



**Istituto Nazionale di Astrofisica**

**Piano Triennale 2024-2026**

---

Immagine di copertina, crediti: ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA

---

L'Istituto Nazionale di Astrofisica, l'INAF, con il suo patrimonio di ricercatrici e ricercatori che da tempo supera abbondantemente il migliaio di unità, raccoglie l'eredità importante degli Osservatori Astronomici e di quelle strutture originariamente parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) che si occupano dello studio dei fenomeni che avvengono classicamente al di fuori della nostra atmosfera, ma che recentemente, ad esempio con studi dei poli e dell'alta atmosfera, ha esteso i confini della loro definizione verso il nostro pianeta. Il suo primo quarto di secolo è pertanto un anniversario importante poiché rappresenta l'occasione per mettere a fuoco le capacità dell'Istituto di orchestrare un reale coordinamento, che abbia capacità moltiplicative rispetto alla mera somma degli inevitabilmente innumerevoli filoni di ricerca in una scienza che è per definizione governata dalla curiosità intellettuale.

Questa fase vede nel triennio in oggetto la transizione epocale del completamento dei numerosi ed importanti progetti finanziati e collegati al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) tramutandosi a breve nell'occasione per tirare le somme di questa esperienza e mettere a fuoco i temi su cui l'Istituto dovrà focalizzare le sue forze e in quale maniera dovrà continuare a conservare uno spirito di continua messa in discussione delle conoscenze presenti, in una tensione tra lo sviluppo di infrastrutture che hanno tempi più che decennali per la loro realizzazione, e la capacità di identificare e cavalcare per tempo tutti quei nuovi filoni che sono per definizione sconosciuti ma che devono in qualche modo essere previsti in una fase di pianificazione.

Mentre è sempre il caso di ribadire ulteriormente che la misura principale della potenzialità dell'INAF è materializzata nelle idee del suo personale, va sottolineato che l'unicità dell'Istituto risiede nella sua capacità di concepire, disegnare, costruire ed operare, grandi sistemi per la raccolta, l'analisi e la modellizzazione di informazione di tipo astrofisico. Se questo classicamente si riduceva alla notazione di "telescopi" oggi l'astrofisica dell'INAF si sviluppa attraverso la partecipazione a progetti di portata internazionale, sia da terra che dallo spazio. Telescopi radio, ottici, e per i raggi gamma, scrutano il cielo dal suolo terrestre, mentre satelliti fuori dall'ambiente atmosferico osservano la volta celeste a lunghezze d'onda altrimenti irraggiungibili. Altre sonde, oramai sparse nell'intero Sistema Solare, provvedono a misure in situ, con strumentazione d'avanguardia spesso concepita da personale dell'Istituto, se non costruita nei suoi laboratori.

La disseminazione e la fertilizzazione incrociata di queste idee sia in ambito scientifico, anche al di fuori dei rigorosi confini della astrofisica classica, che in collaborazione con la filiera industriale, principalmente nazionale, caratterizza un INAF in cui l'invenzione di nuovi apparati di misura del cosmo contribuisce ad aprire nuove potenziali frontiere, che non albergano solamente nei paraggi della volta celeste.

E non è di meno la modellizzazione teorica di quanto osserviamo, in una epoca che vedrà in modo crescente una influenza della intelligenza artificiale e della analisi di dati altrimenti impossibili dalle singole capacità personali. In questo contesto lo sviluppo di nuove metodologie di processamento dei dati mostra un inedito risvolto che dovrà essere attenzionato con grande cura, così come la capacità di avere accesso a calcolo ad alte prestazioni in misura congrua.

E' certamente questo un Piano Triennale di transizione. INAF partecipa allo sviluppo di grandi collaborazioni internazionali come l'European Southern Observatory (ESO), lo Square Kilometer Array Observatory (SKAO) e il Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO), solo a titolo di esempio. Inoltre contribuisce al primo (ESO) con strumenti ad alta risoluzione angolare e spettrale per il prossimo European Large Telescope (ELT), un telescopio "classico" di dimensioni

---

senza precedenti destinato a servire in modo esclusivo il vecchio continente; per il secondo (SKAO, un futuristico radio-telescopio con una area equivalente di raccolta di radiazione elettromagnetica mai vista prima), INAF ha sviluppato gran parte della tecnologia e del disegno dei dipoli, realizzati dall'industria Italiana; infine l'INAF, a riguardo di CTAO, è in prima linea per lo sviluppo di questa classe di telescopi che utilizza l'atmosfera come rivelatore primario. A questi tre esempi, non gli unici, di grandi infrastrutture in diversi gradi di sviluppo e di contributo nazionale, si associano un grande numero di filoni di ricerca che devono potere essere distillati in un prossimo futuro, nella scelta di aree di interesse che rispecchino lo sviluppo moderno dell'astrofisica, scavalcando divisioni storiche che rischiano di essere inadeguate alla luce dello sviluppo dell'astronomia multi messaggera e di aree solo qualche anno fa impensabili.

Uno sviluppo che faccia un uso efficace dell'accesso allo spazio, con missioni in fase di analisi e sfruttamento dei dati raccolti, come GAIA, di inizio di raccolta dei dati, come EUCLID, e in procinto di essere lanciati come PLATO, solo per citare tre esempi di missioni gestite dall'Agenzia Spaziale Europea. In questo contesto il lancio del programma PRORIS (in cooperazione con il CNR) e le fasi preliminari di accordo con la Agenzia Spaziale Italiana per, tra le tante, la definizione di una piccola missione Italiana, marcano il territorio dell'INAF in un quadro che lo vede coinvolto trasversalmente, con altre istituzioni come il CNR, l'INFN e l'INGV. Come ad esempio, per quel che riguarda gli ultimi due, alla definizione ed al supporto di infrastrutture come l'Einstein Telescope e la prossima missione LISA, che sono destinate a ridisegnare l'astrofisica del prossimo futuro con l'apertura definitiva della regione osservativa delle onde gravitazionali, oggi solamente scalfita.

Dalla geometria dell'Universo su larga scala, all'astrobiologia su campioni di materiale extraterrestre riportati sul nostro pianeta, l'INAF ha sviluppato un parterre di esperienze e conoscenze di cui dovrà fare tesoro per identificare come canalizzare le proprie risorse in un contesto continuamente variabile.

**Il Presidente INAF**  
**Roberto Ragazzoni**

---

## Indice

<b>Premessa</b> .....	<b>8</b>
<b>1. L'Ente</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Nome Descrizione e Finalità</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2 Missione ed affinità con altri Enti nazionali ed internazionali</b> .....	<b>9</b>
1.2.1 Aderenza con il DVS, PNR ed altre roadmaps .....	10
1.2.2 Produzione Scientifica dell'Ente .....	12
<b>1.3 Organizzazione dell'Ente</b> .....	<b>15</b>
1.3.1 Le Strutture di Ricerca, caratteristiche, localizzazione e logistica .....	17
1.3.2 Tipi di laboratori e strumentazione specifica .....	20
1.3.3 Sedi Osservative ed Infrastrutture di Ricerca Nazionali.....	20
1.3.4 Sostenibilità e Programmazione.....	21
1.3.5 Pianificazione delle attività di ricerca.....	23
1.3.6 Controllo dei prodotti delle Attività di Ricerca .....	23
1.3.7 Leadership scientifica con record elevato di pubblicazioni.....	24
<b>2. Attività a carattere Internazionale</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1 Partecipazione a reti ed infrastrutture a carattere internazionale</b> .....	<b>25</b>
<b>2.2 Posizionamento dell'Ente in contesti di Ricerca Internazionali</b> .....	<b>26</b>
<b>3. Attività Scientifica e Risultati</b> .....	<b>27</b>
<b>3.1 Attività di Ricerca fondamentale ed applicata</b> .....	<b>27</b>
3.1.1 Raggruppamento Scientifico Nazionale 1 – Galassie e Cosmologia.....	27
3.1.2 Raggruppamento Scientifico Nazionale 2 – Stelle, Popolazioni Stellari e Mezzo Interstellare.....	31
3.1.3 Raggruppamento Scientifico Nazionale 3 – Sole e Sistema Solare .....	35
3.1.4 Raggruppamento Scientifico Nazionale 4 – Astrofisica Relativistica e Particellare .....	39
3.1.5 Raggruppamento Scientifico Nazionale 5 – Tecnologie Avanzate e Strumentazione .....	43
<b>3.2 Progetti Attivi</b> .....	<b>47</b>
3.2.1 Progetti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).....	48
<b>4. Attività Esterna e di Servizio alla Comunità</b> .....	<b>55</b>
<b>4.1 Space Situational Awareness (SSA)</b> .....	<b>55</b>
4.1.1 Space Surveillance and Tracking (SST) .....	55
4.1.2 Space Weather.....	56
<b>4.2 Tomografia Muonica dei Vulcani attivi</b> .....	<b>56</b>
<b>4.3 Altre attività esterne all'Ente</b> .....	<b>57</b>
4.3.1 Rappresentanze in altri Enti di Ricerca o Istituzioni nazionali ed internazionali.....	57
<b>4.4 Valorizzazione economica della Ricerca</b> .....	<b>58</b>
4.4.1 Ricerca per la lotta al COVID-19.....	60
<b>4.5 Alta formazione</b> .....	<b>60</b>
<b>4.6 Public Engagement</b> .....	<b>61</b>
4.6.1 Informazione e Comunicazione.....	62
4.6.2 Divulgazione .....	63
4.6.3 Didattica (Education).....	65
<b>4.7 Biblioteche, archivi storici e Musei</b> .....	<b>67</b>
<b>5. Infrastrutture di Ricerca</b> .....	<b>70</b>

---

<b>5.1</b>	<b>Infrastrutture da Terra .....</b>	<b>70</b>
5.1.1	Infrastrutture in funzione .....	70
5.1.2	Infrastrutture in costruzione .....	73
<b>5.2</b>	<b>Infrastrutture dallo/ per lo Spazio .....</b>	<b>76</b>
5.2.1	Le missioni Spaziali .....	76
5.2.2	Il Programma PRORIS .....	79
<b>5.3</b>	<b>Infrastrutture Informatiche .....</b>	<b>81</b>
<b>6.</b>	<b><i>Gender Equality</i>.....</b>	<b>84</b>
6.1	Iniziative in atto e previste volte a promuovere inclusività e parità di “genere”.....	84
6.2	Indicazione del budget e del personale (%) coinvolto.....	85
<b>7.</b>	<b><i>Risorse umane e loro gestione</i> .....</b>	<b>86</b>
7.1	Dotazione organica .....	86
7.2	Fabbisogno del Personale e programmazione.....	88
7.2.1	Assunzioni obbligatorie per il Triennio 2024-2026 .....	92
7.3	Borse di Studio di pre-dottorato, di PhD e post-doc.....	93
7.4	Attività di formazione per il Personale .....	95
<b>8.</b>	<b><i>Patrimonio, Bilancio e Fabbisogno di Risorse</i>.....</b>	<b>96</b>
8.1	Patrimonio .....	96
8.1.1	Aggiornamento sullo stato dei lavori di censimento, inventario e gestione del patrimonio immobiliare.....	99
8.2	Bilancio.....	107
8.2.1	Stato del bilancio annuale e di previsione .....	107
8.2.2	Immagine proiettiva dei successivi tre anni .....	111
8.2.3	Rapporto tra le risorse interne ed esterne .....	117
8.3	Azioni volte al risparmio sulla conduzione dell’Ente.....	118
8.4	Società partecipate .....	119
	<b><i>Lista degli Acronimi</i> .....</b>	<b>121</b>



---

## Premessa

L'aggiornamento al Piano Triennale di Attività (PTA) dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) per il triennio 2024-2026 è conforme in formato e contenuti al modello introdotto per la prima volta nell'aggiornamento 2021-2023. Come da indicazioni del MUR, la descrizione delle Attività si articola in due parti: un Executive Summary ed una parte descrittiva generale.

La formazione dei contenuti del PTA è frutto di un processo di ricognizione partecipata e di analisi dei progetti.

Nel corso del 2024 l'INAF ha visto un cambio di Governance: Presidente, Consiglio di Amministrazione, Direttore Scientifico, Consiglio Scientifico e Collegio dei Revisori dei Conti:

- Il Presidente Marco Tavani ha completato il proprio mandato il 12 Febbraio 2024. Il Presidente Roberto Ragazzoni è stato nominato il 4 Aprile 2024.
- Il nuovo Consiglio di Amministrazione si è insediato il 1 Agosto del 2024.
- Il Consiglio Scientifico nominato con delibera del 22 Maggio 2020, numero 44, ha operato fino al 20 Giugno 2024. Il nuovo Consiglio Scientifico è stato nominato con Delibera numero 56 del 18 Dicembre 2024.
- Il Direttore Scientifico Filippo Maria Zerbi ha completato il proprio mandato il 31 Ottobre 2024. La Direttrice Scientifica Isabella Pagano è stata nominata con decorrenza del mandato il 1 Novembre 2024.
- Il Collegio dei revisori dei Conti nominato con Decreto del Ministro dell'Università e della Ricerca 1063 del 16 Agosto 2021 e con Decreto Ministeriale 165 del 16 Marzo 2023 ha cessato di operare ad Agosto 2024. Il nuovo Collegio dei Revisori dei Conti è stato nominato con Decreto del Ministro dell'Università e della Ricerca No.1811 del 26 Novembre 2024 e si è insediato il 16 Dicembre 2024.

L'aggiornamento del piano triennale ha quindi subito dei ritardi, ed è stato possibile completarlo solo nel corso del 2025. Rispetto al PTA 2023-2025 il presente PTA 2024-2026 è stato aggiornato mantenendone la struttura e tenendo in conto l'evoluzione delle attività. Talvolta sono anticipate alcune delle "azioni" intraprese nel 2025 che saranno riferite con i dovuti dettagli nel PT 2025-2027.

Le informazioni programmatiche sono state formulate in base alle informazioni disponibili entro la prima parte del 2024.

---

# 1. L'Ente

## 1.1 Nome Descrizione e Finalità

L'INAF è l'Ente pubblico di ricerca tematico, vigilato dal MUR, che si occupa di ricerca di base ed applicata nei settori di astrofisica, astronomia ed esplorazione scientifica del Cosmo e del Sistema Solare. Si svolgono in INAF ricerche nei campi più svariati afferenti a questi settori, dalla cosmologia alla ricerca ed alla caratterizzazione dei pianeti extrasolari, inclusa la fisica degli oggetti compatti con particolare riguardo alle sorgenti delle onde gravitazionali recentemente rivelate. L'INAF conduce anche ricerca tecnologica ed applicata, talvolta in partenariato con il mondo industriale, per la realizzazione della strumentazione per osservazioni dell'Universo sia da Terra che dallo Spazio.

## 1.2 Missione ed affinità con altri Enti nazionali ed internazionali

Missione dell'INAF è svolgere, promuovere e valorizzare la ricerca scientifica e tecnologica nei campi dell'astronomia e dell'astrofisica e di valorizzarne le applicazioni interdisciplinari; di diffonderne e divulgarne relativi risultati; di promuovere e favorire il trasferimento tecnologico verso l'industria, perseguendo obiettivi di eccellenza a livello internazionale.

L'INAF è un Ente affine, a livello nazionale, all' INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - pur avendo quest'ultimo un ordinamento giuridico a sé stante) e all'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) essendo tali enti gli unici di tipo monotematico. Invece, per ordinamento e regole di funzionamento, l'INAF non è dissimile dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) che tuttavia è multi-tematico ed organizzato in dipartimenti.

L'INAF collabora a progetti comuni con tutti gli Enti di Ricerca citati ed ha un rapporto privilegiato con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) con la quale progetta e sviluppa missioni per lo studio dell'universo e del Sistema Solare, oltre a sistemi a terra per la sorveglianza dello Spazio (detriti spaziali, Near Earth Objects, Space Weather). L'INAF contribuisce alla maggior parte delle missioni del programma scientifico dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), sia nel campo dell'Esplorazione del Sistema Solare, sia in quello di Osservazione dell'Universo, talvolta esprimendo PI-ship o co-PIship di strumenti o di missione.

Altri paesi europei ed extraeuropei presentano forme di coordinamento nazionale dell'astrofisica espressa attraverso enti autonomi o come parte di enti multi-tematici di governo della ricerca. A titolo di esempio, menzioniamo: in Francia l'Institut national des sciences de l'Univers (INSU) parte del Centre national de la recherche scientifique (CNRS); in Spagna l'Istituto de Astrofisica de Canarias (IAC) e l'Istituto de Astrofisica de Andalucía (IAA), il primo autonomo ed il secondo parte del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC); in Messico Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE); in Australia l'Australian Telescope National Facility (ATNF), parte del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). Altri Paesi, quali Germania o Stati Uniti, presentano una maggiore frammentazione delle attività in entità multiple di piccola/media dimensione, a volte coordinate in associazioni come nel caso della Max-Planck-Gesellschaft (MPG) o della Helmholtz-Gemeinschaft.

---

## 1.2.1 Aderenza con il DVS, PNR ed altre roadmaps

### 1.2.1.1 Documento di Visione Strategica

Il Documento di Visione Strategica (DVS) dell'INAF per il periodo 2019-2029, in corso di validità, è stato redatto dal precedente Consiglio Scientifico dell'Ente ed è reperibile al seguente link: <https://pta.inaf.it>

Il documento indica, come priorità di lungo termine per l'Ente, le seguenti voci:

1. La partecipazione alle grandi infrastrutture internazionali del futuro
2. L'esplorazione del sistema solare
3. La vita oltre il sistema solare
4. L'astrofisica multi-messaggera
5. L'astrofisica fondamentale

Fornisce inoltre le seguenti raccomandazioni generali:

- Fornire supporto all'astrofisica teorica
- Incoraggiare la creazione e coordinazione di grandi gruppi di ricerca
- Fornire supporto a progetti di "ricerca di base"
- Incoraggiare le partnership interdisciplinari
- Migliorare la cooperazione con ASI e gli altri Enti Pubblici di Ricerca
- Dare un ruolo efficace ai *Raggruppamenti Scientifici Nazionali*.

IL DVS ed il PTA sono entrambi documenti programmatici che indicano la pianificazione delle attività di ricerca dell'INAF, il primo per il medio-lungo termine ed il secondo per il corto-medio termine. In questo senso il PTA, che riflette le priorità e raccomandazioni del DVS, ne rappresenta una declinazione operativa per il triennio, aggiornata di anno in anno.

Il PTA, le cui azioni qui riportate riflettono puntualmente tutte le raccomandazioni del DVS, ha anche la funzione di complementare il DVS stesso, che non viene aggiornato annualmente, con le eventuali opportunità nuove che si presentano e che gli organi di governo dell'Ente hanno determinato di cogliere.

In particolare nel triennio 2024-26 (1) si intende continuare il supporto per finanziamenti competitivi di ricerca di base (bando di Ricerca Fondamentale) per progetti di ricerca e di terza missione; (2) si intende sostenere numerosi gruppi di ricerca medio-grandi per affrontare al meglio i grandi programmi internazionali da terra (e.g., SKAO e precursori, CTAO e precursori, strumentazione ESO) e dallo spazio (e.g., le missioni Gaia, Solar-Orbiter, Euclid, Juice, Bepi Colombo, IXPE, HERMES, Cheops, PLATO, Ariel, Comet Interceptor, etc.); (3) si intende continuare il supporto al finanziamento della Ricerca Fondamentale gestita dai direttori e direttrici delle strutture di ricerca; (4) si intende incoraggiare le collaborazioni interdisciplinari coinvolgendo altri Enti di Ricerca (quali CNR, INGV, INFN), con particolare riferimento ai grandi progetti del PNRR; (5) si intende rafforzare le collaborazioni scientifiche e programmatiche con ASI con l'adozione di diversi progetti comuni in ambito satellitare e per applicazioni terrestri (incluso programmi PNRR).

---

### 1.2.1.2 Programma Nazionale della Ricerca (PNR)

Il Programma Nazionale della Ricerca (PNR) del 2021-2027 ha cambiato l'impostazione rispetto ai piani precedenti allargando l'ambito dalla ricerca di per sé alla "*messa a sistema dei programmi per ricerca, sviluppo, innovazione, sostegno alle relazioni internazionali e alle politiche industriali portati avanti da ciascuna amministrazione*" (PNR 2021-2027 - Cap-1 Metodologia del PNR).

Il PNR pone come obiettivo i "Sustainable Development Goals (SDGs) delle Nazioni Unite, delle priorità della Commissione Europea e degli Obiettivi della politica di coesione 2021-2027" (PNR 2021-2027 - Cap-1 Metodologia del PNR).

Il PNR 2021-27 è articolato in priorità di sistema, grandi ambiti di ricerca e innovazione e relative aree d'intervento, piani nazionali e missioni. Le priorità sono:

- Sostenere la crescita diffusa ed inclusiva del sistema della ricerca;
- Consolidare la ricerca fondamentale;
- Rafforzare la ricerca interdisciplinare;
- Garantire la centralità della persona nell'innovazione;
- Valorizzare la circolazione di conoscenza e competenze tra ricerca e sistema produttivo;
- Promuovere la dimensione internazionale dell'alta formazione e della ricerca;
- Assicurare il coordinamento della ricerca nazionale, europea ed internazionale;

Come descritto nel presente PTA, L'INAF ha come obiettivo primario il consolidamento della ricerca fondamentale in astrofisica ed il contributo per le proprie competenze alla ricerca interdisciplinare. La ricerca in Astrofisica è per una buona frazione tecnologica, spesso svolta in partenariato con il settore privato favorendo la circolazione di competenze tra ricerca e sistema produttivo. L'INAF lavora a stretto contatto con Atenei ed altri istituti di ricerca di tutto il mondo presso i quali manda o dai quali riceve giovani ricercatori in formazione, promuovendo in questo modo la dimensione internazionale dell'alta formazione e della ricerca. INAF coordina a livello nazionale la ricerca in Astrofisica ed esplorazione del Sistema Solare contribuendo per ruolo al coordinamento europeo ed internazionale della stessa. Infine, l'INAF partecipa, in molti casi con riconosciuta leadership, ad un gran numero di progetti scientifici, tecnologici ed infrastrutturali che mantengono l'Ente in assoluta prima linea verso i nuovi orizzonti della ricerca. Pertanto, l'INAF adempie alle priorità del PNR 2021-27 qui descritte.

### 1.2.1.3 Roadmap ESFRI

Di grande rilievo per la ricerca astrofisica in Europa è la roadmap predisposta da ASTRONET, consorzio fondato nel 2005 che riunisce agenzie di finanziamento e organizzazioni di ricerca europee con l'obiettivo di promuovere una visione scientifica condivisa per tutta l'astrofisica. INAF è membro fondatore e parte attiva di questa iniziativa, che fino al 2015 ha operato come ERA-NET nell'ambito di Horizon 2020, per poi proseguire con il sostegno diretto delle istituzioni partecipanti.

Tra il 2010 e il 2015, ASTRONET ha elaborato e aggiornato un documento di visione scientifica e una roadmap infrastrutturale che hanno fortemente influenzato la definizione delle priorità dell'INAF. Una nuova edizione di tali documenti - Science Vision and Infrastructure Roadmap

---

2022–2035 - è stata pubblicata nel 2023, in un contesto caratterizzato da limitate risorse europee per la ricerca “curiosity driven” (fatta eccezione per l’ERC) e dalla necessità di identificare poche priorità strategiche su orizzonti temporali di almeno 10–15 anni.

Le discussioni attuali in ASTRONET evidenziano due filoni scientifici di particolare rilevanza strategica:

- L’Universo primordiale e distante, legato a questioni di fisica fondamentale e osservazioni trasformazionali abilitate da grandi infrastrutture come JWST, E-ELT, SKA e future missioni spaziali.
- La nascita ed evoluzione degli esopianeti come chiave per comprendere l’origine e l’evoluzione della vita, un campo ancora agli inizi e ricco di potenziale esplorativo.

ASTRONET mantiene anche attenzione agli “unknown unknowns”, riconoscendo che ogni salto di un ordine di grandezza nelle capacità osservative può aprire scenari scientifici inattesi. In questo quadro, la collaborazione europea coordinata da ASTRONET rimane uno strumento fondamentale per orientare investimenti e sviluppo infrastrutturale in astrofisica.

## 1.2.2 Produzione Scientifica dell’Ente

La produzione scientifica dell’Ente può essere valutata analiticamente mediante rendicontazione dei prodotti della ricerca pubblicati presso le maggiori riviste scientifiche indicizzate a livello mondiale mediante un opportuno database professionale (quale e.g. *Scopus*) in grado di tracciare correttamente numero di prodotti e citazioni in modo omogeneo e comparabile tra diversi settori scientifico-disciplinari (come già avviene, ad esempio, nelle Abilitazioni Scientifiche Nazionali, ASN).

In questo contesto, Scopus può essere consultato mediante query personalizzate al fine di ottenere una fotografia della produzione scientifica dell’Ente nell’ultimo quinquennio. Si riporta, per massima trasparenza e riproducibilità dei dati, la query utilizzata per le sintesi tracciate in questo paragrafo:

```
AFFIL ( inaf ) OR AFFIL ( iaps ) OR AFFIL ( ira ) OR AFFIL ( i.n.a.f. ) OR AFFIL ( i.r.a. ) OR AFFIL ( i.a.s.f. ) OR  
AFFIL ( i.a.p.s. ) OR AFFIL ( iasf ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2020 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2021 )  
OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2022 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2023 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2024 ) )  
AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "PHYS" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "EART" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA ,  
"ENGI" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "COMP" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "MATE" ) OR LIMIT-TO  
( SUBJAREA , "MATH" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "MULT" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "MEDI" ) OR  
LIMIT-TO ( SUBJAREA , "BIOC" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "CHEM" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENVI" )  
OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "CENG" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA , "ENER" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA ,  
"IMMU" ) )
```

Utilizzando la query riportata sopra<sup>1</sup>, *Scopus* mostra che INAF ha pubblicato **13.154** prodotti totali ripartiti, per anno, secondo quanto illustrato in Figura 1. Essi si riferiscono a pubblicazioni in cui i Ricercatori/Tecnologi INAF oppure gli associati INAF risultino a primo autore oppure co-autori (considerando tutte le affiliazioni disponibili in caso di molteplice affiliazione di un Autore come avviene, ad esempio, per gli associati INAF Universitari).

---

<sup>1</sup> La query è stata eseguita nel mese di giugno 2025 mantenendo la compatibilità con i risultati presentati nei precedenti Piani Triennali INAF.

---

Di questi, il 79.2% appartiene alla categoria *Articoli sottoposti a revisione tra pari (Peer Reviewed, comprese Lettere e Reviews)* mentre il 14.6% è rappresentato da pubblicazioni in proceedings o atti di congresso (Figura 2). I primi 5 lavori, ordinati in base alle citazioni in ordine decrescente, contano oltre 1700 citazioni ciascuno accumulate in meno di 5 anni attestandosi all'interno del 99esimo percentile della distribuzione mondiale dei papers, di simile area tematica, censiti in Scopus (*Citation Benchmarking Scopus*®). In queste pubblicazioni, tutte sottoposte a peer review, i Ricercatori/Tecnologi e associati dell'Istituto compaiono come co-autori mentre, a livello tematico, queste pubblicazioni si riferiscono alla missione spaziale Planck (2), alla Fisica delle particelle (2) e alla prima rivelazione di una controparte ottica di un evento gravitazionale identificato dagli esperimenti LIGO e Virgo (1).

Per quanto concerne le riviste di riferimento di settore, si riporta in Figura 3 la distribuzione delle pubblicazioni nelle prime 5 riviste che costituiscono la maggioranza della produzione scientifica in INAF.

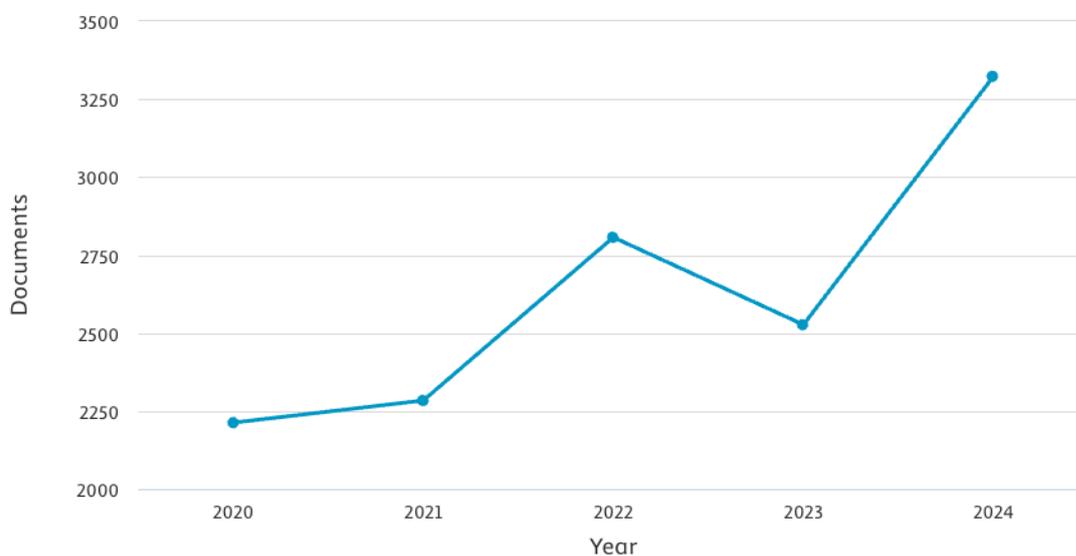


Figura 1 Produzione scientifica dell'Ente nel quinquennio 2020-2024

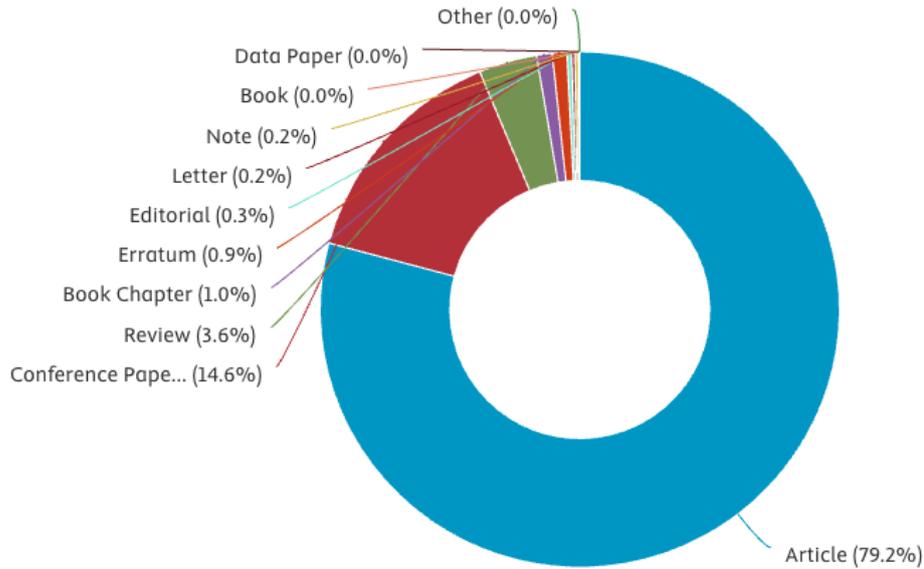


Figura 2 - Distribuzione della produzione scientifica INAF

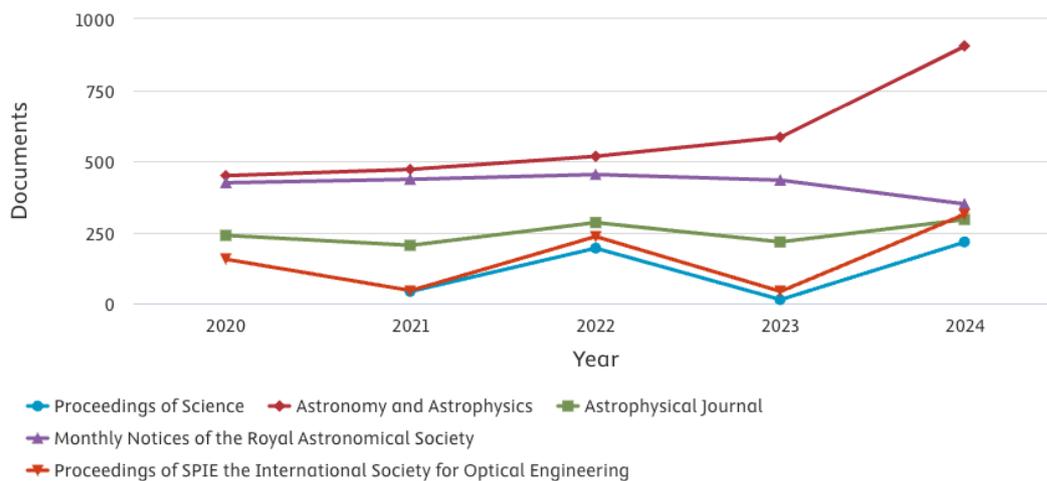


Figura 3 - Distribuzione della produzione scientifica nelle prime 5 riviste

È possibile notare dal grafico riportato che la produzione scientifica dell'Ente è orientata verso le riviste di settore maggiormente quotate quali ad esempio *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (MNRAS), *Astronomy & Astrophysics* (compresa Letter) ed *Astrophysical Journal*. Si evidenzia un chiaro aumento delle pubblicazioni presso *Astronomy & Astrophysics* dopo il 2023 in risposta alla richiesta di pubblicare ad accesso aperto senza costi di produzione. Per quanto riguarda i proceedings, la maggioranza di essi è pubblicata su riviste e/o atti di convegno di elevata rilevanza internazionale quali, e.g., Proceedings SPIE, Proceedings of Science<sup>2</sup>.

Infine, INAF ha da sempre mantenuto una solida e costante produzione scientifica orientata alle riviste multidisciplinari caratterizzate da elevatissimo *Impact Factor* (e.g. *Nature*, *Physical*

<sup>2</sup> In Figura 2 si nota l'andamento a "onda" delle pubblicazioni sui Proceeding SPIE o Science data dalla cadenza bi-annuale dei relativi congressi dove vengono presentati i lavori.

Review) a testimonianza della qualità della Ricerca condotta all'interno dell'Ente. La Figura 4 testimonia, nel quinquennio 2020-2024, il trend mettendo in evidenza il numero di pubblicazioni dei Ricercatori e Tecnologi dell'Ente su riviste quali Nature, Science e *Physical Review*.

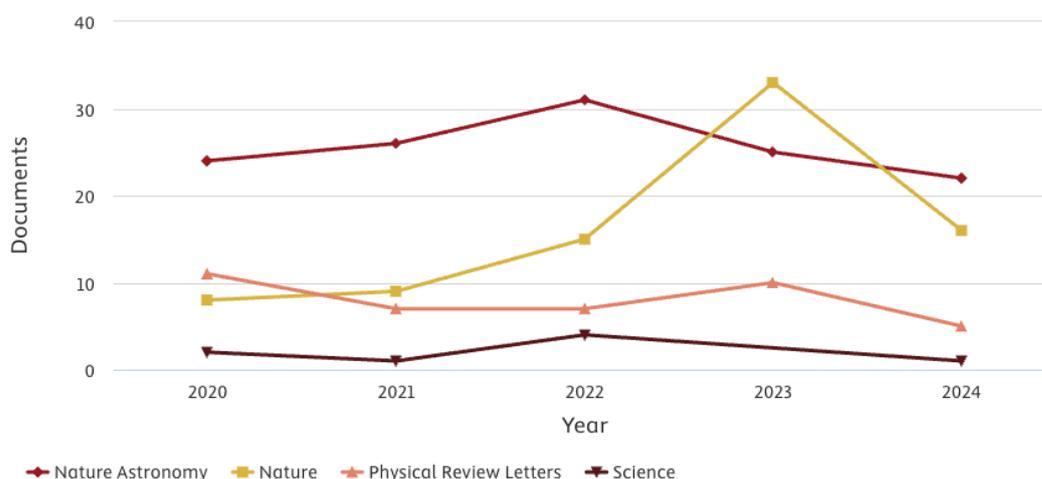


Figura 4 - Numero di pubblicazioni INAF su riviste ad alto impact factor (e.g., Nature, Science..) nel quinquennio 2020-24

### 1.3 Organizzazione dell'Ente

L'INAF è un Ente pubblico di ricerca costituito con Decreto Legislativo 23 luglio 1999, n. 296 dalla unificazione degli Osservatori Astronomici (allora 12) e successivamente riformato dal Decreto Legislativo 4 giugno 2003, n. 138 includendo gli Istituti tematicamente affini allora afferenti al CNR. L'INAF ha la propria sede legale a Roma. La governance dell'Ente è descritta nello Statuto, approvato il 25 Maggio 2018, il cui testo integrale è reperibile al seguente sito: <https://pta.inaf.it>.

L'Ente è articolato in sedici Strutture di Ricerca distribuite sul territorio nazionale, ciascuna sotto la responsabilità di un Direttore. I ricercatori e tecnologi che svolgono le proprie attività nelle Strutture di Ricerca afferiscono a cinque RSN definiti dal Consiglio di Amministrazione.

Lo schema di funzionamento dell'Ente è rappresentato in Figura 5. Come da Statuto, l'organizzazione dell'INAF separa le funzioni di indirizzo dalle funzioni di gestione. Le funzioni di indirizzo sono svolte dal **Presidente** e dal **Consiglio di Amministrazione**, organi di governo dell'Ente. Le funzioni gestionali sono svolte dalle due direzioni apicali paritetiche **Direzione Generale** e **Direzione Scientifica**, e dai Direttori delle Strutture di Ricerca, ciascuno secondo le proprie competenze.

Gli organi di governo dell'Ente deliberano atti di indirizzo che sono trasmessi in forma di delibera agli organismi gestionali per essere attuati. Nella formulazione degli indirizzi, gli organi di governo si avvalgono della consulenza del **Consiglio Scientifico**, del **Collegio dei Direttori di Struttura**, dei **Comitati Scientifici Nazionali** e della **Direzione Scientifica** che ha in aggiunta ruolo propositivo verso gli organi di Governo.

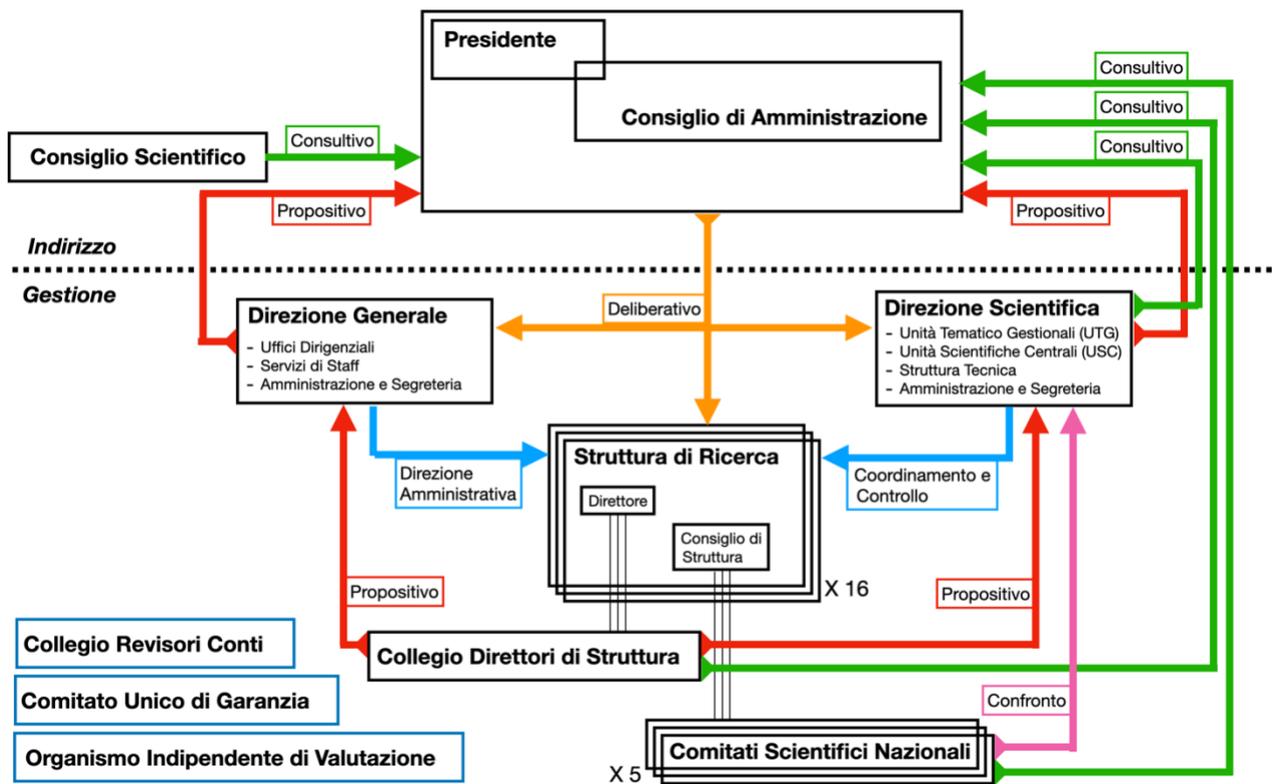


Figura 5 - Schema della Organizzazione dell'INAF

A questi si aggiungono, con specifiche funzioni statutarie, il **Collegio dei Revisori dei Conti**, il **Comitato Unico di Garanzia** e l'**Organismo Indipendente di Valutazione**.

Il **Direttore Generale** è responsabile, in via esclusiva, della gestione amministrativa e contabile dell'Ente, fatta eccezione per le funzioni amministrative e gestionali espressamente attribuite al Direttore Scientifico e ai Direttori delle Strutture di Ricerca.

La Direzione Generale dispone correntemente di due uffici di livello dirigenziale:

- Ufficio Risorse Umane;
- Ufficio Bilancio.

È stata ribadita in più occasioni ai ministeri vigilanti la necessità di aumentare il numero degli uffici Dirigenziali a beneficio di una maggiore efficienza dell'Ente.

La Direzione Generale è dotata di Servizi di Staff, per lo svolgimento di specifiche funzioni, sia tecniche che specialistiche, a supporto sia del Direttore Generale che dei Dirigenti. Il numero complessivo dei Servizi di Staff al Direttore Generale non può essere superiore ad otto.

Il **Direttore Scientifico** è responsabile, in via esclusiva, della gestione scientifica dell'Ente e di tutte le attività amministrative e contabili ad essa strumentali.

La Direzione Scientifica per tutto il 2024 e fino all'approvazione della riorganizzazione della stessa, proposta dalla Direttrice Scientifica subentrata il 1 novembre 2024, e approvata dal CDA il 25 febbraio 2025, è articolata in quattro *Unità Tematico Gestionali (UTG)*:

- 
- UTG-1: “Divisione Nazionale Abilitante dell’Astronomia Ottica, IR”:
  - UTG-2: “Divisione Nazionale Abilitante della Radioastronomia”:
  - UTG-3: “Divisione Nazionale Abilitante della Astrofisica delle Alte Energie”:
  - UTG-4: “Divisione Nazionale Abilitante della Planetologia ed Esplorazione del Sistema Solare”:

È inoltre dotata di quattro *Unità Scientifiche Centrali (USC)*:

- USC-5: “Astronomia dallo Spazio”:
- USC-6: “Valorizzazione della Ricerca”:
- USC-7: “Gestione Bandi Competitivi”:
- USC-8: “Computing”

La Direzione Scientifica incorpora una propria "*Struttura Tecnica*" e una "Struttura di Supporto Amministrativo" a sostegno delle attività della Direzione Scientifica e delle UTG.

La nuova struttura della Direzione Scientifica, approvata dal CDA il 25 febbraio 2025, sarà illustrata con il PT 2025-2027.

