

VERBALE CONSIGLIO SCIENTIFICO INAF

Verbale nr. 5

Nel mese di dicembre 2025 il Consiglio Scientifico INAF è stato chiamato a esprimere un parere sui temi proposti per i canali di finanziamento Science Network (SN) e Driven Techno (DT) del “Bando di finanziamento Astrofisica di Frontiera 2025” (FAF2025).

1. Richiesta di parere e documentazione ricevuta

Il CS prende atto che, in data 1 dicembre 2025, il Presidente INAF, Prof. Roberto Ragazzoni, ha trasmesso ai membri del Consiglio, tramite posta elettronica, una richiesta formale di parere sui temi proposti per i canali SN e DT, corredata da tre documenti distinti relativi a FAF2025:

1. l’elenco dei temi proposti per il canale Science Network (SN), risultante da un affinamento e da una formattazione omogenea da parte di UTG-A;
2. l’elenco dei temi proposti da UTG-B per il canale Driven Techno (DT), comprendente sia temi di ampio respiro sia temi più focalizzati;
3. una versione di quest’ultimo elenco corredata da un raggruppamento in fasce di priorità espresso dal CdA.

Nella stessa comunicazione il Presidente ha indicato come auspicabile la trasmissione del parere del CS entro l’inizio della settimana successiva.

2. Svolgimento dei lavori del CS

A seguito della richiesta, il CS organizza le proprie attività secondo la seguente scansione temporale:

- il 3 dicembre 2025 il CS si riunisce in modalità telematica per una prima discussione congiunta sull’iter FAF2025, sulla documentazione ricevuta e sulle modalità di lavoro;
- il 9 dicembre 2025 si svolge una riunione telematica tra il CS e il Presidente INAF, finalizzata ad acquisire alcuni chiarimenti su aspetti procedurali e sull’inquadramento dei temi;

- il 10 dicembre 2025 il CS si riunisce nuovamente in modalità telematica per proseguire l'analisi delle tematiche e definire la struttura del parere da rendere alla Presidenza.

A valle di questo iter, il CS:

1. concorda di articolare il proprio parere in due relazioni distinte, una relativa ai temi proposti per il canale SN e una relativa ai temi proposti per il canale DT;
2. decide di includere, nella relazione sui temi SN, una proposta di tematica aggiuntiva in ambito "Astrobiologia nel Sistema Solare", redatta nel formato omogeneo utilizzato da UTG-A per le altre proposte;
3. concorda che l'esposizione delle proposte di integrazione o riorganizzazione delle tematiche sia riportata esclusivamente nelle suddette relazioni.

Gran parte del lavoro viene svolta tramite scambio di e-mail e mediante la redazione condivisa di documenti di lavoro su piattaforma collaborativa, cui partecipano tutti i consiglieri.

3. Esito dei lavori e trasmissione delle relazioni

Sulla base delle discussioni collegiali e del lavoro svolto in forma condivisa, il CS predispone:

1. una "Relazione del Consiglio Scientifico (CS) INAF sui temi proposti per il canale Science Network (SN) dei Finanziamenti per l'Astrofisica di Frontiera 2025", inclusiva di considerazioni generali sul processo di selezione;
2. una "Relazione del Consiglio Scientifico (CS) INAF sui temi proposti per il canale Driven Techno (DT) dei Finanziamenti per l'Astrofisica di Frontiera 2025".

Le due relazioni vengono finalizzate con il contributo di tutti i consiglieri, approvate per via telematica e trasmesse dalla Presidenza del CS al Presidente INAF, alla Direttrice Scientifica e al Consiglio di Amministrazione in data 15 dicembre 2025.

Per la relazione del CS sui temi proposti per il canale SN si veda l'Allegato A.

Per la relazione del CS sui temi proposti per il canale DT si veda l'Allegato B.

—

La Presidente

Enrichetta Iodice



Il Segretario

Federico Tosi



**Allegato A – Relazione del Consiglio Scientifico (CS) INAF
sui temi proposti per il canale Science Network (SN)**

Relazione del Consiglio Scientifico (CS) INAF sui temi proposti per il canale Science Network (SN) dei *Finanziamenti per l'Astrofisica di Frontiera 2025 (FAF2025)* e considerazioni generali sul processo di selezione per SN e Driven Techno (DT)

1. Introduzione.

Il CS ha ricevuto la lista delle tematiche proposte dal Presidente in collaborazione con DS, UTG-A e CdA per SN e dal Presidente in collaborazione con DS, UTG-B e CdA per DT, secondo quanto stabilito nelle Linee Guida (da qui in avanti LG) finanziamenti per l'Astrofisica di Frontiera 2025 (da qui in avanti FAF25) il giorno 1 dicembre 2025.

La lista per SN conteneva 7 tematiche senza ranking, la lista DT conteneva 21 tematiche suddivise in fasce di ranking. Nella presente relazione riportiamo le nostre considerazioni sulle tematiche che ci sono state sottoposte per il canale SN e alcuni rilievi di carattere generale per entrambi i canali. Le considerazioni sulle tematiche che ci sono state sottoposte per il canale DT sono presentate in una relazione separata.

