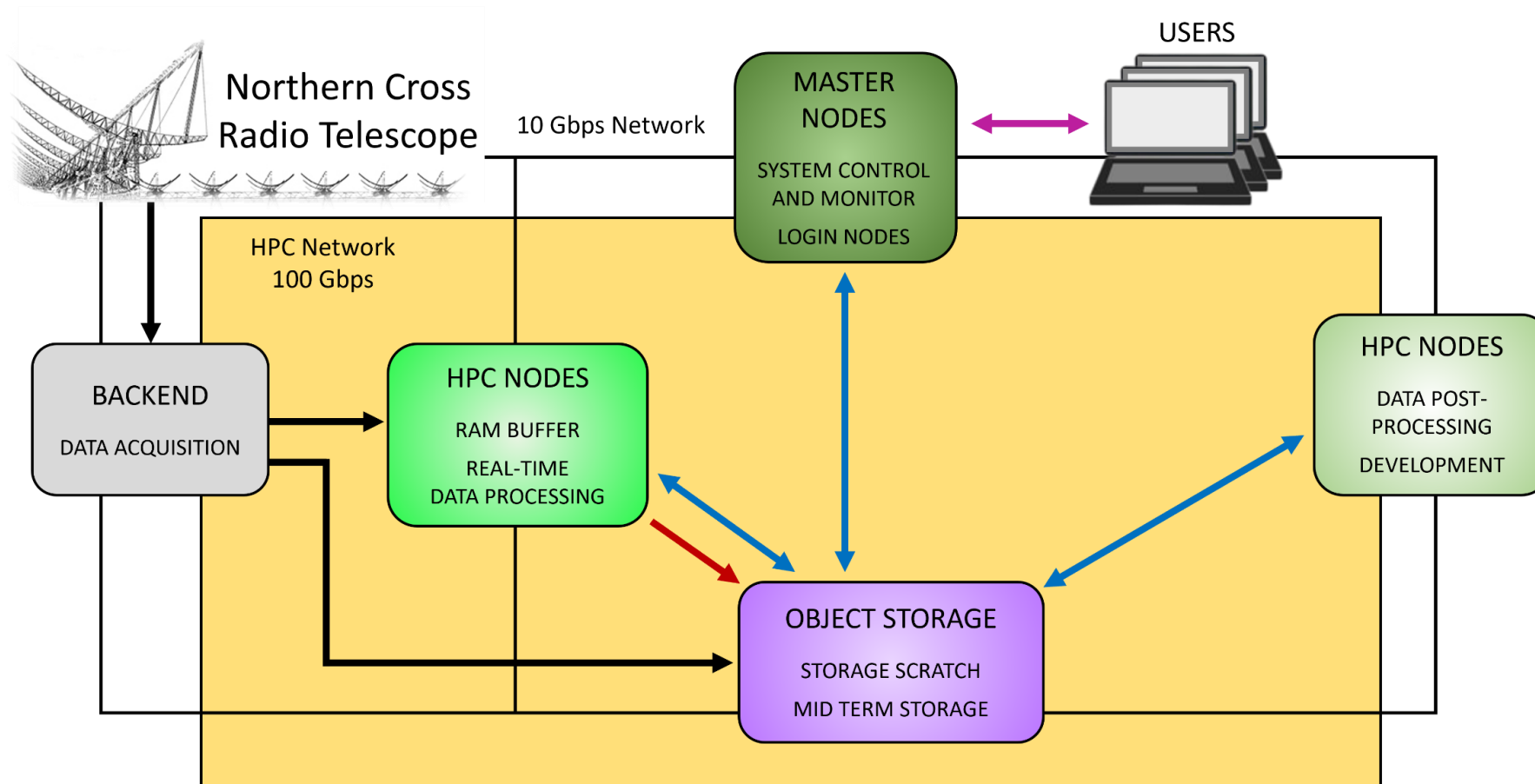


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Componenti Hardware: Cluster HPC





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Componenti Hardware: Cluster HPC