I Ricercatori e Tecnologi dell’INAF afferiscono, per libera scelta, ad un **RSN** primario ed eventualmente a un **RSN** secondario, tra gli RSN definiti dal Consiglio di Amministrazione (Delibera 30 del 3 Maggio 2019):

- RSN-1 Galassie e Cosmologia
- RSN-2 Stelle, Popolazioni Stellari e Mezzo Interstellare
- RSN-3 Sole e Sistema Solare
- RSN-4 Astrofisica Relativistica e Particelle
- RSN-5 Tecnologie Avanzate e Strumentazione

Per ogni Struttura di Ricerca è eletta una figura di coordinatore locale per ognuno dei Raggruppamenti Scientifici di rilevanza per la Struttura. Ciascun RSN si dota di un **CSN** composto dai coordinatori locali. Ciascun CSN elegge il proprio Presidente. I Direttori delle Strutture di Ricerca formano il **Collegio dei Direttori di Struttura**, soggetto collettivo con specifiche funzioni attribuite dallo statuto. Il Collegio dei Direttori di Struttura ed i CSN hanno contribuito per le parti di loro competenza alla redazione di questo aggiornamento del PTA.

### 1.3.1 Le Strutture di Ricerca, caratteristiche, localizzazione e logistica

L’INAF ha il proprio Quartier Generale a Roma, presso la Villa Mellini sulla collina di Monte Mario. Conta inoltre le seguenti 16 strutture distribuite nel territorio nazionale:

- Osservatorio Astronomico di Trieste
- Osservatorio Astronomico di Padova
- Osservatorio Astronomico di Brera (Milano - Merate)
- Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano
- Osservatorio Astrofisico di Torino
- Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna
- Istituto di Radioastronomia di Bologna

- Osservatorio Astrofisico di Arcetri (Firenze)
- Osservatorio Astronomico di Cagliari
- Osservatorio Astronomico di Roma
- Istituto di Astrofisica Spaziale e Planetologia Spaziali di Roma
- Osservatorio Astronomico d'Abruzzo (Teramo)
- Osservatorio Astronomico di Capodimonte (Napoli)
- Osservatorio Astrofisico di Catania
- Osservatorio Astronomico di Palermo
- Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo

In Tabella 1 è riportato il personale in servizio presso le varie Strutture di Ricerca per tipologia (alla data del 3 luglio 2023).

STRUTTURA	TI (I-III)	TI(IV-VIII)	TD (I-III)	TD (IV-VIII)	AR e Borsisti	Totale
IAPS Roma	94	20	15	6	48	183
OARoma	70	25	10	4	27	136
OASBologna	89	17	7	2	13	128
OAPadova	63	19	11	1	31	125
OAArcetri	67	19	8	3	25	122
OABrera	57	20	9	1	16	103
IRA	46	37	6	6	8	103
OACapodimonte	53	25	9	1	12	100
OATrieste	49	18	5	5	19	96
OACatania	44	27	4	1	17	93
OATorino	51	24	1	2	9	87
OACagliari	35	14	2	7	13	71
OAPalermo	25	16	5	1	4	51
IASF Mi	31	9	2	0	5	47
OAAbruzzo	23	9	3	2	2	39
IASF Pa	21	9	1	0	7	38
<b>Totale</b>	<b>818</b>	<b>308</b>	<b>98</b>	<b>42</b>	<b>256</b>	<b>1522</b>

*Tabella 1 - Distribuzione del personale presso le strutture di Ricerca*

L'INAF è un Ente di Ricerca derivante dall'accorpamento degli Osservatori Astronomici, molti dei quali con oltre due secoli di storia, e di alcuni istituti ex CNR. La localizzazione delle sedi è generalmente conseguente alla storia di ciascuna di esse.

Alcune Strutture di ricerca continuano ad avere almeno una tra le proprie sedi in edifici di interesse storico. Queste sono l'Osservatorio di Padova presso la Specola, l'Osservatorio di Brera presso palazzo Brera a Milano, l'Osservatorio di Arcetri sulla collina di Arcetri a Firenze, l'Osservatorio di Capodimonte sulla collina di Capodimonte a Napoli, l'Osservatorio di Palermo all'interno del Palazzo dei Normanni a Palermo e l'edificio dell'Osservatorio Astronomico di Roma a Monte Porzio Catone.

---

Altre sedi, per motivi storici, sono ospitate in edifici di proprietà delle locali università, come la sede cittadina dell'Osservatorio di Catania, assetto che talvolta comporta limiti nell'uso e nella manutenzione appropriata degli spazi.

Gli Istituti ex-CNR continuano ad essere collocati nelle Aree di Ricerca CNR nelle quali erano inseriti in precedenza. L'Area di Ricerca di Milano (IASF Mi), l'Area di Ricerca di Bologna (IRA-Bo e parte di OAS-Bo), l'Area di Ricerca di Roma Tor Vergata (IAPS) e l'Area di Ricerca di Palermo (IASF Pa). È in corso il passaggio di proprietà (o lo studio di soluzioni alternative) da CNR a INAF degli spazi occupati dagli istituti nelle aree di ricerca e, a Palermo, INAF auspica la realizzazione di una nuova e più moderna sede che ospiti entrambe le strutture palermitane ed i laboratori in un edificio di propria proprietà. Per IAPS, è "in corso" la realizzazione di nuovi edifici di proprietà, all'interno dell'Area di Ricerca di Tor Vergata.

Alcune Strutture sono locate, o hanno almeno una sede, nei siti selezionati all'inizio del XX secolo come siti osservativi e nei quali sono (o erano in passato) installati telescopi. È il caso della sede di Merate (LC) per l'Osservatorio di Brera, della Sede di Pino Torinese per l'Osservatorio di Torino, della Sede di Asiago per l'Osservatorio di Padova, della sede di Loiano per l'Osservatorio di Bologna, della Sede di Campo Imperatore per l'Osservatorio d'Abruzzo, della sede di Serra la Nave, sull'Etna, per l'Osservatorio di Catania. In questi casi i vincoli storici sono ridotti o non presenti, ma l'accessibilità delle sedi, indubbiamente disagiate, è minore. Per la sede di Monte Porzio Catone dell'Osservatorio di Roma esiste vincolo puntuale sul complesso riconosciuto come bene culturale, con un interesse storico e architettonico, vincolo diretto che ne impone la tutela e la conservazione secondo il Codice dei Beni Culturali (D.Lgs. 42/2004).

---

### 1.3.2 Tipi di laboratori e strumentazione specifica

L'attività osservativa, che è alla base dell'impegno scientifico dell'Ente, ha come "laboratori" le infrastrutture osservative (telescopi, radio antenne e rivelatori elettromagnetici di altro genere) sia da terra che dallo spazio che INAF possiede, opera o a cui ha accesso. A queste si affiancano laboratori specializzati nella conduzione di esperimenti per lo studio di fenomeni di interesse astrofisico (es., effetti dell'interazione di radiazione e/o particelle con materiali, specie molecolari, analizzatori di plasma solare a bordo di Solar Orbiter e a Terra SVIRCO Neutron Monitor), oltre ai laboratori meccanici, ottici, elettronici, informatici, dove sono condotte attività di sviluppo, costruzione, integrazione e test di strumentazione per l'astrofisica e le scienze spaziali.

Le infrastrutture di ricerca sono descritte in dettaglio nella Sezione 7 di questo documento, mentre un documento descrittivo delle caratteristiche dei laboratori INAF (per le attività spaziali) è reperibile al seguente indirizzo: <https://pta.inaf.it>.

### 1.3.3 Sedi Osservative ed Infrastrutture di Ricerca Nazionali

Le seguenti sedi INAF ospitano correntemente infrastrutture osservative nazionali:

- Osservatorio di Asiago (Veneto): Cima Ekar, Altopiano di Asiago. Telescopio *Copernico* da 1,82 m di diametro, inaugurato nel 1973. Telescopio *Schmidt 67/92*.
- Osservatorio di Loiano: Appennino bolognese tra Bologna e Firenze. Telescopio *Cassini* da 1,52 m di diametro, inaugurato nel 1976.
- Stazione Osservativa di Medicina - Bologna - Radiotelescopio Croce del Nord, inaugurato nel 1964. Antenna Parabolica da 32 m di diametro, inaugurata nel 1984.
- Sardinia Radio Telescope (San Basilio - Sud Sardegna). Antenna parabolica da 64 m di diametro, inaugurato nel 2013.
- Osservatorio di Campo Imperatore (Abruzzo). Stazione attiva dal 1965, dotata del telescopio AZT24 da 1,08 m di diametro, installato nel 1997, ed il telescopio Schmidt 60/90.
- Stazione Osservativa di Noto - Noto (Siracusa). Antenna parabolica da 32 m di diametro, inaugurata nel 1988.
- Osservatorio M.G. Fracastoro - Serra la Nave (Catania). Telescopio Cassegrain di 0,91 m di diametro (installato nel 1966), robotico di 0.80 m di diametro (attivo dal 2011), telescopio per luce Cherenkov ASTRI-Horn d'Arturo (primario di circa 4,3 m di diametro, composto da 18 pannelli esagonali), prototipo dei telescopi SST di CTAO (inaugurato nel 2014).

Inoltre, nelle sedi di Catania e Roma ci sono telescopi, che fanno parte di reti internazionali (ad esempio ESA Space Weather Service Network), utilizzati per l'osservazione quotidiana dell'atmosfera del Sole a varie lunghezze d'onda.

A questi si aggiunge:

- il Telescopio Nazionale Galileo (TNG), descritto in dettaglio in seguito. Il TNG, pur essendo una infrastruttura di ricerca nazionale, è collocato all'Osservatorio del Roque de los Muchachos nell'Isola di La Palma alle Canarie (Spagna);

- Il VLT Survey Telescope (VST), un telescopio da 2,6 metri di diametro installato al Paranal Observatory (Cile) dell'ESO, progettato specificamente per survey ottiche a largo campo.
- Il telescopio Rapid Eye Mount (REM), un robotico da 60 cm installato a La Silla (Cile), progettato per reagire molto rapidamente a fenomeni astronomici transienti.

### 1.3.4 Sostenibilità e Programmazione

Come tutti gli altri Enti di Ricerca, INAF si avvale di una programmazione pluriennale dinamica che possa fare fronte alle incertezze nei flussi di finanziamento per la ricerca.

Il 2024 conferma l'aumento del FOE, sia Ordinario che Straordinario, iniziato nel 2021 (Figura 6) con l'aggiunta di specifici fondi a sostegno di "programmi di ricerca fondamentale" ed una rimodulazione degli importi allocati alla strumentazione per lo European Southern Observatory (ESO). Il FOE straordinario contempla due parti a sostegno della "ricerca a valenza internazionale" e della "progettualità a carattere continuativo, entrambe fondamentali per condurre le attività di ricerca di base e i progetti in ambito internazionale in cui l'Ente è coinvolto. L'incremento del FOE ordinario dopo il 2021 permette all'ente di operare assorbendo la crescita delle spese ordinarie (personale e servizi generali) connesse alle politiche per il personale che è stato possibile avviare negli ultimi anni dopo diversi anni di blocco (e.g., stabilizzazioni, progressioni ex art. 15).

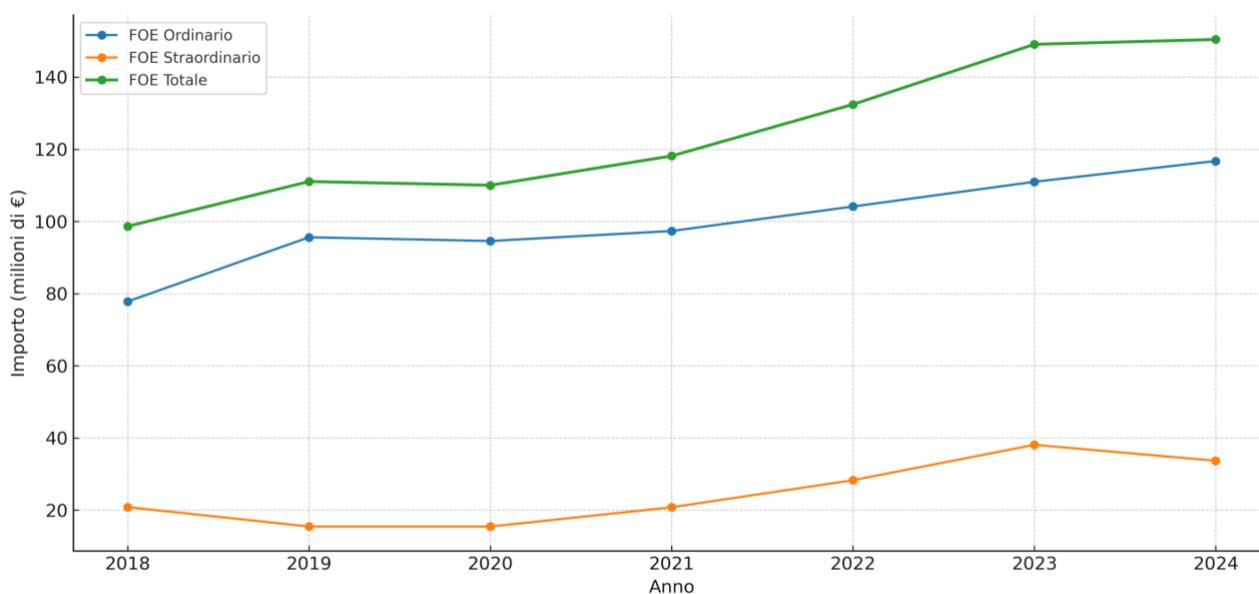


Figura 6 - Andamento FOE 2018-2024

L'INAF opera in aggiunta sulla base di finanziamenti pluriennali per iniziative progettuali specifiche. Tra questi, spiccano i finanziamenti ASI (circa 11 M€ in media per anno nel triennio 2021-2023) che sostengono lo sviluppo, la costruzione e lo sfruttamento scientifico delle missioni spaziali che INAF realizza con ASI. Si aggiungono a questi i finanziamenti comunitari (7.8 M€ nel triennio 2021-2023) che i ricercatori INAF intercettano attraverso bandi competitivi (ad esempio, ERC, H2020 e Horizon Europe).

---

Si aggiungono infine i finanziamenti strutturali decretati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri e distribuiti dal MUR o iniziative legislative speciali incluse nelle leggi di bilancio o in leggi specifiche (ad esempio, legge di ratifica del trattato internazionale per SKA). Questi hanno ammontare molto variabile e si attestano tra i 5 ed i 20 M€ per anno.

Nel 2024 e 2025 sono da portare a compimento tutti i progetti legati al PNRR in cui INAF è coinvolto. In particolare, i progetti CTA+, STILES, NG-CROCE, EMM e il Centro Nazionale di Ricerca in High Performance Computing (HPC) i cui dettagli sono riportati al paragrafo 3.2.1 Capitolo 3.

Dettagli circa i finanziamenti sopra citati per il triennio di riferimento sono riportati nel Capitolo 8 del presente documento.

---

### 1.3.5 Pianificazione delle attività di ricerca

Come già accennato nella Premessa, dal 2021 INAF si è dotato di un meccanismo di censimento annuale della progettualità mediante la compilazione (e negli anni successivi l'aggiornamento) di Schede descrittive tutte le attività che si svolgono all'interno dell'Ente. Le schede contengono informazioni pubbliche ed informazioni accessibili agli organi ed organismi deputati al coordinamento e controllo delle attività.

L'aggiornamento delle schede è stato effettuato anche nel 2024 (cf. [https://schede.inaf.it/consulta/lista\\_schede\\_archivio?anno=2024](https://schede.inaf.it/consulta/lista_schede_archivio?anno=2024)). Le schede offrono un censimento dei progetti in corso di dimensioni (FTE e fondi) piccole e grandi e di durate da pochi mesi a decine di anni. La governance dell'Ente subentrata nel corso del 2024 intende analizzare la valenza, ai fini della programmazione scientifica, del censimento dei progetti attraverso la compilazione delle schede, per individuare il benefit informativo che la governance riceve rispetto all'investimento in manpower richiesto alla base. Come già emerso dal PT 2023-2025, il regime di pianificazione fino ad ora effettuato dalla governance si è sviluppato e continuerà a svilupparsi su portanti di grande volume e durata, tipicamente investimenti infrastrutturali per la realizzazione di osservatori terrestri, le missioni spaziali, sulla quale si innestando attività a carattere scientifico e tecnologico basate sull'utilizzo o sul miglioramento delle infrastrutture esistenti.

### 1.3.6 Controllo dei prodotti delle Attività di Ricerca

Nella seconda parte del 2024 è stato avviato il processo di presentazione dei prodotti per la Valutazione della Qualità della Ricerca (VQR) relativa al periodo 2020-24 da parte dell'Agenzia Nazionale di Valutazione dell'Università e della Ricerca (ANVUR), che sarà concluso nella primavera del 2025. INAF ha accreditato **954 Ricercatori/Tecnologi** con un aumento di oltre il 28% dei soggetti rispetto al quinquennio precedente. Sono stati sottoposti a valutazione un totale di **2342 prodotti** della ricerca (di cui 1588 unici) pubblicati nel periodo di riferimento<sup>3</sup>.

Nella VQR 2020-24, l'INAF ha inoltre sottoposto a valutazione **19 casi studio di cui:**

- **3 casi di brevetti e trasferimento tecnologico;**
- **6 casi per la gestione dei beni pubblici;**
- **10 casi relativi all'attività museale dell'Ente, alla didattica e al Public Engagement;**

Per la prima volta, come richiesto dal bando è stata inoltre portata in valutazione in modo volontario una **infrastruttura di ricerca di alto impatto: il Telescopio Nazionale Galileo**. Infine, sono stati presentati i resoconti di **30 progetti competitivi internazionali** vinti dai Ricercatori e Tecnologi dell'INAF che hanno permesso di raccogliere un totale di **23.3 milioni di euro**. La procedura di valutazione da parte dei GEV ANVUR è attualmente in corso e sarà conclusa nel corso del 2026.

Ottemperando alle disposizioni di Legge, INAF si è dotata già da molti anni di una apposita infrastruttura per l'accesso aperto della propria produzione scientifica<sup>4</sup>. Questa piattaforma è stata ampiamente utilizzata nella fase di accreditamento dei prodotti della ricerca per la VQR,

---

<sup>3</sup> Si fa notare che non è possibile un confronto diretto della variazione dei prodotti presentati per la modifica delle regole di presentazione dei prodotti dell'ultima VQR rispetto alle precedenti.

<sup>4</sup> Il portale Open Access INAF <https://openaccess.inaf.it/>

---

---

permettendo di rispondere fin da subito alla richiesta dell'ANVUR di presentare tutti prodotti ad accesso aperto.

Nell'intento di rafforzare la propria struttura di valutazione interna, la Presidenza INAF ha nominato un comitato di consulenza per la Valutazione con l'intento di sviluppare e rafforzare le proprie procedure di valutazione e auto-valutazione. A questo fine INAF sta predisponendo appositi strumenti, basati sui database citazionali Scopus e WoS, che permetteranno un monitoraggio costante degli indici relativi alla produzione scientifica, tra cui il numero di articoli referati pubblicati ogni anno, la loro collocazione mondiale rispetto alle citazioni ricevute, l'impact factor e così via. I primi risultati provenienti da questi strumenti verranno descritti nel successivo PTA.

### 1.3.7 Leadership scientifica con record elevato di pubblicazioni

Partendo dal campione del personale INAF censito da ANVUR per l'esercizio VQR 2020-24, inquadrato nel ruolo di ricercatore/ricercatrice o associato/a, e facendo riferimento al database internazionale NASA Astrophysics Data System (ADS, specializzato nella bibliografia di articoli di Astronomia ed Astrofisica) si è proceduto all'estrazione della produzione scientifica riassunta nella Figura 7.

In dettaglio, nel pannello di sinistra della Figura 7 si riporta il *boxplot* che illustra l'andamento dell'indice di Hirsch (*indice  $H$* ) in funzione della età anagrafica dei ricercatori/ricercatrice, mentre nel pannello di destra si riporta il *boxplot* relativo all'indice  $m$  (espresso come il rapporto tra l'indice  $H$  e gli anni in attività) in funzione dei medesimi *bin* di età. Nel grafico sono stati evidenziati gli 11 ricercatori INAF che spiccano oltre 2.6 volte la varianza della distribuzione del fattore  $H$  per la loro età anagrafica. Il valore medio dell'indice  $H$  della distribuzione è 32.7.

Nel caso dell'indice  $m$ , si evince come la produttività e competitività scientifica dell'Ente, intesa come derivata dell'indice  $H$  rispetto al tempo, è sostanzialmente conservata nei vari *bin* di età, eccetto per l'ultimo gruppo, dove si nota un lieve e fisiologico calo, funzione dell'età anagrafica dei ricercatori e della diversa epoca nella quale i ricercatori si sono trovati a lavorare nel passato con dinamiche e tempistiche di pubblicazione molto diverse da quelle di oggi. È inoltre importante osservare come i ricercatori più giovani, che popolano i primi due *bin* del plot, dominino il valore assoluto della distribuzione.

Anche per l'indice  $m$  si conferma un incremento positivo del trend in funzione dell'età con alcuni *outliers* rilevati in ricercatori con meno di 60 anni di età che presentano un indice superiore di 2.6 volte la media dei ricercatori della loro età<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> L'indice di Hirsch quantifica le prolificità e l'impatto scientifico di un autore sia per numero di pubblicazioni che per numero di citazioni ricevute. Un autore ha un indice  $H$  pari ad  $n$  se almeno  $n$  lavori tra quelli che ha pubblicato sono stati citati almeno  $n$  volte ciascuno.

<sup>6</sup> Fonte dati: ADS-Nasa per la sola collection Astronomy

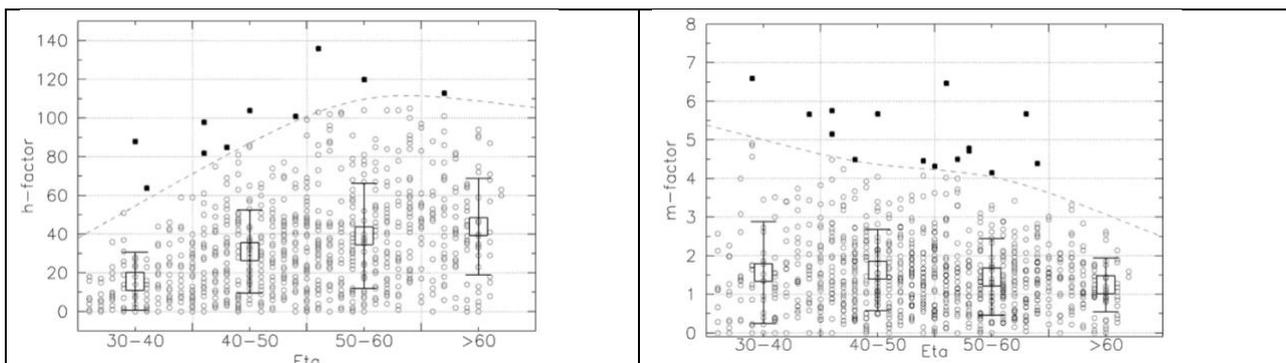


Figura 7 - Boxplots raffiguranti l'andamento dell'indice  $H$  (pannello di sinistra) e l'indice  $m$  (pannello di destra) in funzione dell'età degli accreditati INAF all'esercizio VQR 2020-24. Le box indicano la collocazione del secondo e terzo quartile della distribuzione

## 2. Attività a carattere Internazionale

La ricerca scientifica in campo astronomico ha una dimensione internazionale intrinseca. Le grandi infrastrutture osservative sono spesso installate in luoghi remoti scelti per le condizioni favorevoli alle osservazioni astronomiche, e sono costruite ed gestite da realtà internazionali. Stessa considerazione può essere fatta per le missioni spaziali.

### 2.1 Partecipazione a reti ed infrastrutture a carattere internazionale

Si elencano di seguito le principali reti ed infrastrutture a carattere internazionale a cui INAF partecipa ed a quale titolo. Queste reti operano infrastrutture di ricerca che sono descritte nel Capitolo 5 di questo documento.

- **European Southern Observatory (ESO)**. Organizzazione Internazionale da Trattato fondata nel 1962 a cui l'Italia ha aderito nel 1982 e della quale ad oggi detiene una quota del 11,08%. INAF esprime il rappresentante votante per l'Italia nell'organo di governo della Organizzazione e molte altre figure organizzative a livello tecnico, amministrativo e scientifico. ESO costruisce il più grande telescopio ottico al mondo (ELT) ed opera telescopi e radiotelescopi nei propri osservatori in Cile.
- **Square Kilometre Array Observatory (SKAO)**. Organizzazione Internazionale da Trattato fondata nel 2021 di cui l'Italia è tra i paesi fondatori. INAF esprime il rappresentante votante per l'Italia nell'organo di governo della Organizzazione e molte altre figure organizzative a livello tecnico, amministrativo e scientifico. SKAO costruisce ed opererà il più grande radiotelescopio al mondo con antenne in Sudafrica ed Australia.
- **JIV-ERIC**. ERIC fondata come fondazione nel 1993 ed in seguito trasformata in ERIC a cui l'Italia ha aderito nel 2021. INAF esprime il rappresentante votante per l'Italia nell'organo di governo della Organizzazione e molte altre figure organizzative a livello tecnico, amministrativo e scientifico.
- **LOFAR (ERIC)**. LOFAR opera un radiotelescopio a sintesi di apertura con stazioni distribuite in tutta Europa (tra breve anche una presso la stazione osservativa di

---

Medicina presso Bologna). Si è appena concluso il processo di costituzione della ERIC divenuta operativa nel corso del 2023. Prima della costituzione della ERIC, INAF dal 2018 partecipava all'International LOFAR Telescope (ILT) che era governato da un Board al quale INAF aveva rappresentante votante.

- **MeerKAT+.** MeerKAT+ è una estensione con 13 parabole da 15mt di diametro dell'array MeerKAT (64 parabole da 13.5 mt di diametro) operato dal South African Radio Astronomical Observatory (SARAO) nel deserto del Karoo. INAF ha concluso un accordo di collaborazione con SARAO e Max Planck per contribuire alla costruzione e sfruttare scientificamente l'infrastruttura.
- **Large Binocular Telescope Corporation (LBTC).** LBTC opera il telescopio binoculare LBT presso Mt Graham in Arizona (USA). Società no-profit di diritto USA è partecipata da INAF per il 25%.
- **Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO) gGmbH (futura ERIC).** CTAO (gGmbH) ha svolto e concluso l'attività preparatoria per la costruzione e le seguenti operazioni del telescopio CTA nei due siti prescelti di Paranal in Cile (emisfero sud) e la Palma alle Canarie (emisfero nord). La ERIC, istituita a Gennaio 2025, procederà alla costruzione della infrastruttura. INAF ha una partecipazione di circa il 20% nella gGmbH che si riflette nella partecipazione dell'Italia nella ERIC.

## 2.2 Posizionamento dell'Ente in contesti di Ricerca Internazionali

INAF ha un ruolo diretto o rappresenta l'Italia nella stragrande maggioranza delle infrastrutture di ricerca internazionali accessibili ai ricercatori europei (LBT, JIV-E, LOFAR, MeerKAT+, ESO, SKAO, CTA, ET). Ha inoltre una posizione di leadership riconosciuta in molte missioni spaziali per l'esplorazione del sistema solare o l'osservazione del cosmo in collaborazione con ASI, ESA, NASA, JAXA, CNSA e ROSCOSMOS). I dettagli sono forniti in questo documento nella sezione che descrive i programmi scientifici e le infrastrutture.

---

## 3. Attività Scientifica e Risultati

### 3.1 Attività di Ricerca fondamentale ed applicata

La ricerca in INAF è organizzata secondo cinque principali filoni tematici corrispondenti ai Raggruppamenti Scientifici Nazionali (RSN) definiti nel paragrafo 1.3 di questo documento e che verranno illustrati nei paragrafi seguenti, uno per ciascun RSN.

È opportuno sottolineare che quanto verrà descritto in questa Sezione è una sintesi delle tematiche più rilevanti in termini di personale coinvolto e di investimento economico. Tuttavia, non è completamente esaustivo del panorama di tutte le attività condotte dai ricercatori INAF nei relativi raggruppamenti. È infatti importante ricordare la moltitudine di attività di ricerca di base svolte in INAF nei 5 Raggruppamenti che sono meno visibili ma comunque rilevanti ed indispensabili fucine di nuove idee e teorie alla base delle conquiste scientifiche e tecnologiche. È infine importante sottolineare che sono molteplici le trasversalità e sinergie tra vari RSN, dovute alla multidisciplinarietà che caratterizza la ricerca astrofisica.

Nelle varie sezioni qui illustrate sarà possibile apprezzare il ruolo di leadership conquistato negli anni dall'Ente relativamente alle varie tematiche di ricerca affrontate in ciascun settore, alla capacità di consolidare e guidare importanti reti di collaborazione a livello internazionale e della capacità di realizzare strumentazione e sviluppare nuove tecnologie di ampio respiro internazionale.

#### 3.1.1 Raggruppamento Scientifico Nazionale 1 – Galassie e Cosmologia

Comprendere modalità e tempi scala della formazione ed evoluzione delle strutture cosmiche a diverse epoche e in diversi ambienti rappresenta una delle sfide principali dell'astrofisica moderna. Questa ricerca include studi osservativi, teorici e computazionali che hanno l'obiettivo di rispondere alle seguenti domande:

1. Quali sono i meccanismi fisici che regolano la formazione e l'evoluzione di galassie e nuclei galattici attivi? Come questi processi dipendono dall'epoca cosmica e dalle condizioni ambientali?
2. Qual è la struttura a larga scala dell'Universo a diverse epoche cosmiche? Quali sono i meccanismi fisici che governano le proprietà della materia in queste strutture?
3. Qual è la natura di Materia ed Energia Oscura e come si comporta la gravità su scale cosmologiche?

Questi studi hanno importanti ricadute anche nell'ambito della formazione stellare, dell'astrofisica delle alte energie e della fisica fondamentale (come teorie della gravità e generazione di onde gravitazionali), tematiche trattate da RSN2 e RSN4. La cosmologia è descritta da un modello "di concordanza" che prevede una componente dominante di energia oscura, una significativa componente di materia non barionica di natura tuttora ignota, detta oscura, e solo una piccola componente di materia barionica.

Le iniziali fluttuazioni di densità, "fotografate" dalla radiazione cosmica di fondo a microonde, danno origine per instabilità gravitazionale alle prime stelle, galassie e aggregati di galassie,

---

con l'avvio del processo di re-ionizzazione del mezzo intergalattico e della sintesi dei metalli che vengono poi diffusi nel mezzo circostante. Le proprietà della materia all'interno di questi sistemi sono regolate da una complessa rete di meccanismi fisici. Questi processi definiscono una serie di azioni, reazioni ed auto-regolazioni che agiscono sulla distribuzione della materia e determinano il "ciclo dei barioni", ovvero lo scambio di materia ed energia tra le diverse componenti galattiche (gas freddo e polvere, gas caldo, stelle) e il mezzo circum- e intergalattico. Le interazioni tra galassie, come pure la presenza in esse di buchi neri supermassicci, hanno ripercussioni importanti sulla loro storia evolutiva.

In questo contesto generale i ricercatori INAF hanno raggiunto risultati di particolare rilievo nei seguenti ambiti:

- la caratterizzazione delle prime galassie e dei buchi neri massicci nell'Universo giovane tramite osservazioni multibanda, anche con l'ausilio di lenti gravitazionali;
- la stima sempre più precisa delle proprietà delle galassie, quali la capacità di formare stelle e le abbondanze chimiche, a diverse epoche cosmiche grazie a campagne spettroscopiche profonde;
- il tracciamento delle sovradensità di materia e lo studio di come l'ambiente influenza le proprietà fisiche e morfologiche delle galassie;
- il test dei modelli cosmologici e dell'evoluzione delle strutture, tramite l'osservazione della materia diffusa in ammassi e filamenti e la demografia di galassie di bassa luminosità.

Sul tema delle prime epoche cosmiche (redshift  $z > 6$ ), i ricercatori INAF contribuiscono al censimento, tuttora incompleto, delle popolazioni galattiche, allo studio del processo di reionizzazione dell'Universo, alla ricerca e caratterizzazione dei primi nuclei galattici attivi e dell'ambiente in cui si formano. L'identificazione delle prime sorgenti luminose avviene spesso attraverso l'utilizzo di lenti gravitazionali e telescopi di ultima generazione. A redshift intermedi e bassi le survey fotometriche e spettroscopiche profonde forniscono a modelli e studi teorici una solida base per comprendere i meccanismi fisici che determinano le proprietà delle galassie quali le abbondanze chimiche, l'età, il contenuto di gas freddo e polvere, il tasso di formazione stellare. La presenza di nuclei galattici attivi ha un forte impatto sull'evoluzione delle galassie e del mezzo circum-galattico ed inter-stellare attraverso la produzione di getti radio e venti galattici. L'ambiente ed i processi di fusione tra galassie incidono sulla durata della fase in cui queste formano stelle e sulla transizione verso la fase di quiescenza. Questi effetti sono esaminati attraverso il confronto della componente stellare e gassosa di campioni selezionati in regioni con diversa densità e con la mappatura della dinamica interna delle galassie. Per oggetti vicini, numerosi sono stati i progressi resi possibili dall'utilizzo di spettrografi a campo integrale e di interferometri nel sub/millimetrico e nel radio che permettono di costruire mappe ad alta risoluzione spaziale dal centro alle regioni più periferiche delle galassie. Il lavoro dei ricercatori INAF coinvolti in questo campo di ricerca ha portato a importanti risultati sulla variazione spaziale delle proprietà delle popolazioni stellari, sulla formazione ed evoluzione di nubi molecolari, e sulle condizioni fisiche e dinamiche del mezzo interstellare (metallicità, densità e grado di ionizzazione). In questo contesto, si innestano anche gli studi di galassie con bassissima brillantezza superficiale, che vedono un impegno rilevante della nostra comunità, con posizioni di leadership in survey odierne e future. Innovativi ed estesi programmi osservativi, sia in riga che in continuo, alle diverse lunghezze d'onda (dal radio ai raggi X) hanno permesso di far emergere una chiara leadership di INAF nello studio delle proprietà fisiche e cinematiche del gas circum-nucleare, dell'accrescimento (massa del buco nero, output radiativo e produzione di getti radio), ed evoluzione dei nuclei galattici attivi, attraverso anche la ricerca di coppie di AGN nelle fasi finali di fusione tra galassie.

---

INAF ha inoltre conquistato un ruolo di leadership internazionale nello studio multi-frequenza degli ammassi di galassie. Nell'ultimo decennio la comunità italiana si è distinta per i risultati sui proto-ammassi di galassie ad alto redshift, dei loro discendenti a basso redshift, e della transizione tra i primi e i secondi, con lo scopo di studiare i processi fisici in atto nell'evoluzione delle galassie in ambiente denso e sulla formazione e crescita delle strutture. Diverse sono le campagne osservative guidate da ricercatori INAF, tra cui citiamo, oltre a quelle nel visibile e vicino infrarosso, quelle nei raggi X, finalizzate a studiare la componente termica degli ammassi in termini di pressione, temperatura, densità e metallicità del mezzo intracluster. Di particolare rilievo sono anche gli studi condotti sulla componente non termica (campi magnetici e particelle relativistiche) con radiotelescopi di ultima generazione. I ricercatori INAF sono coinvolti nello studio della distribuzione delle galassie e della materia oscura in ammasso tramite misure dei profili di massa totale e barionica, cinematica, e lensing, fondamentali per la comprensione dell'evoluzione delle strutture cosmiche e delle proprietà della materia oscura.

Negli ultimi anni, la comunità RSN1 di INAF ha partecipato, spesso in ruoli guida o chiave, a importanti survey spettroscopiche di galassie e ad un ampio e approfondito lavoro di preparazione per missioni future nel visibile e vicino infrarosso. Queste attività, basate principalmente sullo studio della distribuzione spaziale delle galassie e degli ammassi di galassie e sullo studio del gas diffuso attraverso dati spettroscopici di media/alta risoluzione, hanno contribuito ad assegnare all'ente un ruolo di leadership nello studio della struttura a larga scala e delle sue implicazioni cosmologiche.

In ambito cosmologico, INAF vanta anche un importante coinvolgimento nello sviluppo e successivo sfruttamento scientifico di strumenti dedicati allo studio della radiazione cosmica di fondo nelle microonde. Le anisotropie in intensità e polarizzazione sondano le condizioni iniziali dell'Universo, tra cui le proprietà statistiche delle perturbazioni primordiali, i primi campi magnetici, l'epoca della reionizzazione, la crescita della struttura su larga scala attraverso il lensing gravitazionale e l'effetto termico Sunyaev-Zeldovich negli ammassi di galassie. Questi studi si inseriscono nell'ambito della roadmap ESA che ha individuato lo studio dell'Universo primordiale come uno dei temi centrali per le missioni scientifiche di "large-class" per il periodo 2035-2050 (Voyage 2050).

Al fine di interpretare i risultati appena descritti, l'attività osservativa è affiancata da un grande sforzo teorico e computazionale della nostra comunità, volto alla modellizzazione dei complessi processi astrofisici in atto nelle sorgenti celesti oggetto di studio. Il fine ultimo è caratterizzare la popolazione di galassie fino ai redshift più elevati accessibili dall'attuale strumentazione, provare l'affidabilità di modelli cosmologici anche attraverso l'osservazione dell'Universo vicino, studiare la fotoionizzazione del gas da attività stellare e nucleare e la crescita dei buchi neri supermassicci nelle galassie, comprendere i processi che regolano la dissipazione e trasformazione dell'energia e il ciclo barionico nelle galassie e negli ammassi. La comunità INAF ricopre, in questo ambito, un ruolo di rilievo nello sviluppo di simulazioni numeriche, modelli teorici, spettrofotometrici, chimici e di trasporto radiativo.

Guardando al futuro, le attività che coinvolgono il nostro ente prevedono l'utilizzo di nuovi strumenti all'avanguardia. L'INAF è un partner chiave nella missione ESA Euclid, il cui lancio è avvenuto il 1° luglio 2023. Euclid sta raccogliendo dati nel visibile e nel vicino infrarosso, con una combinazione senza precedenti di risoluzione spaziale, sensibilità ed area. Parte di questi dati è già stata analizzata e sta producendo i primi risultati scientifici. Al termine della survey, Euclid avrà osservato più di un terzo di tutto il cielo. Questi dati saranno combinati con una misura spettroscopica del redshift per diverse decine di milioni di galassie. Ciò consentirà di

---

mappare la struttura a larga scala dell'Universo, misurare la storia dell'espansione e studiare la natura dell'energia oscura, della materia oscura e della gravità su scala cosmologica, realizzare un censimento senza precedenti dei nuclei galattici attivi, delle galassie fino a quelle più diffuse, e degli ammassi di galassie. L'Italia è inoltre uno dei sei paesi fondatori dell'Osservatorio SKA, che gestirà il radiotelescopio più avanzato mai concepito, in grado di rivoluzionare la nostra conoscenza dell'Universo, grazie ad una risoluzione e sensibilità senza precedenti. L'INAF è fortemente coinvolto nello sviluppo dello strumento e nelle attività preparatorie con i suoi precursori e pathfinders (come LOFAR(2.0), MeerKAT(+), ASKAP). Questi strumenti, assieme ad osservazioni in banda X basate su Chandra, XMM-Newton, Swift, eROSITA e XRISM (ed in futuro Athena, missione alla quale INAF partecipa in ruoli chiave) e in banda sub-mm (ALMA, Planck, e LiteBIRD, missione a cui INAF partecipa in maniera significativa), forniranno nuovi vincoli sul budget di massa oscura e barionica dell'Universo, sulla struttura a larga scala, sugli ammassi di galassie e sui nuclei galattici attivi sondando regioni dello spazio dei parametri e dell'evoluzione cosmica finora inesplorate. Inoltre, in sinergia con Euclid, essi consentiranno studi tomografici del mezzo intergalattico e del lensing forte e debole.

La comunità italiana è stata coinvolta fin da subito nello sfruttamento dei primi dati su campi extragalattici ottenuti con JWST ottenendo risultati di eccellenza. Il nostro ente è altresì coinvolto in altri progetti in corso che saranno determinanti per lo studio della struttura dell'Universo, come Rubin-LSST, importante anche per tracciare la variabilità di sorgenti come i nuclei galattici attivi. INAF riveste ruoli importanti in diversi progetti proposti per nuovi spettrografi multi-oggetto e a campo integrale (WEAVE, 4MOST, MOONS, MAVIS) e nello sviluppo di strumentazione di nuova generazione per ELT (MICADO, ANDES, MOSAIC, HARMONI), volti allo studio delle galassie a diversi redshift e con diversa risoluzione spaziale. Nell'ambito dello sforzo osservativo sopra discusso, molti ricercatori INAF sono anche coinvolti nello sviluppo di innovative tecniche di estrazione dei parametri fisici dai dati con applicazioni nel campo della big data science e dell'astro-statistica.

Sul fronte dell'astrofisica teorica, gli obiettivi principali della comunità includono: (1) simulazioni a grande scala di modelli alternativi a quello cosmologico standard, allo scopo di identificare le migliori diagnostiche di nuova fisica dalle survey cosmologiche che saranno avviate nei prossimi anni; (2) modelli di formazione delle galassie e dei buchi neri centrali e della loro interazione con l'ambiente da piccole a grandi scale, a partire dall'epoca di formazione delle prime galassie, da utilizzare per l'interpretazione di dati da strumenti di ultima generazione (JWST, precursori e pathfinders di SKA, ALMA) e predizioni teoriche per strumenti di prossima generazione (ELT, SKA, Athena, LISA); (3) sviluppo di codici di simulazioni innovativi, che includono esplicitamente la trattazione di processi fisici e microfisici del gas e del plasma e che sfruttano a pieno la potenza di calcolo ad alte prestazioni (HPC) in previsione delle future infrastrutture di classe "exa-scale".

RSN1 è inserito in una vasta rete di collaborazioni nazionali e internazionali di eccellenza scientifica. Questo denso network di collaborazioni garantisce uno scambio e una diffusione di conoscenze e di competenze, attraverso un approccio interdisciplinare che include i settori della cosmologia, dell'astrofisica osservativa, delle simulazioni, della fisica spaziale e della fisica delle particelle. Specificamente per RSN1, oltre alle numerose collaborazioni con tutte le Università presenti sul territorio italiano (testimoniato dal grande numero di associati INAF presenti nelle Università italiane), si possono menzionare le collaborazioni con l'ASI e l'INFN, e le collaborazioni di particolare rilievo con ESO, l'Isaac Newton Group of Telescopes (ING) ed il Vera Rubin Observatory, ESA, NASA, JAXA. A queste collaborazioni scientifiche si aggiungono

---

collaborazioni con poli industriali (e.g., Thales Alenia Space) e collaborazioni attive con diverse Università e istituti di ricerca esteri.

I ricercatori INAF rivestono ruoli fondamentali in diversi programmi osservativi che si avvalgono di telescopi sia da Terra che dallo Spazio. Si possono menzionare, tra quelli prevalentemente utilizzati, tutti i telescopi dell'ESO (VLT, VST, ALMA), LBT, TNG, i telescopi spaziali HST, JWST, i satelliti per osservazioni a raggi X XMM-Newton, Chandra, Swift, eROSITA e NuSTAR, e i radiotelescopi SRT, IRAM, NOEMA, precursori e pathfinder di SKA e ngVLA (GMRT, LOFAR, VLA, MeerKAT, ASKAP), molti dei quali sfruttano la tecnica di osservazione VLBI per raggiungere altissime risoluzioni spaziali.