Il CS, chiamato secondo quanto stabilito dalle LG, ad “esprimere pareri, suggerimenti e integrazioni ... costruttive e non vincolanti...” sulle tematiche proposte, ha avuto un incontro col Presidente per chiarimenti in data 9/12/2025 e si è riunito due volte (3/12/2025; 10/12/2025), lavorando nel contempo su documenti condivisi per elaborare i pareri e le considerazioni riportate in questa relazione. Le tematiche che ci sono state sottoposte sono tutte di altissima rilevanza scientifica sia nel contesto internazionale che all'interno di INAF. Per questo motivo, nell'esprimere i nostri pareri e indirizzi si è tenuto conto soprattutto della tempestività del finanziamento rispetto agli sviluppi delle infrastrutture correlate in cui INAF è coinvolto e della disponibilità corrente di finanziamenti da altri canali sulle stesse tematiche, considerando anche i recenti risultati dei bandi PRORIS, secondo le indicazioni ricevute. Uno dei principali criteri che hanno guidato la nostra analisi è stato dunque la necessità/urgenza di focalizzare risorse su quei filoni di ricerca che si stanno confrontando o dovranno confrontarsi a breve con i dati di nuove facilities trasformative. Si noti che i pareri ed i suggerimenti presentati in questo documento non si limitano al presente bando, ma sono riferiti a un orizzonte pluriennale di continuità di questo tipo di finanziamenti.

Il CS ha ritenuto di presentare in questo stesso documento alcuni rilievi, considerazioni e suggerimenti relativi al processo delineato dalle LG per FAF2025, nell'intento di contribuire a un affinamento del processo stesso, verso una più ampia

e agevole partecipazione alla definizione dei bandi e un migliore adeguamento alle *best practice* internazionali.

2. Considerazioni sulle tematiche proposte per il canale SN FAF2025

Prima di cominciare la disamina delle tematiche che ci sono state sottoposte, il CS ritiene di dover procedere a un'integrazione per ovviare alla mancanza di tematiche relative al Sistema Solare e all'Astrobiologia che non sembra giustificata sul piano scientifico né sul piano dell'opportunità. Per questa ragione il CS ha integrato la lista delle tematiche con una sua proposta in ambito *Sistema Solare / Astrobiologia*, presentata in appendice con lo stesso formato in cui ci sono state presentate le altre proposte e commentata qui al pari delle altre.

Per semplicità abbiamo numerato da 1 a 7 le tematiche secondo l'ordine (che non deve essere inteso in alcun modo come una graduatoria) in cui ci sono state presentate. La nuova tematica da noi proposta è dunque la n. 8.

Infine, sebbene molti dei temi ricevuti appaiano sviluppati intorno a missioni, progetti osservativi e/o surveys specifiche, teniamo a sottolineare l'importanza degli aspetti di teoria, simulazione, metodi di analisi, gestione archivi e interpretazione dei risultati per la valorizzazione scientifica dei dati rilasciati da tali missioni/strutture. Nei commenti sotto elencati diamo per scontato che tali aspetti siano parte integrante dei temi proposti e che siano pertanto tenuti debitamente in considerazione nella valutazione delle proposte.

- Nell'ambito dell'**astrofisica stellare, Galattica e del mezzo interstellare**, le tematiche n. 1 (*Formazione stellare e spazio interstellare*) e n. 3 (*Popolazioni stellari e archeologia galattica*) sono entrambe eccellenti sotto il profilo scientifico e riguardano parti molto importanti e attive della comunità scientifica INAF. Tuttavia, due ordini di considerazioni suggeriscono di tenere in maggiore considerazione la n. 3 per il bando FAF2025, rimandando eventualmente la n. 1 al bando successivo.

A. **Tempestività:** nei prossimi cinque anni, periodo di copertura del finanziamento SN, ci saranno le ultime due data release della *missione Gaia*, totalmente trasformativa specialmente nel settore archeologia galattica (2026:DR4; 2030: DR5), ciascuna delle quali provvederà misure basate su una quantità doppia di dati rispetto alla precedente; nel medesimo periodo ci saranno due data releases della missione Euclid, il cui impatto nel settore dell'archeologia galattica e delle galassie risolte sarà poderoso. Sono appena cominciate le attività della *survey LSST* che a sua volta avrà un impatto enorme nell'intero settore stellare e la grande survey spettroscopica **4MOST** le inizierà nel 2026. *Plato* (lancio nel tardo 2026) darà un impulso molto rilevante a un settore di frontiera dell'astrofisica stellare come

l'astrosismologia. L'investimento INAF in queste grandi infrastrutture è stato e continua ad essere di rilevanza primaria. Per quel che riguarda la tematica 1 non sembra che vi siano in questo orizzonte temporale eventi osservativi altrettanto trasformativi, se si eccettua lo N.G. Roman Space Telescope (lancio nel 2026) che pure ha grande rilievo anche per la tematica 3.

