

Allegato 2 – Aree tematiche per la presentazione dei Progetti

Il presente Allegato descrive le aree tematiche definite per i Bandi a Cascata dello Spoke 3 del Centro Nazionale ICSC.

1. Tabella di sintesi

La dotazione finanziaria è ripartita nelle 8 tematiche come in Tabella. La descrizione delle specifiche attività per area tematica e vincoli economici è dettagliata al punto 2 del presente allegato.

Dotazione finanziaria totale: **3.200.000€**

Minima dotazione finanziaria destinata a interventi in "Quota Sud": **1.600.000€**

Massimo 20% di "Sviluppo Sperimentale" per ciascun progetto presentato

N.	Area tematica	Dotazione Finanziaria (€)
1	Visualizzazione Scientifica con supporto di Intelligenza Artificiale. Sotto-tematiche a)-e)	780.000
2	Algoritmi accelerati Sotto-tematiche a)-b)	400.000
3	Parallelizzazione e accelerazione di codici scientifici Sotto-tematiche a)-d)	550.000
4	Intelligenza Artificiale applicata alla features detection e classificazione Sotto-tematiche a)-b)	300.000
5	Intelligenza Artificiale applicata a missioni spaziali Sotto-tematiche a)-d)	480.000
6	Metodologie avanzate di analisi dati Sotto-tematiche a)-f)	690.000

2. Descrizione scientifica delle Tematiche e valori progettuali

Tematica 1 - Visualizzazione Scientifica con supporto di Intelligenza Artificiale

Dotazione Finanziaria: 780.000 Euro

Sotto-tematiche ed Obiettivi

- a) Sviluppo avanzato di strumenti di visualizzazione di big data scientifici, con supporto per rendering remoto e immersivo per dati di natura astrofisica e geofisica sia osservativi che teorici. Dotazione finanziaria **200.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **200.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **160.000 €**.
- b) Implementazione di interfacce volte alla visualizzazione e alla analisi attraverso sistemi di realtà virtuale di big data scientifici dalla natura astrofisica sia osservativi che teorici. Dotazione finanziaria **180.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **180.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **144.000 €**
- c) Sviluppo di software open-source per la visualizzazione e annotazione semi-automatica (es. active learning) di grandi quantità di immagini astrofisiche supportate da metodi di machine learning per l'estrazione ed esplorazione di features, la dimensionality reduction e anomaly detection. Dotazione finanziaria **50.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **50.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **40.000 €**
- d) Sviluppo e applicazione degli algoritmi di deep learning per lo sfruttamento di dati da distribuzioni 3D point-clouds non strutturate in voxel (e.g. simulazioni/dati cosmologici). Ottimizzazione di reti deep con tecniche NAS per rappresentare e analizzare distribuzioni 3D point-cloud. Visualizzazione, analisi e interpretazione dello spazio latente per la generazione di distribuzioni point-clouds in diversi scenari cosmologici e/o astrofisici. Dotazione finanziaria **170.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **170.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **136.000 €**
- e) Sviluppo di algoritmi specializzati e abilitati per l'HPC per l'applicazione di soluzioni di apprendimento automatico a problemi specifici di elaborazione, analisi e visualizzazione di dati astrofisici. Dotazione finanziaria **180.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **180.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **144.000 €**

Tematica 2 - Algoritmi accelerati

Dotazione Finanziaria: 400.000 Euro

Sotto-tematiche ed Obiettivi

- a) Ricerca su hardware e software innovativi (ad esempio, processori RISC-V e/o acceleratori di calcolo basati su RISC-V, FPGA o Acceleratori grafici di nuovissima generazione) per la caratterizzazione astrofisica dei transienti delle onde gravitazionali. Ottimizzazione del software e confronto in particolare con piattaforme basate su GPU dell'ultima generazione (ad esempio, HGX H100). Dotazione finanziaria **200.000 €**. Importo

massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **200.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **160.000 €**.

- b) Ricerca su architetture innovative ibride e accelerate al fine di verificarne l'utilizzo e le prestazioni su codici o parti di codice (mini Apps) di simulazione e/o analisi dati. Identificazione di specifiche soluzioni ottimizzate per algoritmi differenti (quindi per diverse parti del codice). Dotazione finanziaria **200.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **200.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **160.000 €**

Tematica 3 - Parallelizzazione e Accelerazione di Codici Scientifici

Dotazione Finanziaria: 550.000 Euro

Sotto-tematiche ed Obiettivi

- a) Ottimizzazione e test prestazionali di codici accelerati utilizzando un modello di programmazione basato su librerie CUDA con (multi)GPU per la parametrizzazione automatica di modelli fisici basati su algoritmi Monte Carlo per la soluzione di equazioni differenziali stocastiche (SDE). Dotazione finanziaria **100.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **100.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **80.000 €**
- b) Parallelizzazione di codici di simulazione per strumentazioni cosmologiche al fine di ottimizzare le pipeline di analisi dati per esperimenti su Radiazione di Fondo Cosmico (CMB). I codici saranno portati e testati su architetture accelerate con GPU e/o altre architetture ad alte prestazioni (progetti rilevanti: LiteBIRD, LSPE, Simons Observatory, CMB-S4). Dotazione finanziaria **200.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **200.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **160.000 €**
- c) Re-ingegnerizzazione e ottimizzazione di codici per simulazioni cosmologiche su architetture accelerate, principalmente attraverso GPU, ma anche FPGA. I due codici di interesse specifico sono OpenGADGET e PINOCCHIO. Diversi approcci all'accelerazione possono essere esplorati utilizzando framework di programmazione come OpenMP o OpenACC o librerie specifiche per GPU come CUDA. Sarà prestata attenzione anche alla portabilità del codice e alle performance (anche in termini di costo energetico). Dotazione finanziaria **150.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **150.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **120.000 €**
- d) Porting di codici scientifici atti a studiare le interazioni tra particelle su calcolatori ad alte prestazioni accelerati utilizzando librerie e modelli di programmazione di nuova generazione. Dotazione finanziaria **100.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **100.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **80.000 €**