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

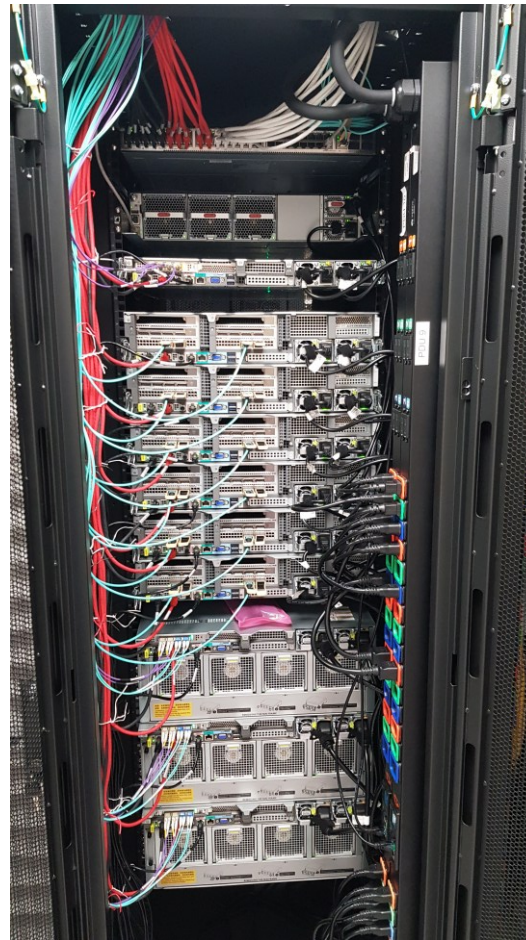


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Componenti Hardware: Cluster HPC





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Procurement Cluster HPC

- Procedura di gara aperta (ordine sopra soglia)
- Attività di progettazione dell'architettura del sistema e stesura capitolato tecnico
- Passi principali :
 - Gara pubblicata: 28/08/2024
 - Contratto firmato: 19/05/2025
 - Materiale consegnato: 27/11/2025
 - Materiale installato: 21/04/2026
 - Materiale testato e accettato: 23/04/2026
 - Procedura conclusa 

STAZIONE APPALTANTE

Denominazione : ISTITUTO DI RADIOASTRONOMIA - Sede di Bologna

RUP : ORLATI Andrea

DATI GENERALI

Titolo : FORNITURA DI SISTEMI INFORMATICI DI HIGH PERFORMANCE COMPUTING (HPC) PER IL CALCOLO, LA RIDUZIONE E LO STORAGE DEI DATI RICEVUTI DA ENTRAMBI I RAMI (NORD-SUD ED EST-OVEST) DEL RADIOTELESCOPIO CROCE DEL NORD - CIG : B2D86B0242 - CUP : C53C22000880006

Tipologia appalto : Forniture

Procedura di gara : Procedura aperta

Criterio di aggiudicazione : Offerta economicamente più vantaggiosa

Importo a base di gara : 1.928.196,72 €

Valore complessivo dell'Appalto : 1.928.196,72 €

Data pubblicazione : 28/08/2024

Data scadenza : 11/10/2024 entro le 12:00

SCADENZE PRECEDENTI ALLA RETTIFICA

Data scadenza	Ora scadenza	Data e ora operazione rettifica
30/09/2024	12:00	27/09/2024 11:52:59