B. **Disponibilità di finanziamenti:** grazie all'eccellenza e alla capacità propositiva degli scienziati INAF del settore, negli ultimi anni la tematica 1 ha attratto finanziamenti da diversi canali, incluso il recente bando PRORIS; dunque appare, in questo frangente temporale, più adeguatamente finanziata della tematica 3.

Eventualmente, può essere valutata la possibilità di una formulazione della tematica che possa inglobare parte degli argomenti legati alla tematica 1 (e.g., menzione specifica alla formazione stellare nel disco galattico).

- Per quel che riguarda la tematica n. 2 (*Sistemi esoplanetari e astrobiologia*), si tratta certamente di un settore di frontiera, alla cui grande espansione ha certamente giovato una rilevante disponibilità di finanziamenti nel recente passato. La continuità del sostegno sembra opportuna in vista del lancio di due missioni spaziali importantissime con rilevante partecipazione da parte di INAF, Plato (dicembre 2026) e Ariel (2029). Eventualmente da valutare l'ottimizzazione della tempestività rispetto al calendario di operazioni delle due missioni fra FAF2025 e FAF2027. Per come è formulata la tematica nel documento inviatoci dal Presidente, una maggior attenzione all'astrobiologia, in un'ottica di ricerca di frontiera, sembrerebbe auspicabile.
- La tematica n. 4 (*Astrofisica multi-messaggera + follow-up elettromagnetico*), benché caratterizzata da un alto grado di interdisciplinarietà e di altissima rilevanza soprattutto in prospettiva futura, sembra meno indicata per un supporto immediato, ad esempio rispetto alla tematica 7 (Astrofisica del time-domain) con la quale ha importanti sovrapposizioni. Al momento i prossimi run osservativi per la rivelazione di onde gravitazionali sono previsti (a meno di cambiamenti spesso annunciati a ridosso dell'inizio delle operazioni previste) non prima di fine 2027/inizio 2028, più in linea con FAF2027 che con FAF2025. Inoltre, uno dei recenti finanziamenti PRORIS è stato assegnato a un progetto nell'ambito di questa tematica. Eventualmente si può considerare un parziale accorpamento con la tematica 7 solo per quanto attiene agli aspetti strettamente legati all'astrofisica del time domain. La sinergia fra queste due tematiche è chiara e forte e può essere utile promuovere lo sforzo comune per lo sviluppo e il perfezionamento di strategie di follow-up e di modelli teorici nonché di formazione di nuove competenze.
- Riguardo alla tematica n. 5, *Astrofisica Extragalattica e Cosmologia*, in linea con i principi guida di questa relazione (i.e. tempestività e finanziamenti ricevuti), ci preme sottolineare quanto segue.
Tempestività - Oltre alla nuova strumentazione che sta arrivando su ESO-VLT, e i nuovi radiotelescopi precursori di SKA, l'avvento dei telescopi spaziali JWST e Euclid ha portato una mole di nuovi dati per la fisica

extragalattica su ampia scala, i.e. dall'universo locale a quello ad alto redshift, inclusa la Cosmologia. In questo periodo, alle soglie della DR1 di Euclid (pianificata per ottobre 2026), e l'inizio della *Legacy Survey of Space and Time* (LSST) al Rubin Observatory (gennaio 2026), considerando che la comunità INAF è ampiamente coinvolta nei *Science Working Groups* attivi per lo sviluppo scientifico su entrambe le nuove facilities, suggeriamo che queste ultime siano considerate come canale di sviluppo scientifico importante su cui convergono diversi filoni di ricerca nell'ambito dell'astrofisica extragalattica.

Disponibilità di finanziamenti: è doveroso notare che, in risposta al bando PRORIS, c'è un progetto finanziato nell'ambito dell'astrofisica extragalattica e cosmologia. Non conoscendo il contenuto, non possiamo esprimere un parere su quanto ampiamente questo possa coprire le aree tematiche per questo SN. Pertanto, considerando il panorama delle nuove facilities osservative e la scala temporale dei nuovi dati, l'ampia frazione di scienziati INAF attualmente coinvolta in questo settore di ricerca, e, infine, la complementarità con gli altri temi in valutazione per i SN, crediamo che questo tema sia da tenere in considerazione per il bando FAF2025.

- La tematica n. 6 (*La fisica dell'Universo estremo*) prevede un orizzonte, in termini di sfruttamento di dati da facilities trasformative ancora più lontano della tematica 4 discussa sopra (e.g., tra il 2028 e il 2030, per l'inizio della fase scientifica di CTAO). Nella formulazione della tematica c'è una forte focalizzazione sui casi scientifici tipici di CTAO/ASTRI, infrastrutture ad altissimo investimento INAF a fronte di una sottostante comunità scientifica che non pare ancora adeguatamente sviluppata, almeno in termini di personale scientifico direttamente coinvolto. Il CS si richiama all'allegato A del verbale CS dell'11 aprile 2025, suggerendo che la creazione dell'infrastruttura atta a favorire la crescita della comunità scientifica CTA INAF raccomandata in quel documento sia prioritaria in termini di importanza e di ordine temporale rispetto all'assegnazione di fondi competitivi, in questa fase.