### 3.1.2 Raggruppamento Scientifico Nazionale 2 – Stelle, Popolazioni Stellari e Mezzo Interstellare

RSN2 INAF ricopre un ruolo di rilievo a livello internazionale nel campo dell'astrofisica stellare dal punto di vista teorico, osservativo e sperimentale. La varietà delle tematiche affrontate comprende lo studio della formazione stellare e planetaria, del mezzo interstellare, dei sistemi planetari extrasolari e dell'evoluzione stellare, delle popolazioni stellari della Via Lattea e delle galassie esterne risolvibili in stelle, della Galassia nel suo insieme, dell'Universo vicino e la determinazione delle distanze cosmiche. L'ampia gamma di scale spaziali coinvolte richiede l'utilizzo di metodologie diversificate e di un approccio multidisciplinare che includono tecniche di osservazione e di analisi dati sempre più avanzate, la costruzione e il mantenimento di cataloghi di riferimento sinergici, nonché software per simulazioni numeriche complesse, algoritmi avanzati di intelligenza artificiale e reti neurali.

Oggi, INAF ha accesso e contribuisce a costruire gli strumenti più sofisticati e ricopre molti ruoli di leadership, conducendo ricerche di eccellenza con metodologie innovative e ottenendo risultati di grande impatto. I ricercatori RSN2 hanno realizzato un'ampia rete di collaborazioni nazionali e internazionali ed esercitano un ruolo chiave nello sviluppo di modelli teorici e nei principali progetti scientifici, osservativi e tecnologici, da Terra e dallo Spazio, sia in corso sia programmati per il prossimo futuro, che consentiranno di mantenere e consolidare una posizione di eccellenza negli anni a venire.

Lo studio della **Formazione Stellare e Planetaria** nella nostra Galassia coinvolge scale spaziali che vanno dalle dimensioni dei complessi di nubi molecolari all'ambiente intorno alla singola stella e al suo sistema planetario. I ricercatori INAF sono molto attivi sia nell'indagine delle fasi iniziali di condensazione delle nubi, sia nell'analisi della formazione di oggetti dalle nane brune fino a stelle di grande massa. L'esame della distribuzione e delle proprietà fisiche a tutte le scale menzionate fornirà un paradigma per la formazione stellare anche nelle altre galassie. Tale approccio necessita dell'utilizzo di osservazioni multibanda sinergiche, dai raggi X al radio, già disponibili o fruibili nel prossimo triennio (Chandra, XMM-Newton, Gaia, Rubin-LSST, TNG, VLT, VLTI, LBT, HST, JWST, Herschel, ALMA, SRT, GBT, IRAM, NOEMA, VLA, VLBA, EVN, HSA). In particolare, lo studio della formazione stellare trarrà grande vantaggio dalla nuova strumentazione a guida o con partecipazione dell'INAF (SHARK@LBT, SoXS@NTT, MOONS@VLT, ERIS@VLT, MeerKAT, nuovi ricevitori SRT).

Per le primissime fasi della formazione stellare si studieranno le diverse condizioni ambientali che favoriscono il processo di frammentazione della nube e dei suoi filamenti fino alla formazione di oggetti pre- e proto- stellari in accrescimento gravitazionale. Le loro proprietà fisico-chimiche verranno indagate analizzando i dati degli interferometri presenti e futuri (SKA e ngVLA) che guideranno lo sviluppo di modelli teorici, anche avvalendosi di simulazioni

---

numeriche. In tale contesto, grazie a grandi programmi osservativi dedicati, a modelli teorici e a test di laboratorio, hanno avuto grande impulso gli studi di astrochimica inorganica e organica, includenti anche l'effetto del campo magnetico e della propagazione dei raggi cosmici. Per le fasi evolutive che vanno dalla protostella all'ingresso nella sequenza principale, si analizzeranno la formazione, l'evoluzione e la dispersione del disco circumstellare fino alla formazione dei pianeti. In dettaglio, i processi coinvolti sono il trasferimento del momento angolare, le modalità di accrescimento di materia sulla protostella, la generazione e l'evoluzione astrochimica di venti e getti, l'evoluzione chimica del mezzo circumstellare, l'effetto dei campi magnetici e della radiazione ultravioletta (UV) ed X, la definizione delle condizioni iniziali della formazione dei pianeti e di come queste ne determinano le caratteristiche chimiche, fisiche, dinamiche e quindi le potenziali condizioni di abiogenesi e sviluppo della vita (connessione con le attività svolte in RSN3). Si condurranno studi teorici, simulazioni magneto-idrodinamiche e programmi osservativi multibanda da Terra e dallo Spazio, che includeranno studi di emissione maser e polarimetria. L'accrescimento sulla stella sarà studiato con survey fotometriche e spettroscopiche multi-banda, mentre lo studio dei getti e dei venti richiederà spettri e immagini ad alta risoluzione spettrale ed angolare, dall'X al radio.

L'analisi delle popolazioni stellari giovani, sia concentrate in regioni di formazione stellare e ammassi, sia disperse nel campo Galattico, consentirà di studiare l'effetto dell'ambiente sul processo di formazione stellare e planetaria.

Nello studio dei pianeti extrasolari e dei sistemi esoplanetari occorre ricercare la frequenza delle diverse architetture planetarie, le condizioni in cui una certa tipologia di sistema si forma e come si colloca il Sistema Solare in questo contesto. Particolarmente rilevanti sono i sistemi giovani che sono il prodotto immediato del processo di formazione. Le tecniche osservative dipendono dalle zone dei sistemi che si vogliono studiare (regioni interne o esterne) e includono: fotometria (sia dallo spazio, con Cheops, TESS e in futuro con la missione spaziale PLATO con Co-PI INAF, sia da terra con telescopi di classe 1-2m); spettroscopia ad alta risoluzione (HARPS-N@TNG, GIANO-B@TNG, ESPRESSO@VLT e in futuro ANDES@ELT); astrometria (Gaia); imaging (SHARK@LBT, SHARK-VIS/NIR, SPHERE@VLT, JWST e HST); microlensing (Rubin-LSST, Euclid, Roman); interferometria radio (LOFAR, VLA, GMRT, ASKAP, MeerKAT, e in futuro SKA) e osservazioni X (Chandra, XMM-Newton ed in futuro Athena). Lo strumento LOCNES@TNG (Pi-ship INAF) permetterà di perfezionare i metodi per correggere gli effetti dell'attività magnetica e della convezione sulle misure di velocità radiale e sugli spettri delle atmosfere esoplanetarie. Con i prossimi dati di Gaia verrà prodotto, a guida INAF, il primo censimento completo del cielo con migliaia di pianeti attesi per l'analisi demografica delle regioni intermedie dei sistemi planetari. Tecniche di analisi combinate forniranno la chiave per comprendere la demografia dei sistemi planetari su tutti gli intervalli di separazione spaziale e massa, come anche le correlazioni con le proprietà delle stelle centrali. Per questi studi è importante l'implementazione di codici numerici e approcci analitici, lo sviluppo di modellistiche sofisticate e simulazioni atmosferiche, magnetiche, climatiche e di formazione planetaria. Ciò permetterà l'analisi delle proprietà fisiche e chimiche degli esopianeti, della loro struttura interna, delle proprietà dell'atmosfera, degli stati climatici e degli effetti ambientali, tra cui le interazioni con la stella e i dischi circumstellari nei sistemi in formazione. In questo modo si potranno studiare i meccanismi di formazione ed evoluzione planetaria, le condizioni climatiche e di abitabilità, la struttura e composizione atmosferica, e i possibili traccianti biologici negli spettri in trasmissione, riflessione e/o emissione. Particolarmente rilevanti sono le misure di massa e raggio dei pianeti ottenute con serie temporali di velocità radiali e fotometria di transiti da Terra e dallo Spazio, anche in preparazione alle nuove missioni spaziali che ne caratterizzeranno composizione chimica, struttura e dinamica atmosferica (ad esempio Ariel con Co-PI INAF, il cui lancio è previsto nel 2029). In questo contesto, è di grande importanza la sinergia tra

---

osservazioni spettroscopiche a media risoluzione dallo Spazio (JWST) e quelle ad alta risoluzione da Terra (HARPS-N e GIANO-B@TNG o CRIRES ed ESPRESSO @VLT).

Per l'interpretazione di tali osservazioni vengono sviluppati metodi avanzati di analisi dei dati, inclusa l'intelligenza artificiale, e modelli numerici d'avanguardia integrati da simulazioni ed esperimenti di laboratorio dedicati.

Nello studio delle caratteristiche e della **struttura ed evoluzione delle stelle** si affronteranno varie tematiche. Per l'analisi della struttura interna delle stelle, oltre al contributo dei modelli pulsazionali radiali, un supporto notevole viene dall'asterosismologia, come dimostrato dall'esame dei dati dei satelliti CoRoT, Kepler e TESS, nonché, in futuro, dalle missioni PLATO e, auspicabilmente, HAYDN, che permetteranno di determinare massa, raggio ed età di un campione numericamente consistente di stelle di campo ed in ammassi, quantità cruciali per la calibrazione della modellistica stellare. Le competenze di eccellenza INAF in ambito di modellistica stellare verranno applicate al mantenimento, aggiornamento ed estensione dei database stellari teorici, che attualmente sono utilizzati per ricerche di vario tipo dalla comunità. Agli studi sulle proprietà interne delle stelle si affiancheranno quelli delle atmosfere stellari, delle magnetosfere e dei fenomeni di attività magnetica, consentendo progressi notevoli nello studio di sistemi binari interagenti e nelle indagini dell'interazione tra stella e mezzo circumstellare, e di eventuali sistemi planetari, nonché dei plasmi magneto-attivi. Analogamente avrà lo studio della rotazione e dell'evoluzione del momento angolare delle stelle.

Nel contesto delle proprietà strutturali stellari, si ambisce ad una migliore comprensione di processi fisici tuttora poco conosciuti, quali perdita di massa, convezione, rotazione, nonché del ruolo del campo magnetico e delle sue instabilità, dalla pre-sequenza sino alle fasi finali (nane bianche e stelle di neutroni). In parallelo, si sta procedendo alla realizzazione di un laboratorio di spettroscopia di plasmi magnetizzati e conducendo esperimenti di fisica nucleare ed atomica (presso i laboratori dell'INFN e dell'ENEA) che forniranno gli ingredienti necessari al calcolo dei modelli stellari e di atmosfera, quali le sezioni d'urto delle reazioni nucleari e le proprietà ottiche degli elementi chimici ad altissimo stato di ionizzazione.

Lo studio delle fasi finali della vita delle stelle, rilevanti per l'arricchimento chimico del mezzo interstellare, rappresenterà una parte importante dell'attività di ricerca in ambito evolutivo stellare in stretta connessione con le attività sviluppate in RSN4. Osservazioni di stelle di grande massa, fino a circa cento masse solari, e del loro ambiente circumstellare, evidenzieranno la storia della perdita di massa che, a sua volta, influenza l'evoluzione della stella e l'eventuale esplosione di supernova. Per quanto riguarda l'evoluzione di ramo asintotico delle stelle di massa piccola e intermedia, la ricerca si concentrerà sulla determinazione della composizione chimica del gas e della mineralogia della polvere che esse riversano nel mezzo interstellare (queste stelle sono i principali produttori di polvere nell'Universo), e sulla caratterizzazione della sintesi di elementi pesanti.

L'osservazione e l'analisi spettrofotometrica delle esplosioni sono fondamentali per comprendere le ultime fasi dell'evoluzione stellare delle stelle di grande massa, per le quali un contributo rilevante verrà dallo strumento SOXS per ESO-NTT (PI-ship INAF), prossimamente operativo ed a leadership italiana, specificamente progettato per seguire eventi transienti molto rapidamente e con alta efficienza. La continua scoperta di nuove classi di transienti (rari, deboli, superluminosi, veloci), che sarà ulteriormente incentivata dalle future survey sinottiche come Rubin-LSST, rappresenta una sfida per le nostre conoscenze attuali. Sarà infatti determinante collegare le stelle progenitrici alle relative classi di transienti e studiare, sia dal punto di vista teorico che osservativo, i loro parametri fisici che influenzano l'esplosione e la nucleosintesi esplosiva, senza trascurare lo studio della correlazione con le proprietà della galassia ospite. Studi innovativi su fenomeni transienti e di variabilità legati all'interazione di

---

stelle in sistemi binari (Novae, SNe di tipo Ia e kilonovae) daranno un contributo importante alla conoscenza dell'evoluzione chimica della Galassia e alla scala delle distanze cosmiche. Infine, nuove cruciali informazioni circa le proprietà dell'era di reionizzazione sono attese dalla ricerca delle esplosioni di SNe legate alla popolazione III e predette dai modelli teorici.

Le ricerche sulle proprietà delle stelle in tutte le loro fasi evolutive riceveranno un notevole impulso dalla strumentazione di ultima generazione: il problema dell'assorbimento della radiazione elettromagnetica da polveri interstellari nel piano galattico, di cui risentono le osservazioni nell'ottico, è superabile nelle bande X, infrarosse e radio con strumenti quali Chandra, XMM-Newton, eRosita, Euclid, JWST, ASKAP, MeerKAT e ALMA e, in futuro, Roman telescope e SKA.

Lo studio delle stelle singole è inscindibile da quello dell'ambiente in cui si formano ed evolvono: **la Via Lattea, le galassie esterne e le loro sottostrutture.** In questo ambito, la nostra Galassia, le nubi di Magellano, Andromeda e, più in generale, le galassie risolubili in stelle, rappresentano il laboratorio ideale per rispondere alle questioni fondamentali sulla storia ed evoluzione dell'Universo che ci circonda anche in un contesto cosmologico. L'attività di ricerca è ad ampio raggio con una molteplicità di indagini sia teoriche (modelli e simulazioni) sia osservative, possibili grazie ai dati delle più avanzate infrastrutture astronomiche internazionali spettroscopiche, fotometriche e astrometriche. Oggetto di studio, in questo contesto, sono la caratterizzazione delle proprietà chimiche, morfologiche e dinamiche delle componenti galattiche e del mezzo interstellare, e della ricostruzione della loro storia di formazione ed evoluzione. Nella nostra Galassia, grazie soprattutto ai risultati della missione Gaia, è possibile per la prima volta individuare, caratterizzare e datare tutti gli eventi che hanno contribuito alla formazione delle sue strutture (sferoide centrale, disco spesso, disco sottile, alone, bracci di spirale, warp). Gaia sta avendo anche un ruolo crescente nella scoperta e caratterizzazione dei buchi neri di massa stellare inattivi nella Via Lattea, fornendo un formidabile complemento locale al censimento di questo tipo di oggetti effettuato dai rivelatori di onde gravitazionali. Questi studi sono cruciali per la verifica locale del modello di crescita gerarchica delle galassie in ambito cosmologico e la comprensione delle proprietà osservative dell'Universo lontano non risolubile in stelle. In questo campo giocano un ruolo fondamentale lo studio dell'origine dei sistemi stellari (ammassi aperti, ammassi globulari, galassie nane, galassie nane ultra deboli) e della loro evoluzione, anche in relazione alle interazioni con la Via Lattea (evidenziate dall'osservazione di stream e "relics") attraverso l'analisi delle proprietà chemo-dinamiche delle popolazioni stellari che li compongono. Particolarmente significativa è la conoscenza dei processi fisici alla base delle variazioni delle abbondanze chimiche, delle proprietà cinematiche e dell'età delle sotto-popolazioni in ammassi stellari e il loro utilizzo come traccianti della formazione ed evoluzione delle componenti galattiche. L'interpretazione dei dati prodotti necessita di un adeguato avanzamento dei modelli teorici concernenti la struttura e l'evoluzione stellare e chimica, nonché la dinamica a differenti scale. Alla scala della Galassia, tali modelli si confrontano con simulazioni cosmologiche e con la gravità della relatività generale, permettendo di testare teorie ad essa alternative, il ruolo della materia oscura e dell'energia oscura, oltre che diversi aspetti di fisica fondamentale in sinergia con le ricerche condotte nei Raggruppamenti Scientifici Nazionali 1, 3 e 4. In particolare, in sinergia con le attività di RSN4, nei prossimi anni, sarà strategica la trasversalità delle metodologie multi-messenger legate alle onde gravitazionali per la localizzazione dell'emissione e per la successiva caratterizzazione dei processi fisico-chimici (e loro evoluzione) delle esplosioni stellari a esse legate, come pure l'attuazione di nuovi scenari osservativi quali l'antenna astrometrica per individuare le sorgenti gravitazionali. Inoltre, grazie ai telescopi spaziali, sarà possibile connettere la fisica di formazione degli ammassi osservati nell'Universo Locale con quella degli ammassi a redshift cosmologici (in connessione con le attività di RSN1). In tale contesto, ingrediente importante è la determinazione delle distanze

---

stellari per tracciare mappe 3D dei sistemi osservati e per la calibrazione delle distanze extragalattiche.

**La scala delle distanze cosmiche** è basata su indicatori primari stellari (Cefeidi Classiche, RR Lyrae, Mira) che a loro volta vengono utilizzati per calibrare indicatori secondari, come per esempio le supernovae di tipo Ia che permettono di raggiungere distanze di interesse cosmologico. Fondamentale è quindi la standardizzazione di questi indicatori primari e la comprensione delle loro proprietà, sia attraverso osservazioni fotometriche e spettroscopiche sia attraverso modelli pulsazionali teorici in grado di riprodurre le proprietà delle stelle variabili osservate al variare della composizione chimica. Questi studi stanno avendo un forte impatto e sono imprescindibili per la comprensione della tensione esistente tra le stime della costante di Hubble locale basate sulla scala delle distanze e quelle relative all'Universo primordiale basate su misure del fondo cosmico di microonde (RSN1). Tale tensione potrebbe comportare la necessità di modificare il modello cosmologico di riferimento per la formazione e l'evoluzione dell'Universo.

Le attività di ricerca nell'ambito dello studio della Via Lattea e degli indicatori di distanza stanno sperimentando una vera e propria rivoluzione grazie all'implementazione di progetti osservativi (astrometrici, fotometrici e spettroscopici) altamente innovativi e sinergici sia dallo Spazio con Gaia, HST, JWST ed Euclid, che continueranno con Roman, sia da Terra con Rubin-LSST, 4MOST, VST, WEAVE, MOONS, con un importante coinvolgimento INAF anche in termini di PI-ship. In aggiunta, sta entrando nel vivo la fase preparatoria della scienza con ELT e MAVIS@VLT che permetteranno di estendere significativamente in distanza le osservazioni delle popolazioni stellari e delle stelle variabili con implicazioni rilevanti anche nell'ambito della cosmologia.

### 3.1.3 Raggruppamento Scientifico Nazionale 3 – Sole e Sistema Solare

Il Sole, il Sistema Solare e le tematiche legate all'origine ed evoluzione della vita nel nostro sistema planetario e oltre sono stati punti di partenza per l'astrofisica e sono un fondamentale riferimento per lo studio dell'Universo in generale. In questo campo i mezzi di indagine sono storicamente stati e tuttora sono, forse più che in altre branche dell'astrofisica, vari e caratterizzati da un'elevata interdisciplinarietà, includendo osservazioni da remoto e "in situ", astronomia multimessaggera e misure di laboratorio.

Il Sole è un laboratorio naturale in cui è possibile studiare in dettaglio fenomeni fisici che, per la loro scala, non sono accessibili alla sperimentazione terrestre e non possono essere investigati su oggetti astrofisici più lontani. Lo studio del Sole contribuisce in modo significativo al miglioramento delle nostre conoscenze dell'Universo e delle leggi fisiche che lo regolano. Inoltre, tra le finalità principali della tematica, c'è lo studio dei fenomeni transienti e della variabilità solare a varie scale temporali e spaziali. Questi aspetti sono fondamentali per lo studio della formazione e dinamica dell'eliosfera, la regione influenzata dal Sole fino ai limiti del mezzo interstellare. Queste problematiche sono anche essenziali per capire l'emergere e la sostenibilità della vita sulla Terra e più in generale su altri oggetti del Sistema Solare. Inoltre, sono oggetto di studio della meteorologia spaziale (Space Weather), un settore in rapido sviluppo e di notevole interesse internazionale, che studia l'attività solare allo scopo di prevederne gli effetti sulla Terra e nell'intera eliosfera.

Lo stato dell'arte dello studio del Sole e dell'eliosfera comprende sia osservazioni che modelli e simulazioni di complessità e realismo crescenti. I dati osservativi vengono ottenuti utilizzando strumentazione sia da Terra che dallo Spazio. Mentre le osservazioni da Terra permettono di

---

catturare immagini dalla superficie solare fino alla corona interna con elevata risoluzione spaziale e temporale, le osservazioni dallo Spazio permettono di osservare una regione più ampia dello spettro elettromagnetico e regioni più esterne dell'atmosfera solare, in particolare la corona. Oltre all'utilizzo dei telescopi che osservano il Sole "da remoto", è fondamentale disporre anche di osservazioni acquisite "in situ" da diverse sonde che permettono così di esplorare il flusso di particelle solari nello Spazio interplanetario, avvalendosi di un approccio multimessaggero, che ha radici profonde nella storia delle osservazioni del Sole.

Tra gli obiettivi principali della ricerca attuale c'è il raggiungimento di una visione tridimensionale, pancromatica, e multi-sito dei fenomeni osservati sul Sole e nel mezzo interplanetario, fino alle magnetosfere dei pianeti. Lo standard della ricerca moderna comprende, infatti, l'uso simultaneo di vari strumenti per ottenere una visione globale del sistema Sole-eliosfera. Inoltre, l'uso di simulazioni e modelli teorici è sempre più un ingrediente fondamentale nell'interpretazione dei complessi fenomeni osservati. L'obiettivo di gran parte della moderna ricerca eliosferica è di integrare ulteriormente sofisticati strumenti teorici e numerici nell'analisi di complesse e variegate moli di dati, ma anche nelle stesse operazioni delle missioni spaziali e della strumentazione da Terra, per esempio per ottenere previsioni affidabili rilevanti per lo Space Weather.

Relativamente alle collaborazioni e alla strumentazione attualmente in uso, l'INAF è impegnato in particolare nella missione ESA-NASA Solar Orbiter, e nello sviluppo di nuova strumentazione, sia da Terra che dallo Spazio. A bordo della sonda Solar Orbiter (lanciata a febbraio 2020), il coronografo Metis, realizzato dall'INAF, ha prodotto le prime immagini della corona solare mai acquisite contemporaneamente in due diverse bande (nella luce visibile polarizzata, e nell'ultravioletto). Arrivando ad osservare il Sole a meno di un terzo della distanza Terra-Sole, Metis è in grado di individuare le regioni coronali in cui ha origine il vento solare lento e quello veloce, di studiare gli effetti delle diverse configurazioni del campo magnetico coronale, di monitorare l'espansione dei fenomeni transienti coronali e di determinare il loro ruolo nei processi di accelerazione delle particelle ad alta energia. Sempre a bordo di Solar Orbiter, lo strumento SWA, di cui l'INAF condivide la leadership, fornisce misure "in situ" di protoni, elettroni, particelle alfa e ioni minori a risoluzioni temporali mai raggiunte prima nell'eliosfera interna, fondamentali per individuare i meccanismi fisici alla base del riscaldamento e accelerazione del vento solare. Infine, tra gli strumenti di Solar Orbiter, l'INAF ha contribuito allo sviluppo del software di analisi e interpretazione di STIX, un telescopio che osserva il Sole ai raggi X. L'interazione Sole-Terra è anche studiata attraverso la caratterizzazione in-situ del plasma intrappolato nella magnetosfera terrestre, come nel caso delle missioni CSES (in orbita dal 2018) e CSES-2 (lancio previsto nel 2025), in collaborazione con l'agenzia spaziale cinese.

Per i progetti in sviluppo o futuri, l'INAF collabora alla missione SOLAR-C della JAXA, con contributi NASA e di altre agenzie spaziali europee, che prevede il lancio nel 2028 di uno spettrografo in grado di ottenere simultaneamente immagini e spettri del Sole, l'Extreme Ultraviolet High-Throughput Spectroscopic Telescope (EUVST). L'INAF inoltre collabora allo sviluppo della missione MUSE della NASA, il cui lancio è previsto per il 2027, uno spettrografo progettato con un innovativo sistema a fenditure multiple per osservazioni nell'estremo UV ad alta cadenza e su un ampio campo di vista della corona solare, con obiettivi complementari e sinergici con SOLAR-C/EUVST. L'INAF ha anche contribuito allo sviluppo della missione PROBA-3 dell'ESA, lanciata nel dicembre 2024, e contribuirà in maniera molto rilevante all'attività osservativa per l'intera durata della missione (2 anni), in particolare all'analisi dei dati del coronografo SPIICS. Inoltre, l'INAF partecipa allo sviluppo del progetto Coronal Diagnostics Experiment (CODEX) della NASA, installato sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) nel

---

novembre 2024, con responsabilità delle calibrazioni a Terra presso la “INAF Optical Payload SYStem – (OPSYS)” ospitata presso ALTEC – Torino e un contributo alla fase operativa in corso. Per quanto riguarda le infrastrutture da terra, l’INAF è coinvolto nello sviluppo dello European Solar Telescope (EST). Con uno specchio primario di 4.2 m, le osservazioni spettropolarimetriche di elevata precisione dal vicino infrarosso al vicino ultravioletto consentiranno di rivelare i meccanismi di trasporto di energia e confinamento in complesse configurazioni magnetiche nella fotosfera e cromosfera solare, con ricadute in altri ambienti astrofisici e nel campo della fusione a confinamento magnetico. L’osservazione e l’analisi di osservazioni spettropolarimetriche sono fondamentali per comprendere le proprietà del plasma e i processi magnetoidrodinamici che caratterizzano l’atmosfera solare interna; un contributo rilevante verrà dallo strumento IBIS 2.0 (PI-ship INAF) in fase di realizzazione e prossimamente operativo al telescopio THEMIS alle Canarie. L’insieme di tali strumenti costituisce una rete utilizzabile per il monitoraggio dell’attività del Sole anche nell’ottica dello Space Weather.

Mercurio, il pianeta più interno del nostro sistema planetario, è un caso particolarmente rilevante di interazione Sole-pianeti. L’orbita di Mercurio, molto vicina al Sole, è particolarmente influenzata dalla curvatura relativistica dello Spazio-tempo e quindi sono importanti le misure di fisica fondamentale, in particolare per determinare alcuni parametri della Relatività Generale. L’Agenzia Spaziale Europea (ESA) e Giapponese (JAXA) hanno lanciato nel 2018 la missione BepiColombo per esplorare Mercurio e il suo ambiente circostante, ed il cui ingresso in orbita attorno a Mercurio è previsto per il dicembre 2026. L’innovazione tecnologica della missione e degli strumenti è particolarmente elevata data la complessità della missione e l’ostilità dell’ambiente in cui si trova ad operare. La missione è costituita da due moduli, e a bordo di quello Europeo (MPO) ci sono 4 strumenti italiani, di cui 3 a leadership INAF. Questi ultimi studiano la fisica fondamentale e la relatività generale con l’accelerometro ISA, l’ambiente intorno a Mercurio e l’interazione con il vento solare con i due sensori di plasma e due sensori di atomi neutri energetici riuniti nella suite SERENA e la superficie con SIMBIO-SYS, uno strumento costituito per la prima volta da due fotocamere (una stereo ed una ad alta risoluzione) e uno spettrometro gestiti da un unico team a leadership INAF. Alcune misure che coinvolgono il Sole e gli effetti della sua attività sulla magnetosfera del pianeta verranno svolte in collaborazione con la missione Solar Orbiter. Entrambe le missioni rappresentano delle sfide tecnologiche complesse perché opereranno in un ambiente particolarmente ostile.

La Luna, il satellite naturale della Terra, è attualmente oggetto di grande interesse da parte della comunità scientifica e tecnologica internazionale. L’INAF è coinvolto in numerosi progetti che hanno come scopo la progettazione e realizzazione di strumentazione scientifica per analizzare e caratterizzare l’ambiente lunare sia in vista di future missioni di esplorazione umana sia per una migliore comprensione dei processi che hanno guidato la formazione e l’evoluzione della Luna. La Luna è anche un sito privilegiato per l’osservazione dell’Universo e l’INAF è coinvolto in progetti in ambito PNRR per futuri esperimenti da collocare sul suolo lunare.

Marte è un oggetto di studio rilevante per la comunità scientifica INAF. È l’unico pianeta attualmente indicato per una futura esplorazione umana, prossima frontiera spaziale dopo la Luna. Lo studio di Marte coinvolge competenze complementari relative all’atmosfera, alla geologia e al sottosuolo. La presenza di acqua liquida sotto la superficie e l’indicazione che in passato questa ci fosse anche in superficie rendono Marte un pianeta interessante dal punto di vista astrobiologico. Nel prossimo triennio, numerosi ricercatori dell’INAF saranno impegnati nello studio di Marte utilizzando i dati raccolti dalle missioni spaziali dedicate al pianeta.

---

L'INAF partecipa infatti a diverse missioni in corso, tra cui Mars Express (ESA) che è operativa sin dal 2004, Mars Reconnaissance Orbiter (NASA), ed ExoMars Trace Gas Orbiter (TGO). Su queste missioni INAF ha un ruolo leader in alcuni strumenti come gli spettrometri PFS, OMEGA e NOMAD, il radar MARSIS, la fotocamera CASSIS, e il sensore di polvere MicroMED. Inoltre, INAF è anche coinvolta in Exomars 2022, il cui lancio è attualmente previsto per il 2028. Qui la leadership è mantenuta con lo strumento Ma\_MISS. Infine, l'INAF partecipa scientificamente alle missioni NASA Mars 2020 'Perseverance', operativa dal 2021, e NASA/ESA Mars Sample Return, concepita per riportare campioni di suolo marziano entro il 2033.

Giove e il suo sistema di satelliti rappresentano un punto chiave per la comprensione dell'origine e dell'evoluzione di tutto il Sistema Solare ma anche per lo studio degli esopianeti, ed in particolare i giganti, di cui Giove è considerato un analogo. Inoltre, alcuni dei satelliti di Giove e Saturno hanno un elevatissimo interesse astrobiologico, in quanto non si può escludere la presenza di vita negli oceani sotto-superficiali, e sono oggetto di specifiche strategie di esplorazione della NASA. Questo razionale scientifico giustifica lo sforzo tecnologico necessario all'esplorazione di questi corpi. I pianeti esterni del Sistema Solare rappresentano infatti la frontiera più estrema della esplorazione spaziale, e le missioni verso i giganti gassosi rappresentano una vera sfida tecnologica e scientifica, richiedendo un grande coinvolgimento degli istituti e delle agenzie spaziali, e un impegno -anche finanziario- sempre importante. Pertanto, si annoverano in questo campo importanti missioni di classe Large in cui l'INAF è coinvolta. In particolare, Juno è una missione NASA per lo studio di Giove e le sue lune, in orbita dal 2016 e operativa fino al 2025. Ha l'obiettivo di comprenderne l'origine e l'evoluzione, determinare la struttura interna del pianeta e del suo eventuale nucleo solido. A bordo c'è JIRAM, uno spettrometro nell'infrarosso a leadership INAF per lo studio delle Aurore e dell'atmosfera. La missione ESA JUICE raccoglierà il testimone di Juno. È stata lanciata il 14 aprile 2023, arriverà a destinazione nel 2031 e, oltre all'osservazione di Giove, ha come obiettivo specifico Ganimede, Europa e Callisto per caratterizzare le condizioni che possono aver portato alla nascita di ambienti abitabili sui satelliti gioviani ghiacciati. Anche in questo caso ci sono due strumenti in cui l'INAF ha un ruolo di leadership, la fotocamera JANUS per l'imaging e lo spettrometro MAJIS.

I piccoli corpi del Sistema Solare (asteroidi, comete, oggetti trans-nettuniani) ne conservano il materiale meno alterato, più primordiale; il loro studio è dunque fondamentale per comprendere i diversi processi di formazione ed evoluzione del nostro sistema planetario. La comunità INAF possiede delle grandi competenze e un ruolo di leadership ben riconosciuti a livello internazionale (in particolare con il coordinamento dei progetti europei NEOROCKS nel 2020-2023 e NEOPOPS, 2025-2029) nell'ambito delle osservazioni da Terra dei piccoli corpi con diverse infrastrutture nazionali ed internazionali (ad es., LBT, TNG, VST, ESO), nonché delle meteore che penetrano nell'atmosfera terrestre (con il progetto PRISMA). L'INAF è anche fortemente coinvolto in diverse missioni dedicate all'esplorazione spaziale dei piccoli corpi, e nel 2022 è stato protagonista con il CubeSat ASI LICIACube, interamente realizzato in Italia con coordinamento scientifico INAF, nell'ambito della missione di "difesa planetaria" NASA DART che ha modificato l'orbita relativa dell'asteroide binario Didymos. L'analisi dei dati raccolti proseguirà nel prossimo triennio, che vedrà anche lo sviluppo della missione ESA Hera (lanciata nel 2024 e raggiungerà Didymos nel 2026), a cui l'INAF partecipa tramite un'importante collaborazione scientifica e lo strumento VISTA. Altra missione ESA con forte coinvolgimento dell'INAF (con vari strumenti a bordo) è Comet Interceptor, che verrà lanciata nel 2029 insieme alla missione Ariel e che per la prima volta visiterà una cometa dinamicamente nuova o un corpo interstellare.

---

L'attività di RSN3 ha anche importanti estensioni nello studio degli aspetti riguardanti la materia presente nello Spazio, con lo scopo di comprendere i meccanismi chimico-fisici che ne regolano la formazione ed evoluzione, mediante l'analisi di materiali analoghi e la simulazione dei processi radiativi e particellari. Le ricerche che si svolgono nei sei Laboratori di Astrofisica dell'INAF sebbene richiedano competenze specifiche delle varie tematiche studiate, hanno come denominatore comune la multidisciplinarietà. Questa attività rappresenta un aspetto fondamentale per lo studio delle tematiche che riguardano la chimica organica e il materiale di interesse astrobiologico nel mezzo interstellare e nei sistemi protoplanetari, inclusi i processi che governano l'evoluzione dei pianeti, dei satelliti e dei corpi minori, tracciatori della formazione ed evoluzione del Sistema Solare. La ricerca si articola su diversi ambiti che comprendono la simulazione delle condizioni fisico-chimiche sulle superfici di pianeti, satelliti, asteroidi e comete, gli studi sulla formazione di composti organici complessi, inclusi quelli rilevanti per l'origine della vita, lo studio delle atmosfere, la caratterizzazione di materiali extraterrestri collezionati a Terra (meteoriti e particelle interplanetarie), o riportati a Terra dai programmi spaziali (e.g. OSIRIS-Rex e Hayabusa 2), fino alle tematiche più generali connesse con lo studio delle polveri e dei ghiacci presenti nel mezzo interstellare. La simulazione delle condizioni "inusuali" presenti nello Spazio all'interno di un laboratorio terrestre richiede lo sviluppo di strumentazione scientifica sempre più sofisticata con significative ricadute tecnologiche.

L'interpretazione scientifica dell'enorme mole di dati raccolti da osservatori, missioni spaziali ed esperimenti di laboratorio richiede sempre di più lo sviluppo di nuove metodologie di analisi, l'approfondimento di nuove conoscenze teoriche, la realizzazione di simulazioni numeriche e la creazione di nuovi algoritmi per analisi matematiche (e.g. machine learning).

Infine, RSN3 INAF ricopre un ruolo di rilievo a livello internazionale nel campo dello studio della fisica del plasma, del vento solare e della magnetosfera, dal punto di vista teorico, osservativo e sperimentale. Tale ruolo è evidenziato dalla partecipazione dei ricercatori RSN3 INAF a due delle tre missioni ammesse alla selezione per la prossima missione di classe media del programma Cosmic Vision dell'ESA, con lancio previsto 2037. In particolare RSN3 INAF partecipa allo sviluppo della missione Plasma Observatory (PI-ship INAF), per l'esplorazione dell'ambiente di plasma che circonda il nostro pianeta, e la missione M-Matisse (co-PI-ship INAF), per lo studio dell'abitabilità e l'evoluzione di Marte.

Nuove missioni verso corpi minori sono in fase di sviluppo anche con l'agenzia spaziale cinese - la missione Tianwen-2 - e con la nuova agenzia spaziale degli Emirati Arabi - la missione EMA.

### 3.1.4 Raggruppamento Scientifico Nazionale 4 – Astrofisica Relativistica e Particellare

La tematica di riferimento del Raggruppamento Scientifico Nazionale 4 (RSN4) è l'Astrofisica relativistica e delle particelle. Le linee di ricerca principali sono: 1) Oggetti compatti galattici ed extragalattici, 2) Esplosioni cosmiche, 3) Astronomia multi-messaggera, 4) Esperimenti di fisica fondamentale. Diverse sono le attività del RSN4 interconnesse con quelle di altri raggruppamenti, quali studi cosmologici e sulla materia oscura (RSN1), evoluzione stellare ed esperimenti di fisica fondamentale con stelle (RSN2), studio dei meccanismi di accelerazione di particelle nel mezzo interplanetario (RSN3), determinazione degli obiettivi scientifici per missioni spaziali e telescopi da Terra in via di sviluppo (RSN5).

---

Le finalità del RSN4 riguardano lo studio della materia in condizioni estreme, in termini di alta densità, alta temperatura e forti campi magnetici e gravitazionali, condizioni quindi che non è possibile riprodurre in laboratorio e che permettono la comprensione delle sorgenti celesti e dei fenomeni che costituiscono il cosiddetto "Universo Violento". Sebbene questi fenomeni producano principalmente radiazione di alta energia (raggi X e gamma), la loro comprensione dettagliata necessita di campagne osservative multibanda (ad es. radio, infrarosso, visibile e ultravioletto) e multi-messaggere (onde gravitazionali, neutrini e raggi cosmici) utilizzando strumenti sia da Terra che nello Spazio. Lo studio dell'Universo Violento permette anche di testare gli effetti della Relatività Generale (GR) in campo forte, di effettuare studi di fisica fondamentale e la ricerca di nuova fisica.

Grandi masse concentrate in dimensioni molto ridotte e, quindi, densità e gravità superficiali estreme si trovano negli oggetti compatti, ovvero nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri di massa stellare, che sono il prodotto finale della vita di una stella, oppure nei buchi neri di milioni/miliardi di masse solari che si trovano nei nuclei delle galassie (AGN, Active Galactic Nuclei). I forti campi gravitazionali determinano fenomeni di accrescimento della materia circostante ed espulsione di una parte di essa attraverso getti e venti osservati in diverse bande dello spettro elettromagnetico. Il quadro generale in merito alla fisica degli oggetti compatti, consolidatosi nell'ultimo ventennio grazie ad osservazioni multibanda da Terra e dallo Spazio, lascia ancora molti problemi aperti: come sono connesse la materia in accrescimento e quella espulsa? Quali sono i meccanismi di lancio dei getti e dei venti? Quali sono le geometrie dei plasmii in accrescimento e la configurazione dei campi magnetici in questi oggetti estremi?

Stelle di neutroni e buchi neri di massa stellare si formano, in generale, in seguito ad esplosioni di stelle massicce (supernove) che in particolari condizioni, danno origine a potentissimi lampi gamma della durata tipica di decine di secondi (gamma-ray burst, GRB). GRB di durata più breve (minore di 2 secondi) sono invece prodotti dalla coalescenza di due oggetti compatti, di cui almeno uno è una stella di neutroni. Questi sistemi sono anche emettitori di onde gravitazionali (GW) ad alta frequenza, osservabili con gli interferometri LIGO, Virgo e KAGRA. È stata proprio l'associazione tra il segnale GW170817 e il GRB 170817A a dimostrare che la coalescenza di due stelle di neutroni è in grado di produrre un GRB corto. Inoltre, lo stesso evento ha anche dimostrato che questi sistemi sono i progenitori di un altro fenomeno esplosivo chiamato kilonova (osservato in banda ottica e infrarossa), responsabile della nucleosintesi degli elementi pesanti nell'Universo. Il contributo dei ricercatori INAF, attraverso osservazioni multibanda e studi teorici, è stato fondamentale in queste scoperte che hanno dimostrato le potenzialità dell'astronomia multi-messaggera e suscitato nuove domande sui progenitori dei GRB sia lunghi che corti. Domande riguardanti la struttura e i meccanismi di accelerazione ed emissione dei getti relativistici prodotti in tali contesti, hanno anche fatto emergere la necessità urgente di modelli teorici più avanzati e simulazioni numeriche più realistiche, in connessione con la ricerca in ambito evolutivo stellare svolta in RSN2.

I resti di supernova sono ritenuti i principali responsabili della produzione dei raggi cosmici galattici, ovvero elettroni e nuclei atomici di alta energia che permeano la Galassia e l'alone magnetico che la circonda. Tuttavia, la comprensione dei meccanismi di accelerazione ed in particolare come si riescano a raggiungere le massime energie osservate, rimangono problemi aperti. Da notare, inoltre, che i raggi cosmici hanno un notevole impatto su vari processi astrofisici, come la formazione stellare, attraverso la ionizzazione delle nubi molecolari, e l'evoluzione galattica, attraverso la generazione di venti su grande scala. Queste tematiche solo recentemente sono state affrontate dalla comunità RSN4 dell'INAF, ma promettono di avere una notevole ricaduta su altre aree dell'astrofisica.

Infine, le attività del RSN4 includono la ricerca della materia oscura nella forma particellare mediante la rivelazione dei candidati Weak Interacting Massive Particles (WIMP) e assioni o

---

Axion Like Particles (ALP), la verifica sperimentale della GR e test di teorie alternative alla gravità.

Per quanto concerne i risultati raggiunti, storicamente INAF ha svolto un ruolo fondamentale in ambito internazionale nello studio delle sorgenti di alta energia (raggi X e gamma). INAF partecipa alla scoperta di queste sorgenti cosmiche, all'identificazione e comprensione dei processi fisici in gioco contribuendo allo sfruttamento e al successo di missioni spaziali di varie agenzie, come Swift, Fermi e IXPE (NASA), AGILE (ASI), INTEGRAL e XMM-Newton (ESA) e a telescopi gamma da Terra, come MAGIC e LST. Questo è possibile anche attraverso programmi osservativi con telescopi sensibili in tutte le bande dello spettro elettromagnetico, l'applicazione di diverse tecniche di analisi dati e lo sviluppo di modelli teorici per l'interpretazione delle osservazioni. Questa esperienza è la base dei successi e del contributo determinante di INAF nell'astronomia multi-banda.

Ricercatori INAF sono leader nello studio delle sorgenti ultra-luminose ai raggi X (ULX) osservate in altre galassie. Essi hanno infatti scoperto che alcune di esse sono stelle di neutroni che accrescono materia da stelle massicce e che venti ultra-veloci vengono lanciati da questi sistemi. Allo stesso modo, hanno dato contributi determinanti alla comprensione delle stelle di neutroni isolate e in quelle in accrescimento con periodi di rotazione molto veloci (millisecond pulsar). Per esempio, di recente, è stato stabilito un collegamento tra le stelle di neutroni fortemente magnetizzate (magnetar) e i fast radio burst (FRB), veloci lampi radio la cui origine è ancora sconosciuta e che rappresentano una delle più grandi ed affascinanti sfide dell'astrofisica degli ultimi anni.

Nell'ambito delle esplosioni cosmiche, un evento eccezionale che ha visto coinvolti molti ricercatori INAF, sia nelle osservazioni a tutte le lunghezze d'onda che nella loro interpretazione teorica, è il GRB 221009A, chiamato "BOAT", ovvero brightest of all time (il più brillante di tutti i tempi). Questo evento è talmente raro (ci si aspetta un evento così luminoso e vicino solo una volta ogni 10000 anni) che è stato oggetto di una conferenza stampa internazionale. Tra le tante peculiarità del GRB BOAT ricordiamo che in questa esplosione sono stati anche prodotti fotoni gamma di altissima energia (Tera-elettronvolt, TeV) mai osservati in un GRB, che per attraversare l'Universo senza essere assorbiti potrebbero richiedere l'esistenza di particelle esotiche come le ALP. Un gran numero di ricercatori INAF di RSN4 sono coinvolti direttamente nelle diverse attività legate alla ricerca e caratterizzazione delle controparti elettromagnetiche delle onde gravitazionali (GW), sia dal punto di vista osservativo con campagne dedicate dal radio al TeV, sia da quello teorico/interpretativo. Queste attività sono riprese nel Maggio del 2023 col nuovo periodo di presa dati (O4) degli interferometri LIGO, a cui si aggiungerà in seguito anche Virgo, per una durata complessiva di circa 18 mesi di osservazioni.