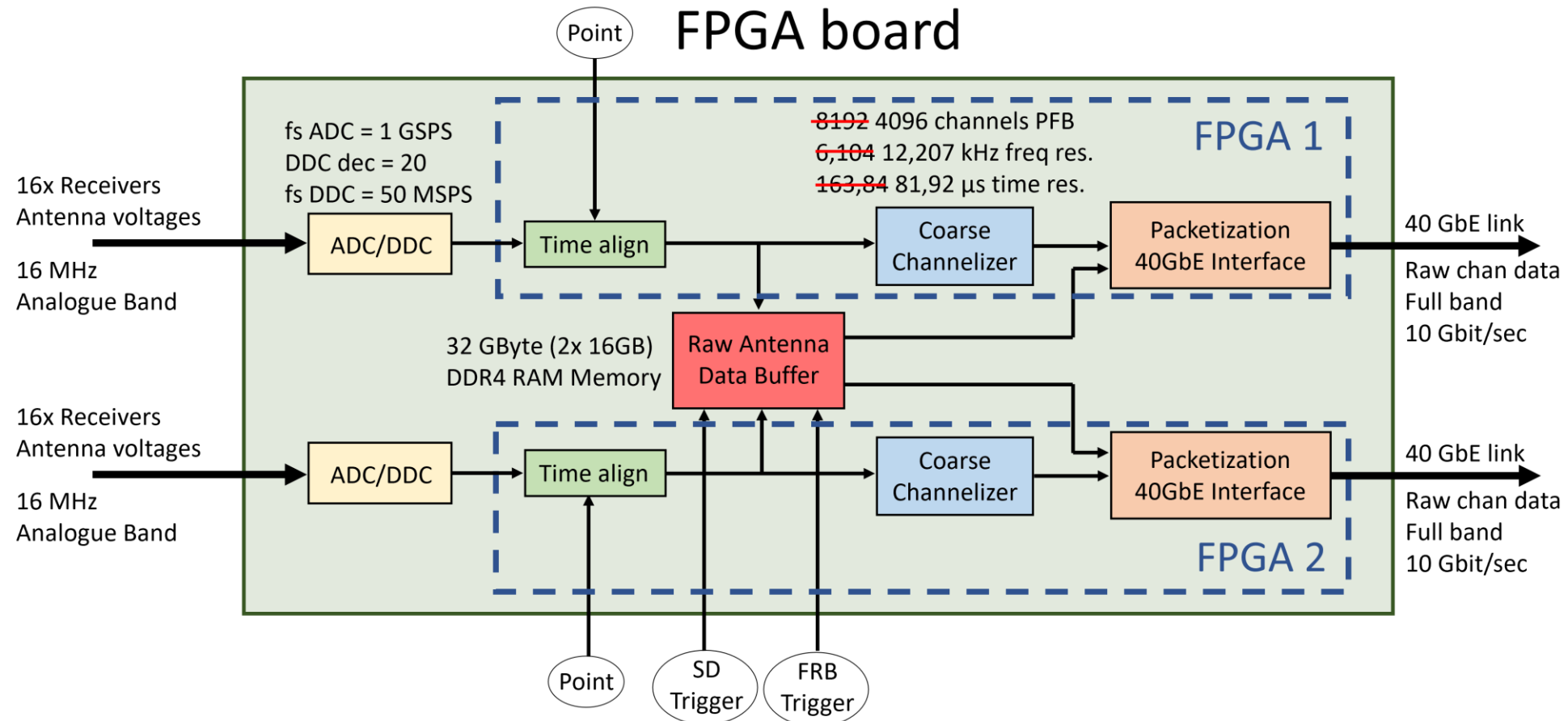
Data termine richiesta chiarimenti : 08/10/2024

Riferimento procedura : G01574

Stato : Conclusa - Emesso contratto/ordine



Attività di sviluppo firmware





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Contratto per attività di sviluppo firmware

- Procedura di affidamento diretto (ordine entro i 140 kEuro)
- Attività di progettazione dell'architettura del sistema e stesura capitolato tecnico
- Passi principali :
 - Determina a contrarre: 29/09/2025
 - Determina di affidamento diretto pubblicata: 17/11/2025
 - Contratto firmato: 26/11/2025
 - Attività terminata e deliverables consegnati: 17/04/2026
 - Procedura conclusa 

STAZIONE APPALTANTE

Denominazione : ISTITUTO DI RADIOASTRONOMIA - Sede di Bologna

RUP : ORLATI Andrea

DATI GENERALI

Titolo : Servizio di sviluppo del firmware per l'elaborazione digitale real-time dei segnali dei Radiotelescopi Croce del Nord e Noto a bordo delle schede del backend digitale_PNRR_NG CROCE - CIG: B8A467A0E0 - CUP: C53C22000880006