D'altro canto, è opportuno ricordare che INAF vanta una forte comunità scientifica nella banda dei raggi X, in termini di personale e produzione, ma con relativamente pochi fondi e con prospettiva di missioni di tipo cornerstone su tempi ancora più lunghi (2030+). Esistono tuttavia missioni/strumenti di dimensioni più piccole ma con caratteristiche uniche nel loro genere in cui INAF è coinvolto a vario titolo e che sono entrati in funzione da poco o che entreranno in funzione nei prossimi anni (come ad esempio IXPE 2021-, XRISM 2023-, o eXTP dal 2027 per le alte energie, o SOXS e eSiFAP per l'ottico/nIR).

- La tematica n. 7 (*Astrofisica del time-domain*) è caratterizzata da un alto grado di interdisciplinarietà ed è estremamente attuale sul piano internazionale e in INAF. La possibilità di provvedere sostegno finanziario appare particolarmente tempestiva soprattutto in relazione all'inizio delle operazioni di LSST, con i primi dati della survey disponibili da gennaio 2026. LSST trasformerà completamente il panorama della astrofisica del time domain, il coinvolgimento degli scienziati INAF è molto alto e trasversale a

diversi RSN. Anche l'imminente inizio della piena attività dello spettrografo SOXS, progetto a guida INAF, ha grande rilievo in questo contesto, così come il contributo delle missioni Plato, Roman ST, eXTP, o strumenti come eSiFAP e Aqueye+. Le fasi iniziali delle missioni/surveys sono estremamente importanti per un efficace sfruttamento scientifico, quindi sembra particolarmente rilevante sostenere questa tematica in questa fase.

- La tematica n. 8 (*Astrobiologia nel Sistema Solare: piccoli corpi primitivi e lune ghiacciate*; dettagli in Appendice) colma una lacuna evidente nell'elenco attuale, dando rappresentanza alla comunità di scienze planetarie e di astrobiologia. La tematica proposta mette a sistema osservazioni da Terra e dallo spazio, esperimenti di laboratorio su ghiacci e materiali organici, modellistica fisica e numerica e studi di possibili biofirme lungo la catena che va dai piccoli corpi primitivi alle lune ghiacciate potenzialmente abitabili, configurandosi come tema intrinsecamente multidisciplinare. Dal punto di vista del quadro dei finanziamenti, si segnala che le missioni planetarie sono tradizionalmente sostenute da ASI per sviluppo di strumentazione ed operazioni, ma non dispongono di canali strutturali dedicati all'analisi scientifica dei dati, e che il recente bando PRORIS ha selezionato solo due proposte a guida INAF su tematiche diverse da quella qui proposta. Per quanto riguarda la tempestività, la scala temporale è di medio periodo, legata sia all'arrivo dei dati di HERA all'asteroide Didymos a partire da fine 2026 e, più avanti, delle fasi scientifiche di JUICE ed Europa Clipper sulle lune ghiacciate di Giove (primi anni 2030), sia alla necessità, già nel prossimo quinquennio, di sviluppare misure di laboratorio e simulazioni in condizioni analoghe che consentano di interpretare efficacemente tali osservazioni; tale quadro risulta compatibile con la durata tipica dei Science Network e con la finestra temporale coperta da FAF2025 e dal successivo bando. Per quanto sopra, il CS considera l'eventuale finanziamento di questa tematica parimenti tempestivo rispetto alle altre presentate.

3. Considerazioni e suggerimenti sull'iter relativo alla valutazione delle proposte

Il testo originale delle LG, a data 21/10/2025, per i canali SN e DT delinea un processo nel quale il Presidente e il CdA hanno in carico non solo la decisione finale sulle tematiche sulle quali saranno erogati i finanziamenti, ma anche la valutazione delle proposte presentate, cosa che appare non conforme alle *best practice* internazionali. Successivamente è stato comunicato per la via breve che il processo di selezione avverrà in due fasi, una prima *call* per *letters of intent* sulla base delle quali Presidente e CdA ridurranno le tematiche degli SN da 5 a 3 e quelle dei DT da 8 a 5, e in seguito una *call* per proposte la cui valutazione sarà affidata a una commissione esterna di esperti. Il CS prende atto con soddisfazione dell'intenzione di incaricare una commissione esterna della valutazione ma raccomanda che il processo sia chiarito nel pieno dettaglio in un auspicabile versione rivista delle LG e nel/nei

bando/i per questi canali, inclusa la natura della commissione (numero e caratteristiche dei membri) e le modalità di scelta dei membri.