È un ricercatore INAF il PI Italiano della missione NASA IXPE, co-finanziata dall'ASI, il cui polarimetro X a bordo sta fornendo informazioni cruciali nell'ambito della fisica degli oggetti compatti a tutte le scale. In pochi anni di osservazioni, questa tecnica ha permesso, per esempio, di fornire delle risposte sulla geometria della materia in accrescimento sui buchi neri, sul meccanismo di emissione di getti fortemente relativistici in particolari AGN (blazar) e sulla struttura del campo magnetico nelle nebulose da pulsar e nei resti di Supernova, mostrando, ad esempio, che un campo magnetico molto ordinato non preclude l'accelerazione di particelle, come generalmente assunto fino ad oggi. I risultati di IXPE sono stati pubblicati in riviste scientifiche ad alto impatto, incluse Nature e Science.

La recente scoperta di diverse sorgenti galattiche di raggi gamma di energia oltre i 100 TeV da parte dell'osservatorio LHAASO segna l'inizio di una nuova era per l'astronomia gamma e rappresenta una svolta nel contesto della ricerca dell'origine dei raggi cosmici alle più alte energie. L'INAF è coinvolto in tale ricerca con studi sia teorici che osservativi. I modelli teorici

---

hanno evidenziato come le sorgenti Galattiche più promettenti, i cosiddetti “PeVatroni”, in grado di accelerare particelle fino alle energie del Peta-elettronvolt (PeV), siano i resti di Supernova, le nebulose da pulsar, i micro-quasar. Per le sorgenti extra-galattiche, responsabili invece dei raggi cosmici oltre i 100 PeV, sono stati condotti studi approfonditi su galassie starburst e AGN. Tali studi sfruttano in modo particolare le osservazioni dei telescopi Cherenkov, e potranno ricevere ulteriore impulso da futuri osservatori come CTAO e ASTRI Mini-Array che permetteranno una precisa identificazione delle sorgenti LHAASO e forniranno importanti informazioni sulla loro emissione e morfologia.

Risultati fondamentali sono stati raggiunti di recente da ricercatori INAF anche nello sviluppo di nuovi osservatori per l'astronomia delle alte energie. Transient High-Energy Sky and Early Universe Surveyor (THESEUS), un concetto di missione multi-strumento per lo studio dei GRB e di altri transienti in banda Gamma, X e infrarossa con PI INAF, è uno dei tre progetti selezionati dall'agenzia spaziale europea, ESA, per lo studio di Fase-A come candidato per la missione di taglia media M7 (lancio nel 2037). L'innovativa costellazione HERMES, il cui pathfinder è costituito da 6 cubesat che verranno lanciati nel 2025, apre nuovi scenari per l'osservazione dei GRB attraverso piccoli rivelatori spaziali distribuiti. Per quanto riguarda l'astronomia delle altissime energie, ASTRI Mini-Array è un progetto INAF che prevede la costruzione di 9 telescopi Cherenkov per l'astronomia gamma da Terra che osserverà i fenomeni tra i più energetici dell'Universo (1-100 TeV). Il primo telescopio dell'array sarà installato nel 2025 presso l'Osservatorio del Teide nell'isola di Tenerife (Canarie) ed insieme ad altri due saranno operativi entro il 2026.

Per quanto concerne il raggiungimento degli obiettivi della ricerca affrontata dalla comunità RSN4 è importante lo sfruttamento sia di dati di archivio sia di dati ottenuti su base competitiva con osservatori da Terra e dallo Spazio. Ricercatori INAF ottengono annualmente tempo osservativo con numerose facilities a tutte le lunghezze d'onda per lo studio di nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri, resti di Supernova, ULX, AGN, GRB e altri oggetti transienti che popolano il cielo ai raggi X e gamma. Team di teorici a guida INAF utilizzano tecniche di simulazione particle-in-cell (PIC), magnetohydrodynamics (MHD), e l'innovativa tecnica ibrida PIC+MHD, per lo studio di processi di accelerazione e interazione non-lineare tra plasma e particelle accelerate.

A settembre del 2023 è stato lanciato il satellite XRISM, sviluppato dall'agenzia spaziale giapponese (JAXA) in collaborazione con NASA e ESA, che sta effettuando osservazioni ad altissima risoluzione spettrale che daranno un contributo fondamentale allo studio dei venti ionizzati in oggetti compatti in accrescimento, fornendone una stima del flusso di massa e di energia: la comunità RSN4 ha ottenuto di recente molti dati proprietari con XRISM. Nell'autunno del 2023 la NASA ha aperto a tutta la comunità la possibilità di ottenere tempo osservativo con il satellite IXPE, favorendo un ancor maggiore coinvolgimento dei ricercatori INAF che contribuiranno a dare risposte sulle geometrie dei sistemi in accrescimento, sui campi magnetici nelle stelle di neutroni e sulla fisica dei getti. I ricercatori INAF contribuiscono in modo sostanziale alla determinazione dei programmi scientifici per future missioni spaziali, telescopi da Terra, e rivelatori di onde gravitazionali.

In merito alle onde gravitazionali, di recente l'Italia si è candidata ad ospitare in Sardegna il sito per Einstein Telescope (ET), un interferometro di terza generazione dall'eccezionale sensibilità nella misura delle GW. Ricercatori INAF partecipano con una propria unità di ricerca alla collaborazione ET, contribuendo allo sviluppo del caso scientifico multi-messaggero e alle sinergie e strategie di coordinamento di ET con osservatori elettromagnetici. Oltre alla futura missione THESEUS, nel prossimo triennio la comunità INAF di RSN4 sarà anche impegnata nel

---

progetto NewAthena, missione large proposta all'ESA, il cui strumento X-IFU è a co-PI-ship INAF. Per quanto riguarda la fisica fondamentale, l'ASI ha finanziato con un premio il progetto G4S\_2.0 che si propone di ottenere una serie di misure tra cui il redshift gravitazionale e vincoli a teorie alternative della gravitazione, sfruttando le orbite ellittiche di due satelliti della costellazione Galileo di ESA. La comunità dell'astronomia gamma in INAF sarà inoltre impegnata con le calibrazioni e prime osservazioni di ASTRI Mini-Array, oltre che con lo sviluppo di parte della tecnologia per il futuro osservatorio internazionale per l'astronomia con i telescopi Cherenkov (CTAO). La comunità di radioastronomia di RSN4 partecipa con le antenne di Medicina, Noto e SRT alle reti interferometriche intercontinentali dello European VLBI Network e dell'East Asian VLBI Network. Il progetto Pierre Auger manterrà un ruolo rilevante nello studio delle sorgenti dei raggi cosmici extragalattici di più alta energia. Il progetto XENONnT, a cui partecipano ricercatori INAF, manterrà nel triennio la leadership mondiale per la rivelazione diretta delle particelle costituenti la materia oscura.

In tema di collaborazioni nazionali ed internazionali di particolare rilievo, nell'ambito di RSN-4 INAF collabora attivamente con numerose università ed istituti di ricerca nazionali e internazionali sia per progetti teorici e osservativi, che per progetti sperimentali. Di particolare rilievo sono le collaborazioni con: ASI, CEA, CfA, CNRS, ESA, ESO, LOFAR, ICRAR, INFN, ISDC, KASI, MPA, NAOJ, NASA, NLR, RIKEN. Molte unità INAF fanno parte di grandi collaborazioni nazionali (ASTRI, GRAWITA) ed internazionali (AHEAD, CTAO, MeerKAT+, SKAO, ENGRAVE, MAGIC Collaboration, LST Consortium, LSST e ET).

Infine, per quanto concerne le strutture di ricerca da terra e da spazio prevalentemente utilizzate, specificamente per RSN-4 vengono sfruttati tutti gli strumenti osservativi disponibili in ogni banda dello spettro elettromagnetico sia nazionali (e.g., VST, LBT, REM, TNG, Osservatori di Asiago e Campo Imperatore, radiotelescopi di Medicina, Noto ed SRT in modalità single dish e VLBI, il satellite AGILE) che internazionali (e.g., ALMA, ATCA, Chandra, EVN, eMERLIN, Fermi, HESS, HST, INTEGRAL, IXPE, LOFAR, LBT, LST, MAGIC, MeerKAT, NICER, NTT, NuSTAR, Suzaku, Swift, VLA, VLBA, VLT, XMM-Newton), da Terra e dallo Spazio. Le unità INAF si avvalgono inoltre di infrastrutture di calcolo ad alta prestazione nazionali (e.g., CINECA, PLEIADI, SCAN) ed internazionali (e.g., infrastrutture del consorzio PRACE ed EuroHPC).

### 3.1.5 Raggruppamento Scientifico Nazionale 5 – Tecnologie Avanzate e Strumentazione

La ricerca tecnologica in INAF è intrinsecamente multidisciplinare e diversificata. L'evoluzione costante dell'astronomia osservativa, sia da Terra che dallo Spazio, impone la creazione di strumentazioni hardware e software sempre più complesse. Questo spesso richiede lo sviluppo di tecnologie e materiali innovativi. Parallelamente, le complesse simulazioni numeriche, indispensabili in fase di progettazione, analisi e interpretazione dei dati, pongono ulteriori sfide verso la realizzazione di sistemi all'avanguardia.

Il percorso dalla necessità scientifica alla concretizzazione di un "prodotto" segue fasi comuni a tutti i settori in cui l'INAF opera. L'Istituto sviluppa progetti di ricerca di base e applicata nelle tecnologie astronomiche, sia nei propri laboratori che in collaborazione con l'industria, le università e altri enti di ricerca. Data la crescente complessità e costo delle infrastrutture astrofisiche, l'INAF partecipa attivamente a consorzi e organizzazioni internazionali. Alcuni esempi di grandi infrastrutture internazionali con importante partecipazione INAF sono i telescopi ESO (ELT, VLT, NTT), SKA, CTA e ASTRI Mini-Array per le osservazioni da Terra e le

---

missioni spaziali internazionali Cheops, Athena, Bepi Colombo, Gaia, Euclid, IXPE, eXTP, PLATO, ARIEL, JUICE e Solar Orbiter.

Molti progetti INAF hanno ricadute applicative dirette anche in altri ambiti scientifici e d'interesse per la società civile (si veda Capitolo 4 ) al punto che l'Istituto, tra i suoi scopi statutari, ne include la promozione, la diffusione e la valorizzazione, supportando la creazione di spin-off e il trasferimento tecnologico in collaborazione con l'industria (dalle PMI ai grandi asset nazionali), anche in linea con gli obiettivi del PNRR. L'impatto delle attività di R&D dell'INAF è testimoniato dalle innumerevoli pubblicazioni su prestigiose riviste e dalle molteplici presentazioni a conferenze internazionali. Il personale tecnologico dell'INAF ricopre inoltre incarichi di elevata responsabilità all'interno di comitati scientifici internazionali e come organizzatore di workshop e conferenze.

### **Strumentazione e Tecnologie Osservative**

I telescopi e, più in generale, tutti i dispositivi che permettono di raccogliere e misurare la radiazione e le informazioni multi-messaggero, sono al centro dell'astrofisica sperimentale osservativa. La tecnologia deve essere costantemente all'avanguardia per poter rispondere alle domande sempre più pressanti e capillari, poste dall'analisi dei risultati ottenuti con gli strumenti delle generazioni precedenti. La progettazione e la costruzione di un telescopio o di uno strumento, indipendentemente dall'utilizzo (Terra o Spazio) o dalla banda dello spettro elettromagnetico, richiedono competenze tecnologiche profonde. Questo ha portato all'accumulo di know-how e allo sviluppo di tecnologie specifiche. Lo sviluppo di tali tecnologie, inclusa la realizzazione di prototipi, ha trovato il suo alveo naturale negli Istituti e nei laboratori dell'INAF, raggiungendo livelli di eccellenza internazionale e divenendo punto di riferimento nei rispettivi settori. La capacità di realizzare sistemi all'avanguardia ha consentito ad INAF di ottenere la completa responsabilità, in tutte le fasi di sviluppo e realizzazione, di strumenti (es. SOXS, MORFEO, ANDES, CUBES), di infrastrutture (es. VST, ASTRI Mini-Array) e di intere "filieri" di produzione tecnologica.

### **Ottica e Ottiche Adattive**

L'INAF, in sinergia con l'industria italiana, vanta una lunga storia nello sviluppo di sistemi di ottica attiva (TNG, VST) e mantiene una leadership mondiale nelle Ottiche Adattive (AO). Grazie alla partecipazione al Large Binocular Telescope (LBT), l'INAF gestisce un laboratorio all'avanguardia per l'AO. Il Laboratorio Nazionale di Ottica Adattiva (ADONI) coordina le attività dei gruppi INAF, promuovendo la R&D e il trasferimento tecnologico. I risultati spaziano dagli specchi deformabili di grandi dimensioni alla previsione della turbolenza atmosferica e alle tecniche di correzione delle aberrazioni. Queste tecnologie trovano applicazioni anche in settori non convenzionali, come lo sviluppo sperimentale di sistemi laser per AO o Optical Satellite Communications a larga banda, gli specchi primari attivi per telescopi spaziali, i rivelatori di onde gravitazionali e l'ambito medico-industriale. L'INAF è protagonista nei maggiori progetti AO, in particolare negli attuali strumenti di nuova generazione per LBT, gli innovativi SHARK-VIS e SHARK-NIR, e per il VLT, come MAVIS (in fase di Final Design). A questi si aggiungono i futuri strumenti per gli Extremely Large Telescopes, quali i sensori di fronte d'onda per il Giant Magellan Telescope, e quelli per ELT (lo specchio adattivo M4, MICADO, il modulo post-focale MORFEO e lo spettrografo ANDES).

### **Ottiche Spaziali (UV, Visibile, Vicino Infrarosso e Raggi X)**

L'INAF è leader nella progettazione, sviluppo e verifica di soluzioni ottico-meccaniche innovative per telescopi spaziali nell'ultravioletto, nel visibile e nel vicino infrarosso. Queste sono essenziali

---

---

per le future missioni dedicate all'osservazione di esopianeti (PLATO, ARIEL), a misure astrometriche di precisione e allo studio dell'atmosfera solare. L'Istituto detiene una posizione di rilievo nella progettazione, sviluppo e test di sistemi ottici per coronografi spaziali (Solar Orbiter, PROBA-3) e coronografi compatti per missioni a propulsione fotonica solare. Parallelamente, l'INAF offre soluzioni innovative per ottiche e dispositivi di rilevazione per nano-satelliti e CubeSat, piattaforme sempre più utilizzate come dimostratori tecnologici. Inoltre, l'INAF ha consolidato un ruolo di eccellenza nella ricerca, sviluppo e produzione di ottiche per telescopi spaziali a raggi X. Questo si basa su tecniche consolidate e su progetti di R&D mirati al miglioramento di risoluzione angolare, efficienza e leggerezza degli specchi. Grazie a supporti di ASI, ESA e NASA, con significativi spin-off industriali, la comunità tecnologica INAF è impegnata nella realizzazione delle ottiche per il prossimo Osservatorio ESA NewAthena (large mission), in particolare come responsabile delle simulazioni e dell'implementazione delle facility di calibrazione BEaTriX e VERT-X e partecipa allo sviluppo della missione LYNX della NASA, curando le shell monolitiche sottili ad alta risoluzione angolare.

### **Rivelatori e Ricevitori**

Un ulteriore impegno importante è costituito dalla realizzazione di nuovi rivelatori e di dispositivi e soluzioni correlate, in progetti che spaziano dalla banda radio fino alle alte energie. Questi dispositivi sono il cuore della strumentazione osservativa di nuova generazione e permettono l'aggiornamento degli strumenti esistenti. Esempi includono il design end-to-end dei sottosistemi riceventi di SKA-LOW, lo sviluppo di ricevitori per ALMA e la realizzazione di ricevitori criogenici innovativi per i radiotelescopi italiani, per espandere le frequenze e le bande osservative. Nel settore delle alte energie, l'INAF sviluppa rivelatori in silicio per raggi X (es. eXTP) e sistemi all'avanguardia legati allo strumento X-IFU della missione NewAthena (rivelatori criogenici per riduzione del rumore di fondo ed i filtri ultrasottili di grande area) oltre a un importante R&D sull'utilizzo di Silicon Drift Detectors (SDD) per l'astrofisica X (elevate prestazioni di timing e spettroscopia), in sinergia con INFN (applicazioni: THESEUS/XGIS, HERMES, LEM-X). L'INAF sviluppa anche tecnologie innovative per la polarimetria X che hanno ad esempio permesso di ottenere l'attuale ruolo chiave nella progettazione e realizzazione di strumenti per missioni spaziali quali eXTP, IXPE e CUSP.

### **Strumentazione per Planetologia**

Nell'ambito dei dispositivi per missioni spaziali, l'INAF eccelle nella realizzazione di strumentazione per la planetologia, con osservazioni da remoto (sonde orbitanti) e in situ (analisi diretta sulla superficie), come spettrometri e camere per sonde planetarie, in cui detiene la leadership. Sono attive numerose collaborazioni con NASA ed ESA per l'esplorazione lunare, inclusa la lente panoramica bifocale (PANCAM) brevettata da INAF e il progetto MELODY per la rianalisi di dataset lunari mediante nuove tecniche di analisi dati e nuove misure di laboratorio.

### **Elettronica e software di controllo**

Nel campo della progettazione elettronica, la comunità RSN5 di INAF sviluppa soluzioni estremamente performanti e robuste. L'elettronica per rivelatori e sistemi di acquisizione dati soddisfa requisiti stringenti di rumore, velocità e accuratezza (elettronica di front-end e back-end per rivelatori in silicio per le alte energie, back-end per radiotelescopi nazionali e per SKA). L'INAF sviluppa anche elettronica di controllo per strumenti e infrastrutture osservative, come le unità di controllo strumento (ICU) per Euclid, PLATO, ARIEL e NewAthena, i sistemi di

---

automazione e i sistemi di controllo Real Time con HPC per la strumentazione di VLT ed ELT, i sistemi di controllo per il pointing e il tracking di telescopi (TNG, VST).

Fondamentale è anche il lavoro di progettazione e realizzazione di software di controllo, del firmware, e del software applicativo on-board (ad es. ASW per NISP DPU, Euclid) per il processamento dei dati grezzi, indispensabili per garantire che le modalità osservative rispondano al progredire delle necessità dei ricercatori e che gli strumenti operino con efficienza, acquisendo dati di qualità.

### **Ingegnerizzazione e Laboratori**

L'ingegnerizzazione è trasversale a tutte le fasi di sviluppo della strumentazione. L'INAF apporta le sue competenze nella progettazione termo-meccanica di sistemi che richiedono elevata stabilità o devono affrontare condizioni estreme (temperature criogeniche, sollecitazioni da lancio). Il know-how dell'INAF in System Engineering e Product Assurance è cruciale per la partecipazione a grandi infrastrutture terrestri e missioni spaziali, in quanto consente la corretta gestione dell'interazione tra i diversi sistemi e assicura la qualità della strumentazione prodotta.

Elementi essenziali nei processi di sperimentazione e sviluppo sono i laboratori. L'INAF dispone di laboratori per esperimenti astrofisici (in particolare per riprodurre le condizioni estreme presenti nello Spazio o su altri pianeti) e per tutte le fasi dello sviluppo tecnologico, dallo studio teorico/simulativo alla realizzazione e test di prototipi, fino all'assemblaggio, integrazione, calibrazione e qualifica. Il potenziamento della rete di laboratori grazie agli investimenti del PNRR [Sezione 3.2.1] è in fase di completamento.

Lo sviluppo non si conclude con l'attivazione degli strumenti, ma include la gestione dei dati raccolti.

### **Science Data Segment e Gestione Operativa**

La progettazione e realizzazione di un Science Data Segment (SDS) ha raggiunto una complessità paragonabile allo sviluppo di strumentazione hardware. L'INAF si è affermato come soggetto di eccellenza, assumendo in alcuni casi la responsabilità primaria dell'ideazione e dello sviluppo dell'intero segmento scientifico sia per missioni spaziali che infrastrutture terrestri. Analogamente, l'INAF si è affermato nella gestione di strumenti in termini di programmazione ed effettuazione delle osservazioni.

L'esperienza ventennale dell'INAF nello sviluppo di missioni spaziali (come INTEGRAL, Planck, AGILE, Gaia, Euclid, CHEOPS, PLATO) ha portato all'acquisizione di competenze di primo livello nella progettazione, realizzazione, sviluppo e implementazione di segmenti di Terra scientifici. Oltre alla scelta di soluzioni hardware specifiche, il procurement ed il mantenimento delle risorse di calcolo e storage, la realizzazione di centri di processamento spazia dalla messa a punto di software di controllo e data quality fino all'analisi dei dati scientifici in tempo reale, passando per il monitoraggio e la calibrazione della risposta strumentale durante le varie fasi (assemblaggio, integrazione e test, commissioning e operazioni). Le attività comprendono anche l'ideazione e implementazione di soluzioni algoritmiche innovative, che vanno dalla modellistica al trattamento del dato grezzo fino al prodotto elaborato. Per gli strumenti da Terra, i ricercatori INAF sono impegnati nello sviluppo di tools e software per l'analisi dei dati di imaging e spettroscopia, nel contesto della strumentazione di ultima generazione.

### **Simulazioni, Data Science, Intelligenza Artificiale, Quantum Computing, Calcolo ad Alte Prestazioni (HPC)**

---

L'astrofisica multi-messaggero, la realizzazione e lo sfruttamento dei risultati delle osservazioni e simulazioni in astrofisica richiedono archivi, cura del dato, calcolo e strumenti di analisi e aggregazione per i quali si fa ricorso ai paradigmi della Data Science. Questa disciplina scientifica mira ad estrarre informazioni dall'immensa mole di dati grezzi prodotta dalle strumentazioni di ultima generazione e affronta i problemi astrofisici facendo ricorso sia ad algoritmi computazionali classici, che a metodologie di frontiera proprie dell'intelligenza artificiale quali: Big Data, Data Mining, Machine Learning e con tecnologie di Computer Vision applicate alla visualizzazione scientifica. Questo processo, per sua natura multidisciplinare, necessita di competenze trasversali alla comunità scientifica e di progettazione e implementazione di nuove piattaforme informatiche, in grado di gestire enormi moli di dati eterogenei, che include anche la reingegnerizzazione di strumenti già esistenti.

Analogamente le simulazioni numeriche rappresentano uno strumento fondamentale per catturare la complessità dei processi astrofisici che governano l'Universo a tutte le scale. Tali simulazioni e l'astrofisica multi-messaggero, con progetti multi-telescopi, (es. ASTRI Mini-Array, CTA, SKA) e con telescopi spaziali (es. Gaia ed Euclid), tecnologicamente impongono l'utilizzo del calcolo ad alte prestazioni su infrastrutture di tipo Exascale.

La comunità RSN5 è infatti anche impegnata nella progettazione e implementazione di nuove piattaforme informatiche, anche di classe Exascale, e nella reingegnerizzazione di strumenti esistenti, sviluppando algoritmi e tecnologie sia in proprio che in co-design con aziende private. L'INAF è altresì impegnato nello sviluppo di metodologie di frontiera come il Quantum Computing per la simulazione di fenomeni astrofisici complessi e l'analisi di grandi quantità di dati e nell'investigazione dell'I.A. generativa come strumento per l'ottimizzazione e l'accelerazione delle attività di ricerca astrofisica e di sviluppo tecnologico.

Le attività di ricerca tecnologica legate al computing e alla gestione/analisi dei dati astronomici sono state portate avanti anche in sinergia con il "Centro Nazionale di Ricerca in High-Performance Computing, Big Data and Quantum Computing" avviato nell'ambito del PNRR (Sezione 3.2.1).

### **Open Science e FAIR Data**

Infine, l'INAF sviluppa e partecipa ad attività nazionali, comunitarie e globali per allineare il proprio patrimonio di dati e servizi agli scenari di Open Science e FAIR-ness. L'Istituto ricopre ruoli di rilievo in organizzazioni come la International Virtual Observatory Alliance (IVOA), che si occupa di interoperabilità, fruibilità del dato e standardizzazione. L'INAF partecipa anche all'EOSC (European Open Science Cloud), la rete comunitaria che mira a creare un ambiente Open e FAIR per dati e servizi, attraverso l'EOSC Association e le sue Task Force.

## **3.2 Progetti Attivi**

L'Elenco di tutti i progetti di ricerca attivi correntemente in INAF ed una loro breve descrizione è disponibile al sito [https://schede.inaf.it/consulta/lista\\_schede\\_archivio?anno=2024](https://schede.inaf.it/consulta/lista_schede_archivio?anno=2024) attraverso le Schede di Progetto INAF. Nel corso del 2024 sono state presentate 858 Schede per progetti di ricerca scientifica e tecnologica afferenti ai 5 Raggruppamenti Scientifici Nazionali . 72 Schede afferiscono alla Terza Missione e 37 a progetti multi-disciplinari (più RSN indicati). Le Schede contengono informazioni riguardo alle finalità dei progetti, i gruppi proponenti e FTE impegnate e i fondi a disposizione o proposti. Nel seguito saranno illustrati i progetti portanti per l'Ente.

---

## 3.2.1 Progetti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

### 3.2.1.1 STILES

STILES è un programma finanziato dal Programma Nazionale di Resistenza e Resilienza (PNRR) che mira a rafforzare la leadership italiana nell'esplorazione dell'Universo sviluppando laboratori e strumenti per i due più grandi telescopi terrestri dei prossimi decenni: l'European Extremely Large Telescope (ELT) e lo Square Kilometer Array (SKA).

Il programma STILES è coordinato dall'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) in collaborazione con 7 Università italiane ed enti di ricerca internazionali.

Gli obiettivi di STILES includono:

- **Aggiornamento diretto delle capacità osservative di ELT e SKA**, grazie alla costruzione di strumentazione per ELT e SKA e per i rispettivi precursori VLT/LBT e MeerKAT.
- **Investimenti in tecnologia dell'informazione**, acquisendo infrastrutture HW e SW fondamentali per lo sviluppo di nuovi strumenti e l'analisi dei loro dati. Tra queste figurano un centro di calcolo ad alte prestazioni e strumenti software basati sull'apprendimento automatico per l'analisi dei dati, nonché una Concurrent Design Facility e altre infrastrutture per lo sviluppo di strumenti.
- **Sviluppo di laboratori per lo studio delle condizioni "eso-atmosferiche"**, che ci permetteranno di studiare stati fisici che non sono mai stati osservati sulla Terra, offrendoci vantaggi cruciali nella comprensione e nell'interpretazione dei dati degli strumenti ELT.
- **Sviluppo di esperimenti e laboratori di R&D**. L'obiettivo è investire nei nostri laboratori per inventare ed esplorare nuove tecnologie in diversi campi (ottica adattiva, rivelatori ottici e ricevitori radio) e applicarle al settore astronomico.
- **Infrastrutture nazionali per verifica di strumentazione**. Verrà realizzata una rete di strutture in grado di fornire servizi generali (come la progettazione e la produzione optomeccanica) e strutture polivalenti per la caratterizzazione di strumenti e metodi. Queste strutture coordinate saranno a disposizione di tutti i gruppi tecnologici italiani e internazionali.
- **Un programma scientifico ed educativo unico**. L'ultimo pilastro del nostro programma è un programma coordinato di dottorati e un programma post-dottorato a livello nazionale esplicitamente incentrato sulla scienza con ELT, SKA e le loro sinergie, volto a promuovere la carriera di giovani astronomi.

Il finanziamento complessivo di STILES ammonta a 65.420.560€ (che diventano 69.999.999 con le spese generali).

### 3.2.1.2 CN-HPC

Il Centro Nazionale (CN) HPC, Big Data e Quantum computing è uno dei cinque centri nazionali istituiti per il PNRR. È principalmente dedicato a diverse aree strategiche per lo sviluppo del paese per simulazioni, calcolo e alte prestazioni ed analisi dei dati. Il principale obiettivo per INAF è lo sviluppo di tecnologie di calcolo innovative per l'Astrofisica per la prossima generazione di

infrastrutture Exascale per i più importanti progetti di osservazione e osservatori: SKA, LOFAR2.0, Meerkat+, Euclid , Gaia, CTA, ASTRI, SWGO, LSST, ELT and HPC Theory ecc.

Il CN è strutturato secondo il modello hub - spoke ed è gestito dalla fondazione ICSC. INAF è tra i soggetti fondatori del Centro e Spoke Leader di Spoke 3 Astrophysics and Cosmos Observation, ed affiliato in Spoke 1 Future HPC & Big Data, Spoke 2 Fundamental Physics and Space Economy (Spoke co-Leader) e Spoke 10 Quantum Computing

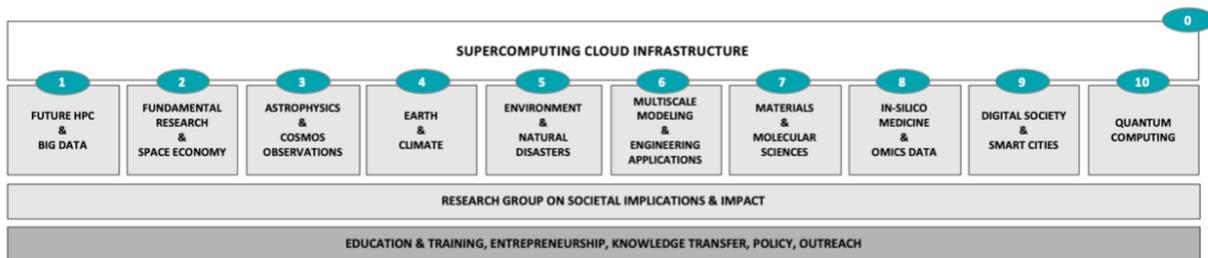


Figura 8 - CN HPC. Struttura del modello Hub and Spoke

Il CN avrà infrastrutture HPC collegate a Leonardo al Tecnopolo e in altre sedi nazionali. I principali obiettivi di INAF sono lo sfruttamento di soluzioni all'avanguardia nella riscrittura e adeguamento di software di analisi (con machine learning e visualizzazione) e simulazioni per HPC e Big Data e Quantum Computing nelle seguenti principali area di ricerca dell'INAF: Cosmologia; Stelle e Galassie; Fisica spaziale (Terra, Solare e Planetaria); Radioastronomia; Astrofisica osservativa e time domain; Astrofisica delle alte energie, fondo cosmico a microonde; Struttura su larga scala, ammassi e galassie; astrofisica multi messaggero;

Nelle attività di ricerca che INAF svolge in ICSC sono impegnati 60 ricercatori/tecnologi a tempo indeterminato e 49 unità di personale a tempo determinato così distribuite: n. 20 Ricercatore/Tecnologo TD, n. 11 AdR, n. 3 CTER, n. 8 PhD, e n. 7 Borsisti.

Il Budget complessivo di INAF per la partecipazione al Centro Nazionale è di 12.653.460 Euro. Tale finanziamento è in corso di spesa secondo le seguenti voci (incluso costi indiretti forfettario del 15% sul personale):

Nel 2024 sono stati attivati 33 progetti ammessi al finanziamento sul Bando a Cascata INAF che vede coinvolti oltre 100 ricercatori di PMI, Medie Aziende e Università statali e private riconosciute MUR.

Sono inoltre in fase di realizzazione 6 progetti in collaborazione con le aziende su tematiche di interesse comune dell'ente e delle stesse aziende. Le aziende coinvolte con INAF sono Banca Intesa Sanpaolo, Sogei, UnipolSai, Leonardo, Thales Alenia Space Italia, ENI e IFAB.

Milestones del Progetto	Data Scadenza	TOTALE Euro
M4	Aprile 2023	€ 519,139.00
M6	Agosto 2023	€ 565,806.60
M7	Febbraio 2024	€ 2,032,748.71
M8	Giugno 2024	€ 1,764,873.67
M9	Ottobre 2024	€ 1,761,833.47
M10	Agosto 2025	€ 3,198,939.58
<b>Totale</b>		€ 9,843,341.02

Tabella 2 - CN HPC Dettaglio finanziamenti

Come richiesto dalla partecipazione al Centro Nazionale oltre il 40% circa delle risorse di INAF è stato destinato alle regioni del sud.

I principali deliverables e milestone da raggiungere riguardano i seguenti obiettivi.

- **HPC Codes Enabling and Optimization:** selezione dei codici che richiedono grandi risorse computazionali per affrontare le sfide dei grandi esperimenti del prossimo futuro. Le azioni previste sono la riprogettazione, la re implementazione e l'ottimizzazione dei codici al fine di sfruttare efficacemente le soluzioni HPC all'avanguardia, compresi gli acceleratori e le architetture alternative (ad esempio GPU e architetture ARM).
- **Progettazione di algoritmi, metodologie e codici innovativi verso Exascale e oltre:** identificazione degli algoritmi e metodologie innovativi con la capacità di sfruttare le architetture exascale e post exascale.
- **Big Data Analysis, Machine Learning e Visualizzazione** con l'applicazione di tecniche avanzate di Intelligenza Artificiale applicate a grandi volumi di dati astrofisici, facilitando la convergenza (calcolo eterogeneo) di strumenti HPC, HTC, HPDA e Cloud e sfruttando piattaforme Exascale.
- **Big Data Management, Storage and Archiving:** partendo dalla best practice e framework già implementati per gestire dati e software con principi FAIR e Open Science e sviluppare framework innovativi in grado di soddisfare la Big Data Challenge.

---

### 3.2.1.3 NG Croce

**Next Generation – Croce del Nord** (NG-CROCE) prevede l'aggiornamento del radiotelescopio "Croce del Nord" di Medicina (BO) e la parabola di 32 metri di diametro di Noto (SR) per lo studio dei Fast Radio Burst e il monitoraggio dei detriti spaziali. Il progetto è coordinato dall'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) in collaborazione con il Politecnico di Milano e include i seguenti obiettivi:

- **ristrutturazione e messa in operatività del ramo Est-Ovest del radiotelescopio Croce del Nord** di Medicina, sia per obiettivi scientifici che per la partecipazione alla rete europea di monitoraggio dei detriti spaziali;
- **installazione a Medicina di un nuovo centro di calcolo** per la ricerca scientifica sui Fast Radio Burst (FRB) e il monitoraggio dei detriti spaziali;
- **installazione** di un nuovo ricevitore in banda P sulla parabola di Noto e di un nuovo strumento di *back-end* per svolgere osservazioni interferometriche insieme alla Croce del Nord e al Sardinia Radio Telescope;
- **costruzione di un'antenna trasmittente** per il monitoraggio dei detriti spaziali, da installare su un'area militare, alla stessa longitudine della Croce del Nord;
- **installazione di due impianti fotovoltaici** da 250 kW e 75 kW, rispettivamente nelle stazioni radioastronomiche di Medicina e Noto, per il sostentamento energetico delle stesse. In questo modo sarà possibile ridurre i consumi energetici, produrre energie sostenibili ed eliminare i sistemi di riscaldamento a combustibili fossili, dando avvio, di fatto, a un processo di transizione energetica;
- **partecipazione alla realizzazione di CHORD**, un nuovo radiotelescopio canadese per la ricerca di fenomeni transienti e FRB.

Per raggiungere gli obiettivi descritti finora, le attività sono divise in sei Working Package (WP): Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea e approvato dal Ministero dell'Università a seguito dell'Awiso Pubblico n. 3624 del 28 dicembre 2021, per la presentazione di proposte progettuali per "Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca", da finanziare nell'ambito del "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza" ("PNRR"), "Missione 4", denominata "Istruzione e Ricerca", "Componente 2", denominata "Dalla Ricerca alla Impresa", "Linea di Investimento 3.1", "Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione" con un contributo complessivo di 18.952.289,40€.

Al progetto collaborano diverse professionalità del Politecnico di Milano (PoliMi) e di tre sedi dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF): l'Istituto di Radioastronomia di Bologna (IRA), l'Osservatorio Astronomico di Arcetri (OA-Arcetri) e l'Osservatorio Astronomico di Cagliari (OA-Cagliari).

---

### 3.2.1.4 EMM

Earth Moon Mars (EMM) è un progetto finanziato nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) per favorire lo sfruttamento scientifico della Luna in Italia. Si basa sull'idea di utilizzare la Luna come sito privilegiato per osservare la Terra e l'Universo e, allo stesso tempo, supportare le attività che prepareranno l'esplorazione umana di Marte.

EMM (Proposta: IR0000038) è finanziato dall'Unione Europea e approvato dal Ministero dell'Università a seguito dell' Avviso pubblico n. 3264 del 28/12/2021 per la presentazione di proposte progettuali per "Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca" da finanziare nell'ambito del 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", con un contributo complessivo di 29.999.819€, di cui 5,899,773.03 € per INAF.

EMM è coordinato dall'INAF in collaborazione con l'ASI e il CNR.

Gli obiettivi principali di EMM sono:

- **la creazione di una nuova infrastruttura per le comunicazioni tra Terra Luna e Marte** (SRT/DSN);
- **esplorare la capacità della Luna come laboratorio di ricerca** polivalente dedicato alla scienza della Terra e dell'Universo dalla Luna;
- **svolgere attività di R&S** per sviluppare strumenti innovativi per l'osservazione della Terra e dell'Universo, da ospitare sull'infrastruttura lunare
- **un passo avanti verso Marte**, attraverso il progresso nella comprensione delle atmosfere marziana e terrestre: la creazione di un'infrastruttura hardware e software, composta da strutture di calcolo innovative, sistemi di archiviazione all'avanguardia, connessioni di rete e dispositivi innovativi per l'elaborazione e la modellazione dei dati, finalizzati allo studio delle atmosfere planetarie (con un focus particolare sulla Terra e su Marte) e in combinazione con strumentazione per attività di calibrazione e validazione (Cal/Val) da stazioni a terra, per la validazione dei dati satellitari relativi ai costituenti gassosi e al particolato nell'atmosfera terrestre;
- **formare una nuova generazione di scienziati e ingegneri**, dando loro la possibilità di guidare le rivoluzioni scientifiche che queste infrastrutture renderanno possibili;
- **stabilire un network tra gli istituti di ricerca e le industrie italiane**, al fine di potenziarne le sinergie e ottimizzare l'allocazione delle risorse a livello nazionale.

Gli obiettivi saranno raggiunti attraverso l'implementazione di diverse nuove infrastrutture:

#### - **Infrastruttura SRT**

SRT è un radiotelescopio parabolico completamente orientabile di 64 m di diametro, situato in Sardegna, in grado di operare con alta efficienza nella gamma di frequenza 0,3-116 GHz. Uno studio per l'implementazione completa in tutte le bande di frequenza per le comunicazioni Deep Space e Near Earth permetterà a SRT di rafforzare il suo ruolo nel DSN e nel panorama internazionale. Questo studio porterà alla progettazione e implementazione di servizi di comunicazione Deep Space in conformità con le interfacce e pratiche internazionali. Verrà implementata la piena capacità di ricezione dell'antenna attraverso l'aggiornamento dell'attuale configurazione ottica e una catena di ricezione criogenica a basso rumore a doppia polarizzazione nelle bande X, K e Ka.

---

### - **Infrastruttura Lunare**

Uno degli obiettivi più ambiziosi è l'identificazione di un'infrastruttura lunare come laboratorio di ricerca multipurpose. Il sistema sarà focalizzato sull'alloggiamento degli strumenti proposti e sulla loro operabilità con il segmento terrestre (SRT). La base sarà modulare, permettendo di aggiungere altri strumenti successivamente.

Lo studio di fase A, previsto nel progetto, è stato quasi ultimato.

#### *Strumentazione per l'Infrastruttura Lunare*

In questo progetto si propone lo sviluppo di dieci strumenti per colmare lacune nella conoscenza scientifica e creare un osservatorio multidisciplinare italiano sulla Luna. Gli strumenti proposti sono basati su tecnologie e/o patrimoni spaziali in cui l'Italia ha un ruolo di leadership internazionale. Gli strumenti da sviluppare a vari livelli TRL sono:

- LEM-X: un All Sky Monitor che opera in un'ampia gamma di energie, da 2 keV a 1 MeV su tutto il cielo, per monitorare i transienti in X/gamma. Resp. INAF-IAPS.
- LUNAPOL: un polarimetro per il rilevamento della polarizzazione interstellare. Resp. UniSapienza/INAF-IAPS.
- Due strumenti per l'osservazione della Terra: LETO, che include uno spettro-radiometro a trasformata di Fourier (LETO-FTS) e uno studio di fattibilità per un imager (LETO-IMG); e MaTEO, uno studio di fattibilità di un radiometro subTHz per osservazioni basate sulla Luna. Resp. CNR.
- Sei strumenti per monitorare le caratteristiche e l'ambiente lunare: la camera pancromatica PANCAM (INAF-OAPD), il sismografo LISS (INAF-IAPS), MUAM: un dispositivo ottico compatto ed efficiente per la determinazione dell'irradianza solare diretta e dell'albedo nelle tre bande UV, UV-A, UV-B e UV-C (INAF-OAS), due sistemi complementari per lo studio della polvere in sospensione sulla superficie lunare: LD GRIDS (INAF-OACN) e DEC (INAF-IAPS) e il sensore SXRM per monitorare l'emissione di raggi X dai brillamenti solari, rilevante sia dal punto di vista scientifico che per lo space weather (INAF-OATO).

Infine, si punta anche a costruire un'infrastruttura per lo studio dell'atmosfera di Terra e Marte in grado di colmare le lacune attuali nelle capacità di modellazione di misurazioni indirette delle atmosfere terrestri e planetarie in Italia.

Le strutture INAF coinvolte nel progetto sono:

- l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte (OACN), Napoli
- l'Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma (IAPS), Roma
- L'Osservatorio Astronomico di Padova (OAPD), Padova
- L'Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna (OAS), Bologna
- L'Osservatorio Astrofisico di Torino (OATO), Torino

#### 3.2.1.5 CTA+

CTA+ è un programma PNRR-IR per il potenziamento del sito SUD di CTA. Il programma CTA+ è coordinato dall'INAF, prevede una importante partecipazione dell'INFN e di 6 Università italiane ed è svolto in collaborazione con altri enti di ricerca internazionali già coinvolti in CTA.

L'Osservatorio CTAO, neo-istituito in un Consorzio Europeo di Infrastrutture di Ricerca (ERIC) il 7 gennaio 2025, è elencato tra le Infrastrutture di Ricerca (IR) a più alta priorità nazionale,

---

coerentemente con il forte coinvolgimento internazionale finanziario, politico, tecnico e scientifico, nonché per l'ubicazione dei suoi headquarters in Italia. Purtroppo, per restrizioni finanziarie, la comunità internazionale non era riuscita ancora a coprire tutti i costi della costruzione di CTAO originariamente pianificati ed il progetto è stato costretto a definire una "configurazione Alpha" che, per il sito sud in Cile, non include nessuno dei 4 telescopi di grandi dimensioni (LST) originariamente previsti, ed avrà un numero ridotto di telescopi di piccole dimensioni (SST) rispetto alla sua baseline originale. Non è sorprendente quindi leggere nello statuto stesso dell'ERIC CTAO che il ripristino dei telescopi LST e l'aumento di telescopi SST sono le due priorità assolute del progetto per il sito sud perché volti a garantire il recupero di una parte importante della scienza accessibile dal sito sud, ossia quella legata alla fisica dei transienti, delle sorgenti multi-messenger, e delle sorgenti extragalattiche.