Tipologia appalto : Servizi

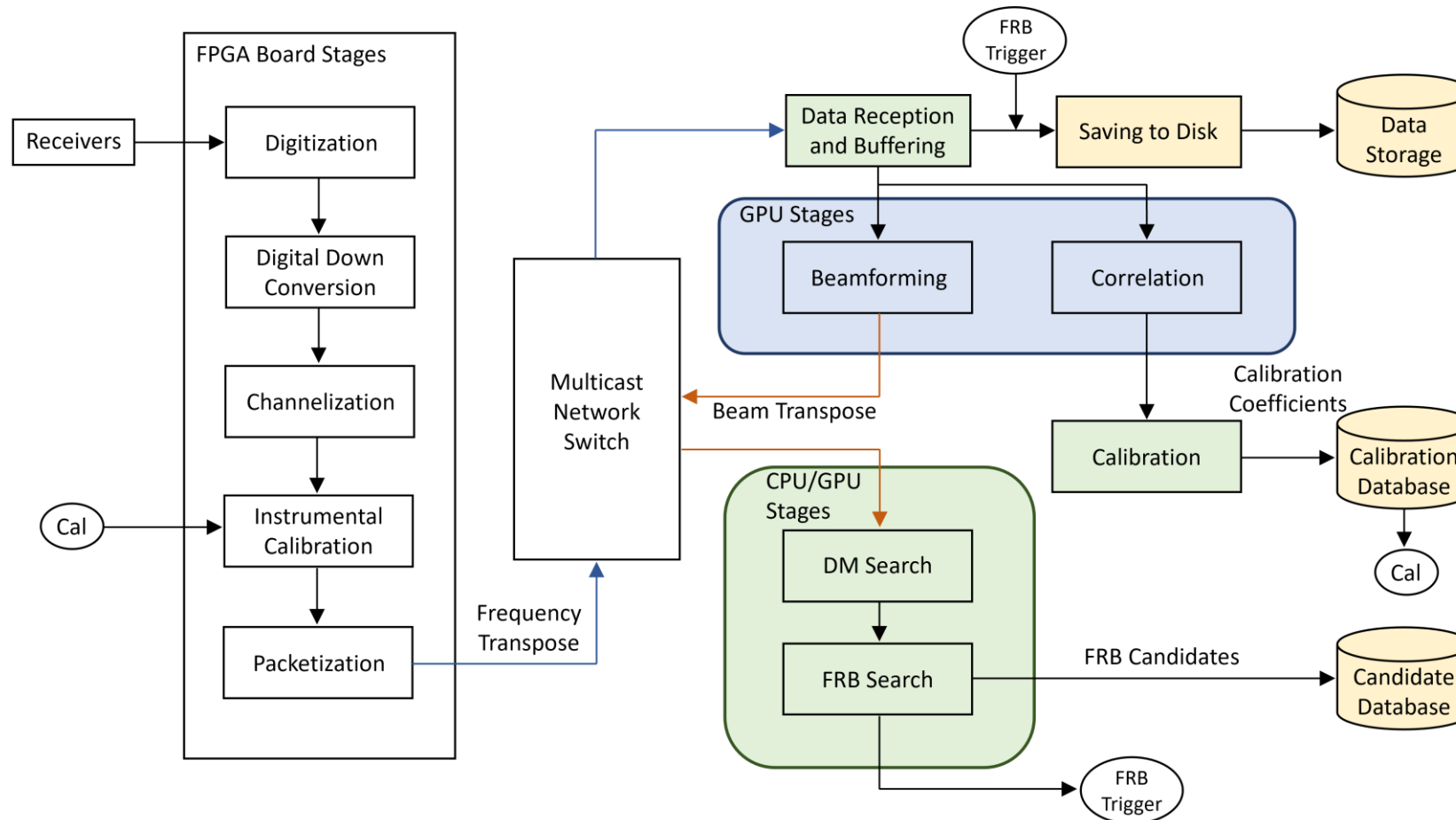
Data pubblicazione esito : 17/11/2025

Stato : Conclusa - Emesso contratto/ordine

Riferimento procedura : G02506



Attività di sviluppo software





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Contratto per attività di sviluppo software

- Procedura di affidamento diretto (ordine entro i 140 kEuro)
- Attività di progettazione dell'architettura del sistema e stesura capitolato tecnico
- ❌ **Impossibilità di stipulare contratto PNRR con partner estero (Università di Malta)**
- Contratto caricato su altri fondi (con ritardo conseguente)
- Passi principali :
 - Determina a contrarre: 27/10/2025
 - Determina di affidamento diretto pubblicata: 26/03/2026
 - Contratto firmato: 13/04/2026
 - Procedura in itinere