Il CS ritiene che, in un contesto di continuità dei bandi FAF come mezzo di finanziamento competitivo della ricerca dell'Istituto, debbano essere introdotti dei meccanismi che garantiscano l'alternanza dei finanziamenti sulle diverse aree scientifiche di alta rilevanza. Si raccomanda che una tematica che ha ottenuto un finanziamento SN o DT in un bando FAF non possa essere inclusa nel bando successivo. Per il bando successivo si raccomanda di tenere in considerazione le tematiche proposte nel bando precedente ma che non hanno ricevuto finanziamento e/o non sono state incluse nel bando. Si raccomanda di dichiarare questo intento nella versione rivista delle LG e nel/i bando/i. È estremamente importante che questa comunicazione sia chiara e tempestiva per consentire un'adeguata programmazione anche ai gruppi proponenti.

Il CS raccomanda che siano chiaramente esplicitati nella versione rivista delle LG e/o nel/i bando/i i principi e le regole sui conflitti di interesse. In particolare si raccomanda caldamente che ai membri della commissione valutatrice di un canale di finanziamento sia proibito di partecipare alla competizione su quel canale sia come PI che come co-I.

Il CS raccomanda che ogni tematica proposta nei vari bandi (per *LoI*, per *proposal*) sia corredata da un abstract che delinei in modo chiaro il focus e i limiti della tematica stessa, tenendo conto dei suggerimenti proposti dal CS nel presente documento.

4. Proposte per il futuro

Il CS raccomanda che, per gli anni a venire, le FAF siano organizzate in modo da garantire tempi adeguati per ciascuna fase del processo e da assicurare a ogni organo coinvolto il tempo e gli strumenti necessari per svolgere al meglio le proprie funzioni.

Si raccomanda di prestare maggiore attenzione alla chiarezza delle comunicazioni e di descrivere in modo completo tutte le fasi rilevanti dei processi in questione. Ad esempio, l'assenza della fase delle LoI nelle Linee Guida rappresenta una lacuna significativa, che rischia di fornire una rappresentazione del processo non corrispondente alla realtà.

Si raccomanda un maggior impegno a garantire una diffusione capillare dei documenti più importanti. Per fare un esempio diretto: la pubblicazione delle LG per la FAF2025 avrebbe dovuto essere annunciata con un mail a tutti i dipendenti con il link al documento.

Appendice

Astrobiologia nel Sistema Solare: piccoli corpi primitivi e lune ghiacciate

(RSN3 “Sole e Sistema Solare”, con possibili sinergie con RSN2 – Esopianeti e Astrobiologia)

Scienza

La comprensione dei passaggi che portano dal materiale primordiale alla possibile insorgenza della vita trova nel Sistema Solare un laboratorio unico. I piccoli corpi primitivi (asteroidi, comete, TNO, NEO) conservano ghiacci e composti organici formati nelle prime fasi del Sistema Solare e sono candidati chiave per il trasporto di acqua e molecole prebiotiche verso i pianeti interni; alcune lune ghiacciate del Sistema Solare esterno (Europa, Ganimede, Encelado, Titano) ospitano oceani sotto la crosta di ghiaccio, dove l'interazione tra acqua, roccia ed energia può sostenere una chimica complessa rilevante per l'abitabilità e la possibile comparsa di forme di vita. Questi oggetti rappresentano fasi complementari di un'unica catena di processi, dalla conservazione del materiale primordiale agli ambienti in cui la chimica organica può evolvere in contesti abitabili.

La tematica propone un approccio multidisciplinare che integri osservazioni da Terra e dallo spazio, esperimenti di laboratorio su ghiacci, minerali, meteoriti e campioni di piccoli corpi, modellistica fisica e numerica dei processi di trasporto e trasformazione di volatili e organici e la ricerca di possibili biofirme in una sinergia strutturata con l'astrobiologia degli esopianeti, all'interno di un quadro unitario di astrobiologia del Sistema Solare e oltre.

Facilities

Osservazioni da Terra con grandi telescopi ottici/IR e sub-mm (es. VLT, LBT, TNG, GTC, ALMA, IRAM/NOEMA) e con reti di telescopi medio-piccoli INAF per studi fotometrici e spettroscopici di asteroidi, comete, TNO e NEO; sfruttamento di archivi e dati correnti relativi a piccoli corpi e sistemi di pianeti giganti e partecipazione a missioni in corso o in preparazione verso il Sistema Solare esterno e i piccoli corpi (JUICE, Europa Clipper, missioni spaziali ESA/NASA/JAXA verso NEO e oggetti primitivi). Laboratori INAF dedicati a ghiacci e materiali volatili, astrobiologia sperimentale, analisi di meteoriti e campioni di piccoli corpi, simulazione di ambienti spaziali e caratterizzazione spettroscopica (UV-Vis-IR, Raman), con prospettive di utilizzo di ELT per studi avanzati dell'ambiente del Sistema Solare esterno.