Per le suddette ragioni la proposta CTA+ è volta a fornire i tanto desiderati telescopi aggiuntivi, in particolare 2 LST e 5 SST da posizionare nel sito di CTA-S. Per massimizzare inoltre il ritorno scientifico consentito da CTA+, sono stati proposti ulteriori miglioramenti quali i) il potenziamento di IRs a guida INAF, ossia degli Osservatori VST, TNG e delle tre antenne radio italiane VLBI, per la loro ottimizzazione ad effettuare i follow-up elettromagnetici (Ottici/IR/radio) delle sorgenti CTA, ii) il potenziamento della ricerca e sviluppo per futuri rivelatori per CTA, iii) la realizzazione di un prototipo end-to-end per l'interferometria ad intensità ottica e iv) il potenziamento della formazione e supporto scientifico al programma CTA+ e alla sede degli Headquarters a Bologna.

Questo progetto è finanziato dall'Unione Europea e approvato dal Ministero dell'Università a seguito dell'Avviso Pubblico n. 3624 del 28 dicembre 2021, per la presentazione di proposte progettuali per "Rafforzamento e creazione di Infrastrutture di Ricerca", da finanziare nell'ambito del "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza" ("PNRR"), "Missione 4", denominata "Istruzione e Ricerca", "Componente 2", denominata "Dalla Ricerca alla Impresa", "Linea di Investimento 3.1", "Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione" con un contributo complessivo di 71.477.540,93 €.

Al progetto collaborano l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e le cinque Università seguenti: Università degli Studi di Bologna (UNIBO), Università degli Studi di Bari (UNIBA), Politecnico di Bari (PoliBa), Università degli Studi di Siena (UNISI) ed Università degli Studi di Palermo (UNIPA).

---

## 4. Attività Esterna e di Servizio alla Comunità

### 4.1 Space Situational Awareness (SSA)

#### 4.1.1 Space Surveillance and Tracking (SST)

L'INAF partecipa attivamente alle iniziative europee per lo sviluppo di una rete integrata di monitoraggio di satelliti e detriti orbitali, volta a garantire la sicurezza delle missioni spaziali, dei satelliti operativi e a sorvegliare il rientro in atmosfera di oggetti di medie e grandi dimensioni potenzialmente pericolosi.

Grazie alla naturale estensione delle proprie competenze in fisica solare e missioni space oriented, l'INAF riveste da tempo un ruolo di primo piano nel settore SSA/SST. L'Ente è membro dell'OCIS (Organismo Italiano di Coordinamento ed Indirizzo per lo Space Surveillance and Tracking) di cui recentemente (Gennaio 2025) ha rinnovato l'accordo quadro di collaborazione, insieme ad Aeronautica Militare, Stato Maggiore della Difesa e Agenzia Spaziale Italiana (ASI). L'OCIS, in collaborazione con altri partner europei (Germania, Francia, Spagna, Portogallo, Polonia, Romania, Grecia, Austria, Repubblica Ceca, Finlandia, Svezia, Paesi Bassi, Lettonia e Ungheria), ha il compito di fornire servizi SST e contribuire alla protezione di infrastrutture e assetti spaziali a livello nazionale ed europeo, sfruttando le capacità nazionali disponibili.

Le principali attività osservative SST dell'INAF si concentrano negli impianti dell'area bolognese e sarda: il telescopio ottico "Cassini" da 152 cm presso Loiano (BO), il radiotelescopio "Croce del Nord" a Medicina (BO) e il "Sardinia Radio Telescope" (SRT) vicino Cagliari. Per questi tre sensori, l'Ente ha sviluppato importanti progetti di ammodernamento, con particolare attenzione ai sistemi radar bistatici, in cui il detrito o un asteroide in passaggi ravvicinati al nostro pianeta è illuminato da un trasmettitore di tipo radar e il segnale riflesso viene raccolto dai radiotelescopi.

L'INAF continua anche a contribuire allo sviluppo di telescopi di nuova concezione come il FlyEye, di cui detiene il brevetto assieme a partner industriali, e allo sviluppo di altre tecnologie (come quella denominata MezzoCielo) che, in sviluppo per la ricerca di controparti elettromagnetiche di onde gravitazionali, rappresenta uno sviluppo ulteriore del concetto di FlyEye e quindi si presta, in linea di principio, ad attività di tipo SST.

L'INAF contribuisce in modo significativo ai programmi europei H2020, Copernicus, Programma Spazio UE e Horizon Europe 2021 -2027 tramite il consorzio EU-SST, in linea con le direttive della Commissione Europea. L'Italia, grazie a questi tre sensori, è in grado di monitorare circa l'80% degli oggetti attualmente catalogati e di contribuire alla scoperta di nuovi target, partecipando ai tre servizi strategici SST: Collision Avoidance, Re-entry e Fragmentation.

Guardando al futuro, l'INAF prevede di ampliare le proprie attività includendo osservazioni radio dei NEO (Near Earth Objects), settore in cui possiede già una solida esperienza grazie a campagne internazionali con i radiotelescopi di Medicina (32 m) e SRT (64 m), utilizzati per ricevere echi radar provenienti da trasmettitori come Goldstone (NASA, USA) ed Eupatoria (Ucraina). L'Ente continuerà a rafforzare la propria partecipazione al settore, consolidando le collaborazioni con fornitori di servizi nazionali ed europei in un'ottica integrata.

---

## 4.1.2 Space Weather

Lo Space Weather rappresenta per l'INAF un settore strategico in rapida crescita, in linea con le priorità europee e internazionali e con il crescente impatto delle condizioni spaziali sulle attività tecnologiche, economiche e di sicurezza.

A livello internazionale, lo Space Weather è incluso nei programmi della World Meteorological Organisation (WMO), del COSPAR, della NOAA, della NASA, dell'ESA, della Commissione Europea e delle principali agenzie spaziali, tra cui l'ASI, che ha istituito un Gruppo di Lavoro dedicato e sta sviluppando, insieme a INAF, INGV, INFN, CNR e università, il centro dati scientifici ASPIS.

L'INAF ha inoltre sottoscritto un accordo quadro per la realizzazione di un servizio dual use (civile e militare) di monitoraggio e previsione dello Space Weather, coordinato dall'Aeronautica Militare in collaborazione con l'INGV. Questo servizio sarà parte di un progetto strategico nazionale per la Sicurezza dello Spazio, promosso dal Ministero della Difesa con il coinvolgimento del MIT e la partecipazione congiunta di enti di ricerca, università e industria.

La comunità nazionale è coordinata da SWICo (Space Weather Italian Community), che riunisce circa 200 ricercatori e tecnologi. In ambito INAF e per tutto il 2024 le attività sono coordinate da un Senior Advisor e da uno Steering Committee di quattro membri nominati dalla Direzione Scientifica. La governance INAF subentrata nel corso del 2024 ha avviato una un'indagine volta a fare il punto sugli obiettivi da perseguire e sulle necessità di riorganizzazione del settore, i cui esiti saranno riportati nel prossimo PT.

Le ricerche spaziano dalla fisica solare ed eliosferica (osservazione e modellizzazione di brillamenti, CME, vento solare, particelle energetiche) alle relazioni Sole-Terra, fino agli effetti geomagnetici, disturbi ionosferici e interazioni vento solare-atmosfere planetarie. Si studiano anche i raggi cosmici, gli impatti su sistemi tecnologici e biologici e si applicano metodiche astrofisiche a studi sul cambiamento climatico.

INAF svolge queste attività in collaborazione con università italiane e internazionali (Catania, Firenze, Genova, L'Aquila, Roma 2, Roma 3, Trieste) e altri enti (INGV, ASI, INFN, CNR, ESA). Per il monitoraggio, dispone di una rete di servizi basata su assetti operativi storici e di nuova generazione nelle sedi di Catania, Roma, Napoli e Trieste contribuendo alla rete ESA SSA Space Weather Service Network con previsioni di attività solare (INAF-OACT) e monitoraggio neutronico (INAF-IAPS). Entrambi i sistemi sono integrati in reti internazionali come la Global High Resolution H-alpha Network e il Real-Time Database for High-Resolution Neutron Monitor Measurements (NMDB).

Anche per questo settore, l'INAF conferma l'impegno a consolidare le collaborazioni nazionali ed europee in un approccio integrato.

## 4.2 Tomografia Muonica dei Vulcani attivi

La previsione delle eruzioni vulcaniche, in particolare di quelle esplosive, riveste un ruolo cruciale per la protezione civile nei Paesi caratterizzati da intensa attività vulcanica. In questo ambito, la muografia — o tomografia muonica — rappresenta una tecnologia innovativa e promettente.

Questa tecnica, analoga alla radiografia a raggi X ma basata sui muoni ( $\mu$ ), sfrutta particelle generate nell'alta atmosfera dall'interazione dei raggi cosmici con i nuclei dell'aria. Grazie alla

---

loro elevata energia e lunga vita media, i muoni possono attraversare spessori di roccia di centinaia o migliaia di metri prima di essere assorbiti. Analizzando la variazione del flusso di muoni proveniente da diverse direzioni, è possibile ricostruire mappe bidimensionali della densità interna di un vulcano.

L'INAF propone un approccio innovativo che utilizza tecnologie sviluppate per i telescopi Cherenkov nell'ambito dello sviluppo tecnologico necessario per la messa in opera di CTAO (e dei suoi precursori). Questi strumenti, rispetto ai tradizionali rivelatori di particelle, presentano un rumore di fondo trascurabile.

Un progetto pilota (MUCH, Muography with Cherenkov) è stato formulato per realizzare la prima radiografia muonica ad alta risoluzione dei crateri sommitali dell'Etna con luce Cherenkov utilizzando il telescopio ASTRI-Horn, il prototipo dei telescopi di Cherenkov di classe 4m. Le prime misure saranno possibili nel 2026, data per la quale saranno completate le operazioni di aggiornamento dell'hardware del telescopio ASTRI-Horn.

L'installazione di un telescopio Cherenkov dedicato alla tomografia muonica del vulcano Teide, nell'ambito del progetto ASTRI Mini Array nell'isola di Tenerife, la cui operatività è prevista per la fine del triennio oggetto del presente piano, permetterà di avviare uno studio comparato dei due vulcani (Etna e Teide).

Questo tipo di studi rappresentano peraltro una opportunità importante di collaborazione con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, e con l' Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN, Spagna).

## 4.3 Altre attività esterne all'Ente

### 4.3.1 Rappresentanze in altri Enti di Ricerca o Istituzioni nazionali ed internazionali

Si propongono in Tabella 3 l'elenco delle rappresentanze coperte da INAF in vari contesti internazionali con indicazione del ruolo e del nominante ed i principali ruoli di rappresentanza coperti da INAF in seno alle varie organizzazioni internazionali descritte in questo documento. Si riporta il ruolo ed anche chi è preposto alla nomina per quel ruolo.

Organismo	Ruolo	Nominato	Nominante
LBT Board	Directors (2)	Ricercatori e Tecnologi INAF	DS
LBT Executive Board	Member Representative	DS (ex officio) o suo delegato	Presidente INAF
LBT Corporation	Presidente	Uno tra i Direttori in LBTC Board	Board LBTC (elezione)
LBT Financial Comm.	Member	Funzionario INAF o MEF o MUR	Presidente INAF
ESO Council	First Member	Ex-officio Presidente INAF	MAECI
ESO Council	Second Member	Attachè Scientifico Ambasciata Berlino	MAECI

CTA gGmbH Council	Member Representative	Direzione Scientifica	Presidente INAF
CTA gGmbH Council	Advisors	Ricercatori e Tecnologi INAF	Presidente INAF
CTA STAC	Member	Ricercatori e Tecnologi Italiani	Council CTA (elezione)
CTA BGR	Member Representative	A discrezione del MUR	MUR
SKA Org. Board	Science Director	Direzione Scientifica	Presidente INAF
SKA Org. Board	Voting Director	Presidente INAF (ex officio) o suo delegato	Presidente INAF
SKAO Council	Member Representative	Presidente INAF	MAECI
SKAO Council	Advisors	Ricercatori e Tecnologi Italiani	Presidente INAF
FGG (TNG) Patronato	Presidente	Presidente INAF (ex officio)	Atto Notarile FGG
FGG (TNG) Patronato	Membri Ex-Officio	DG (ex officio) DS (ex officio)	Atto Notarile FGG
FGG (TNG) Patronato	Membri	Ricercatori, Tecnologi e Funzionari INAF e dei Ministeri (MEF. MUR).	CdA INAF su proposta del Presidente
ESA SPC	Advisor Scientifico	Direzione Scientifica	Presidente ASI su proposta Presidente INAF
LOFAR ERIC Council	Member	Ricercatori e Tecnologi INAF	MUR
MeerKAT+ Board	Member	Direzione Scientifica	Presidente INAF
JIVE-EVN Board	Member	Ricercatori e Tecnologi INAF	Presidente INAF
JIV ERIC Council	Member	Ricercatori e Tecnologi INAF	MUR
Paritetico ASI	Membri	Ricercatori e Tecnologi INAF	Presidente INAF
SEAC SKA	Membri	Ricercatori e Tecnologi INAF	Presidente INAF

*Tabella 3 - Elenco delle rappresentanze coperte da INAF in vari contesti internazionali con indicazione del ruolo e del nominante*

## 4.4 Valorizzazione economica della Ricerca

La valorizzazione della ricerca è una delle missioni istituzionali che l'Istituto Nazionale di Astrofisica declina attraverso una costante opera di trasferimento delle *tecnologie abilitanti* (key enabling technologies) generate dalle attività di R&D per la ricerca Astrofisica, con l'obiettivo di generare fattori moltiplicativi di carattere socio-economico.

Gli asset di ricerca scientifica dell'INAF nei quali vengono a crearsi le maggiori occasioni per sviluppi tecnologici innovativi, sono prevalentemente quelli che necessitano dello sviluppo e costruzione di payload scientifici per le missioni spaziali e di sottosistemi e strumentazioni per

---

la costruzione ed il funzionamento delle grandi infrastrutture osservative “world-class” internazionali.

Sulla base degli sviluppi tecnologici attualmente in corso nell’Istituto, nel prossimo triennio, i segmenti tecnologici sui quali saranno indirizzate le principali azioni di valorizzazione saranno:

- sviluppo di soluzioni osservative innovative basate su ottiche adattive;
- tecnologie osservative a grande campo per il monitoraggio dei transienti nell’ambito delle attività di space situation awareness e tracking;
- supercalcolo e big data;
- integrazione e controllo di sistemi derivante dalle tecnologie di array
- applicazioni delle tecnologie utilizzate per osservazioni dell’Universo nello spettro elettromagnetico per la diagnostica, a bassissima invasività, di materiale biologico.
- sviluppo di tecnologie per la decontaminazione di ambienti ad alto rischio biologico partendo dalle tecnologie di emissione di radiazione elettromagnetica per finalità astronomiche;
- applicazioni di tecnologie di rilevatori utilizzati per la rivelazione di fattori ambientali ad alto rischio biologico, chimico e fisico;
- adattamento alla diagnostica medica per immagini, delle tecniche utilizzate per l’elaborazione ed il processing delle immagini astronomiche;
- sviluppi industriali della opto-meccanica di grande precisione di derivazione aerospaziale;
- diagnostica di sicurezza ed applicazioni geologiche e per l’analisi del territorio di apparati strumentali basati su rivelatori muonici.

Le azioni che ci si propone di sviluppare per questo specifico aspetto della missione istituzionale dell’Ente sono:

- incrementare la velocità di catalogazione e aggiornamento delle capacità tecnologiche prodotte dall’Istituto e semplificazione della codifica di identificazione;
- facilitare la cultura dell’innovazione all’interno dell’Ente distribuendo presso le varie Strutture di Ricerca segmenti dei processi di governance dell’innovazione sotto la coordinazione delle articolazioni organizzative centrali;
- rafforzare la cultura dell’innovazione mediante il potenziamento della c.d. “Community degli Inventori”.

Si è, altresì, intenzionati ad incrementare le occasioni di dialogo strutturato con il mondo produttivo, così come definito dall’articolo 43 del Regolamento INAF per la *“Gestione, Tutela e Valorizzazione della Proprietà Intellettuale e per la Incentivazione della Innovazione”*, con particolare riferimento all’utilizzo dello:

- *“Knowledge Exchange Workshop”*, strumento che consente l’*engagement* del mondo industriale, il personale di ricerca può comprendere lo stato dell’arte ed i trends tecnologici dei settori produttivi investiti dalla ricerche in campo astrofisico nonché lo sviluppo di collaborazioni di ricerca e di partenariati strategici con l’industria.

---

#### 4.4.1 Ricerca per la lotta al COVID-19

A partire dalle fasi critiche della pandemia COVID19 (marzo 2020), INAF ha intrapreso una serie di attività di ricerca e sviluppo nella lotta alla diffusione della pandemia, facendo seguito alla sollecitazione del MUR a Università ed Enti di Ricerca. Molti membri INAF hanno partecipato a questi studi, coinvolgendo anche Enti esterni e industrie private, in un contesto multidisciplinare.

Lo sviluppo ha riguardato sistemi basati su radiazione UV da usare come presidi sanitari, modelli di stagionalità delle epidemie moderate dall'illuminazione solare, metodi per rilevare la malattia con approcci spettroscopici e ottici, il monitoraggio di persone potenzialmente contagiate in aree e ambienti pubblici e software di utilità.

Diversi risultati rilevanti sono stati già raggiunti e pubblicati su riviste internazionali, che hanno dato un significativo impulso all'innovazione tecnologica e portato anche alla sottomissione di una serie di domande di brevetto. Alcune delle tecnologie sviluppate traggono origine da applicazioni spaziali o astrofisiche e potranno, a loro volta, essere utilizzate in future missioni spaziali con presenza di astronauti per limitare il rischio di contagio.

Si è ritenuto opportuno continuare le linee di ricerca più promettenti anche ad emergenza pandemica conclusa, allargandone l'applicabilità ad altri virus o altri agenti patogeni in generale. Un brevetto in particolare "Dispositivo e metodo per il campionamento e la rilevazione di un agente patogeno nell'aria" è stato oggetto di una manifestazione di interesse da parte di due realtà industriali attraverso la piattaforma Knowledge Share, la NLC Health Ventures un venture builder e un investitore early-stage leader a livello mondiale nel settore delle tecnologie sanitarie e Veredus Laboratories è un'azienda globale di biotecnologie e diagnostica con sede a Singapore, che sviluppa, produce e distribuisce prodotti e servizi nel campo dei test molecolari, della chimica clinica, dei test point-of-care e degli enzimi ed è impegnata nello sviluppo di nuovi test molecolari per la biosorveglianza di minacce biologiche e per l'individuazione di agenti patogeni in focolai di malattie e intossicazioni alimentari.

Per lo stesso brevetto che nella sua prima versione aveva coinvolto una serie di partner scientifici e tecnologici di rilievo (PoLiMi, UniMi-Ospedale Sacco, UniBo, UniRoma1) è stato firmato un Accordo Quadro Sperimentazione clinica dello strumento INAF con IRCCS Fondazione Don Carlo Gnocchi Onlus.

#### 4.5 Alta formazione

Il numero complessivo di ricercatori appartenenti ad Università o ad altri Enti e associati all'INAF è di circa 520 unità, di cui circa 350 appartenenti ad Università italiane ed estere. Astronomi ed astrofisici sono presenti in molte Università. In particolare, vi sono Dipartimenti di Fisica e Astronomia nelle Università di Bologna, Padova Firenze e Catania. Gruppi di ricerca in astrofisica sono presenti anche in diversi Dipartimenti di Fisica, fra cui Torino, Milano, Milano Bicocca, Como-Insubria, Pavia, IUSS Pavia, Trieste, Trieste-SISSA, GSSI- L'Aquila, Ferrara, Pisa, Scuola Normale Superiore di Pisa, Cagliari, L'Aquila, Pescara, Roma La Sapienza e Roma Tor Vergata, Roma-3, Napoli Federico II e Napoli Parthenope, Lecce, Salento, Calabria, e Palermo. Recentemente, INAF ha aperto proprie sezioni presso l'Università di Genova (Delibera 34/2021) e l'Università di Camerino (Delibera 53/2021).

---

L'INAF collabora alla formazione di nuovi ricercatori, coadiuvando le Istituzioni universitarie nei corsi di laurea e di dottorato e nella supervisione di tesi di ricerca. Di particolare rilevanza sono le convenzioni per l'apertura di borse di dottorato in cooperazione tra Atenei e strutture di Ricerca INAF. INAF finanzia mediamente tra 15 e 20 borse per ciclo a valere su iniziative dedicate o su progetti di ricerca.

A partire dal 2022 ed anche nel 2023 INAF ha partecipato ad alcuni Dottorati Nazionali, a) Dottorato Nazionale In Scienze Planetarie (Università di Trento - 1 borsa), b) Dottorato Nazionale in Scienze Polari (Università Ca' Foscari di Venezia - 1 borsa) e c) Dottorato Nazionale in Tecnologie per la fisica fondamentale (Università di Padova - 6 borse).

L'alta formazione è strettamente legata allo sviluppo della ricerca scientifica. In generale, gli enti di ricerca non ricevono finanziamenti ad hoc per queste attività e vi partecipano attraverso accordi con le Università utilizzando i propri fondi di funzionamento ordinario e/o fondi a valere su specifici progetti. Ricercatori e tecnologi dell'INAF svolgono attività di docenza universitaria e post-laurea sia come docenti di corsi di laurea, di master universitari, di corsi di dottorato e di corsi professionalizzanti di alta formazione, sia come tutor di tirocini previsti dagli ordinamenti dei corsi di laurea sia di università italiane che straniere e che danno titolo all'acquisizione di crediti formativi da parte degli studenti.

Per il prossimo triennio l'Ente intende continuare a contribuire all'alta formazione nei settori di competenza fornendo docenza alle Università convenzionate pre-dottorale, dottorale e post-dottorale. Intende inoltre continuare a sostenere finanziariamente il numero più alto possibile di curricula dottorali presso le Università convenzionate nei limiti delle possibilità di bilancio.

## 4.6 Public Engagement

L'esplorazione del Sistema Solare e lo studio dell'Universo, a tutte le lunghezze d'onda, da Terra e dallo Spazio, costituiscono oggi una disciplina strategica per il futuro dell'Umanità. La diffusione delle conoscenze in questo campo, costituisce uno dei principali fattori che contribuiscono al progresso, di cui la popolazione deve essere consapevole. L'Astronomia, inoltre, è una delle scienze che più attrae i media e il grande pubblico. Per la curiosità e il fascino che suscita nei giovani in particolare, l'Astronomia rappresenta anche un valido strumento per combattere la tendenza negativa di abbandono degli studi di area scientifica che si sta verificando nella maggior parte dei Paesi Europei. Recenti esperienze in vari paesi, tra cui l'Italia, mostrano anche come essa possa rappresentare un efficace terreno di dialogo fra persone di culture diverse, essendo il cosmo patrimonio comune riconosciuto. L'astronomia rappresenta infine, per ragioni simili a quanto appena detto, un eccellente strumento di inclusione sociale.

L'INAF persegue i suoi obiettivi in questo settore attraverso l'area Didattica e Divulgazione della Presidenza INAF, che sovrintende la rete di ricercatori e tecnologi professionisti per quel che riguarda le attività di Public Engagement, presenti nelle diverse sedi INAF, formulando indirizzi utili ad armonizzare le attività con la realizzazione di eventi, visite guidate, e produzione di materiale da offrire alla società e in generale al pubblico e alle scolaresche.

Nel medio termine, e in continuità con il triennio precedente, si intende continuare a operare con i seguenti obiettivi:

- 
- promuovere e sovrintendere un'immagine unitaria dell'INAF a livello nazionale capitalizzando anche le numerose iniziative di diffusione delle conoscenze astronomiche a livello locale;
  - stabilire un dialogo sempre più efficace con i cittadini, attraverso una intensa presenza sia nei media di uso comune (compresi i social network) sia territoriale, al di là del terreno puramente scientifico;
  - promuovere la consapevolezza dell'importanza della cultura scientifica e del metodo che la produce incentivando anche il pensiero critico e fornendo un modello di metodo e di analisi e gestione della complessità;
  - rafforzare le collaborazioni internazionali nel settore del Public Engagement;
  - fornire indirizzi per ideare e gestire moduli di lavoro di Didattica e Divulgazione ormai richiesti a livello europeo anche a supporto di programmi scientifici di Ricerca e Sviluppo.

Nel corso del triennio 2024-2026, si intende dare seguito al rafforzamento del Network di professionisti della diffusione scientifica nelle sedi INAF che lavorano nel tessuto sociale locale e, dall'altra il coinvolgimento di INAF in programmi di respiro europeo da presentare in risposta alle specifiche call del programma UE.

Nel seguito indichiamo gli obiettivi specifici legati alle attività di Public Engagement, suddivisi in tre pilastri fondamentali: attività di informazione e comunicazione con e nei media portata avanti dall'Area Comunicazione della Presidenza, attività di divulgazione dedicate a segmenti di pubblico generico e attività di didattica dedicate al mondo della scuola, queste ultime due portate avanti dalla area Didattica e Divulgazione di cui sopra.

#### 4.6.1 Informazione e Comunicazione

L'ufficio stampa dell'INAF, in base agli indirizzi del Presidente, seleziona, filtra e veicola il flusso delle informazioni provenienti dalle Strutture di Ricerca INAF verso gli organi di informazione. L'attività dell'Ufficio Stampa è indirizzata principalmente ai mass media, i suoi principali interlocutori: quotidiani, radio, tv, riviste, siti web, blog, ecc. in grado di raggiungere precisi e circoscritti target di utenza, in particolare nell'ambito delle scienze che studiano l'universo, così come il pubblico in generale. L'ufficio stampa INAF si basa su criteri di correttezza nell'informazione contribuendo a costruire la buona immagine di INAF, riconosciuto come fonte attendibile e autorevole di informazioni nel settore dell'Astronomia e dell'Astrofisica. L'ufficio stampa INAF realizza inoltre conferenze stampa, prodotti di comunicazione istituzionale, come brochure e report, e supporta l'ideazione di allestimenti per spazi in eventi pubblici istituzionali dove è coinvolto l'Ente. La produzione di comunicati stampa si è assestata sopra i 60 l'anno (64 nel 2024), le interviste di ricercatrici e ricercatori INAF ai media nazionali e locali sono superiori alle 100/anno e gli articoli su carta stampata e web contenenti la parola "INAF" sono oltre 3000 ogni anno (fonte: rassegna stampa INAF curata dalla società Telpress). Sono state inoltre realizzate molte interviste video e audio che sono state pubblicate su varie reti TV e radio, sia nazionali che locali.

Nel 2022, l'Istituto Nazionale di Astrofisica ha istituito il proprio house organ ufficiale: *Universi*, un periodico semestrale che racconta attività e risultati scientifici dell'ente con un linguaggio insieme chiaro e rigoroso. La rivista, composta da 96 pagine e realizzata con un'eccellente qualità tipografica, si distingue anche per la cura grafica e visiva, pensata per valorizzare i contenuti e rendere la lettura stimolante. Distribuita in formato cartaceo alle principali istituzioni scientifiche e culturali italiane e disponibile per il pubblico interessato tramite abbonamento gratuito, *Universi* si è affermata a livello nazionale come uno strumento

---

riconoscibile e autorevole di comunicazione scientifica. A oggi sono stati pubblicati cinque numeri e, da gennaio 2023, è attivo il servizio di abbonamento gratuito al cartaceo, che conta circa 1500 iscritti. La rivista è disponibile anche in formato digitale all'indirizzo <https://universi.inaf.it>, dove si trovano tutti gli approfondimenti, le rubriche, la versione sfogliabile e i PDF completi. La pubblicazione è registrata con il codice ISSN 2975-0938 [registrazione n. 8582 del 01.04.2022 presso il Tribunale di Bologna].

La Testata *Media Inaf* è la testata giornalistica registrata dell'INAF, con una redazione distribuita su varie strutture di ricerca formata in gran parte da giornalisti. *Media Inaf* è un quotidiano *online* a tutti gli effetti e sceglie argomenti e taglio degli articoli ad ampio respiro e con lettrici e lettori come unici referenti, raccontando i successi nel settore ma anche le cose che non vanno. Dal 2010 al giugno 2025 *Media Inaf* ha prodotto oltre 13.200 news e circa 3.500 servizi video, centinaia di interviste, alcune pubblicazioni cartacee (la più recente è *Sensi e sensori*), un podcast di grande successo (*Houston*, disponibile su *Spotify* e su *Apple Podcast*) e due newsletter a settimana (che raggiungono oltre 7.400 iscritti). E ha un pubblico che attualmente si sta assestando attorno ai 100-150mila "lettori attivi" mensili (fonte: Google Analytics 4). *Media Inaf* ha una presenza pluriennale nei maggiori social networks. A giugno 2025 *Media Inaf* ha registrato oltre 105mila *followers* su *Facebook*, 15mila su *Instagram*, 14mila su *X* e oltre 52mila iscritti al canale *YouTube MediaInafTv*, che con i suoi 21 milioni di visualizzazioni si pone attualmente al primo posto fra quelli di tutti gli enti di ricerca.

*EduINAF*, [edu.inaf.it](http://edu.inaf.it) è la rivista mensile online dell'INAF dedicata alla didattica e divulgazione dell'Astrofisica e delle scienze. *EduINAF* nasce nel 2014 e nel 2020 viene registrata come testata ufficiale a cui lavora una redazione distribuita di ricercatori, tecnologi, tecnici ed esperti di didattica e divulgazione. Oggi, gli oltre 25 mila utenti unici mensili tra docenti, studenti, divulgatori e semplici appassionati di scienza, possono trovare su *EduINAF* approfondimenti, rubriche, corsi di formazione online, concorsi per le scuole e contenuti innovativi. Tra questi, le dirette de "Il Cielo in salotto", serate osservative in streaming a cui partecipano in diretta telescopi INAF ed esperti da tutta Italia. Il portale è anche un punto di accesso privilegiato alle molte iniziative didattiche che INAF mette a disposizione della scuola sul territorio e un archivio di risorse didattiche innovative e multidisciplinari, pensate per essere fruite online e usate nelle scuole. *EduINAF* si propone infine come punto di contatto con astroEDU, la piattaforma internazionale della IAU (International Astronomical Union) dove vengono pubblicate e distribuite attività didattiche certificate da un doppio processo di review.

#### 4.6.2 Divulgazione

L'INAF partecipa e sostiene le attività culturali dei territori sui quali insiste e di quelli limitrofi, aderendo e promuovendo iniziative basate sul dialogo e sul confronto, anche grazie a una delle sue caratteristiche più importanti: la multidisciplinarietà.

Esiste un coordinamento nazionale efficace delle attività svolte nelle 16 sedi territoriali e nella sede centrale, suddiviso sia per aree territoriali che per aree tematiche quali, solo per fare alcuni esempi, la didattica innovativa, l'inclusione o l'utilizzo delle tecnologie emergenti – AR e VR – per il public engagement.

*Centri visita, planetari, laboratori e strutture osservative.* INAF offre al pubblico e alle scuole la possibilità di visitare e conoscere da vicino la maggior parte delle sue strutture, sia di ricerca che osservative.

---

Nel corso dell'ultimo anno scolastico 2024/2025 abbiamo raggiunto complessivamente circa **100 mila mila visitatori unici in presenza**.

Molte sedi INAF sono dotate anche di planetari, percorsi museali estesi strutturati (descritti di seguito nella parte dedicata ai musei e archivi storici) e spazi per laboratori didattici progettati da esperti in comunicazione e didattica. Vi sono due importanti centri visite, il primo è il centro "M. Ceccarelli" dei Radiotelescopi di Medicina (BO), il secondo è il Parco Astronomico di Monte Porzio Catone (Astrolab, LightLab, MPT, Sale Storiche), nel quale è in funzione un teatro olografico, un palco in grado di generare immagini olografiche di grandi dimensioni: fino a 4x2.5 metri di superficie visiva. Esso consente la proiezione di video 3D, di manipolare immagini 3D e di generare ologrammi di persone a grandezza naturale.

A queste si aggiungono le visite alla Torre Solare e alla Torre del Primo Meridiano d'Italia di Monte Mario, e ad altri laboratori nelle strutture INAF su tutto il territorio nazionale. INAF offre inoltre numerosi percorsi di esplorazione virtuale sia del proprio patrimonio storico museale (es Museo degli Strumenti Astronomici di Capodimonte) sia di strumenti osservativi e osservatori (es tour virtuale dei radiotelescopi di San Basilio e di Medicina o video 360 della Specola di Padova). I tour virtuali sono raccolti nel portale Polvere di Stelle - [www.beniculturali.inaf.it](http://www.beniculturali.inaf.it) - e nel Magazine mensile nonché Archivio didattico EduINAF - <https://edu.inaf.it> .

*CodyTrip Astronomici.* Nel 2024 sono state offerte alle scuole italiane due edizioni del CodyTrip – il format di gite scolastiche online concepito da Alessandro Bogliolo dell'Università di Urbino e promosso da Giunti Scuola – che hanno portato oltre 47mila partecipanti nei luoghi dell'astrofisica, grazie al contributo di INAF (in termini di organizzazione, co-finanziamento e ricercatori che hanno fatto da guida). In particolare, sono state visitate le sedi di Bologna (stazione radioastronomica di Medicina e Loiano) e il Telescopio nazionale Galileo a La Palma (Canarie). Una precedente edizione del CodyTrip in occasione della mostra Macchine del Tempo a Roma aveva registrato il coinvolgimento di oltre 29mila partecipanti.

*Festival della Scienza.* L'INAF partecipa ai principali festival culturali sul territorio, proponendosi come interlocutore autorevole e operatore di dialogo: dal Festival della Scienza di Genova al Festival delle Scienze di Roma, da Futuro Remoto di Napoli al Festival della Comunicazione di Camogli, dal Festival della Scienza di Cagliari all'Earth Day di Roma e a Palermo Scienza. Senza trascurare le realtà più piccole ma molto interessanti, come il Festival dell'Astronomia di Castellaro Lagusello (MN), giunto alla sua terza edizione, [www.astronomiacastellaro.oapd.inaf.it](http://www.astronomiacastellaro.oapd.inaf.it) che ha visto anche quest'anno un grandissimo successo di pubblico e che si pone come format per portare l'astrofisica nei piccoli borghi disseminati in tutta Italia dove non sono presenti Atenei o centri di ricerca ma dove è alta la domanda da parte della cittadinanza. Altro esempio virtuoso di attività capillare ma strategica è il Gerrei Astrofest, un festival astronomico che si svolge in Sardegna e che ha come baricentro il Sardinia Radio Telescope. Giunto alla sua terza edizione, il Gerrei Astrofest coinvolge ben 8 paesi del Gerrei ed è l'unico esempio di festival diffuso a tema astronomico. O, dal 2025, il Festival delle Mente, a Sarzana.

*Format Internazionali.* INAF sostiene anche tutte quelle attività promosse da giovani e che si poggiano su format internazionali di successo e di grande richiamo, come Pint of Science, Famelab, TeDX, che aumentano consistentemente il numero di proposte ed il volume di pubblico raggiunto. Nel prossimo futuro si aggiungeranno attività di **citizen science**, che permettono al cittadino un maggiore coinvolgimento, producendo nel contempo risultati utili ai ricercatori. Un esempio recente è dato ad esempio dal progetto "Sunspot detectives" lanciato da ricercatori INAF a marzo 2024 sulla piattaforma Zooniverse

---

<https://www.zooniverse.org/projects/teolixx/sunspot-detectives> in collaborazione con ricercatori del Max Planck Institute for Solar System Research, Goettingen

*Notte Europea dei Ricercatori.* Ogni anno, in ciascuna delle città nella quali ha sedi, l'INAF aderisce alla Notte Europea dei Ricercatori, in rete con Università, Enti di ricerca e associazioni senza fine di lucro. Il pubblico raggiunto in questo evento particolare è dell'ordine del migliaio di persone per ciascuna delle sedi che partecipano. In questo contesto si registra un ampio coinvolgimento di tutto il personale INAF di ricerca per la progettazione e la realizzazione delle attività di public engagement.

*Associazione ApeNET.* Dal 2022 INAF è socio fondatore dell'Associazione "Rete italiana degli Atenei ed Enti di Ricerca per il Public Engagement – ApeNet", insieme a circa 60 Enti tra Università, Politecnici, Scuole Superiori ed Enti di Ricerca. Siglata la sua costituzione a Torino l'8 aprile 2022 la Rete ha lo scopo di consolidare e rendere visibile il ruolo che Atenei ed Enti di Ricerca rivestono nel dare forma a proposte e progetti, che fanno riferimento a un concetto di Public Engagement come insieme di valori e azioni istituzionali dirette a generare crescita sociale, culturale ed economica. Alcuni ricercatori INAF partecipano a gruppi di lavoro tematici ApeNE.

*Impegno Internazionale per l'Office for Astronomy Outreach della IAU.* L'INAF collabora con l'Office for Astronomy Outreach (OAO) della IAU per sviluppare progetti di divulgazione scientifica internazionale. Tra le principali iniziative si è svolto, in partnership con il Circuito Cinema Scuole, un progetto di astronomia e cinema dal titolo "Spazio alle opportunità". L'edizione del 2024 si è focalizzata sull'equità di genere e ha visto la partecipazione di oltre un migliaio di studenti delle scuole secondarie di primo e secondo grado. A inizio 2025, il progetto ha ricevuto un riconoscimento ufficiale dall'OAO. A ciò si aggiunge la collaborazione con la Rete di Eratostene per supportare l'omonimo esperimento astronomico, estesa nel 2025 alla Biblioteca di Alessandria d'Egitto. Oltre a ciò l'impegno si concentra su molteplici altri temi in particolare sull'inclusione sociale, accessibilità e parità di genere nelle STEM.

### 4.6.3 Didattica (Education)

La specificità dell'astrofisica consente di essere un efficace tema di insegnamento multidisciplinare di grandi potenzialità, in grado di dialogare con ogni altro genere di insegnamento previsto nei vari livelli di scolarizzazione. L'interesse e la curiosità suscitati dall'astronomia permettono innumerevoli applicazioni didattiche anche in un'ottica altamente inclusiva e permettono anche di aderire a diversi punti dell'Agenda 2030.

Nel corso dell'ultimo anno scolastico 2024/25 abbiamo raggiunto oltre **1.500 classi singole** in tutta Italia con le attività nelle scuole e nei festival della scienza, a cui aggiungere oltre **140.000 (140 mila) studenti di scuole di ogni ordine e grado** attraverso concorsi, gare dell'Astronomia, coinvolgimento nelle nostre dirette EduINAF, e altre attività dove non si partecipa con la classe ma a gruppi o singolarmente.

*Percorsi e laboratori didattici e divulgativi per l'equità nell'accesso alla cultura scientifica.* Il personale INAF lavora alla progettazione di attività e percorsi didattici e divulgativi che incoraggiano e favoriscono l'inclusione e l'equità, tramite la consapevolezza e il superamento di stereotipi e barriere, nei diversi contesti di accesso alla cultura scientifica educativi, in particolare durante la formazione delle persone in giovane età.

---

I progetti in corso sono molto numerosi grazie alla collaborazione attiva e diffusa su tutto il territorio nazionale. In particolare, per le fasce di età più giovani, il progetto *Martina Tremenda* nello spazio (8-12 anni), con ballate, podcast e spettacolo teatrale, in collaborazione con Spacescoop, il progetto *Blu e il cielo*, con ebook in Comunicazione Alternativa Aumentativa, il progetto *STAR* (Scienza, Tinkering e Astronomia per il Riscatto) e il progetto *Nel segno dell'astronomia* sulla LIS.

*PLAY INAF.* *PLAY* è la piattaforma multilingue dedicata alla didattica innovativa dell'INAF, insignita del CLASSified Award 2023 come uno dei 100 migliori prodotti nel campo dell'innovazione tecnologica e digitale. Rappresenta il portfolio di riferimento per chi, all'interno dell'INAF, si occupa di didattica innovativa (in ambito coding, making, robotica educativa, realtà aumentata e realtà virtuale) e viene utilizzata come portfolio in occasione di eventi nazionali e internazionali dedicati alla didattica e alla divulgazione scientifica.

*Interazione culturale.* INAF promuove la universalità della astronomia tra le culture attraverso iniziative verso i migranti (Il planetario e le attività sui Cieli del Mondo ad Arcetri) ed accordi con associazioni culturali e religiose (es. Il centro Islamico Culturale d'Italia presso la Grande Moschea di Roma). Non sono dimenticate altre barriere sociali e culturali come le carceri con iniziative di miglioramento della dignità personale e partecipazione sociale (Inspiring Stars nel carcere di Rebibbia ed accordi formali con case Circondariali e Riformatori a Firenze e Cagliari).

*IAU-Centre for Children and the Mediterranean.* Nel dicembre 2019, l'IAU ha fondato l'*Office of Astronomy for Education* (OAE), con lo scopo di rafforzare le STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) nelle scuole di ogni ordine e grado attraverso l'utilizzo dell'astronomia. L'OAE è un ufficio diffuso: i quartieri generali sono stati assegnati a Heidelberg, mentre sono stati riconosciuti alcuni Centri con deleghe specifiche e alcuni Nodi, con compiti regionali.

L'INAF, alla guida di un network formato da ASI, Università di Tor Vergata Roma e SAlt, ospita, coordina e finanzia lo IAU Office of Astronomy for Education Center Italy (OAE-I), un ufficio internazionale che ha delega alle scuole primarie di tutti i paesi membri IAU e alle scuole di ogni ordine e grado per quanto riguarda il bacino del Mediterraneo. OAE-I cura astroEDU, piattaforma educativa della IAU. OAE-I opera a livello internazionale, promuovendo corsi di formazione con assegnazione di grant; concorsi per la produzione di materiale per le scuole; attività di comunicazione istituzionale, come nel caso della presenza presso l'EXPO di Dubai. OAE-I ha stabilito un processo di cooperazione e di co-progettazione su larga scala, che ha portato a una serie di workshop di co-formazione STEAM-Med, il primo dei quali si è tenuto a Lampedusa nel luglio 2022 e il secondo si è tenuto dal 21 al 27 giugno 2023 a Ifrane, in Marocco presso la Al Akhawayn University.

*PCTO.* INAF è erogatrice presso le Strutture di ricerca di servizi PCTO, la nuova formulazione della Alternanza Scuola Lavoro. Nell'ultimo censimento effettuato delle attività, sono risultati un totale di una sessantina di diversi progetti realizzati da INAF nel corso dell'anno scolastico, che hanno coinvolto circa 1.000 studenti provenienti da oltre 100 scuole distribuite su tutto il territorio italiano.

*Campionati Italiani di astronomia e Settimana dell'Astronomia.* I Campionati Italiani di Astronomia (CIA) sono banditi dal Ministero dell'Istruzione e del Merito (MIM) Dipartimento per il sistema educativo di istruzione e formazione – Direzione Generale per gli Ordinamenti Scolastici (DGOSV), la Valutazione e l'internazionalizzazione del Sistema Nazionale di Istruzione e organizzate dalla Società Astronomica Italiana (SAlt) in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF). Ai CIA partecipano ogni anno circa 10.000 studenti di circa 300 scuole

---

italiane e italiane all'estero. L'elenco degli studenti vincitori è inserito nell'Albo Nazionale delle Eccellenze. I Campionati di Astronomia prevedono la partecipazione a una fase internazionale. Fino al 2023 si è partecipato alle International Astronomical Olympiad (IAO), con, tra l'altro, l'organizzazione a Matera della finale internazionale 2022. Dall'edizione 2024 si partecipa alla fase internazionale delle International Olympiad in Astronomy and Astrophysics (IOAA), che permettono l'iscrizione di due squadre per studenti di età diversa. Nel 2025 si parteciperà alle XVIII IOAA in India nel mese di agosto, con studenti delle categorie Senior e Master, e alle IV IOAA-Junior in Romana nel mese di ottobre, con studenti della categoria Junior 2. La Settimana dell'Astronomia è promossa dalla SAlt che la organizza in collaborazione con l'INAF. Nell'ambito di tale settimana, l'INAF/OA Brera organizza il Premio Schiaparelli per studenti.