STAZIONE APPALTANTE

Denominazione : ISTITUTO DI RADIOASTRONOMIA - Sede di Bologna

RUP : Bianchi Germano

DATI GENERALI

Titolo : il Servizio di natura intellettuale di sviluppo software per l'implementazione delle operazioni di multibeam e dedispersione sul cluster di calcolo del Radiotelescopio Croce del Nord - CIG: BAF758A1DE

Tipologia appalto : Servizi

Data pubblicazione esito : 26/03/2026

Stato : Conclusa - Aggiudicata

Riferimento procedura : G02579



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Attività in corso

- Abilitare le osservazioni con array di 32 cilindri (ramo N-S) con singolo beam direzionabile → fattore 2x di miglioramento rispetto a quanto disponibile oggi
 - ❑ Nuovo software di monitoraggio e controllo --> Francesco
 - ❑ Test in hardware del nuovo canalizzatore --> Francesco
 - ❑ Nuovo software DAQ (Digital Acquisition)
--> Malta (contratto), Francesco
 - ❑ Nuovo software per beamforming (multi-beam) e correlazione
--> Malta (contratto)
 - ❑ Abilitare la pipeline di detection FRB (Heimdall) in modalità real-time
--> Valentina, Malta (contratto)
 - ❑ Ottimizzazione del classificatore DL-based dei candidati FRB (FETCH)
--> tesi di laurea magistrale A&C UniBO + un'altra programmata (sett-ott)

Strategia di sviluppo:



CI / CD DRIVEN

- *Integrazione continua di nuove funzionalità senza interrompere le operazioni in produzione (approccio CI/CD)*
- *Setup dedicati per attività di sviluppo, debugging, testing*



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Prossimi passi

- Abilitare le osservazioni con array di 32 cilindri (ramo N-S) con multi-beam e in modalità real-time
- Abilitare le osservazioni con array di 64 cilindri (ramo N-S)
 - ☐ Singolo beam direzionabile, modalità real-time
 - ☐ multi-beam, modalità real-time
- Abilitare le osservazioni con il ramo Est-Ovest
 - ☐ Singolo beam direzionabile, modalità real-time
 - ☐ multi-beam, modalità real-time



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Prospettive future

- Sviluppo di una nuova pipeline per la ricerca di segnali radio transienti, ottimizzata per il nostro strumento
 - ☐ GPU-accelerated e AI-powered
 - ☐ Attivata posizione PhD (ciclo XLII) in Computer Science and Engineering (UniBO)
 - Co-finanziata (50%) dalla Direzione Scientifica INAF (Unità UTG-B)
- Sviluppo di un SW di gestione del telescopio (Telescope Manager) per ora non considerato
- Abilitare le osservazioni del Radiotelescopio di Noto con il ricevitore in banda P
 - ☐ Riutilizzo di componenti FW/SW già sviluppate e testate per NG-Croce



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Criticità & Caveats

- Schema di finanziamento con moltissime limitazioni e vincoli burocratici
 - Es. Non possibile contrattualizzare partner esteri
- Sforzo enorme in tempo scala ultra-compresso (per gli obiettivi prefissati)
 - Procedure di acquisizione hanno richiesto anche attività di progettazione
 - Tempi di reclutamento e formazione nuovo personale da tenere in conto nel budget di tempo complessivo
- Errore comune: considerare questo sistema come una estensione di qualcosa di già esistente --> NO, è un sistema completamente NUOVO
- Altro errore comune: non vale l'equazione “tanti soldi subito” = “tanti risultati subito”



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



INAF
ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

Considerazioni finali

"While we have accomplished much, our journey is far from over"



Stato dell'Arte ed Eredità

Realizzata un'infrastruttura HPC d'eccellenza e stiamo costituendo ex-novo un team competente e motivato



Consolidamento e Tutela

Necessario ultimare gli obiettivi del progetto e **mettere in sicurezza il capitale umano** per proteggere il know-how acquisito e massimizzare il ritorno sull'investimento.



Volano per il Futuro

Quanto realizzato deve servire da spinta per crescere ulteriormente, aprire nuovi orizzonti e affrontare nuove sfide in futuro

THANKS
FOR THE ATTENTION