Tematica 4 - Intelligenza Artificiale applicata alla features detection e characterization

Dotazione Finanziaria: 300.000 Euro

Sotto-tematiche ed Obiettivi

- a) Tecniche innovative per il rilevamento, il riconoscimento e la classificazione di strutture coerenti e la discriminazione del segnale dal rumore in immagini, serie temporali e spettri di natura astrofisica. Dotazione finanziaria **150.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **150.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **120.000 €**
- b) Algoritmo di apprendimento automatico in grado di rilevare caratteristiche fisiche nei cubi di dati astrofisici. L'algoritmo deve essere in grado di individuare e quantificare caratteristiche come regioni di emissione estesa, filamenti e nubi di gas diffuse in immagini astrofisiche, nonché linee spettrali tenui in set di dati spettrali. Il progetto prevede la progettazione e l'addestramento di un modello di apprendimento automatico utilizzando immagini astrofisiche esistenti con caratteristiche estese conosciute e set di dati spettrali con linee risonanti, seguito dalla verifica dell'accuratezza e della precisione dell'algoritmo su un insieme di cubi di dati indipendenti. Dotazione finanziaria **150.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **150.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **120.000 €**

Tematica 5 - Intelligenza Artificiale applicata a Missioni Spaziali

Dotazione Finanziaria: 480.000 Euro

Sotto-tematiche ed Obiettivi

- a) Sviluppo di un tool basato sull'apprendimento automatico per la ricostruzione di tracce di particelle cariche in un rivelatore spaziale. I codici dovranno essere implementati e verificati su architetture accelerate con GPU e/o FPGA. Dotazione finanziaria **150.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **150.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **120.000 €**
- b) Ricerca di sorgenti astronomiche transitorie in esperimenti di raggi gamma ad alta energia utilizzando tecniche di apprendimento automatico. Dotazione finanziaria **100.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **100.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **80.000 €**
- c) Sviluppo di algoritmi e modelli con tecniche di Machine Learning/Deep Learning per stimare le distanze astronomiche per l'analisi dei dati (incluse serie temporali) provenienti dal satellite spaziale Gaia per diversi tipi degli indicatori della distanza (RR Lyrae, Cefeide, stelle binarie) e sviluppo di pipeline che utilizzi i modelli per la misurare della distanza alle galassie con l'uso di indicatori delle distanze. Dotazione finanziaria **100.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **100.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **80.000 €**
- d) Sviluppo e applicazione degli algoritmi di deep learning per l'analisi di dati astrofisici da missioni spaziali (es. Euclid). Implementazione di algoritmi per la riduzione di dimensionalità e identificazione di feature fisiche/strumentali predominanti. Analisi ed interpretazione dello spazio latente per individuazione delle componenti principali, per inferenza di parametri cosmologici e/o astrofisici. Generazione di dataset sintetici in diversi scenari astrofisici/cosmologici. Dotazione finanziaria **130.000 €**. Importo massimo

dell'agevolazione per singolo progetto: **130.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **104.000 €**

Tematica 6 - Metodologie Avanzate di Analisi Dati

Dotazione Finanziaria: 690.000 Euro

Sotto-tematiche ed Obiettivi

- a) Ricerca di un algoritmo basato sull'apprendimento automatico per l'imaging di raggi gamma a energia molto bassa in calorimetri spaziali. I codici dovranno essere implementati e verificati su architetture accelerate con GPU e/o FPGA. Dotazione finanziaria **150.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **150.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **120.000 €**
- b) Creazione di interfacce low-code per l'utilizzo di algoritmi di matematica applicata avanzata e deep learning in contesti di ricerca, data analytics e produzione. Dotazione finanziaria **80.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **80.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **64.000 €**
- c) Tecniche numeriche e codici basati sull'apprendimento automatico al fine di modellare fenomeni esplosivi come Supernovae e altri fenomeni transitori simili. Dotazione finanziaria **90.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **90.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **72.000 €**
- d) Porting di codici di analisi Bayesiana basati su diverse decine/centinaia di parametri liberi su architetture HPC. Dotazione finanziaria **170.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **170.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **136.000 €**
- e) Sviluppo di codici avanzati per la modellazione, l'osservazione e l'analisi dei dati di sorgenti astrofisiche nelle bande ottiche, UV e raggi X. Dotazione finanziaria **200.000 €**. Importo massimo dell'agevolazione per singolo progetto: **200.000 €** - importo minimo dell'agevolazione per singolo progetto: **160.000 €**

NB. Come precisato al punto 1.3 del Bando, verrà redatta una graduatoria di merito generale e sarà ammesso all'agevolazione un solo progetto per singola sotto-tematica. Qualora i progetti ammissibili al finanziamento presentati in risposta al bando non esaurissero, con riferimento ad una o più sotto-tematiche, le dotazioni finanziarie specificamente indicate per la singola sotto-tematica o area tematica, lo Spoke si riserva di destinare le risorse residue in base alla graduatoria, indipendentemente dalla sotto-tematica e area tematica cui i progetti si riferiscono e, pertanto, anche in deroga ai limiti di dotazione sopra indicati. Esclusivamente in tale evenienza e al fine di allocare tutte le risorse disponibili, lo Spoke si riserva la facoltà di poter negoziare le richieste di finanziamento collocate in graduatoria utile.