*Scuole estive per studenti.* Dal 2010 la SAlt organizza con l'INAF, ogni anno nella II settimana di luglio, una Scuola Nazionale Estiva di Astronomia (SNEA) di formazione e orientamento per gli studenti delle scuole superiori, promossa e riconosciuta dal MIM - DGOSV come percorso di eccellenza per la valorizzazione delle eccellenze scolastiche.

*Formazione professionale per docenti di scuola primaria e secondaria.* I ricercatori e tecnologi dell'INAF partecipano anche ad attività di formazione professionale continua rivolte all'aggiornamento di personale docente della scuola primaria e secondaria, sia online che in presenza. In particolare, si segnala il corso di formazione per docenti delle scuole superiori di area scientifica e umanistica, promosso dal MIM e organizzato dalla SAlt in collaborazione con l'INAF, che si svolge a Riace (RC) l'ultima settimana di luglio e giunto nel 2025 alla XXX edizione.

Nel prossimo triennio l'Ente continuerà sulle linee tracciate negli scorsi anni che si sono rivelate efficaci e di impatto per il Public Engagement nel settore della Astronomia e dell'Astrofisica. In linea con le Linee guida del Ministero dell'Istruzione e del Merito (MIM) per l'insegnamento delle competenze digitali e del pensiero computazionale, l'Ente propone inoltre corsi di coding con Scratch e robotica educativa, nonché di coding unplugged, su tutto il territorio nazionale. I corsi sono rivolti ai docenti della scuola primaria e secondaria di primo grado, e hanno lo scopo di fornire le conoscenze e le abilità per portare in classe in modo efficace il coding e la robotica educativa.

## 4.7 Biblioteche, archivi storici e Musei

Uno degli obiettivi principali dell'ambito MAB (Musei Archivi Biblioteche) riguarda la realizzazione di strategie che rendano possibile a tutto il personale dell'Ente l'accesso alle risorse informative correnti. Su questo fronte è da sottolineare la convenzione con CRUI-CARE (Conferenza dei Rettori delle Università Italiane - Coordinamento per l'Accesso alle Risorse Elettroniche) che ha permesso la sottoscrizione di un accordo finalizzato alla partecipazione dell'INAF ai contratti con i principali editori scientifici per la sottoscrizione degli abbonamenti alle riviste e ai database bibliografici. Inoltre tale accordo ha consentito di stipulare alcuni accordi, di tipo trasformativo, che garantiscono la pubblicazione in open access degli articoli scientifici da parte dei ricercatori INAF. Sempre nella direzione di una maggiore diffusione della conoscenza scientifica si pone l'implementazione costante del repository ad accesso aperto OA@INAF <https://openaccess.inaf.it>

Il repository, diventato operativo nel corso del 2019, attualmente conserva la produzione scientifica dell'ente a partire dal 2015, includendo anche la serie "INAF Technical Reports". Nel corso del 2024-2025 l'Ufficio Open Access, nello svolgimento del proprio ruolo di raccogliere

---

e rendere disponibili i risultati e i dati della ricerca, ha dato un contributo fondamentale nella gestione delle procedure della VQR.

L'ambito MAB si occupa inoltre delle iniziative e dei progetti di conservazione, tutela, valorizzazione e fruizione del patrimonio storico di ambito bibliotecario, archivistico e museale, conformemente alle indicazioni contenute nell'art. 2 dello Statuto INAF. Il patrimonio delle Biblioteche dell'INAF conta oltre 125.000 volumi monografici, 7000 volumi antichi, diverse centinaia di testate di periodici cartacei e online. Il patrimonio archivistico è costituito da oltre tre milioni di documenti, tra cui 122 serie di fondi archivistici degli astronomi italiani. Inoltre il patrimonio storico strumentale custodito negli Osservatori Astronomici rappresenta nel suo insieme una delle collezioni più interessanti e preziose nel campo della storia della scienza, sia a livello italiano che a livello internazionali. Allo scopo non solo di garantire la tutela e la salvaguardia, ma anche di sostenere la valorizzazione e la conoscenza di tale patrimonio è stato realizzato Polvere di Stelle, il Portale dei beni culturali dell'astronomia italiana ([www.beniculturali.inaf.it](http://www.beniculturali.inaf.it)). Esso raccoglie i database archivistici, bibliografici e strumentali di tutti i beni culturali dell'Istituto, continuamente implementato e aggiornato sia per la parte dei dati patrimoniali che per l'informazione delle attività di valorizzazione e fruizione. Il Portale è uno strumento informatico interattivo che consente agli studiosi ricerche simultanee sulle differenti tipologie di materiale che costituiscono le collezioni storico-scientifiche dell'INAF. Il Portale è arricchito sia dalla presenza della Teca digitale, che permette la consultazione dei volumi antichi di particolare rilievo, sia dal database delle biografie degli astronomi italiani. Inoltre raccoglie al suo interno mostre virtuali, podcast e video realizzati anche per un pubblico non specialistico. E' prevista per il 2025 e il 2026 una revisione ed un upgrade sistematico del portale che renda le funzionalità ancora più efficienti e più responsive alle esigenze degli utenti e degli studiosi.

Per quanto riguarda la tutela e la valorizzazione del patrimonio bibliografico è stata completata un'accurata catalogazione degli incunaboli e delle cinquecentine conservati negli Osservatori astronomici italiani editi fra il 1478 e il 1560. È stato quindi pubblicato nel 2024 (Olschki editore) un pregiato volume (*Gli incunaboli e le cinquecentine degli Osservatori astronomici dell'Istituto Nazionale di Astrofisica 1478-1560*) che presenta questo importante patrimonio bibliografico, sicuramente un unicum a livello internazionale. E' in programma per il 2026-2027 la pubblicazione del secondo volume che comprenderà lo studio e la catalogazione delle edizioni pubblicate fra il 1560 e il 1600.

Nel 2024 è stato completato il riordino degli archivi storici degli Osservatori di Arcetri, Brera e D'Abruzzo ed i relativi inventari sono confluiti – o confluiranno nel 2025-2026 – all'interno di *Polvere di stelle*, da dove sarà possibile consultarli, in tutta la loro ricchezza documentaria. Negli anni 2025-2027 è previsto il completamento dell'inventario dell'Osservatorio di Trieste e l'integrazione all'interno del portale Polvere di stelle degli archivi aggregati dell'Osservatorio di Capodimonte. Contestualmente al riordino sono previsti interventi di valorizzazione degli archivi storici che facciano conoscere, sia a livello locale che a livello nazionale, la straordinaria storia dell'astronomia in Italia ed i suoi intrecci con la cultura e la società. In questo ambito è in corso un progetto di ricognizione e studio della documentazione archivistica relativa alla costruzione delle cupole osservative, in collaborazione con l'Associazione Bombelli e il Dipartimento Architettura e Design del Politecnico di Torino. Nel 2025-2026 inoltre verrà realizzato un progetto dedicato allo studio e valorizzazione di un particolare fondo d'archivio conservato presso l'Osservatorio astrofisico di Arcetri dedicato al contributo dell'astronomo Giorgio Abetti alla spedizione scientifica guidata Filippo De Filippi in Himalaya e Karakorum nel 1913.

Molti osservatori astronomici conservano collezioni fotografiche di notevole valore che testimoniano l'attività scientifica delle strutture. È in corso, in alcune sedi INAF, un primo lavoro di studio, catalogazione (e in taluni casi restauro, dato che si tratta spesso di materiali fragili).

---

Nel corso del 2025 tale materiale sarà disponibile e potrà essere consultato dal portale *Polvere di stelle*. Inoltre sono previsti eventi di valorizzazione della documentazione fotografica che conserva in sé un tale potere di attrazione sul pubblico da essere un efficace strumento di avvicinamento all'astronomia. Nell'ambito dell'accordo quadro INAF-MIC DGER, è attualmente in corso presso ICPAL il restauro delle prime osservazioni astronomiche in fotografia di Angelo Secchi realizzate tra il 1851 e il 1860 conservate presso l'Osservatorio astronomico di Roma. A restauro completato seguirà un evento espositivo di orizzonte più ampio, da realizzarsi nel 2026, dedicato alle origini e agli sviluppi dell'astrofotografia.

Nell'ottica di consentire un'accessibilità sempre più ampia, sia fisica che digitale, ai musei dell'INAF si collocano anche le attività previste dai progetti "Astronomia senza barriere" (il cui finanziamento rientra all'interno del piano di investimento PNRR M1C3 "Rimozione delle barriere fisiche e cognitive in musei, biblioteche e archivi per consentire un più ampio accesso e partecipazione alla cultura") e "South Risk: From Data Collection to Monitoring Interventions and Risk Prevention. A Southern History" (PRIN PNRR 2022) dell'Osservatorio astronomico di Capodimonte. Quest'ultimo, in collaborazione con le Università di Bari, Messina, Napoli Federico II, intende studiare la tradizione nelle ricerche sui fenomeni naturali (meteorologia, terremoti e vulcani) che hanno interessato il Sud Italia tra il XVIII e il XX secolo. L'obiettivo è ricostruire la storia di questi studi, anche digitalizzando le collezioni archivistiche e bibliotecarie dell'Osservatorio di Capodimonte e creando una mostra, sia virtuale che fisica, sui temi di ricerca.

Nel corso del 2025-2026 sono previste una serie di eventi e iniziative volti a celebrare le figure di Giovanni Domenico Cassini nel IV centenario della nascita con iniziative per gli studiosi (un convegno internazionale), per il pubblico e attività nelle scuole a Bologna e a Roma, e di padre Giuseppe Piazzi nel duecentesimo anniversario della sua morte. Inoltre nel 2026 si terrà a Roma il convegno internazionale INSAP (Inspiration of astronomical phenomena) che costituirà un'occasione per approfondire temi legati alla valorizzazione dei beni culturali INAF e al suo inestimabile patrimonio storico.

---

## 5. Infrastrutture di Ricerca

INAF costruisce, opera ed utilizza infrastrutture osservative da Terra e da Spazio, queste ultime in collaborazione con l'ASI ed altre rilevanti agenzie spaziali nel mondo.

Una descrizione completa di tutti i programmi a carattere infrastrutturale è consultabile al sito <https://pta.inaf.it>. I telescopi operativi presso le strutture osservative nel territorio nazionale sono brevemente descritti nel paragrafo 1.3.3. Di seguito elenchiamo le infrastrutture di maggiore rilevanza scientifica e quelle che sono direttamente finanziate e controllate da INAF.

### 5.1 Infrastrutture da Terra

#### 5.1.1 Infrastrutture in funzione

##### 5.1.1.1 SRT e Antenne VLBI

SRT è un radiotelescopio dell'INAF con superficie attiva di 64 m di diametro sito in località San Basilio in Sardegna. È stato realizzato da INAF con contributi del MUR, della Regione Sardegna e dell'ASI. Oltre ad essere uno strumento innovativo per applicazioni single-dish opera anche, insieme alle antenne da 32 m presso Medicina (Bo) e Noto (Sr), nelle rete italiana ed europea del VLBI (Very Long Baseline Interferometry). Il funzionamento di SRT e delle antenne VLBI è finanziato dal MUR come progetto a valenza internazionale (4.0 M€/anno). È stato recentemente finalizzato un importante potenziamento di SRT finanziato dal MUR attraverso l'iniziativa PON (PIRO1\_00010 - 18.7 M€), che consente ora di operare il radiotelescopio ad alta frequenza (fino a 100 GHz) aprendo nuovi orizzonti di sfruttamento scientifico. Sempre grazie al PON si sono equipaggiati con ricevitori ad alta frequenza anche l'antenna di Noto e quella di Medicina, presto dotata anche di superficie attiva. Quindi, a breve, anche tutta la rete VLBI italiana potrà osservare fino a 100 GHz.. Sempre grazie al PON si stanno equipaggiando con ricevitori ad alta frequenza anche l'antenna di Noto e quella di Medicina, presto dotata anche di superficie attiva. Quindi a partire dal 2024 tutta la rete VLBI italiana potrà osservare fino a 100 GHz.

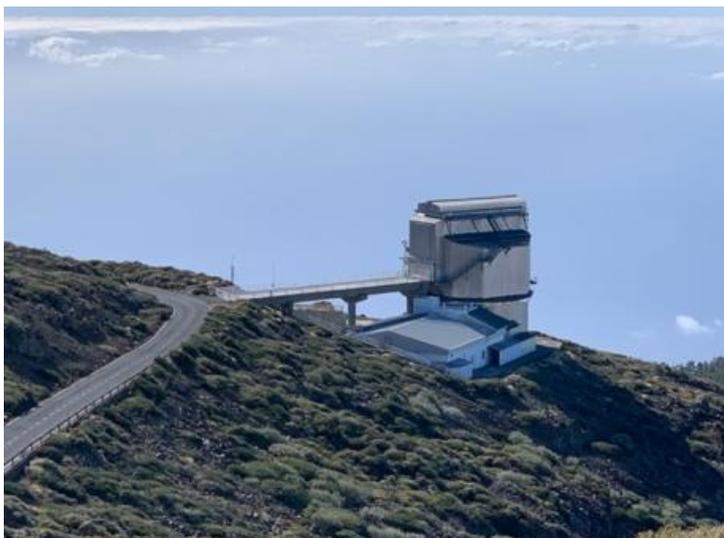


Figura 9 - Telescopio Nazionale Galileo (TNG)



Figura 10 - Sardinia Radio Telescope (SRT)

#### 5.1.1.2 Telescopio Nazionale Galileo (TNG)

Il TNG è un Telescopio Ottico-Infrarosso da 3.6 m di diametro sito presso l'Osservatorio del Roque de los Muchachos, isola di La Palma, Canarie (Spagna). Infrastruttura gestita interamente da INAF attraverso la *Fundación Galileo Galilei Fundación Canaria*, e finanziata dal MUR come progetto a valenza internazionale (2.9 M€/anno). La infrastruttura è internazionalmente riconosciuta all'avanguardia assoluta nella ricerca dei pianeti extrasolari e contribuisce fattivamente alla ricerca multiwavelength e multimessenger delle sorgenti transienti. È stato aggiornato l'accordo con l'Università di Ginevra per l'utilizzo dello spettrografo ad alta risoluzione HARPS-N fino al 2028. Il TNG è inoltre coinvolto nei progetti PNRR CTA+ e STILES per la costruzione di un fotometro veloce e di un laser-comb VIS-NIR

#### 5.1.1.3 Large Binocular Telescope (LBT)

Il LBT è un telescopio Ottico-Infrarosso binoculare con due specchi dal diametro di 8.4 m ciascuno sito presso il Mount Graham International Observatory in Arizona (USA). LBT è operato da INAF che ne possiede il 25% in associazione con partners statunitensi (50%) e tedeschi (25%) attraverso una società no-profit di diritto USA (LBT Corporation) ed è finanziato dal MUR come progetto a valenza internazionale (3.2 M€/anno). LBT è riconosciuto all'avanguardia per le tecnologie di ottica adattiva che incorpora e per le capacità uniche al mondo di spettropolarimetria ad alta risoluzione. Sono in corso di installazione a LBT i nuovi strumenti SHARK-VIS e SHARK-NIS di realizzazione INAF che consentiranno di fare coronografia di pianeti extra-solari con quello che rimane, sino all'avvio di ELT, il telescopio più grande del mondo

#### 5.1.1.4 VLT Survey Telescope (VST)

Il VST è un telescopio da 2.6 m di diametro installato all'Osservatorio del Paranal dell'ESO. VST è progettato per le survey del cielo in luce visibile con la camera a campo largo OmegaCAM che ne costituisce il principale strumento. Di realizzazione italiana e proprietà INAF il VST è tornato sotto il pieno controllo dell'Ente dal 1°ottobre 2022, alla scadenza dell'accordo

---

decennale con ESO per il suo utilizzo. Per la sua gestione l'Ente ha creato un apposito centro, denominato "Centro di Coordinamento per VST".



Figura 11 - Large Binocular Telescope (LBT)



Figura 12 - VLT Survey Telescope (VST)

#### 5.1.1.5 Telescopi ESO

L'Organizzazione Europea per l'Astronomia nell'Emisfero Australe ([ESO](#)) è una organizzazione internazionale da trattato (IGO) fondata nel 1962 ed alla quale l'Italia ha aderito nel 1982. L'ESO gestisce decine di telescopi dall'infrarosso al millimetrico nei tre osservatori di La Silla, Paranal e Chajnantor siti sulle Ande cilene. Tra questi, sono di grande importanza il Very Large Telescope (VLT - Paranal) e l'Atacama Large Millimetric Array (ALMA - Chajnantor). L'Italia ha una partecipazione di circa il 14% in ESO sostenuta dal MAECI. Il membro votante nel Council ESO è il Presidente dell'INAF. I ricercatori italiani ottengono tempo osservativo presso l'infrastruttura attraverso un meccanismo di assegnazione competitiva. L'ESO permette più di 50 configurazioni osservative possibili delle quali 12 utilizzabili simultaneamente. Tale quantità e varietà di possibilità ha contribuito nelle ultime decadi alla indiscussa leadership europea nella astrofisica osservativa.



Figura 13 - Very Large Telescope (VLT)



Figura 14 - Atacama Large Millimetric Array (ALMA)

---

## 5.1.2 Infrastrutture in costruzione

### 5.1.2.1 ELT - Extremely Large Telescope

L'ESO nel 2012 ha avviato la costruzione dell'[ELT](#) a Cerro Armazones nel deserto di Atacama in Chile. ELT vedrà la prima luce nel 2028 e sarà il telescopio ottico-infrarosso più grande mai costruito al mondo. ELT è finanziato attraverso un contributo straordinario ad ESO sostenuto in passato dal MUR come progetto a valenza internazionale e dal 2021 dal MAECI come parte integrante della quota di partecipazione ad ESO. La costruzione della struttura meccanica e della cupola è stata assegnata ad un consorzio di imprese italiane (commessa di circa 400 M€). Il cuore tecnologico del telescopio, lo specchio adattivo M4, è costruito da un consorzio di imprese italiane coordinate con tecnologia proprietaria sviluppata nei laboratori dell'INAF. INAF costruisce inoltre strumentazione scientifica all'avanguardia come il modulo adattivo MORFEO ed in prospettiva lo spettrografo ad alta risoluzione per la ricerca di pianeti extrasolari ANDES

### 5.1.2.2 ASTRI Mini-Array

Il Telescopio Cherenkov ASTRI è frutto di una tecnologia innovativa interamente italiana il cui sviluppo è stato finanziato nel 2010 nell'ambito dei progetti Bandiera del MIUR. Il primo prototipo funzionante è installato presso l'Osservatorio di Serra la Nave alle pendici dell'Etna (dedicato a Guido Horn D'Arturo). Una serie di nove telescopi, denominata ASTRI Mini-Array, è in corso di installazione nell'isola di Tenerife, Canarie. Il Mini-array sarà operativo dalla fine del 2024 e promette di fornire risultati rivoluzionari nel campo della astrofisica delle altissime energie (>100 TeV) inclusa la identificazione per la prima volta di sorgenti di Pevatroni. Il Mini-Array è finanziato da un intervento specifico iscritto nella legge di Bilancio 2015 mentre la sua installazione ed operazioni è sostenuta dal MUR attraverso il fondo infrastrutturale (DM 450/2019).

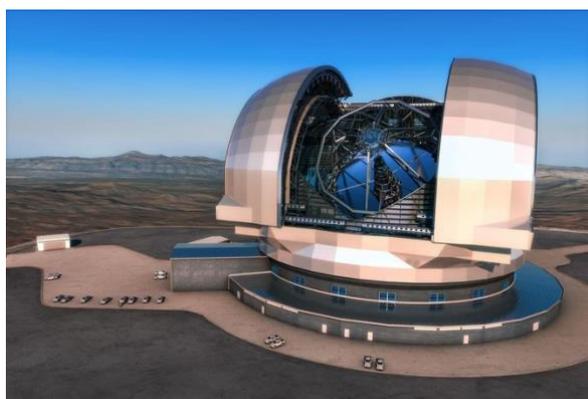


Figura 15 - Extremely Large Telescope (ELT)



Figura 16 - ASTRI Horn d'Arturo

---

### 5.1.2.3 CTA

CTA è un progetto che vede coinvolti paesi e ricercatori di tutto il mondo per la realizzazione di un grande osservatorio astronomico ([CTAO](#)), con due sedi: una nell'emisfero nord nell'isola di La Palma, isole Canarie, ed una nell'emisfero sud presso Cerro Paranal nel deserto di Atacama in Cile. CTAO studierà l'Universo attraverso i raggi gamma di altissima energia (TeV) rivelati mediante l'effetto Cherenkov. Ciascun osservatorio ospiterà un numero di telescopi Cherenkov (13 al nord ed oltre 50 al sud) di dimensioni variabili: grandi (LST – diametro 23 m), medi (MST – diametro 12 m) e piccoli (SST – diametro 4 m) dal momento che la possibilità di osservare fotoni gamma ad energie diverse dipende dalla dimensione del telescopio. La tecnologia per i telescopi SST sarà italiana, sviluppata e collaudata con il telescopio ASTRI-Horn d'Arturo e con il progetto ASTRI Mini-Array in fase di installazione a Tenerife. CTA è correntemente gestito dal Gennaio 2025 dalla CTAO-ERIC. CTAO ha sede a Bologna presso la struttura dell'INAF-OAS. CTA è sostenuto dal MUR attraverso fondi infrastrutturali (DM 450/2019).



Figura 17 - Large Size Telescope (LST)

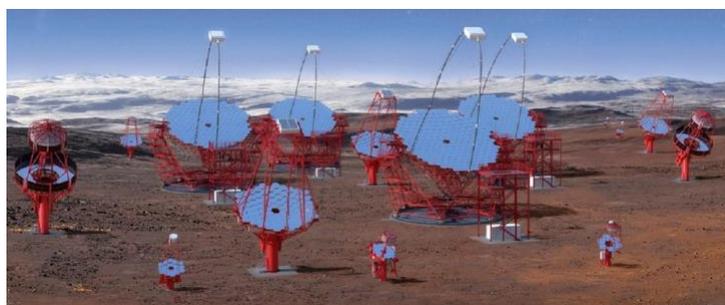


Figura 18 - Cherenkov Telescope Array (CTA)

### 5.1.2.4 SKA e precursori

[SKAO](#) è il più grande radiointerferometro al mondo correntemente in costruzione in due siti nell'emisfero sud: nel deserto del Karoo in Sudafrica (antenne a frequenza media) e nel deserto di Murchison in Western Australia (antenne a bassa frequenza). L'Osservatorio SKA (SKAO) si è costituito come una organizzazione inter-governativa da trattato (IGO) a seguito di una negoziazione internazionale a presidenza italiana (MIUR-MAECI) il 12 Marzo 2019.

A seguito dei processi di ratifica nei parlamenti dei paesi membri la IGO-SKAO, che ha sede a Jodrell Bank in UK, è divenuta operativa all'inizio di Febbraio del 2021. L'Italia contribuisce a SKAO attraverso il MUR con 120 M€ in 10 anni stabiliti dalla legge di ratifica del trattato internazionale. Diverse delle nuove tecnologie incorporate nel telescopio sono state sviluppate da INAF in collaborazione con l'industria italiana, in particolare il selettore di campo (Feed Indexer) delle antenne a frequenza media ed il disegno analogico-digitale della antenna log-periodica a bassa frequenza.

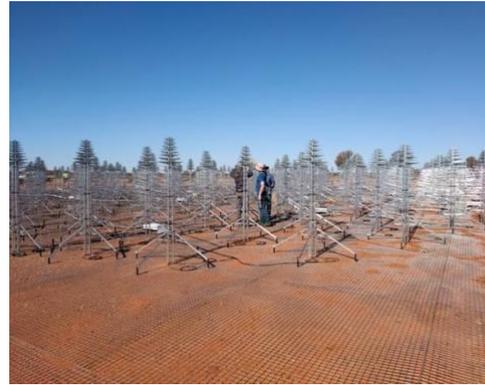
Gli studi e la prototipazione sono stati finanziati dal MUR con un intervento specifico iscritto nella legge di Bilancio 2015 e successivamente dai fondi infrastrutturali del MUR (DM 450/2019). I fondi infrastrutturali hanno finanziato anche la partecipazione ai precursori di SKA [MeerKAT+](#) e [LOFAR](#). Inoltre, andranno a finanziare l'acquisizione delle risorse di calcolo necessarie per il trattamento avanzato dei dati di SKA. La scienza di SKA spazierà dalla ricerca

---

di pianeti extrasolari abitabili all'universo primordiale con particolare attenzione ai campi gravitazionali forti ed al magnetismo cosmico.



*Figura 19 - MeerKAT Radiotelescope*



*Figura 20 - Aperture Array Verification System 2.0 (AAVS2.0)*

---

## 5.2 Infrastrutture dallo/per lo Spazio

L'INAF è il principale partner dell'ASI per la ricerca astrofisica legata all'osservazione dell'Universo e per lo studio del sistema solare. L'Ente ha una collaborazione storica e consolidata con l'Agenzia per il disegno, la realizzazione e lo sfruttamento scientifico di missioni spaziali e di strumentazione per satelliti. Di seguito le collaborazioni in corso più rilevanti relative a missioni spaziali nazionali ed internazionali.

### 5.2.1 Le missioni Spaziali

La descrizione della partecipazione scientifica e tecnologica dell'INAF alle missioni sopra elencate ed a tutte le altre non citate è descritta nel dettaglio nel citato repository dei progetti <https://pta.inaf.it>.

#### 5.2.1.1 Operative

##### Nazionali

- a. **HERMES**: costellazione di nano satelliti in fase di sviluppo e dedicata allo studio dei lampi gamma e delle controparti delle onde gravitazionali. INAF è responsabile dello sviluppo, implementazione e test del payload. Il lancio del primo set di satelliti ha avuto luogo a marzo 2025.

##### Europee (ESA)

- b. **BEPICOLOMBO**: missione Cornerstone ESA-JAXA lanciata nell'ottobre 2018 in viaggio verso Mercurio. Partecipazione INAF: strumenti ISA, SERENA e SIMBIO-SYS.
- c. **CHEOPS**: missione di classe Small lanciata nel dicembre 2019 e dedicata allo studio degli esopianeti. Partecipazione INAF: progetto ottico del telescopio, contributo su specchi ed elettronica di bordo.
- d. **EUCLID**: missione di classe Medium (M2); in fase di sviluppo e dedicata allo studio dell'energia e della materia oscura e con lancio effettuato nel luglio 2023. Partecipazione INAF: Data processing Unit e SW applicativo di bordo, GRISM Unit, contributo al Ground Segment.
- e. **GAIA**: Missione "Cornerstone" lanciata nel dicembre 2013 e dedicata principalmente allo studio, al censimento e alla cartografia della Galassia tramite misure astrometriche
- f. **ExoMars 2016**: missione ESA-Roscosmos (Trace Gas Orbiter) in fase operativa dedicata allo studio dei gas in traccia nell'atmosfera di Marte. Partecipazione INAF: leadership degli strumenti NOMAD e CASSIS.
- g. **HERA**: missione di Planetary Defense lanciata nell'ottobre 2024. Partecipazione INAF: scienza e responsabilità sensore di polvere.
- h. **JUICE**: missione di classe Large (L1) lanciata nell'aprile 2023 e dedicata allo studio del sistema Giove. Partecipazione INAF: strumenti JANUS, MAJIS, RIME e 3GM.
- i. **MARS-EXPRESS**: missione Flexible lanciata nel giugno 2003 e prima missione europea verso Marte. Partecipazione INAF: contributi agli strumenti ASPERA, MARSIS, OMEGA e PFS.

- 
- j. **PROBA 3**: prima missione dimostrativa delle tecnologie per volo in formazione lanciata a dicembre 2024. Partecipazione INAF: metrologia e filtri alta risoluzione.
  - k. **SOLAR ORBITER**: missione di classe Medium (M1); lanciata nel febbraio 2020 e dedicata allo studio del Sole e dell'Eliosfera. Partecipazione INAF: strumento METIS e digital processing Unit per lo strumento SWA.
  - l. **XMM**: missione Cornerstone di Astrofisica X lanciata nel 1999. Partecipazione INAF: scienza, sviluppo dei 3 strumenti di EPIC.

#### Extra-Europee

- m. **CSES-2**: missione della CSNA di Space Weather e studio accoppiamento Litosfera-Magnetosfera in fase di sviluppo lanciata nel 2025. Partecipazione INAF: sviluppo dello strumento di campo elettrico EFD-02.
- n. **Fermi**: missione della NASA lanciata nel giugno 2008 e dedicata all'astrofisica gamma. Partecipazione INAF: contributo all'interpretazione dei dati scientifici.
- o. **Hayabusa2**: missione della JAXA di sample return da asteroidi lanciata nel dicembre 2014. Partecipazione INAF: calibrazione ed analisi dati scientifici.
- p. **IXPE**: missione NASA di classe SMEX lanciata a dicembre 2021 e dedicata alla polarimetria X. Partecipazione INAF: responsabilità scientifica del polarimetro e contributo al Ground Segment.
- q. **JUNO**: missione della NASA lanciata nell'agosto 2011 e dedicata allo studio del campo magnetico di Giove. Partecipazione INAF: responsabilità scientifica dello strumento JIRAM e contributo al Ground Segment.
- r. **MARS 2020**: missione NASA facente parte del Mars Exploration Program dedicata all'esplorazione di Marte e lanciata nel luglio 2020. Partecipazione INAF: test di laboratorio per confronto con le osservazioni degli strumenti SuperCam e SHERLOC a bordo del rover Perseverance.
- s. **MRO**: missione NASA per studio dell'atmosfera, superficie e sottosuolo di Marte Lanciata nell'agosto 2002. Partecipazione INAF: sviluppo dello strumento Sharad.
- t. **OSIRIS-REx**: missione della NASA di sample return da asteroide con materiale organico lanciata nel settembre 2016. Partecipazione INAF: osservazione da Terra del target.
- u. **Swift**: missione NASA di classe MIDEX lanciata nel novembre 2004 e dedicata allo studio dei lampi gamma. Partecipazione INAF: responsabilità delle ottiche dello strumento XRT, contributo al Ground Segment ed all'analisi dei dati scientifici.
- v. **Tianwen2**: missione della CNSA cinese di sample return dall'asteroide Kamo'oalewa lanciata nel 2025. Partecipazione INAF: responsabilità dei due strumenti VISTA1 e VISTA2.
- w. **VERITAS**: missione della NASA di classe Orbiter attualmente in fase B, dedicata allo studio della superficie di Venere (gravimetria, topografia e spettroscopia). Partecipazione INAF: scienza.

#### 5.2.1.2 In fase di Sviluppo

#### Europee (ESA)

- a. **ARIEL**: missione di classe Medium (M4) dedicata allo studio degli esopianeti. Partecipazione INAF: co-Piship; telescopio, elettronica di bordo, contributo al Ground Segment. Lancio previsto nel 2029.

- 
- b. **New-ATHENA**: missione di classe Large di Astrofisica X. Partecipazione INAF: sistema di anticoincidenza criogenica, filtri termici ed ottici, Instrument Control Unit, facility di calibrazione ottica dei singoli moduli e del mirror assembly integrato, simulazioni delle performance ottiche stima del background. Lancio previsto nel 2037.
  - c. **COMET-INTERCEPTOR**: missione di classe Fast (F1) dedicata alla scoperta di nuove comete. Partecipazione INAF: responsabilità strumento DISC e contributo sulla testata ottica dello strumento EnVisS. Lancio previsto nel 2029.
  - d. **ExoMars**: missione ESA e dedicata allo studio dell'ambiente e sottosuperficie di Marte ed alla ricerca di vita il cui lancio è previsto nel 2028. Partecipazione INAF: leadership dello strumento Ma\_Miss e numerose partecipazioni ad altri strumenti. Per quanto riguarda lo strumento Micromed, sempre a leadership italiana, è in fase di studio una sua possibile riallocazione.
  - e. **M-MATISSE**: missione di classe "Medium" (candidata M7 in fase A) dedicata allo studio delle interazioni tra magnetosfera, ionosfera, termosfera di Marte con lancio previsto nel 2037. Partecipazione INAF: responsabilità della Data Processing Unit dei sensori di particelle.
  - f. **PLATO**: missione di classe Medium (M3); in fase di sviluppo e dedicata allo studio degli esopianeti, il cui lancio è previsto a Dicembre 2026. Partecipazione INAF: co- PI-ship; coordinamento Camera System, fornitura delle Telescope Optical Units e della Instrument Control Unit. Partecipazione INAF;
  - g. **PLASMA OBSERVATORY**: missione di classe "Medium" (candidata M7 in fase A) dedicata allo studio dei processi di energizzazione nella magnetosfera con misure a multi scala con lancio previsto nel 2037. Partecipazione INAF: PI-ship; responsabilità Particle Processing Unit e Ion Mass Spectrometer.
  - h. **THESEUS**: missione di classe "Medium" (candidata M7 in fase A) di Astrofisica delle Alte Energie, Astrofisica multi-messenger e Cosmologia con lancio previsto nel 2037. Partecipazione INAF: PI-ship; responsabilità XSGS e del telescopio infrarosso, scienza.

#### Extra-Europee

- i. **COSI**: missione NASA di classe SMEX dedicata all'astrofisica gamma nel regime Compton e con lancio previsto nel 2027. Partecipazione INAF: scienza, simulazioni di strumento e SW di analisi dati.
- j. **EMA**: missione dell'Agenzia Spaziale degli UAE, con lancio previsto nel 2028, per esplorazione degli asteroidi della Main Belt. Partecipazione INAF: sviluppo del payload scientifico MIST-A.
- k. **eXTP**: missione della CAS di Astrofisica X con lancio previsto nel 2029. Partecipazione INAF: scienza.
- l. **LiteBIRD**: missione della JAXA per studio della polarizzazione B-mode del fondo cosmico con lancio previsto nel 2027. Partecipazione INAF: calibrazioni e scienza.
- m. **MANTIS**: missione CubeSat della NASA per spettroscopia stellare, con lancio previsto nel 2026. Partecipazione INAF: scienza, sistema ottico per telescopio EUV.
- n. **MUSE**: missione medium class explorer della NASA dedicata all'Eliofisica ed allo Space Weather e con lancio previsto nel 2027. Partecipazione INAF: scienza, specchi per Imager EUV, specchio primario per lo spettrografo, filtri ottici.
- o. **PRIMA**: missione della NASA di classe Probe attualmente in fase A e dedicata all'Astrofisica nel vicino infrarosso. Partecipazione INAF: scienza e Data Handling Unit. Lancio previsto entro il 2032.
- p. **Rashid Rover 3**: missione facente parte del programma Emirates Lunar Mission (ELM) che prevede lo sviluppo di rover per l'esplorazione della regione del Polo Sud lunare.

---

Partecipazione INAF: spettrometro miniaturizzato nel range Vis-IR derivato dallo strumento Ma\_MISS. Lancio previsto entro il 2028.

- q. **Solar-C\_EUVST**: missione della JAXA per analisi spettrale del Sole nell'estremo UV con lancio previsto nel 2028. Partecipazione. INAF: sviluppo del sistema di fenditure dello spettrografo.

## 5.2.2 Il Programma PRORIS

Il Programma è finalizzato a supportare la comunità italiana di ricerca spaziale nella definizione di strategie di lungo termine e nell'implementazione di iniziative progettuali di ricerca di base ad elevato contenuto scientifico. Tale iniziativa nasce, per volontà del Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR), in seguito al Decreto Legge n. 36 del 30 apr. 2022 che colloca l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) sotto l'egida della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

La gestione del PRORIS è assegnata dal MUR a INAF e CNR e la Convenzione PRORIS, definita all'interno dell'Accordo Quadro CNR-INAFA, è stata firmata dalle parti in data 9 gennaio 2024. Le attività del PRORIS sono organizzate secondo le seguenti Aree Tematiche che ne definiscono l'ambito di sviluppo programmatico:

- A. Osservazione della Terra;
- B. Astrofisica;
- C. Ingegneria e tecnologie spaziali;
- D. Ricerca di base finalizzata alla Space Economy.

Nell'ambito delle dette Aree tematiche, il PRORIS si sviluppa nelle seguenti attività di carattere generale:

- a. individuazione di strategie a medio e lungo termine riguardo alla ricerca spaziale di base della comunità scientifica italiana;
- b. finanziamento su base competitiva di progetti di ricerca di base sia scientifici che tecnologici che includano sviluppi di TRL da 1 a 5 come anche attività di modellistica, simulazione, analisi, integrazione ed interpretazione dati;
- c. supporto e potenziamento di laboratori/infrastrutture esistenti presso CNR e INAF e/o creazione di nuovi da rendere disponibili alla comunità scientifica e industriale attraverso la creazione di una rete (network) di laboratori;
- d. sviluppo di un progetto congiunto INAF-CNR nell'ambito delle geoscienze planetarie detto Progetto Strategico.

La gestione del Programma è affidata ad un referente INAF e ad un referente CNR i quali nello svolgimento delle proprie mansioni sono supportati da un Comitato Tecnico-Scientifico (CTS) con ruolo consultivo e composto da rappresentanti dei 4 EPR operanti nel settore spazio (INAFA, CNR, INFN, INGV) e da 4 rappresentanti di Università attive nel medesimo settore nominati dalla CRUI.

Il CTS ha come compiti primari: la definizione dei bandi competitivi rivolti alla comunità scientifica nazionale e la valutazione delle relative proposte progettuali.

Le attività vengono dettagliate in un piano che viene concordato e sviluppato, anno per anno, tra le parti.

---

Il budget finanziario reso disponibile finora dal MUR a partire dal 2022, tramite FOE per la progettualità a carattere continuativo, è stato così ripartito: 12 M€ (FOE CNR 2022), 10 M€ (FOE INAF 2023) e 5 M€ (FOE INAF 2024).

### 5.2.2.1 Bandi PRORIS

La prima serie di bandi PRORIS è stata pubblicata il data 18 dicembre 2024.

Tali bandi hanno utilizzato parte del budget allocato nelle annualità 2022 e 2023 ripartito nel seguente modo:

- Osservazione della Terra (5 M€)
- Astrofisica (5.6 M€)
- Ingegneria e tecnologie spaziali (1 M€)
- Studi inerenti la Space Economy (0.3 M€)

Le tipologie di progetto nell'ambito della Space Science ammesse a valutazione sono state le seguenti:

1. Tecnologia e strumentazione scientifica a basso TRL (1-5).
2. Test, calibrazioni o qualifica spaziale.
3. Analisi di laboratorio o sul campo.
4. Simulazioni.
5. Campagne osservative e analisi dati.
6. Studi teorici.

I bandi hanno riscosso ampio interesse dando luogo a più di 90 proposte progettuali da parte della comunità scientifica nazionale.

#### Progetto strategico

Il progetto strategico è incluso nel piano di attività PRORIS e prevede il coinvolgimento di CNR e INAF in un'attività congiunta di sviluppo scientifico e tecnologico incentrato nella ricerca di acqua e terre rare sulla Luna. Il KoM del Progetto ha avuto luogo INAF il 10 marzo 2025. Qui di seguito la WBS (Figura 21) con la suddivisione dei WP tra i due Enti (giallo: CNR; verde: INAF; blu: CNR e INAF).

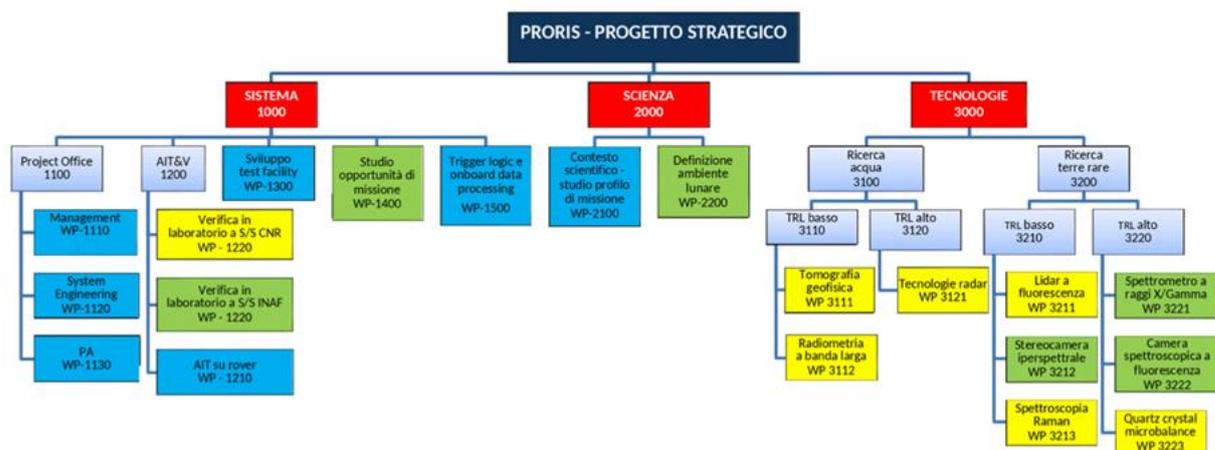


Figura 21 - WBS programma PRORIS

I fondi attualmente allocati per il Progetto Strategico da parte dell'INAF ammontano a circa 2.5 M€.

### 5.3 Infrastrutture Informatiche

La ricerca scientifica nel campo dell'Astrofisica necessita di un accesso ad infrastrutture informatiche per la produzione del dato scientifico, la sua archiviazione e la sua interpretazione. Con il crescere del volume di dati prodotti dalle nuove infrastrutture osservative, le esigenze relative alle infrastrutture informatiche sono progressivamente aumentate. L'Ente ha dato origine nel 2020 ad un processo di analisi, poi continuato nel 2021 e 2022, del proprio posizionamento nel contesto nazionale ed internazionale in relazione alle infrastrutture informatiche. La conclusione della prima fase di questo processo ha portato alla costituzione nel 2022 della Unità Scientifica Centrale dedicata al Calcolo sotto l'egida della Direzione Scientifica INAF, che avrà ruolo di coordinamento delle risorse di calcolo e di data management dell'Ente. In particolare l'obiettivo da perseguire sul medio termine è la creazione di un *ecosistema di calcolo* per INAF, capace di sostenere, nelle prossime decadi, l'elevata competitività dei membri di INAF nell'agone internazionale della ricerca.

L'INAF ha in essere collaborazioni nazionali e internazionali orientate allo sviluppo di infrastrutture di calcolo e data-storage a supporto delle infrastrutture osservative correntemente operate (es. ALMA, SRT, VLBI, VST, Gaia, Euclid e LBT) ed in preparazione per quelle future (es. CTA e SKA). INAF partecipa inoltre a iniziative e comunità internazionali che operano nel campo della gestione, della fruibilità e del calcolo associato ai dati quali l'IVOA, EGI, EOSC, ICDI e altre iniziative internazionali, allo scopo di perseguire i concetti di FAIR-ness, Open Access e contribuire alla crescita del calcolo su infrastrutture di classe exascale. La visione programmatica per il futuro si coniuga con il presente nel quale INAF già offre adeguato supporto nell'ambito delle infrastrutture di rete, quelle di calcolo e quelle d'archivio.

*Infrastrutture di Rete.* La rete portante per le infrastrutture INAF è il GARR (Gestione Ampliamento Reti della Ricerca), di cui INAF è diventato socio nel 2021, che garantisce i flussi necessari alle infrastrutture di ricerca, che possono dover essere superiori ai 10 Gbit/s. Le reti della ricerca internazionali e quella nazionale GARR assolvono a questa funzione fornendo le dorsali ad altissima velocità (fino a 2 Tbit/s) verso i poli e le risorse scientifiche, garantendo al contempo il collegamento verso Internet commerciale. Iniziative nell'ambito PNRR, come il progetto TeRABIT (aviatosi nel 2023) determineranno un ulteriore salto di qualità nella rete

---

della ricerca nazionale. È cruciale anche il collegamento tra le Strutture di Ricerca ed i punti di accesso (PoP) del GARR che sono realizzate con collegamenti in fibra ottica (fibra diretta - dark-fiber) che consentono di raggiungere bande da 1 a 40 Gbit/s a seconda degli apparati attivi adottati. Tutte le Strutture di Ricerca hanno ad oggi un collegamento almeno ad 1 Gbit/s e si sta progressivamente procedendo alla estensione della rete a 10 Gbit/s.