Comunità INAF

La comunità che lavora su piccoli corpi, lune ghiacciate, astrobiologia sperimentale, fisica dei ghiacci, space weathering e modellistica associata è numerosa, interdisciplinare e distribuita su più sedi INAF. Comprende gruppi attivi su osservazioni e modellistica di asteroidi, comete, TNO e NEO, caratterizzazione delle superfici ghiacciate e dei satelliti dei giganti gassosi, laboratori di simulazioni planetarie e di ghiacci, simulazioni di interazione plasma-polvere e di space weathering, con esperienze comuni in progetti nazionali e internazionali e in missioni ESA/NASA/JAXA.

Pubblicazioni INAF

Il settore presenta una produzione scientifica consolidata e in crescita, con contributi su proprietà fisiche e composizionali di piccoli corpi primitivi, superfici ghiacciate dei satelliti dei pianeti giganti, esperimenti di laboratorio su ghiacci e materiali organici rilevanti per l'astrobiologia e modellistica di processi di trasporto, space weathering e dinamica delle polveri, sostenuta dalla partecipazione a missioni spaziali e dall'accesso a laboratori e campioni dedicati.

Goal INAF

Il Science Network intende:

- rafforzare il ruolo dell'INAF nella scienza dei piccoli corpi primitivi e delle lune ghiacciate in chiave astrobiologica;
- integrare stabilmente osservazioni, laboratorio e modellistica in una comunità multidisciplinare (fisica, chimica, geologia, astrobiologia, plasma spaziale);
- massimizzare il ritorno scientifico dalle missioni in corso e future verso il Sistema Solare esterno e i piccoli corpi;
- creare un ponte strutturato, nell'ambito dell'astrobiologia, tra la comunità degli esopianeti e quella del Sistema Solare;
- formare e attrarre giovani ricercatori in un ambito di alta visibilità internazionale.

**Allegato B – Relazione del Consiglio Scientifico (CS) INAF
sui temi proposti per il canale Driven Techno (DT)**

Relazione del Consiglio Scientifico (CS) INAF sui temi proposti per il canale Driven Techno (DT) dei *Finanziamenti per l'Astrofisica di Frontiera 2025 (FAF2025)*

Il Consiglio Scientifico riconosce che un'articolazione dettagliata dei temi consente di operare scelte strategiche più efficaci, poiché permette di identificare con precisione le priorità scientifico-tecnologiche, valorizzare le competenze disponibili e indirizzare le risorse verso gli ambiti di maggiore impatto. Questa granularità facilita anche il monitoraggio dei risultati e la valutazione dei progressi, elementi fondamentali per garantire coerenza e continuità nelle attività di ricerca.

Tale articolazione non deve tuttavia essere confusa con la definizione della scelta di indirizzo, la quale mantiene per sua natura un carattere più ampio e trasversale, necessario per sostenere la visione complessiva e garantire la flessibilità nella gestione delle iniziative future. Alla luce dell'elenco di tematiche assai ampio, che ci sono state sottoposte, delle molteplici eccellenze in campo e in assenza dell'indirizzo di un documento di vision, ancora in fase di elaborazione, abbiamo preferito proporre un approccio inclusivo, che permetta ad un più ampio bacino di scienziati e progetti di poter partecipare a questo primo bando DT

All'interno di questo contesto, il presente documento è strutturato in due sezioni distinte: la prima presenta le osservazioni del Consiglio Scientifico sui temi attualmente in esame, evidenziandone punti di forza e criticità; la seconda descrive la proposta di selezione e accorpamento dei temi.

1. Osservazioni sui temi proposti

In questo capitolo il Consiglio Scientifico presenta un'analisi dei temi attualmente in esame, evidenziandone punti di forza, criticità e opportunità. Vengono evidenziati gli ambiti di maggiore rilevanza scientifica. L'obiettivo è fornire una valutazione che supporti la selezione dei temi.

1) Ottiche innovative - Si condivide l'importanza di questo tema, raccomandando di mantenere un ampio spettro di applicabilità. Si suggerisce di aggiungere una frase che comunichi chiaramente che la tematica è aperta a qualunque tipo di applicazione in campo astrofisico.

2) Approcci fotonici alla strumentazione astronomica - Tema di sicuro interesse ma forse accorpabile con il primo punto.

3) Applicazione e sviluppo di tecniche di Intelligenza Artificiale e Machine Learning sia da terra che da spazio - In questo ambito, si evidenzia il rischio di confusione tra l'utilizzo di IA e ML più strettamente legato all'analisi dati (considerato più vicino all'attività di ricerca scientifica) e altre applicazioni. In questo senso dette attività

possono trovare sbocco di finanziamento in altri canali di questo impianto. Pertanto, queste specifiche attività potrebbero essere finanziate attraverso altri canali previsti dal FAF2025. L'utilizzo di tecniche di AI e ML nelle applicazioni da terra e da spazio è incoraggiato a prescindere dalla identificazione di un tema specifico, che non è ritenuto indispensabile.

4) Approcci innovativi all'interferometria ottica - L'importanza dell'argomento è evidente soprattutto in vista delle future evoluzioni post ELT. Si suggerisce comunque di accorpare questo punto con il punto 12. Tale accorpamento pur non propriamente coerente dal punto di vista tecnologico, permette di mantenere un ventaglio di possibilità più ampio.

5) Miglioramento di sistemi prototipali per la radioastronomia - Possibile accorpamento con la tematica 10.

6) Tools per Multi-Messenger Astronomy e Time Domain Astronomy - Questo argomento sembra più idoneo a un bando SN. In tal caso, si suggerisce di eliminarlo o, al limite, di unirlo alla tematica 3, prestando attenzione a non snaturarne il contenuto.

7) Quantum technologies for astronomy - Sebbene sia un tema all'avanguardia, è già stato recentemente finanziato tramite altri canali. Potrebbe essere considerato prematuro, data la priorità degli altri argomenti. Possibilmente da proporre in edizioni future.

8) 2+R Telescopi innovativi a grande campo dall'UV all'IR - Tema di sicura rilevanza per affrontare le sfide scientifiche alla cui base sono survey a differenti lunghezze d'onda, potenzialmente accorpabile con il primo punto.

9) 3 Detector per alta energia - Si sottolinea l'importanza di questo tema, in particolare in relazione allo sviluppo della time domain astronomy. Si suggerisce, inoltre, di accorpare possibilmente questo argomento alla tematica 18, dato che le tecnologie dei rivelatori sono fondamentali per la strumentazione astronomica. La comunità scientifica dovrebbe essere rafforzata su questo aspetto cruciale. Il CS suggerisce di considerare se quest'ultimo obiettivo non possa/debba essere più efficacemente perseguito con investimenti infrastrutturali piuttosto che con un bando competitivo.

10) 2+R Upgrade tecnologici di radiotelescopi esistenti - Tema sicuramente interessante ma molto simile al tema 5 con cui si consiglia una fusione e nel caso un'integrazione per includere anche antenne operanti nel millimetrico e sub-millimetrico.

11) R (assieme a 15 e 16) Radiotelescopi per la Luna o lo spazio - Questo argomento è oggetto di discussione nella comunità da alcuni anni, ma non emerge come priorità assoluta, in questo contesto.

12) 1 Interferometria X - Si propone di accorpare questo punto al punto 4, non per identica priorità, ma con l'obiettivo di ampliare la possibile fruizione.

13) 1 Strumenti e infrastrutture per la gestione progettuale e la garanzia di qualità - Questo tema ha una sicura importanza trasversale per tutti i progetti tecnologici. Pur non essendo prioritario per il finanziamento in bandi di questo tipo è un aspetto che andrebbe pianificato come strategia dell'Istituto.

14) R Additive manufacturing - Un tema di sicura rilevanza tecnologica trasversale ai vari progetti da considerare nei prossimi bandi nel caso non fosse selezionato.

15) Sviluppo e applicazione di tecnologie innovative per il calcolo - Si identificano le stesse criticità del punto 6.

16) Produzione in scala di strumentazione astronomica e sottosistemi - Questo tema ha una sicura importanza trasversale per tutti i progetti tecnologici, sia per quanto riguarda strumenti che debbano “processare” molti oggetti, che nel caso di strumenti che sfruttano la molteplicità per aumentare la capacità di raccolta. Si incoraggia un approccio sistematico da parte dell'Istituto, affrontando in particolare possibili partnership industriali. Non sembra adatto un bando competitivo di questo genere.

17) Ottiche innovative ad alta energia - In quanto ottiche innovative potrebbero essere accorpate al primo punto con l'intento di ampliare l'offerta.

18) Sviluppo e qualificazione di rivelatori dall'UV all'infrarosso di nuova generazione - vedi punto 9.

19) Sviluppo di tecnologie ad alta risoluzione spettrale - Tema interessante ma forse in parte sovrapposto al tema 1.

20) Sviluppo e ottimizzazione di tecnologie per l'alta risoluzione spaziale - Tema interessante ma forse in parte sovrapposto al tema 1.

21) Coating innovativi per filtri - Tema a ricaduta industriale importante ma forse non prioritario e urgente, ad ogni modo potenzialmente già coperto dalla prima tematica.

2. Proposta indicativa di riorganizzazione

Di seguito si illustra la proposta di accorpamento dei temi, risultante da una selezione che esclude le aree non identificate come prioritarie espressa nelle valutazioni del precedente capitolo. I testi di accompagnamento alle proposte che ci sono stati sottoposti sono stati utilizzati come base delle descrizioni. *Il testo in viola indica accorpamento, mentre quello in verde indica riscrittura al fine di armonizzare l'accorpamento.*

- **Ottiche innovative:** Il miglioramento delle prestazioni di telescopi e strumentazione ottica è fondamentalmente legato agli elementi ottici con il rischio che tale miglioramento sia legato ad un aumento della complessità. Lo studio di ottiche innovative vorrebbe portare ad un miglioramento delle prestazioni non possibili con ottiche tradizionali sperabilmente con una

riduzione della complessità; nonché all'ottenimento di prestazioni simili con sistemi ottici semplici.