*Infrastrutture di Calcolo.* I progetti e i gruppi di ricerca all'interno di INAF hanno sviluppato nel corso del tempo proprie infrastrutture per specifiche esigenze (es. centro dati Euclid, il DPCT Italiano di Gaia, l' ALMA Regional Center, il data center "di prossimità" di LOFAR, ecc). Queste infrastrutture hanno permesso ai ricercatori INAF di raggiungere livelli di eccellenza a livello internazionale. Esistono inoltre in alcune sedi cluster d'istituto o di gruppo di dimensioni limitate (ad esempio il Cluster SRT e il Cluster OAC presso la sede di Cagliari), ma che offrono servizi a progetti Nazionali ed Internazionali e sono talora supportati da un elevatissimo livello di expertise.

Oltre a stimolare le sinergie fra tutte queste realtà locali, favorendone la crescita e la conoscenza reciproca all'interno dell'Ente, l'USC-Computing si è attivata per dotare INAF di una infrastruttura di calcolo centralizzata di medio livello, che permetta di condurre ricerche, progettazioni e analisi dati altrimenti non supportabili a livello di infrastrutture locali e/o si presti per testare la scalabilità di codici in vista del loro utilizzo su sistemi di calcolo di valenza mondiale (Tier-1 o Tier-0).

Già a partire dal 2022, INAF ha regolarmente offerto alla propria comunità, tramite bandi competitivi periodici, le risorse di calcolo della propria e-infrastructure PLEIADI per il calcolo HPC/HTC, basata su quasi 60 Milioni di core/hour distribuiti su oltre 7000 core, con nodi da 128 o 256 GB di RAM e 12 nodi dotati di GPU. Nel 2025 ai nodi menzionati si sono aggiunti 3 rack di nodi di tipo M100, che mettono a disposizione della infrastruttura PLEIADI una batteria di GPU molto più avanzate delle precedenti. Le esigenze di calcolo sono attualmente completate da altre due fonti: da un lato attraverso un MoU con il CINECA (siglato inizialmente per il periodo 2017-2020 e poi progressivamente esteso dal 2021 fino al 2026) per l'acquisizione di un numero adeguato di ore di calcolo (dell'ordine dei 10 Milioni) e relative competenze di supporto, e in secondo luogo tramite il ricorso a clouds commerciali allorquando necessario. Dal Marzo 2023 è in linea anche l'infrastruttura di calcolo, già menzionata, asservita a SRT e finanziata sul PON 2018, che comprende 14 nodi di calcolo con 512 GB di RAM (di cui 6 nodi con 2 GPU NVIDIA A40), rete Infiniband, 2 nodi di storage scratch e 2 nodi di storage long term.

INAF, in linea con le prospettive della summenzionata USC-Computing, sta inoltre finalizzando l'acquisizione di un nuovo sistema (temporaneamente battezzato Tier-3), che doterà l'Ente, a cavallo fra le fine del 2025 e l'inizio del 2026, di significative capacità aggiuntive di calcolo (dell'ordine di 1.5 Petaflop/s) e di un sistema di storage e di archiviazione all'avanguardia, inizialmente dell'ordine di una decina di PB e potenzialmente espandibile a 100 PB, che potenzierà l'esistente infrastruttura (vedere sotto) e costituirà il nucleo del sistema di archiviazione asservito al polo italiano dei Centri Regionali di Calcolo di SKA, che sarà guidato da INAF. Il Tier-3 sarà installato negli spazi del CINECA presso il "Tecnopolo" di Bologna ricavato nei locali della ex Manifattura Tabacchi.

Ulteriori capacità di calcolo (dell'ordine di circa 4 Petaflop/s e sempre localizzate presso il "Tecnopolo") saranno a disposizione non esclusiva di INAF a partire dal 2026 nel quadro della sua partecipazione al Centro Nazionale di Ricerca ICSC in «High Performance Computing, Big Data and Quantum Computing», un progetto triennale (2023-2026) nel contesto PNRR di portata strategica per l'Italia e nella quale INAF è protagonista in 4 diversi ambiti: leader nello Spoke 3 "*Astrophysics and Cosmos Observations*", co-leader nello Spoke 2 "*Fundamental*

---

*Research and Space Economy*”, nonché partecipante agli Spoke «*Future Computing e Big Data*» e «*Quantum Computing*». Di là dalle infrastrutture hardware, il Centro Nazionale di Ricerca ICSC offre ad INAF la possibilità senza precedenti di investire in modo significativo sulla formazione e sul capitale umano nel campo dell'innovazione digitale, delle sue applicazioni all'astrofisica, e del trasferimento di conoscenza dalle e verso le imprese. Sono infatti 74 le annualità di personale a Tempo Determinato o studenti di Dottorato che INAF ha arruolato grazie ai finanziamenti di ICSC.

*Infrastrutture di Archivio.* Per l'INAF il concetto di “data curation e preservation” è di importanza fondamentale data la unicità ed irripetibilità del dato derivante da una osservazione astronomica. Per questo INAF si è dotato del Centro Italiano Archivi Astronomici-IA2. Il Centro dati gestisce i dati raw e scientifici dei maggiori telescopi terrestri dell'INAF, in banda ottica e radio, e fornisce una “data infrastructure” a tutta la comunità. Il data center, oltre ad aver sviluppato sistemi avanzati di gestione e salvataggio dei dati (NADIR – New Archival Distributed InfrastructuRe), permette la loro pubblicazione tramite le classiche GUI (Graphical User Interface) o tramite i servizi del VO (Virtual Observatory), fornisce servizi di supporto (Workflow management Systems, Twiki, DOI, preservazione, accesso home utente) e science gateway (connessione degli strumenti di analisi agli archivi e viceversa – Data Flow – Connessione con Servizi), segue gli sviluppi delle politiche di Open Access, oltre naturalmente a fornire la possibilità di hosting di archivi vecchi o nuovi che necessitano di una infrastruttura adeguata. In effetti, per la prima volta nel 2023, sotto gli auspici della USC-Computing, spazi di preservazione di dati a lungo termine sono stati messi a disposizione della comunità INAF anche tramite bandi competitivi. Come anticipato, l'avvento del Tier-3 (vedi sopra) fornirà ulteriore impulso a tutte queste attività.

Nell'ambito della partecipazione italiana al consorzio DPAC (ESA), grazie al contratto con l'ASI, l'INAF ha la responsabilità scientifica dell'archivio dei dati della Missione Gaia presso ALTEC (DPCT). Il data center italiano di Gaia costituisce non solo una risorsa preziosa INAF con valenza di archivio, ma anche uno strumento per lo sfruttamento scientifico ottimale dei dati. L'INAF partecipa, insieme ad INFN e ad ASI, alla conduzione dello SSDC (Space Science Data Center), un centro dati per le missioni spaziali per l'esplorazione e l'osservazione dell'Universo. SSDC rappresenta un unicum nel suo genere fornendo supporto alla comunità astronomica, dalla gestione delle missioni fino allo sfruttamento scientifico dei dati, ben oltre la vita operativa degli strumenti in un contesto multifrequenza ed ora anche multi-messaggero.

---

## 6. Gender Equality

### 6.1 Iniziative in atto e previste volte a promuovere inclusività e parità di “genere”.

L'INAF ha adottato, dal 2022, un Piano di Uguaglianza di Genere (Gender Equality Plan – GEP). Il Piano, in coerenza con gli altri documenti programmatici dell'Ente, fornisce strumenti che possono influire positivamente sul clima lavorativo favorendo la condivisione di valori di equità e di rispetto individuale e ripensando l'organizzazione del lavoro nella sua dimensione sociale e di genere, tramite cambiamenti istituzionali e culturali.

Mira a raggiungere tre scopi:

- 1) **Raise awareness:** aumentare la consapevolezza sia dell'esistenza di un *gender gap* che di quanto sia importante un approccio di genere nel campo dell'innovazione, per raggiungere livelli di eccellenza in ambito scientifico e tecnologico;
- 2) **Fix the Gender imbalance:** rivedere ed equilibrare dal punto di vista del genere i numeri del personale impiegato nell'ente, aumentando la partecipazione e la rappresentanza di gruppi che ora sono sottorappresentati;
- 3) **Act on institutions:** organizzare le istituzioni, incoraggiando e promuovendo la parità di genere attraverso cambiamenti strutturali in enti e organizzazioni di ricerca.

A partire da questi scopi sono state individuate come parte del GEP cinque Aree Tematiche di azione, coincidenti con quelle raccomandate dalla Commissione Europea:

- Benessere organizzativo ed Equilibrio vita privata-vita lavorativa
- Equilibrio di genere nelle posizioni di vertice e negli organi decisionali
- Uguaglianza di genere nel reclutamento e nelle progressioni di carriera
- Integrazione della prospettiva di genere nella ricerca scientifica e nelle azioni di Terza missione
- Misure di contrasto a ogni forma di discriminazione legata al genere e a ogni forma di violenza di genere, incluse le molestie sessuali; divulgazione sui temi delle pari opportunità

A fine 2023 un questionario è stato somministrato al personale per ottenere un panorama delle responsabilità di assistenza/cura (e.g. verso bambine/i, disabili, anziane/i) di chi lavora in INAF e per definire le priorità per l'utilizzo dei fondi stanziati e la messa in atto dei servizi delineati nel GEP. Dal questionario, cui ha risposto il 60% del personale strutturato, sono emersi quali punti salienti l'alta l'incidenza di responsabilità di cura, soprattutto tra le donne, e la richiesta diffusa di maggiore flessibilità oraria, potenziamento del lavoro agile e servizi di supporto alla genitorialità.

Nel febbraio del 2024 è stato attivato lo Sportello di Ascolto INAF, un servizio pensato per offrire supporto e ascolto a tutto il personale. Questa iniziativa si inserisce nell'ambito dell'azione 5.4 del Piano di Azioni Positive 2023-2025, predisposto da CUG in carica dal 2019 al 2023 e in coerenza con il Gender Equality Plan di INAF.

Nel 2024 il CUG ha iniziato un'attività di promozione della conoscenza delle tematiche di proprio ambito, consistente in una serie di incontri tra il CUG stesso e il personale delle strutture in

---

tutte le sedi INAF. Spesso hanno partecipato a questi incontri anche la Consigliera di Fiducia e la referente dello Sportello di Ascolto.

Per il triennio 2024-2026 è previsto l'aggiornamento del GEP e del Bilancio di Genere con dashboard interattiva e formazione avanzata per integrare la valutazione di impatto di genere nei progetti scientifici e nella Terza Missione.

## 6.2 Indicazione del budget e del personale (%) coinvolto.

AT	Descrizione	Personale coinvolto	Importo (€)
1	Benessere organizzativo/equilibrio vita privata - vita lavorativa	tutti	240.000
2	Governance e leadership inclusiva	Personale nelle posizioni di vertice negli organi decisionali	20.000
3	Uguaglianza di genere nel reclutamento e nelle progressioni di carriera	tutti	0
4	Ricerca e terza missione con approccio di genere	tutti, inclusi studentesse e studenti	140.000
5	Prevenzione e contrasto a molestie e discriminazioni	tutti	20.000

Tabella 4 - Obiettivi e aree tematiche

Il personale coinvolto include la Direzione Scientifica e la Direzione Generale per il coordinamento strategico, il GEP e il CUG che collaborano per l'ideazione e il monitoraggio delle azioni, i responsabili di sede e di progetto per l'attuazione locale e tutto il personale INAF per la partecipazione a formazione, questionari e iniziative comuni.

---

## 7. Risorse umane e loro gestione

La descrizione dettagliata della gestione delle risorse umane in INAF è contenuta in un documento specifico reperibile presso il seguente indirizzo <https://pta.inaf.it> che forma parte integrante di questo aggiornamento del piano triennale.

Questa sezione è redatta in conformità al Piano Integrato di Attività ed Organizzazione (PIAO) approvato dal consiglio di Amministrazione con delibera 19 del 31 Marzo 2023. Le attività qui riportate si intendono pertanto riferite alla data di chiusura della redazione del PIAO.

### 7.1 Dotazione organica

La Dotazione Organica dell'Istituto, alla data del 31 dicembre 2023 è pari a 1.200 unità, secondo la distribuzione riportata in Tabella 5. La predetta Dotazione Organica è tuttora caratterizzata dalla presenza di personale inquadrato nelle categorie e nelle aree funzionali proprie del sistema di classificazione del comparto universitario, ovvero di personale inquadrato nella Categoria delle "Elevate Professionalità" (EP), ruolo ad esaurimento, nonché dalla presenza di personale inquadrato nella qualifica di "astronomo", in regime di diritto pubblico, che non ha esercitato il diritto di opzione ai fini della equiparazione nei profili e nei livelli professionali propri del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione.

Con riferimento al personale inquadrato nella qualifica di "astronomo", si fa presente, in particolare, che l'articolo 2, comma 5, del "Regolamento del Personale" attualmente in vigore, approvato dal Consiglio di Amministrazione con Delibera dell'11 maggio 2015, numero 23, e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale, del 30 ottobre 2015, numero 253, prevede che, in "...caso di cessazione dal servizio di personale con la predetta qualifica, i relativi posti andranno ad incrementare l'organico dei rispettivi livelli di ricercatore e/o tecnologo, secondo le disposizioni della vigente contrattazione collettiva integrativa...".

In data 9 luglio 2021 è entrato in vigore il "Regolamento del Personale dell'Istituto Nazionale di Astrofisica" con le modifiche approvate dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 25 febbraio 2021, numero 8. Con la Delibera innanzi richiamata il Consiglio di Amministrazione ha approvato il nuovo testo dell'articolo 21 "Principi Generali" del Capo VI "Personale di Ricerca" del predetto "Regolamento", nel quale sono stati inseriti, dopo il primo comma, altri otto commi, che disciplinano il diritto di opzione del personale con la qualifica di "astronomo" nel sistema di classificazione del personale che afferisce al comparto degli Enti di Ricerca. In particolare, si fa presente che:

- il comma 2 dell'articolo 21 del "Regolamento del Personale" riconosce al personale in servizio di ruolo presso l'Istituto Nazionale di Astrofisica inquadrato nella qualifica di "astronomo", con i profili di "astronomo ordinario", di "astronomo associato" e di "ricercatore astronomo", la "...facoltà di optare per l'inquadramento nei profili e nei livelli professionali previsti dal nuovo sistema di classificazione del "personale di ricerca", come introdotto dai vigenti Contratti Collettivi Nazionali di Lavoro del relativo Comparto, nel rispetto delle "Tabelle di Equiparazione" approvate con il Contratto Collettivo Nazionale Integrativo sottoscritto il 18 gennaio 2008...";

- in ordine all'esercizio del predetto diritto di opzione, il successivo comma 3 del medesimo articolo 21, stabilisce, in prima applicazione, che la "Direzione Generale" deve invitare tutto il personale interessato ad esercitare la predetta facoltà di opzione "...mediante la pubblicazione, nelle forme ritenute più idonee ad assicurare la sua massima diffusione, di apposita nota circolare, con le indicazioni del termine di scadenza entro il quale le istanze di opzione debbono essere presentate e della decorrenza giuridica dei nuovi inquadramenti...".

Al riguardo, è, altresì, opportuno rammentare che la tabella di equiparazione tra le qualifiche proprie del ruolo degli "astronomi" ed i profili e i livelli professionali del "personale di ricerca" previsti dal sistema di classificazione del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione, come definita dal Contratto Collettivo Nazionale Integrativo del 18 gennaio 2008, stabilisce la corrispondenza:

- tra la qualifica di "Astronomo Ordinario/Straordinario" e quella di "Dirigente di Ricerca";
- tra la qualifica di "Astronomo Associato" e quella di "Primo Ricercatore";
- tra la qualifica di "Ricercatore Astronomo" e quella di "Ricercatore".

In attuazione di quanto previsto dall'articolo 21, comma 3, del vigente Regolamento del Personale, con la Nota Circolare del 28 luglio 2021, numero 3406, la Direzione Generale ha emanato specifiche disposizioni per consentire al personale in servizio di ruolo presso l'INAF inquadrato nella qualifica di "astronomo", con i profili di "astronomo ordinario", di "astronomo associato" e di "ricercatore astronomo", di esercitare la facoltà di opzione per l'inquadramento nei profili e nei livelli professionali previsti dal nuovo sistema di classificazione del "personale di ricerca". A seguito dell'emanazione della predetta Nota Circolare, entro il termine di scadenza all'uopo stabilito, hanno esercitato la facoltà di opzione 53 unità di personale, precedentemente inquadrato nella qualifica di "astronomo". Le predette unità di personale sono state inquadrato, con decorrenza dal 1° gennaio 2022, nell'attuale sistema di classificazione del personale di "ricerca".

Profilo	Livello	Dotazione Organica	Personale in servizio a tempo indeterminato al 31-12-2023	Personale in servizio a tempo determinato al 31-12-2023
Dirigente Amministrativo di Prima Fascia				
Dirigente Amministrativo di Seconda Fascia		2	2	
Dirigente di Ricerca	I	54	65	3
Primo Ricercatore	II	130	137	1
Ricercatore	III	215	307	69
Dirigente Tecnologo	I	9	11	11
Primo Tecnologo	II	26	84	7
Tecnologo	III	127	155	64
Astronomo Ordinario		<b>15</b>	3	
Astronomo Associato		<b>40</b>	17	
Ricercatore Astronomo		<b>115</b>	49	
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	128	113	

Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	V	58	29	
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	VI	43	28	31
Operatore Tecnico	VI	57	37	
Operatore Tecnico	VII	13	9	
Operatore Tecnico	VIII	9	12	3
Funzionario di Amministrazione	IV	29	34	
Funzionario di Amministrazione	V	19	25	32
Collaboratore di Amministrazione	V	58	49	
Collaboratore di Amministrazione	VI	16	8	
Collaboratore di Amministrazione	VII	23	7	21
Operatore di Amministrazione	VII	16	12	
Operatore di amministrazione	VIII	5	7	
Elevate professionalità (ruolo ad esaurimento)		7	0	
<b>Totale</b>		<b>1214</b>	<b>1200</b>	<b>242</b>

*Tabella 5 - Dotazione organica del personale alla data del 31 Dicembre 2023*

## 7.2 Fabbisogno del Personale e programmazione

Con la Delibera del 29 dicembre 2023, numero 94, il Consiglio di Amministrazione ha approvato il Bilancio di Previsione per l'Esercizio Finanziario 2024, con tutta la relativa documentazione, ivi comprese la Relazione Tecnica, come predisposta dal Direttore Generale, e la Relazione Programmatica, come predisposta dal Presidente.

Nel Capitolo 6 "Le diverse implicazioni che riguardano l'Istituto Nazionale di Astrofisica", Sezione 6.2, della predetta Relazione Tecnica, e, in particolare:

- nel Paragrafo 6.2.2.3. "Assunzioni di unità di personale con inquadramento sia nei profili e nei livelli professionali compresi tra il primo e il terzo che nei profili e nei livelli professionali compresi tra il quarto e l'ottavo programmate negli anni 2023 e 2024";
- nel Paragrafo 6.2.2.4. "Procedure di reclutamento del personale attivate, in parte, dopo lo "aggiornamento" del "Piano Integrato di Attività e Organizzazione per il Triennio 2022-2024", approvato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 1° dicembre 2022, numero 110, e, in parte, dopo l'approvazione, con la Delibera del Consiglio di Amministrazione del 31 marzo 2023, numero 19, del "Piano Integrato di Attività e Organizzazione per il Triennio 2023-2025";
- nel Paragrafo 6.2.2.5. "Stabilizzazioni del personale precario";
- nel Paragrafo 6.2.2.6. "Assunzioni obbligatorie relative all'Anno 2023 e assunzioni obbligatorie previste nel Triennio 2024-2026";
- nel Paragrafo 6.2.2.7. "Progressioni economiche e di carriera del personale inquadrato nei profili e nei livelli professionali compresi tra il quarto e l'ottavo e progressioni di carriera del personale inquadrato nei profili e nei livelli professionali compresi tra il primo e il terzo";
- nel Paragrafo 6.2.2.9. "Assunzioni di personale con rapporto di lavoro a tempo determinato per lo svolgimento delle attività gestionali, amministrative e contabili previste dai Programmi e dai Progetti ammessi a finanziamento a valere sulle risorse

destinate alla realizzazione del "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza" e, in particolare, per il potenziamento delle "Strutture di Ricerca" chiamate ad attivare e ad espletare le procedure di gara per le acquisizioni di beni e servizi, con importi sia inferiori che superiori alla soglia comunitaria"; nel Paragrafo 6.2.2.11 "Prospetto riassuntivo delle spese di personale", sono state individuate e definite, in modo dettagliato per l'anno 2024 e in modo indicativo per gli anni 2025 e 2026, sia le politiche di reclutamento di personale che le risorse che garantiscono la relativa copertura finanziaria.

La Tabella 6 all'uopo predisposta e di seguito riportata descrive, schematicamente, le modalità di utilizzo per il 2024 delle risorse allocate nel "Fondo" all'uopo costituito nel Bilancio Annuale di Previsione per l'Esercizio Finanziario 2023, approvato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 29 dicembre 2022, numero 127, che ammontano a quattro milioni di euro e che costituiscono una quota parte delle risorse finanziarie che sono state attribuite, nell'anno 2023, allo "Istituto Nazionale di Astrofisica" con il Decreto del Ministro della Università e della Ricerca del 21 giugno 2023, numero 789, a titolo di integrazione della "assegnazione ordinaria", nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 1, comma 310, lettera a), della Legge 30 dicembre 2021, numero 234:

<b>Anno</b>	<b>Numero e Profilo</b>	<b>Costo medio</b>	<b>Copertura Finanziaria</b>
2024	24 posti di "Funzionario di Amministrazione", Quinto Livello Professionale, e/o di "Collaboratore di Amministrazione", Settimo Livello Professionale, e/o di "Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca", Sesto Livello Professionale, di cui 16 posti per le esigenze delle "Strutture di Ricerca", ripartiti uno per "Struttura", e 8 posti per le esigenze della "Amministrazione Centrale", da coprire, ove possibile, mediante scorrimento delle "graduatorie finali di merito" delle procedure concorsuali "aperte" in itinere o, in alternativa, mediante procedure di mobilità e/o procedure concorsuali "aperte"	€ 1.080.000	La copertura finanziaria è garantita con le risorse allocate nel "Fondo" all'uopo costituito nel Bilancio Annuale di Previsione per l'Esercizio Finanziario 2023, approvato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 29 dicembre 2022, numero 127, che ammontano a quattro milioni di euro e che costituiscono una quota parte delle risorse finanziarie attribuite, nell'anno 2023, allo "Istituto Nazionale di
2024	28 posti di "Ricercatore" e/o "Tecnologo", Terzo Livello Professionale, di cui 16 posti per le esigenze delle "Strutture di Ricerca", ripartiti uno per "Struttura", e 12 posti per le esigenze dei "Grandi Progetti", da coprire, prevalentemente, mediante procedure concorsuali "aperte"	€ 1.635.000	Astrofisica" con il Decreto del Ministro della Università e della Ricerca del 21 giugno 2023, numero 789, a titolo di integrazione della "assegnazione ordinaria", nel rispetto di quanto
2024	6 posti di "Dirigenti di Ricerca" e/o di "Dirigenti Tecnologi", Primo Livello Professionale, ritenuti "strategici", di cui	€ 685.000	previsto dall'articolo 1, comma 310, lettera a),

	2 posti di "Dirigente Tecnologo" per le esigenze del Settore Tecnologico ST2, denominato "amministrativo giuridico ed economico", da coprire mediante procedura di mobilità o eventuale procedura concorsuale "aperta", e 4 posti, proporzionali al bacino di utenza, da coprire, ove possibile, mediante scorrimento delle "graduatorie finali di merito" delle procedure concorsuali "aperte" in itinere o, in alternativa, mediante procedure concorsuali "aperte"		della Legge 30 dicembre 2021, numero 234.
2024	"Progressioni di carriera" del personale "tecnologo" e di "ricerca" dal secondo al primo livello professionale, mediante lo scorrimento delle "graduatorie finali di merito" delle procedure di selezione già attivate e concluse alla fine dello scorso anno, ai sensi e per gli effetti delle norme contrattuali vigenti	€ 600.000 (risorse già utilizzate)	

*Tabella 6 - Modalità di utilizzo per il 2024 delle risorse allocate nel "Fondo" all'uopo costituito nel Bilancio Annuale di Previsione per l'Esercizio Finanziario 2023*

Invece, la

Tabella 7 individua e descrive, schematicamente, i "Grandi Progetti" ai quali sono destinati i 12 posti di "Ricercatore" e/o di "Tecnologo", Terzo Livello Professionale:

<b>Profilo</b>	<b>Note</b>
1 Ricercatore	Radioastronomia Osservativa con particolare riferimento a SKA e precursori
1 Tecnologo	Sviluppo di strumenti software e di servizi per l'utilizzo e l'orchestrazione delle risorse della rete degli SKA Regional Center
1 Tecnologo	Disegno, implementazione e gestione di servizi per il calcolo HPC e lo storage di grandi moli di dati radioastronomici con particolare riferimento a SKA e precursori
1 Ricercatore	Sviluppo e ottimizzazione di pipeline per la radioastronomia su Sistemi HPC e/o software di controllo per la radioastronomia
1 Tecnologo	Opto-Meccanica e Ottica Adattiva con particolare riferimento allo Strumento MORFEO a bordo di ELT
1 Tecnologo	Assembly Integration e Verification di sistemi opto-meccanici complessi con particolare riferimento allo Strumento MORFEO a bordo di ELT
1 Ricercatore	Spettroscopia ad alta risoluzione con particolare riferimento allo Strumento ANDES a bordo di ELT
1 Tecnologo	Assembly Integration and Verification di Telescopi Cherenkov con particolare riferimento ai Telescopi di CTA e precursori.
1 Ricercatore	Astronomia Gamma con Telescopi Cherenkov con particolare riferimento a Telescopi di CTA e precursori.
1 Tecnologo	Osservazione in situ o in remoto dallo spazio di corpi del sistema solare
1 Ricercatore	Utilizzo scientifico dei dati raccolti dalla missione GAIA
1 Ricercatore	Studio delle Onde Gravitazionali e dello loro controparti multi-messaggere con particolare riferimento allo Einstein Telescope ed alla Missione LISA

Tabella 7 - "Grandi Progetti" ai quali sono destinati i 12 posti di "Ricercatore" e/o di "Tecnologo", Terzo Livello Professionale

*[\*] Per "Ricercatore" si intende sia "Ricercatrice" che "Ricercatore", mentre per "Tecnologo" si intende sia "Tecnologa" che "Tecnologo".*

Grava, infine, sulle risorse, pari complessivamente a € 2.769.830,95, che sono state assegnate allo "Istituto Nazionale di Astrofisica" con il "Fondo Ordinario per gli Enti e per le

Istituzioni di Ricerca", ai sensi dall'articolo 1, comma 310, lettera b), della Legge 30 dicembre 2021, numero 234, e successive modifiche e integrazioni, e che sono già state incamerate nel Bilancio Annuale di Previsione per l'Esercizio Finanziario 2024 a seguito di apposita variazione approvata con il Decreto del Presidente del 28 maggio 2024, numero 13, che è stato ratificato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 1° agosto 2024, numero 6, la copertura finanziaria dei posti specificati nella Tabella 8

2024	2 "Primi Ricercatori" e/o "Primi Tecnologi", Secondo Livello Professionale, per la copertura di posti ritenuti "strategici"	€ 170.000
------	---	--------------

*Tabella 8 - Posti strategici previsti il 2024 (Delibera CDA 6/2024)*

### 7.2.1 Assunzioni obbligatorie per il Triennio 2024-2026

Nelle Tabelle di seguito riportate vengono specificate le posizioni da coprire mediante le assunzioni obbligatorie previste dagli articoli 1 e 18 della Legge 12 marzo 1999, numero 68, e successive modifiche ed integrazioni, sulla base delle "scoperture" che risultano dal Prospetto Informativo di cui all'articolo 9, comma 6, della predetta Legge numero 68/1999 e successive modifiche ed integrazioni, relativo alla situazione occupazionale dell'Istituto alla data del 31 dicembre 2023.

POSIZIONI	2024	Costo medio annuo lordo (€)	2025	Costo medio annuo lordo (€)	2026	Costo medio annuo lordo (€)
Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale			4	204.333	3	153.250
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca, Sesto Livello Professionale			5	228.353	4	182.682
Collaboratore di Amministrazione, Settimo Livello Professionale			5	204.107	4	163.286
Operatore di Amministrazione/Tecnico Ottavo Livello Professionale	6	221.925	9	332.888		
<b>Totale</b>	<b>6</b>	<b>221.925</b>	<b>23</b>	<b>969.680</b>	<b>11</b>	<b>499.217</b>
<b>Gran Totale: 40</b>						

*Tabella 9 - Posizioni di IV-VIII Livello: Assunzioni obbligatorie ai sensi dell'articolo 1 della Legge 12 marzo 1999, numero 68*

POSIZIONI	2024	Costo medio annuo lordo (€)	2025	Costo medio annuo lordo (€)	2026	Costo medio annuo lordo (€)
Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale			1	51.083		
Operatore di Amministrazione/Tecnico Ottavo Livello Professionale	1	36.987	4	147.950	1	36.987
<b>Totale</b>	<b>1</b>	<b>36.987</b>	<b>5</b>	<b>199.033</b>	<b>1</b>	<b>36.987</b>
<b>Gran Totale: 7</b>						

*Tabella 10 - Posizioni di IV-VIII livello: Assunzioni obbligatorie ai sensi dell'articolo 18 della Legge 12 marzo 1999, numero 68*

La previsione delle predette assunzioni obbligatorie tiene conto delle apposite Convenzioni stipulate con i Centri dell'Impiego competenti per territorio, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 11, della Legge numero 68/1999 e successive modifiche ed integrazioni.

### 7.3 Borse di Studio di pre-dottorato, di PhD e post-doc

Il regolamento per il reclutamento di personale con contratti a tempo determinato presso INAF prevede, come per gli altri Enti di Ricerca, la possibilità di proporre Borse di Studio, Borse di Dottorato (in collaborazione con un ateneo) ed Assegni di Ricerca o altre forme sostitutive (es. contratti di ricerca) che in sostanza costituiscono nel sistema italiano l'equivalente della Borsa Post-Dottorale.

INAF si avvale di tutte queste possibilità caricando gli oneri sui progetti di ricerca.

Tipologia	2024	2025	2026
Altri Incarichi di Ricerca (a titolo gratuito)	42	45	45
Titolari di assegni per lo svolgimento di attività di ricerca o altre forme sostitutive	300	300	300
Titolari di borse di studio	20	25	25
Titolari di contratti di collaborazione coordinata e continuativa	/	/	/
Titolari di borse di studio per l'accesso e la frequenza di Corsi di Dottorato di Ricerca	270	270	270

*Tabella 11 - Borse di Studio di pre-dottorato, di PhD e post-doc*

In aggiunta INAF contribuisce, con risorse progettuali e con risorse proprie non derivanti da progetti, un numero di borse per ogni Ciclo di Dottorato ad Atenei singoli o consorziati in scuole con in quali INAF stipula convenzioni. Il numero di queste borse varia da ciclo a ciclo a seconda delle disponibilità di bilanci dell'anno di ingresso di riferimento.

Per quanto riguarda il finanziamento delle borse di dottorato, sono attive le seguenti convenzioni, che coprono gli ultimi tre cicli attivi e permetteranno di coprire il 40 ciclo (AA 2024-2026)

- 
- Convenzione INAF-UNIPD per Dottorato in Astronomia, con un finanziamento di 3 borse che sono fruite presso l'Osservatorio Astronomico di Padova. Tali borse sono finanziate con fondi di progetto e/o dalla DS. In assenza di fondi di progetto disponibili, le 3 borse sono finanziate da su fondi FOE e/o su allocazione di avanzi degli esercizi precedenti.
  - Convenzione INAF- Sapienza e Università di Tor Vergata per Dottorato in "Astronomy, Astrophysics and Space Science", con un finanziamento di 3 borse fruite presso Osservatorio Astronomico di Roma, lo IAPS e l'Osservatorio Astronomico d'Abruzzo, rispettivamente, Le tre borse sono finanziate su fondi FOE e/o su allocazione di avanzi degli esercizi precedenti.
  - Convenzione INAF-UNIBO per Dottorato in Astrofisica, con un finanziamento di 3 borse fruite presso l'Osservatorio di Astrofisica Spaziale di Bologna e l'IRA. Le tre borse sono finanziate su fondi FOE e/o su allocazione di avanzi degli esercizi precedenti.

Per le altre strutture territoriali dell'INAF, sono state finanziate 1 borsa per struttura per ognuno dei cicli 38 e 39. Al fine di finanziare queste borse, le strutture sono state autorizzate a sottoscrivere le convenzioni con le Università locali, dovendosi realizzare queste condizioni:

- i collegi di dottorato devono includere personale INAF;
- le borse devono essere assegnate per ricerche di interesse per la struttura INAF;
- il dottorando svolga le sue ricerche prevalentemente presso la struttura di ricerca dell'INAF.

Per il ciclo 40 (AA 2024-2026), il ritardo con cui la governance subentrata nel 2024 ha avuto la possibilità di operare non ha consentito la deliberazione dei fondi necessari alla sottoscrizione delle convenzioni.

Sono state inoltre attivate convenzioni per tre dottorati nazionali:

- Dottorato Nazionale "Space Science and Technologies", coordinato dall'Università di Trento; Per questo dottorato la Direzione Scientifica, con fondi FOE e/o su allocazione di avanzi degli esercizi precedenti, ha finanziato una borsa di studio per i cicli 38, 39 e 40, mentre alcune altre borse sono state finanziate dalle strutture di ricerca direttamente;
- Dottorato Nazionale in "Tecnologie per la Ricerca Fondamentale in Fisica e Astrofisica", coordinato dall'Università di Padova. Per questo dottorato la convenzione ha previsto il finanziamento di sei borse nel 39° ciclo, assegnate su tema definito a valle di una call alle strutture, mentre nel 40° ciclo sono state messe a concorso sei borse su tema definito in base alle proposte ricevute con la call dell'anno precedente, e di queste ne sono state assegnate quattro in quanto per due borse sono mancati i candidati idonei all'assegnazione.
- Dottorato Nazionale in "Scienze Polari" coordinato dalla Università Ca' Foscari di Venezia. Per questo dottorato la convenzione ha previsto il finanziamento di una borsa nel 39° ciclo.

Da un'analisi eseguita sugli ultimi 5 anni, ogni anno si associano a INAF circa 90 nuovi "studenti di dottorato" a fronte di non più di 20-25 borse per anno finanziate da INAF. Vi è pertanto evidenza che anche borse erogate dalle Università o borse erogate su progetti concorrono fortemente a sostenere dottorati di interesse astrofisico.

---

## 7.4 Attività di formazione per il Personale

Il piano di formazione dell'INAF per il triennio oggetto di questo PT è riportato nel Piano Integrato di Attività e di Organizzazione [\(PIAO\) 2024-2026](#) reperibile al sito <https://pta.inaf.it>.

## 8. Patrimonio, Bilancio e Fabbisogno di Risorse

### 8.1 Patrimonio

L'INAF ha in dotazione, a vario titolo, un patrimonio immobiliare vasto ed eterogeneo, costituito da numerosi Complessi Immobiliari, alcuni dei quali sono ubicati al di fuori del territorio nazionale. Il patrimonio immobiliare è schematicamente riportato e specificato di seguito.

N.	DENOMINAZIONE	UBICAZIONE
1	<b>INAF - Amministrazione Centrale</b>	
1.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Monte Mario (Complesso Immobiliare)	Viale del Parco Mellini, n. 84, 00136 Roma (Rm)
2	<b>INAF - Osservatorio Astronomico d'Abruzzo</b>	
2.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Teramo (Complesso Immobiliare)	Via Mentore Maggini, 64100 Loc. Collurania, Teramo (Te)
2.2	Stazione Osservativa di Campo Imperatore	Piazzale di Campo Imperatore snc, 67100 Assergi (Aq)
3	<b>INAF - Osservatorio Astrofisico di Arcetri</b>	
3.1	Sede: Osservatorio Astrofisico di Arcetri (Complesso Immobiliare)	Largo Enrico Fermi, n. 5, 50125 Firenze (Fi)
4	<b>INAF - Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna - OAS</b>	
4.1	Sede: Plesso del Battiferro	Via Piero Gobetti, n. 93/3, 40129 Bologna (Bo)
4.2	Area della Ricerca di Bologna (Consiglio Nazionale delle Ricerche)	Via Piero Gobetti, n. 101, 40129 Bologna (Bo)
4.3	Stazione Osservativa di Loiano (Complesso Immobiliare)	Via Nazionale n. 11, 40050 Loiano (Bo)
4.4	Stazione Osservativa di Loiano (REOSC)	Via Orzale, n. 16, 40050 Loiano (Bo)
5	<b>INAF - Osservatorio Astronomico di Brera</b>	
5.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Brera	Via Brera, n. 28, 20121 Milano (Mi)
5.2	Osservatorio Astronomico di Merate (Complesso Immobiliare)	Via Emilio Bianchi, n. 46, 23807 Merate (Lc)
6	<b>INAF - Osservatorio Astronomico di Cagliari</b>	
6.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Cagliari	Via della Scienza, n. 5, 09047 Selargius (Ca)
6.2	Sardinia Radio Telescope (SRT)	Pranusanguni, 09040 San Basilio (Ca)
7	<b>INAF - Osservatorio Astronomico di Capodimonte</b>	

N.	DENOMINAZIONE	UBICAZIONE
7.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Capodimonte (Complesso Immobiliare)	Salita Moiarriello, n. 16, 80131 Napoli (Na)
8	<b>INAF - Osservatorio Astrofisico di Catania</b>	
8.1	Sede: Osservatorio Astrofisico di Catania	Città Universitaria - Via Santa Sofia, n. 78, 95123 Catania (Ct)
8.2	Stazione Osservativa M. G. Fracastoro (Complesso Immobiliare)	Località Serra La Nave, 95030 Ragalna (Ct)
9	<b>INAF - Osservatorio Astronomico di Padova</b>	
9.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Padova (Complesso Immobiliare)	Vicolo dell'Osservatorio, n. 5, 35122 Padova (Pd)
9.2	Stazione osservativa di Cima Ekar	Via Leonida Rosino snc, 36012 Asiago (Vi)
10	<b>INAF - Osservatorio Astronomico di Palermo</b>	
10.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Palermo	Piazza del Parlamento n.1, 90134 Palermo (Pa)
10.2	Nuova Sede " <i>Ex Pastificio SEPI</i> "	Complesso Immobiliare sito in Palermo, alla Via Tiro a Segno, numero 90
10.3	Laboratori	Via Gian Filippo Ingrassia, n. 31 e 31/A, 90123 Palermo (Pa)
11	<b>INAF - Osservatorio Astronomico di Roma</b>	
11.1	Sede: Osservatorio Astronomico di Roma (Complesso Immobiliare)	Via di Frascati, n. 33, 00078 Monte Porzio Catone (Rm)
12	<b>INAF - Osservatorio Astrofisico di Torino</b>	
12.1	Sede: Osservatorio Astrofisico di Torino (Complesso Immobiliare)	Via Osservatorio, n. 20, 10025 Pino Torinese (To)
12.2	Museo dell'Astronomia con Planetario	Via Osservatorio, n. 30, 10025 Pino Torinese (To)
12.3	Villa Magliola	Via Osservatorio, n. 35, 10025 Pino Torinese (To)
12.4	Laboratorio Monte Cappuccini (in fase di rilascio)	Via Maresciallo Gaetano Giardino, n. 12, 10131 Torino (To)
13	<b>INAF - Osservatorio Astronomico di Trieste</b>	
13.1	Sede: Castello Basevi (Complesso Immobiliare)	Via Tiepolo, n. 11, 34143 Trieste (Ts) Via Besenghi n. 17, 34143 Trieste (Ts)
13.2	Villa Bazzoni	Via Riccardo Bazzoni, n. 2, 34143 Trieste (Ts)
13.3	Stazione Osservativa di Basovizza (Complesso Immobiliare)	Località Basovizza, n. 302, 34149 Basovizza (Ts)

N.	DENOMINAZIONE	UBICAZIONE
14	<b>INAF - Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma</b>	
14.1	Sede: Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma	Via del Fosso del Cavaliere, n. 100, 00133 Roma (Rm)
15	<b>INAF - Istituto di Radioastronomia</b>	
15.1	Sede: Istituto di Radioastronomia	Via Piero Gobetti, n. 101, 40129 Bologna (Bo)
15.2	Stazione di Medicina (Complesso Immobiliare)	Via Fiorentina, n. 3508, 40059 Medicina (Bo)
15.3	Stazione di Noto (Complesso Immobiliare)	Contrada Renna Bassa snc, 96017 Noto (Sr)
16	<b>INAF - Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo</b>	
16.1	Sede: Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica	Via Ugo La Malfa, n. 153, 90146 Palermo (Pa)
17	<b>INAF - Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano</b>	
17.1	Sede: Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica	Via Alfonso Corti 12, 20133 Milano (MI)
18	<b>Telescopio Nazionale Galileo</b>	
18.1	Sede: Santa Cruz de Tenerife	Isole Canarie, Spagna
19	<b>Large Binocular Telescope</b>	
19.1	Sede: Monte Graham	Arizona, U.S.A.

In particolare:

- i Complessi Immobiliari che ospitano la "*Amministrazione Centrale*" e le "*Strutture di Ricerca*", che al momento sono sedici, distribuite sull'intero territorio nazionale, sono costituiti da Edifici con diverse destinazioni d'uso (uffici, laboratori, biblioteche, musei, stazioni osservative, foresterie, ecc.);
- i Complessi Immobiliari ubicati all'estero sono quelli che attualmente ospitano le "Strutture" e le "Infrastrutture" del "Telescopio Nazionale Galileo", che ha Sede a Santa Cruz de Tenerife in Spagna ed è gestito dalla "Fundación Galileo Galilei, Fundación Canaria" ("FGG"), e del "Large Binocular Telescope", che ha Sede sul Monte Graham, in Arizona (USA), del quale L'INAF è comproprietario.

Tutti i "*Complessi Immobiliari*" che costituiscono attualmente il patrimonio dell'INAF necessitano di costanti e onerosi interventi di "*messa a norma*", di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro, di ristrutturazione, di riqualificazione, di adeguamento e/o di ripristino funzionale, anche in relazione all'accessibilità e all'efficientamento energetico. Inoltre, molti di essi sono soggetti a vincoli architettonici e/o paesaggistici e, quindi, i relativi interventi, sia edili che impiantistici, oltre ad essere, di norma, quelli più onerosi, richiedono anche l'attivazione di procedimenti tecnici e amministrativi particolarmente lunghi e complessi.

---

La Direzione Generale, con il supporto del Tavolo Tecnico Permanente, ha avviato iniziative per garantire la conservazione, la riqualificazione e la fruibilità del patrimonio immobiliare dell'Ente. È stato profuso un grande sforzo per reperire risorse finanziarie in tempi brevi, pur riconoscendo che esse restano insufficienti rispetto ai reali bisogni.

Nonostante ciò, tali fondi rappresentano un segnale di attenzione a problematiche cruciali come sicurezza, prevenzione, salubrità dei luoghi di lavoro e tutela del patrimonio storico e architettonico. La scarsità di risorse ordinarie rende particolarmente significativa questa attenzione.