Particolari applicazioni possono essere:

- Ottiche innovative adattabili da terra e da spazio (si pensano ottiche adattive innovative, ottiche dispiegabili e ultrastabili);
 - Ottiche non convenzionali dall'UV fino al radio con nuove funzionalità e libertà di progettazione quali ottiche diffrattive, metaottiche.
- **Sistemi optomeccanici e tecnologie innovative:** Lo sviluppo di sistemi ottici avanzati rappresenta un elemento strategico per potenziare le capacità osservazionali in astronomi. Tecnologie come la fotonica, l'optoelettronica e l'ottica integrata consentono di realizzare sistemi miniaturizzati, ad alta efficienza e con prestazioni elevate sia in risoluzione spettrale che spaziale. L'innovazione in questo ambito apre nuove opportunità per applicazioni terrestri e spaziali, dai sistemi interferometrici alle ottiche ad alta energia.
- fotonica e l'optoelettronica: potenziare l'utilizzo di fibre ottiche e ottica integrata e miniaturizzata
 - Tecnologie ad alta risoluzione spettrale, che aumentino l'efficienza e l'efficacia delle osservazioni spettroscopiche
 - Tecnologie ad alta risoluzione spaziale, sistemi di correzione del fronte d'onda, tecniche interferometriche e metodologie di calibrazione
 - Ottiche ad alta energia con l'obiettivo di aumentare l'efficienza di riflessione
 - Sistemi optomeccanici miniaturizzati ad uso spaziale
 - Telescopi innovativi a grande campo dall'UV all'IR
- **Approcci innovativi all'interferometria:** Mentre le tecniche interferometriche sono mature in ambito radio, non lo sono altrettanto per le lunghezze d'onda ottiche e X, dove le baseline chilometriche sono assenti a causa della difficoltà nel mantenere la fase e la coerenza del segnale. Superare questi limiti tecnologici, proponendo soluzioni innovative per ottenere lunghe baseline ottiche e sviluppando l'interferometria, consentirebbe di raggiungere risoluzioni spaziali elevatissime con impatti scientifici oggi inaccessibili, posizionando la ricerca in un ruolo cruciale per la strumentazione astronomica futura.
- **Miglioramento di sistemi prototipali, di antenne e ricevitori nelle bande radio, millimetriche e submillimetriche:** la ricerca e sviluppo è fondamentale per migliorare le prestazioni dei diversi componenti – come antenne, ricevitori, sistemi di trasporto del segnale, back-end digitali, software di controllo e algoritmi per la calibrazione di array o per la rilevazione di segnali transienti – in vista delle future infrastrutture osservative. Tale attività, se mirata su componenti specifici o su sistemi di antenna, mira a consolidare il posizionamento della comunità radio INAF a livello internazionale.
- **Sviluppo e qualificazione di rivelatori dall'UV all'infrarosso e per alte energie, di nuova generazione:** I rivelatori sono elementi abilitanti fondamentali della strumentazione astronomica, determinandone

architettura, prestazioni e limiti scientifici. Le sfide tecnologiche sono trasversali: dall'ottico-UV, complesso e influenzato dalle evoluzioni del mercato (ad esempio CCD → CMOS), alle alte energie, con requisiti differenti ma altrettanto stringenti. È quindi cruciale ottimizzare e caratterizzare sensori e rivelatori in termini di sensibilità, stabilità termica, rumore di fondo e scalabilità verso sistemi complessi. Nell'ottico-UV ciò riguarda efficienza e integrazione strumentale; nelle alte energie, area di raccolta, timing, risoluzione spettrale e polarimetria. Nuovi approcci e soluzioni innovative nei rivelatori rappresentano un fattore strategico per l'evoluzione della strumentazione e il pieno sfruttamento scientifico delle missioni future.

- **Telescopi innovativi a grande campo dall'UV all'IR:** Oggi è molto importante aumentare il campo di vista di telescopi sia Cherenkov che ottici, per survey, transienti, space debris detection. Trovare design innovativi in questo senso è molto interessante su diverse scale e con diverse richieste ottiche.
- **Additive manufacturing:** permette la realizzazione di componenti più leggeri e complessi attraverso design ottimizzati, riducendo i tempi e i costi di produzione (specialmente per piccole serie e prototipi) e aumentando la sostenibilità attraverso minori sprechi di materiale. Questa tecnologia offre una maggiore libertà di progettazione, consente di integrare più funzioni in un unico pezzo e apre la possibilità di creare geometrie e funzionalità che sarebbero impossibili con le tecniche tradizionali.
- **Strumenti e infrastrutture per la gestione progettuale e la garanzia di qualità:** sviluppo di strumenti digitali e metodologie per il Project Management, il System Engineering e il Product/Quality Assurance, al fine di standardizzare i processi e aumentare l'efficienza e la tracciabilità dei progetti tecnologici complessi.