Alle difficoltà economiche si aggiungono quelle organizzative e normative. La complessa struttura a più Centri di Responsabilità e le regole stringenti hanno reso difficile monitorare lavori edili e impiantistici.

Per affrontare tali criticità è stato potenziato il sistema informativo-contabile con l'acquisto di un software unico di gestione dei lavori pubblici. Questo strumento mira a migliorare analisi e monitoraggio degli interventi e delle relative spese. Tuttavia, il Tavolo Tecnico ha rilevato alcune carenze tecniche e funzionali del software. Per questo ha richiesto al SID un nuovo applicativo, più adatto alle esigenze dell'Ente.

Il nuovo sistema dovrà gestire in modo efficiente procedure e processi, dalla progettazione all'esecuzione e collaudo delle opere. Scopo principale è ottimizzare l'uso delle risorse, armonizzando fasi previsionali ed esecutive.

Parallelamente è stato avviato l'iter per acquisire un secondo software, destinato alla gestione integrata del patrimonio immobiliare. Questo strumento costituirà una banca dati unica, strutturata e navigabile; vi confluiranno documenti e informazioni senza duplicazioni o sovrapposizioni. I dati riguarderanno aspetti anagrafici, catastali, urbanistici, economico-finanziari e fiscali dei beni immobili, consentendo estrazioni mirate sia per esigenze strategiche che operative.

Tramite innovazione digitale e centralizzazione delle informazioni, il nuovo sistema supporterà la definizione completa dello stato patrimoniale dell'Ente, riuscendo a superare limiti economici e organizzativi.

### 8.1.1 Aggiornamento sullo stato dei lavori di censimento, inventario e gestione del patrimonio immobiliare.

La Direzione Generale ha istituito già nel 2017 il **Tavolo Tecnico Permanente in materia di Patrimonio Immobiliare**, con il compito di censire, monitorare e gestire l'intero patrimonio dell'Ente (immobili di proprietà, in uso o in locazione), comprendendo anche le grandi attrezzature scientifiche. Nel 2018 le funzioni del Tavolo sono state ampliate e stabilizzate, con integrazione della sua composizione. Successivamente, il Tavolo è confluito nei **Servizi di Staff della Direzione Generale**, mantenendo le sue attività strategiche. L'azione principale assegnata al Tavolo Tecnico Permanente in materia di Patrimonio Immobiliare è garantire **conoscenza completa, tutela, valorizzazione e razionalizzazione** del patrimonio dell'ente, ivi comprese le "Grandi Attrezzature Scientifiche", anche in vista della transizione alla contabilità economico-patrimoniale.

A tale scopo è stato definito un programma di azioni articolato in **fasi**:

- **Fase 0 – Analisi dello stato di fatto e piano di interventi**: raccolta documentazione legale, catastale, urbanistica, edilizia e impiantistica ("due diligence") per costituire il primo quadro conoscitivo.

- **Fase 1 – Digitalizzazione:** creazione dell'**Archivio Unico/Database Unificato** del patrimonio, in collaborazione con il Servizio Informatico; avvio delle procedure per acquisire due software unici:
  - uno per monitoraggio e gestione di opere e lavori pubblici;
  - uno per la gestione centralizzata del patrimonio, con banca dati strutturata e navigabile (aspetti anagrafici, catastali, giuridici, economici, tecnici).
- **Fase 2 – Quadro Riassuntivo:** redazione del primo documento analitico, aggiornato al 2017, che descrive consistenza, tipologia e uso degli immobili di tutte le articolazioni organizzative.
- **Fase 3 – Valori catastali rivalutati:** calcolo del valore fiscale degli immobili, fabbricati e terreni agricoli, sulla base delle rendite catastali e dei moltiplicatori di legge.
- **Fase 4 – Revisione straordinaria e urgente dell'inventario:** definizione del **valore venale** (inventariale e assicurativo) del patrimonio. È stato predisposto un capitolato tecnico per l'affidamento esterno delle perizie di stima, optando per incarichi a professionisti qualificati tramite procedura MEPA, vista la complessità e l'assenza di competenze interne certificate.

Parallelamente, è stata stipulata una **Convenzione con l'Agenzia delle Entrate** per l'accesso alle banche dati catastali e ipotecarie, così da completare e rafforzare il processo di censimento.

In prospettiva, il lavoro svolto consentirà non solo una **mappatura completa e aggiornata** dei beni, ma anche la realizzazione di **progetti di razionalizzazione, efficientamento e valorizzazione** del patrimonio, a supporto sia delle attività scientifiche che della gestione amministrativa dell'Ente.

I risultati delle attività complessivamente svolte in tre diversi periodi temporali sono depositati agli atti della "Amministrazione Centrale". Nella Tabella 12 è riportato il rapporto estimativo di sintesi, ai fini inventariali, degli immobili e/o dei complessi immobiliari di cui l'ente è proprietario o, al momento della stima, detentore qualificato, in attesa di acquisirne la proprietà.

	DENOMINAZIONE	UBICAZIONE	VALORE INVENTARIALE (euro)
2	<b>Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio Astronomico d'Abruzzo</b>		
2.1	Sede: Osservatorio Astronomico d'Abruzzo (Complesso Immobiliare)	Via Mentore Maggini, 64100 Località Collurania, Teramo (Te)	2.291.100
4	<b>Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna</b>		
4.1	Sede: Plesso del Battiferro	Via Piero Gobetti, numero 93/3, 40129 Bologna (Bo)	6.569.500

	DENOMINAZIONE	UBICAZIONE	VALORE INVENTARIALE (euro)
9	<b>Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio Astronomico di Padova</b>		
9.2	Stazione Osservativa di Cima Ekar	Via Leonida Rosino, senza numero civico, 36012 Asiago (Vicenza)	2.876.450
10	<b>Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio Astronomico di Palermo</b>		
10.2	Nuova sede da destinare a laboratori e uffici	Complesso Immobiliare sito in Palermo, alla Via Tiro a Segno, numero 90 (Ex Pastificio SEPI)	109.500
12	<b>Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio Astrofisico di Torino</b>		
12.2	Museo della Astronomia con Planetario	Via Osservatorio, numero 30, 10025 Pino Torinese (Torino)	5.040.800
12.3	Villa Magliola	Via Osservatorio, numero 35, 10025 Pino Torinese (Torino)	
13	<b>Istituto Nazionale di Astrofisica: Osservatorio Astronomico di Trieste</b>		
13.1	Sede: Castello Basevi (Complesso Immobiliare)	Via Tiepolo, numero 11, 34143 Trieste Via Besenghi numero 17, 34133 Trieste	2.089.500
13.2	Villa Bazzoni	Via Riccardo Bazzoni, numero 2, 34143 Trieste	3.409.300
13.3	Stazione Osservativa di Basovizza (Complesso Immobiliare)	Località Basovizza, numero 302, 34149 Basovizza (Trieste)	3.478.800
	<b>TOTALE</b>		<b>25.864.950</b>

*Tabella 12 - Rapporto estimativo di sintesi, ai fini inventariali, degli immobili e/o dei complessi immobiliari di cui l'ente è proprietario o, al momento della stima, detentore qualificato, in attesa di acquisirne la proprietà.*

*Il "Tavolo Tecnico Permanente in materia di Patrimonio Immobiliare, ivi comprese le Grandi Attrezzature Scientifiche, e di Lavori Pubblici" ha prodotto nel giugno 2021, una dettagliata "Relazione Tecnica", che descrive il "Quadro Complessivo della Consistenza" del "Patrimonio Immobiliare di proprietà o utilizzato, a qualsiasi titolo, dall'Istituto Nazionale di Astrofisica".*

I valori del predetto "Patrimonio" sono riportati nella "TABELLA" denominata "CONSISTENZA DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE DELLO ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA", che contiene, peraltro, una "Scheda di Sintesi", che riporta il "valore inventariale" degli immobili e/o dei complessi immobiliari che l'Ente utilizza a vario titolo (concessione in uso, comodato, locazione):

		<b>Amministrazione Centrale</b>	<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>		
1	1	<i>Sede: ex Osservatorio Astronomico di Monte Mario</i>		7.227.300	
		<i>Roma</i>	<i>Viale del Parco Mellini, n. 84, 00136</i>		<i>Demanio dello Stato</i>
		<i>Roma</i>	<i>Viale del Parco Mellini, n. 84, 00136</i>		<i>Demanio dello Stato (ramo Esercito)</i>
		<i>Roma</i>	<i>Viale del Parco Mellini, n. 84, 00136</i>		<i>Demanio dello Stato (ramo Esercito)</i>
		<b>Osservatorio Astronomico d'Abruzzo</b>	<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>		
2	2	<i>Sede: Stazione Osservativa di Campo Imperatore</i>		1.195.150	
		<i>Campo Imperatore (AQ)</i>	<i>SS 17, località Campo Imperatore, frazione Assergi, 67010 L'Aquila</i>		<i>Demanio dello Stato</i>
		<b>Osservatorio Astrofisico di Arcetri</b>	<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>		
3	3	<i>Sede: Osservatorio Astronomico di Arcetri</i>		3.808.600	
		<i>Firenze</i>	<i>Largo Enrico Fermi, n. 5, 50125</i>		<i>Demanio dello Stato</i>
		<b>Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio</b>	<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>		
4	4A	<i>Sede: Plesso del Battiferro - Area CNR - Bologna</i>		3.911.100	
		<i>Bologna</i>	<i>Via Piero Gobetti, n. 101, 40129</i>		<i>Consiglio Nazionale delle Ricerche 80054330586</i>
	4B	<i>Sede: Stazione Osservativa di Loiano (Bo)</i>			

		Loiano (Bo)	Via Nazionale, n. 11, 40050	Università degli Studi di Bologna  ALMA MATER STUDIORUM  80007010376	1.744.200
		Loiano (Bo)	Via Orzale, n. 16 40050	Università degli Studi di Bologna  ALMA MATER STUDIORUM  80007010376	
		<b>Osservatorio Astronomico di Brera</b>			<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>
5	5A	Sede: Brera			1.468.600
		Brera	Via Brera, n. 28, 20121	Demanio dello Stato	
	5B	Sede: Merate			2.731.300
		Merate	Via Emilio Bianchi, n. 46, 23807	Demanio dello Stato	
		<b>Osservatorio Astronomico di Cagliari</b>			<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>
6	6A	SRT Sardinia Radio Telescope			2.282.800,00
		San Basilio (CA)	Pranusangu ni 09040		
	6B	Sede: Osservatorio Astronomico di Cagliari			4.725.200
		Selargius (CA)	Via della Scienza, n. 5, 09047	Comune di Selargius	
		<b>Osservatorio Astronomico di Capodimonte</b>			<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>
7	7	Sede: Osservatorio Astronomico di Capodimonte			
		Napoli	Salita Moiarello, n. 16, Capodimonte (Napoli)	Demanio dello Stato	9.642.500

		<b>Osservatorio Astrofisico di Catania</b>			<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>
8	8A	Sede: Centro Universitario di Santa Sofia			2.843.400
		Catania	Via Santa Sofia, n. 78, (ex Viale A. Doria, n. 6), 95123	Università degli Studi di Catania C.F./P.IVA 02772010878	
	8B	Sede di Serra la Nave: M.G. Fracastoro			1.582.600
		Ragalna (CT)	Contrada Serra la Nave, 95030	Demanio dello Stato 063409810 070	
		<b>Osservatorio Astronomico di Padova</b>			<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>
9	9	Sede: Osservatorio Astronomico di Padova			3.320.400
		Padova	Vicolo dell'Osservatorio, n. 5, 35122	Demanio dello Stato	
		<b>Osservatorio Astronomico di Palermo</b>			<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>
10	10A	Sede: Osservatorio Astronomico di Palermo - Palazzo dei Normanni			877.400
		Palermo	Piazza Vittoria, n. 3 90123	Demanio dello Stato (Università degli Studi di Palermo)	
		Sede: Laboratori dell'Osservatorio Astronomico di Palermo			
	10B	Palermo	Via Gian Filippo Ingrassia, nn. 31 e 31/a	Concordia Gestioni Immobiliari	546.100

		<b>Osservatorio Astronomico di Roma</b>			<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>
11	11	Sede: Osservatorio Astronomico di Roma Monteporzio Catone			10.446.100
		Monteporzio Catone (RM)	Via Frascati, n. 33 00078	Demanio dello Stato	
		<b>Osservatorio Astrofisico di Torino</b>			<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>
12	12	Sede: Osservatorio Astrofisico di Torino			1.554.900
		Pino Torinese	Via Osservatorio, n. 20 10025	Demanio dello Stato	
		<b>Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma</b>			<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>
13	13	Sede: Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma - Area CNR			3.197.000
		Roma	Via del Fosso del Cavaliere, n. 100	Consiglio Nazionale della Ricerche (proprietario del diritto di Superficie)	
		<b>Istituto di Radioastronomia</b>			<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>
14		Sede: Bologna			
	14A	Bologna	Via Piero Gobetti, n. 101	Consiglio Nazionale della Ricerche	2.170.800
	14B	Sede: Noto			1.037.400
		Noto	Contrada Renna	Consiglio Nazionale della Ricerche	

			<i>Bassa</i>	<i>Ricerche</i>	
	<i>14C</i>	<i>Sede: Medicina</i>			<i>2.409.300</i>
		<i>Medicina</i>	<i>Via Fiorentina</i> <i>3513</i>	<i>Consiglio Nazionale</i> <i>della</i> <i>Ricerche</i>	
		<b><i>Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo</i></b>			<b><i>VALORE INVENTARIALE (EURO)</i></b>
<i>15</i>	<i>15</i>	<i>Sede: Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo</i>			<i>650.200</i>
		<i>Palermo</i>	<i>Viale Ugo La Malfa, n. 153</i> <i>90146</i>	<i>FIN MED Società per Azioni</i>  <i>C.F./P. IVA</i> <i>05222440967</i>	
		<b><i>Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano</i></b>			<b><i>VALORE INVENTARIALE (EURO)</i></b>
<i>16</i>	<i>16</i>	<i>Sede: Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano</i>			<i>1.483.100</i>
		<i>Milano</i>	<i>Via Bassini, n. 15</i>	<i>Consiglio Nazionale delle Ricerche</i>	
					<b><i>70.855.450</i></b>

I "**valori complessivi**", ai fini inventariali, degli immobili e/o dei complessi immobiliari che l'Ente utilizza, a titolo di proprietà o a qualunque altro titolo, sono riportati nella seguente Tabella 13

	<b>BENI UTILIZZATI DALL'ENTE</b>	<b>VALORE INVENTARIALE (EURO)</b>
A	Immobili di cui l'Ente è proprietario	25.864.950
B	Immobili che l'Ente utilizza a qualunque altro titolo	70.855.450
	<b>TOTALE</b>	<b>96.720.400</b>

*Tabella 13 - Valori complessivi ai fini inventariali*

---

## 8.2 Bilancio

### 8.2.1 Stato del bilancio annuale e di previsione

Le *somme accertate* nel corso dell'Esercizio Finanziario 2023 ammontano complessivamente a € 444.513.277,26. Il predetto importo è comprensivo delle "somme accertate", pari complessivamente a € 173.979.122,70, che riguardano i Programmi e i Progetti ammessi a finanziamento a valere sulle risorse che provengono dal *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza* ("PNRR"), alle quali è stata data evidenza contabile con apposita "Codifica", mediante la creazione di specifiche "Funzioni Obiettivo" e la istituzione, nel "Conto" di quinto livello del "Piano dei Conti", contrassegnato con il Codice" 2.01.05.01.999. e denominato "Altri trasferimenti correnti dall'Unione Europea", di un "Capitolo" dedicato, di sesto livello, contrassegnato con il "Codice" 2.01.05.01.999.03 e denominato "Altri trasferimenti correnti dalla Unione Europea per il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza".

Le "entrate accertate", al netto delle "entrate per conto terzi e partite di giro", ammontano a € 413.158.039,39, imputabili esclusivamente alle "entrate correnti".

Nel medesimo Esercizio le "somme riscosse" in "conto competenza" sono pari a € 255.946.452,96, mentre le "somme rimaste da riscuotere" sono pari a € 188.566.824,30. Dal confronto dei dati relativi all'Esercizio Finanziario 2023 con quelli relativi all'Esercizio Finanziario 2022 emergono le differenze riportate nella Tabella 14 e nella Tabella 15.

	Somme accertate	Somme riscosse in c/competenza	Somme riscosse in c/residui	Totale somme riscosse
Totale 2023	444.513.277,26	255.946.452,96	19.498.465,63	275.444.918,59
Totale 2022	249.711.325,22	232.257.777,34	19.723.120,38	251.980.897,72
Differenze	194.801.952,04	23.688.675,62	-224.654,75	23.464.020,87

Tabella 14 - Riepilogo delle entrate riscosse in c/competenza e in c/residui (importi espressi in euro)

Entrate	2023			2022			Diff. %
	Residui	Competenza (Accertamenti)	Cassa (Riscossioni)	Residui	Competenza (Accertamenti)	Cassa (Riscossioni)	
	A	B	C	D	E	F	E/B
2. Trasferimenti correnti	213.977.174,68	410.166.258,87	241.978.248,26	45.953.808,40	214.959.623,84	217.612.280,60	90,81%
3. Entrate extratributarie	1.659.334,16	2.991.780,52	2.013.678,62	685.322,24	1.875.682,50	1.713.494,20	59,50%
<b>Totale Entrate correnti</b>	<b>215.636.508,84</b>	<b>413.158.039,39</b>	<b>243.991.926,88</b>	<b>46.639.130,64</b>	<b>216.835.306,34</b>	<b>219.325.774,80</b>	<b>90,54%</b>
4. Entrate in conto capitale	0,00	0,00	0,00	0,00	1.269,00	1.269,00	
5. Entrate da riduzione di attività finanziarie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6. Accensione di prestiti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>Totale Entrate al netto delle entrate per conto terzi e partite di giro</b>	<b>215.636.508,84</b>	<b>413.158.039,39</b>	<b>243.991.926,88</b>	<b>46.639.130,64</b>	<b>216.836.575,34</b>	<b>219.327.043,80</b>	<b>90,54%</b>
9. Entrate per conto terzi e partite di giro	1.246.973,00	31.355.237,87	31.452.991,71	1.344.726,84	32.874.749,88	32.653.853,92	-4,62%
<b>TOTALE ENTRATE</b>	<b>216.883.481,84</b>	<b>444.513.277,26</b>	<b>275.444.918,59</b>	<b>47.983.857,48</b>	<b>249.711.325,22</b>	<b>251.980.897,72</b>	<b>78,01%</b>

Tabella 15 - Quadro di raffronto tra Esercizio Finanziario 2023 e Esercizio Finanziario 2022:  
ENTRATE (importi espressi in euro)

Il dettaglio delle "Uscite" relative all'esercizio finanziario 2023 distinte per conti di secondo livello è riportato in Tabella 16, mentre la Tabella 17 fornisce la suddivisione delle Uscite per l'anno finanziario 2023 per Centro di Responsabilità Amministrativa.

Infine le "Somme impegnate" e "Somme pagate" in conto competenza nel 2023 suddivise per Centro di Responsabilità Amministrativa sono fornite in Figura 22.

Conto	Previsioni iniziali	Variazioni	Previsioni definitive	Somme impegnate	Somme pagate	Somme impegnate e rimaste da pagare	Diff. % somme impegnate / previsioni definitive	Diff. % somme pagate / previsioni definitive	Incidenza della spesa % impegnata sul totale
	Euro	Euro	Euro	Euro	Euro	Euro			
<b>2. Spese correnti</b>									
2.02 Reddito da lavoro dipendente	151,891,398.66	11,325,032.03	163,216,430.69	87,946,713.03	85,129,096.77	2,817,616.26	-42.10%	-46.12%	49.3765%
2.02 Imposte e tasse a carico dell'ente	7,923,457.84	645,400.00	8,568,857.84	5,800,155.71	5,001,379.42	798,776.29	-26.80%	-32.31%	3.2564%
2.03 Acquisito di beni e servizi	109,154,961.60	20,681,823.52	129,836,785.12	30,821,711.30	22,013,310.67	8,808,400.63	-71.76%	-76.26%	17.3044%
2.04 Trasferimenti correnti	103,733,431.32	9,223,791.91	112,957,223.23	39,129,888.35	37,118,127.35	2,011,761.00	-62.28%	-65.36%	21.9689%
2.07 Interessi passivi	114,815.89	-	114,815.89	114,815.89	114,815.89	-	0.00%	0.00%	0.0645%
2.09 Rimborsi e poste correttive	532,561.29	28,200.00	560,761.29	68,280.69	68,280.69	-	-87.18%	-87.82%	0.0383%
2.10 Altre spese correnti	40,192,909.68	15,139,239.70	55,332,149.38	154,456.32	150,638.30	3,818.02	-99.62%	-99.72%	0.0867%
<b>Totale 1. Spese correnti</b>	<b>413,543,536.28</b>	<b>57,043,487.16</b>	<b>470,587,023.44</b>	<b>164,036,021.29</b>	<b>149,595,649.09</b>	<b>14,440,372.20</b>	<b>-60.33%</b>	<b>-65.14%</b>	<b>92.0958%</b>
<b>2. Spese in conto capitale</b>									
2.02 Investimenti fissi lordi e acquisto di terreni	145,628,026.20	27,986,100.00	173,614,126.20	13,844,087.84	3,821,303.21	10,022,784.63	-90.49%	-92.03%	7.7726%
<b>Totale 2. Spese in conto capitale</b>	<b>145,628,026.20</b>	<b>27,986,100.00</b>	<b>173,614,126.20</b>	<b>13,844,087.84</b>	<b>3,821,303.21</b>	<b>10,022,784.63</b>	<b>-90.49%</b>	<b>-92.03%</b>	<b>7.7726%</b>
<b>3. Spese per incremento attività finanziarie</b>									
3.01 Acquisizioni di attività finanziarie	205,000.00	-	205,000.00	-	-	-	-100.00%	-100.00%	0.0000%
<b>Totale 3. Spese per incremento attività finanziarie</b>	<b>205,000.00</b>	<b>-</b>	<b>205,000.00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-100.00%</b>	<b>-100.00%</b>	<b>0.0000%</b>
<b>4. Rimborso prestiti</b>									
4.03 Rimborso mutui ed altri finanziamenti a medio lungo termine	234,505.45	-	234,505.45	234,505.45	234,505.45	-	0.00%	0.00%	0.1317%
<b>Totale 4. Rimborso di prestiti</b>	<b>234,505.45</b>	<b>-</b>	<b>234,505.45</b>	<b>234,505.45</b>	<b>234,505.45</b>	<b>-</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.1317%</b>
<b>TOTALE DELLE SPESE AL NETTO DELLE PARTITE DI GIRO</b>	<b>559,611,067.93</b>	<b>85,029,587.16</b>	<b>644,640,655.09</b>	<b>178,114,614.58</b>	<b>153,651,457.75</b>	<b>24,463,156.83</b>	<b>-68.17%</b>	<b>-72.37%</b>	<b>100.0000%</b>
<b>7. Uscite per conto terzi e partite di giro</b>									
7.01 Uscite per conto terzi e partite di giro	29,573,000.00	1,770,922.87	31,343,922.87	31,343,922.87	26,911,865.37	4,432,057.50	5.99%	0.00%	
7.02 Uscite per conto terzi	-	11,315.00	11,315.00	11,315.00	-	11,315.00			
<b>Totale 7. Uscite per conto terzi e partite di giro</b>	<b>29,573,000.00</b>	<b>1,782,237.87</b>	<b>31,355,237.87</b>	<b>31,355,237.87</b>	<b>26,911,865.37</b>	<b>4,443,372.50</b>	<b>6.03%</b>	<b>0.00%</b>	
<b>TOTALE USCITE</b>	<b>589,184,067.93</b>	<b>86,811,825.03</b>	<b>675,995,892.96</b>	<b>209,469,852.45</b>	<b>180,563,323.12</b>	<b>28,906,529.33</b>	<b>-64.45%</b>	<b>-69.01%</b>	

Tabella 16 - Dettaglio delle uscite relative all'esercizio finanziario 2023 distinte per conti di secondo livello.

Centri di Responsabilità Amministrativa	Somme impegnate	Somme pagate in c/competenza	Somme impegnate rimaste da pagare	% somme pagate in conto competenza/ somme impegnate
0.00. Staff Direzione Generale	383.004,45	319.832,69	63.171,76	83,51%
0.01. Ufficio I	80.446.576,12	77.641.758,58	2.804.817,54	96,51%
0.02. Ufficio II	2.490.152,60	2.070.221,41	419.931,19	83,14%
0.03. Uffici di Presidenza	312.011,43	165.906,04	146.105,39	53,17%
0.04. Direzione Scientifica	28.425.893,37	28.240.187,25	185.706,12	99,35%
1. Strutture di Ricerca	66.056.976,61	45.213.551,78	20.483.424,83	68,45%
<b>Totale (al netto delle uscite per conto terzi e partite di giro)</b>	<b>178.114.614,58</b>	<b>153.651.457,75</b>	<b>24.103.156,83</b>	<b>86,27%</b>
Uscite per conto terzi e partite di giro	31.355.237,87	26.911.865,37	4.443.372,50	
<b>TOTALE GENERALE</b>	<b>209.469.852,45</b>	<b>180.563.323,12</b>	<b>28.546.529,33</b>	

Tabella 17 - Suddivisione delle Uscite per l'anno finanziario 2023 per Centro di Responsabilità Amministrativa

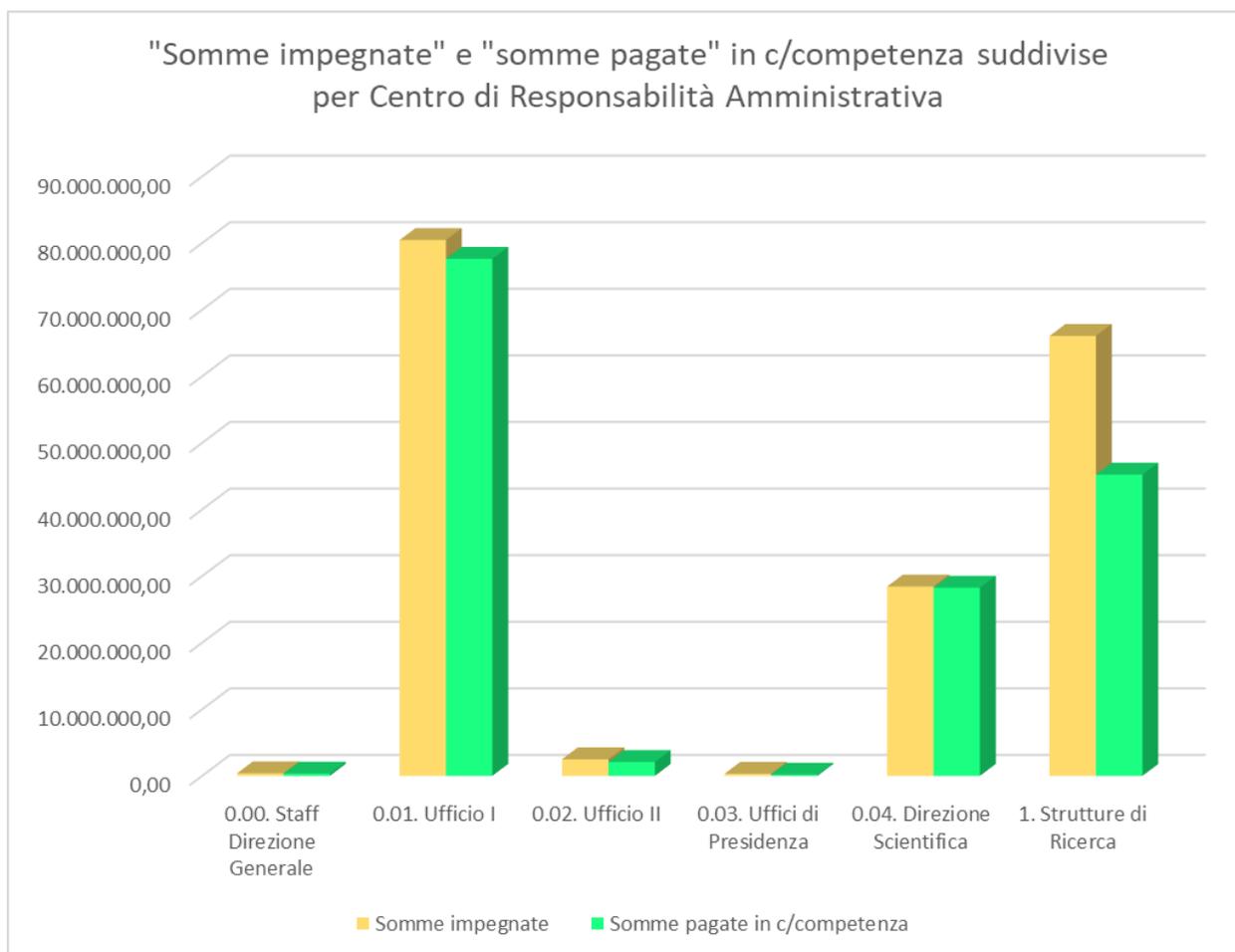


Figura 22 - "Somme impegnate" e "Somme pagate" in conto competenza nel 2023 suddivise per Centro di Responsabilità Amministrativa

## 8.2.2 Immagine proiettiva dei successivi tre anni

### 8.2.2.1 Entrate previste

Nell'Esercizio Finanziario 2023 è stato registrato, rispetto all'Esercizio Finanziario 2022, un incremento della "assegnazione ordinaria", pari a € 6.850.674,00, in quanto con il Decreto del Ministro della Università e della Ricerca del 21 giugno 2023, numero di protocollo 789, che ha ripartito il "Fondo Ordinario per gli Enti e le Istituzioni di Ricerca" per l'anno 2023, allo "Istituto Nazionale di Astrofisica" è stato attribuito, a titolo di "assegnazione ordinaria", un finanziamento pari a € 110.977.469,00, mentre con il Decreto del Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca del 21 giugno 2022, numero di protocollo 571, che ha ripartito il "Fondo Ordinario per gli Enti e le Istituzioni di Ricerca" per l'anno 2022, allo "Istituto Nazionale di Astrofisica" era stato attribuito, a titolo di "assegnazione ordinaria", un finanziamento pari a € 104.126.795,00.

Il predetto incremento comprende:

- le risorse assegnate, per l'anno 2023, allo "Istituto Nazionale di Astrofisica", ai sensi dell'articolo 1, comma 310, lettera a), della Legge 30 dicembre 2021, numero 234, per un importo complessivo di € 5.439.424,00, così articolato:
  - integrazione della assegnazione ordinaria: 4.584.161,00;

- copertura dei costi connessi alle procedure di stabilizzazione del personale precario:  
€ 855.263,00;
- le risorse assegnate, per l'anno 2023, allo "Istituto Nazionale di Astrofisica", ai sensi dell'articolo 1, comma 310, lettera c), della Legge 30 dicembre 2021, numero 234, per un importo complessivo di € 1.411.250,00.

Inoltre, con il Decreto del Ministro della Università e della Ricerca del 21 giugno 2023, numero di protocollo 789, come precedentemente richiamato, allo "Istituto Nazionale di Astrofisica" sono stati assegnati, a vario titolo, altri finanziamenti, per un importo complessivo pari a € 38.100.000,00.

Nella Tabella 18 è riassunto il FOE assegnato nel triennio 2021-2023 suddiviso nelle sue componenti.

Anno	FOE Ordinario	FOE Straordinario			TOTALE FOE Straordinario	FOE Totale
		Progettualità a carattere straordinario	Ricerca a valenza internazionale	Progettualità a carattere continuativo		
2021	€ 97,345,998	€ 2,900,000	€ 15,050,000	€ 2,850,000	€ 20,800,000	€ 118,145,998
2022	€ 104,126,795	€ 2,900,000	€ 15,050,000	€ 10,350,000	€ 28,300,000	€ 132,426,795
2023	€ 110,977,469	€ -	€ 15,050,000	€ 23,050,000	€ 38,100,000	€ 149,077,469

Tabella 18 - Assegnazione del FOE nel triennio 2021-2023 nelle sue componenti.

Il finanziamento straordinario rientra tra quelli a "destinazione vincolata" e può essere utilizzato solo ed esclusivamente per le finalità indicate nell'annuale Decreto Ministeriale di riparto.

Con Decreto Ministeriale n. 1096 del 25-07-2024 per il 2024 è stato assegnato all'INAF il FOE per l'anno finanziario 2024 come indicato in Tabella 19.

Anno	FOE Ordinario	FOE Straordinario		TOTALE FOE Straordinario	FOE Totale
		Ricerca a valenza internazionale	Progettualità a carattere continuativo		
2024	€ 116,739,426	€ 16,140,000	€ 17,550,000	€ 33,690,000	€ 150,429,426

Tabella 19 - FOE assegnato all'INAF con Decreto Ministeriale n. 1096 del 25-07-2024 per il 2024.

In particolare, per quanto riguarda le "Attività di ricerca a valenza internazionale" queste contemplano:

- un finanziamento di € 5.350.000,00, destinato alla realizzazione dello "Extremely Large Telescope - ELT" dell'ESO (cf. 5.1.2.1 )
- un finanziamento di € 4.000.000,00, destinato alla copertura finanziaria delle spese di gestione e di manutenzione del "Sardinia Radio Telescope - SRT" e delle antenne VLBI (cf. 5.1.1.1)
- un finanziamento di € 3.000.000,00, destinato alla parziale copertura delle spese di gestione e di manutenzione del "Large Binocular Telescope - LBT" (cf. 5.1.1.3)

- un finanziamento di € 2.700.000,00, con il quale l'Ente contribuisce alla realizzazione delle iniziative promosse dallo "European Southern Observatory - ESO" (cf. 5.1.1.5)

Per quanto riguarda la "**Progettualità a carattere continuativo**" questa contempla:

- un finanziamento di € 300.000 destinato alla copertura delle spese per lo "Space Weather"
- un finanziamento di € 2.550.000 destinato alla copertura delle spese per l' "Astrofisica Fondamentale" - Piano di Sviluppo 2021-2031;
- un finanziamento di € 6.600.000 destinato alla copertura delle spese per l' "Astrofisica Fondamentale per la Ricerca Spaziale" - Piano di sviluppo 2022-2032;
- un finanziamento di € 5.000.000 destinato alla copertura delle spese per il "Programma Ricerca Spaziale di Base PRORIS";
- un finanziamento di € 3.100.000 destinato alla copertura delle spese per il "Telescopio Nazionale Galileo".

Lo sviluppo delle infrastrutture INAF relative ai progetti internazionali SKA e CTA e ai loro precursori (es., MeerKat+, LOFAR, Astri Mini Array) è finanziato dal MUR attraverso il **fondo infrastrutturale DM 450/2019**. Gli importi previsti e quelli effettivamente erogati fino al 2024 sono dati in Tabella 20.

Anno	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	TOTALE
Ripartizione delle risorse del Fondo per gli investimenti e lo sviluppo infrastrutturale del Paese di cui all'articolo 1, comma 1072, della legge 27 dicembre 2017, n. 205	6	10	10	9	8	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14	15	188/ (67 fino al 2024)
Assegnazioni effettive all'INAF	6	10	7	13	7	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61

*Tabella 20 - Assegnazioni previste dal Decreto Ministeriale del 4 giugno 2019, numero 450, con il quale è stato ripartito il "Fondo" costituito dall'articolo 1, comma 140, della Legge 11 dicembre 2016, numero 232 e assegnazioni erogate fino all'anno finanziario 2024.*

Per la **costruzione di SKA** è versato un contributo a SKAO pari a 12.000.000 €/anno dal 2020 e fino al 2029 (come da art 3 della legge 14 agosto 2020, numero 115). Il finanziamento a tale scopo è assegnato a INAF nella misura detta dal MUR e trasferito da INAF a SKAO. Con la nota del 24 novembre 2022, registrata nel protocollo generale dell'Ente in pari data con il numero progressivo 17334, il "Ministero della Università e della Ricerca" ha comunicato che, sul "...Capitolo di Bilancio 7336, "Piano di Gestione" 3, alimentato dal riparto del "**Fondo Investimenti 2020**", di cui all'articolo 1, comma 14, della Legge 27 dicembre 2019, numero 160, allo "Istituto Nazionale di Astrofisica" sono stati assegnati, per il Triennio 2022-2024, gli importi dati Tabella 21, destinati al "...*finanziamento di attività tese al mantenimento e al potenziamento del ruolo dello "Istituto Nazionale di Astrofisica" nello sviluppo di tecnologie innovative legate alle grandi infrastrutture internazionali operative, quali "CTA" e "SKA"...*".

Anno	2022	2023	2024
7336 PG 4 (Fondo investimenti 2020 - comma 14)	4.000.000 €	3.000.000 €	3.000.000 €

*Tabella 21 - Fondi assegnati nel triennio 2022-2024 per il potenziamento del ruolo dello "Istituto Nazionale di Astrofisica" nello sviluppo di tecnologie innovative legate alle grandi infrastrutture internazionali operative (Fondo investimenti 2020 - comma 14)*

### 8.2.2.2 Spese Previste per l'Anno 2024 e proiezione triennale

Le spese previste per l'anno 2024 sono state quantificate sulla "base storica" degli ultimi anni, relativamente al funzionamento delle "Strutture di Ricerca", ai fondi gestiti dalla "Amministrazione Centrale" destinati al funzionamento dell'ente (es., spese generali, personale staff, mantenimento del patrimonio, formazione), alla realizzazione delle attività di ricerca statutarie e alla realizzazione e/o alla gestione delle grandi infrastrutture internazionali, che consentono ai ricercatori dell'Ente di accedere alle "osservazioni", che sono essenziali per la loro produzione scientifica. Le infrastrutture ed il loro utilizzo scientifico sono descritte negli altri capitoli del presente "Piano Triennale".

## Spese per il Personale

Di seguito in Tabella 22 e Tabella 23 si riporta il riassunto relativo alle spese di personale per il triennio 2021-2023 e gli indicatori dei rapporti di spesa di cui all'articolo 9, comma 2, e comma 6, lettera b), del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218.

<b>Spese effettive, dirette e indirette, sostenute per il personale, con riferimento al periodo compreso tra il 1° gennaio 2021 e il 31 dicembre 2023</b>			
	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Spesa complessiva sostenuta per il personale con rapporto di lavoro a tempo indeterminato[*]	71.741.050	79.696.223	79.355.772
Spesa complessiva sostenuta per il personale con rapporto di lavoro a tempo determinato[*]	5.450.977	5.051.592	7.611.454
Altre spese di personale[**]	9.644.066	10.201.012	11.246.629
<b>Totale</b>	<b>86.836.093</b>	<b>94.948.827</b>	<b>98.213.855</b>

*Tabella 22 - Spese sostenute per il Personale nel triennio precedente.*

*[\*] la spesa comprende la quota di "Trattamento di Fine Rapporto" di competenza dell'anno, oneri e costi accessori (con esclusione di sussidi e buoni pasto).*

*[\*\*] Le altre spese di personale includono tutto il personale non strutturato (ad es. AdR e Borse di studio), I compensi degli organi, I sussidi ed I buoni pasto.*

	<b>Indicatore di cui all'articolo 9, comma 2, e comma 6, lettera b), del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218</b>
Media delle entrate complessive nel Triennio 2021-2023 (al netto del PNRR)	€ 204.973.202
Spesa complessiva sostenuta alla data del 31 dicembre 2023 per il personale con rapporto di lavoro a tempo indeterminato	€ 79.355.772
Rapporto tra le spese complessive di personale e la media delle entrate nel Triennio 2021-2023	38,7%
Spesa complessiva sostenuta per tutto il personale (inclusi TD, non strutturati, organi, sussidi e buoni pasto) alla data del 31 dicembre 2023	€ 98.213.855

Rapporto tra la spesa complessiva di tutto il personale e la media delle entrate nel triennio 2017-2019	47,9%
---	-------

Tabella 23 – Indicatori dei rapporti di spesa.

## Spese per attività di ricerca

Investimenti in ricerca libera e bandi competitivi per il triennio di riferimento			
	2024	2025	2026
Distribuzione fondi ricerca alle Strutture (-)	2.000.000 €	2.000.000 €	2.000.000 €
Bandi per la ricerca fondamentale (*)	8.750.000 €	8.000.000 €	8.000.000 €
Fellowships per giovani ricercatori/trici (*)		2.500.000 €	2.500.000 €
Borse di Dottorato (-)	1.500.000 €	1.500.000 €	1.500.000 €
Bandi PRORIS (cf. § 7.2.2.1) (@)	7.500.000 €	4.000.000 €	4.000.000 €
Progetto strategico PRORIS (@)	2.500.000 €	1.000.000 €	1.000.000 €
Space Weather (!)	270.000 €	1.500.000 €	300.000 €
<b>Totale</b>	<b>22,520,000 €</b>	<b>20,500,000 €</b>	<b>19,300,000 €</b>

Tabella 24 - Investimenti in Ricerca Libera e Bandi Interni.

(-) Fondi ottenuti dal FOE ordinario e da avanzi di bilancio

(\*) Fondi ottenuti dal FOE di programmi a carattere continuativo, avanzi di bilancio, e programmi PNR.

(@) Fondi FOE; per il 2024 sono utilizzati anche fondi assegnati nel 2023

(!) la previsione del 2025 tiene in conto l'uso di fondi accantonati allo scopo.

## Spese per infrastrutture di ricerca internazionali da Terra

Costo previsto per le infrastrutture di ricerca internazionale nel triennio di riferimento			
	2024 (€)	2025 (€)	2026 (€)
ESO[*]	2.700.000	2.700.000	2.700.000
ELT[*]	5.900.000	6.000.000	6.000.000
LBT[*]	3.500.000	3.500.000	3.500.000
TNG[*]	3.100.000	3.100.000	3.100.000
SRT e VLBI[*]	4.500.000	4.500.000	4.500.000
SKA e precursori[* *]	15.000.000	15.000.000	
CTA e precursori[* * *]	10.000.000	16.000.000	17.000.000
Einstein Telescope[+]		1.500.000	2.000.000

Tabella 25 - Costo previsto per le infrastrutture per il triennio di riferimento

[\*] Fondi FOE

[\* \*] Fondi infrastrutturali DM 450/2019 e fondi dedicati alla quota annuale SKAO

[\* \* \*] Fondi infrastrutturali DM 450/2019 + Fondo Investimenti 2020

[+] Fondo Investimenti 2020

## Altre spese

Spese per Valorizzazione della Conoscenza			
	2024 (€)	2025 (€)	2026 (€)
Didattica e Divulgazione	800.000	800.000	800.000
Musei, Archivi, Biblioteche	940.000	950.000	1.000.000
Testate Giornalistiche	110.000	110.000	120.000
Ufficio Stampa	160.000	160.000	180.000

Spese per Servizi ICT			
	2024 (€)	2025 (€)	2026 (€)
Servizi ICT	800.000	850.000	900.000
Spese per ICT (GARR...)	750.000	750.000	750.000

Spese per accordi internazionali			
	2024 (€)	2025 (€)	2026 (€)
Altri Accordi Internazionali[*]	210.000	210.000	230.000

Tabella 26 - Costo previsto per altre spese per il triennio di riferimento

[\*] per attività non infrastrutturali

### 8.2.3 Rapporto tra le risorse interne ed esterne

Il rapporto tra risorse interne e risorse esterne viene definito considerando come "risorse interne" il "Fondo Ordinario" che il Ministero della Università e della Ricerca ripartisce e assegna agli Enti di Ricerca e come "risorse esterne" tutte le altre entrate proprie dell'Ente, tra le quali rientrano le assegnazioni ministeriali destinate alle attività di ricerca a valenza internazionale, alle progettualità a carattere straordinario e alle progettualità a carattere continuativo e le entrate provenienti da altri Enti di Ricerca e dalla Unione Europea.

Il predetto rapporto si riferisce alle risorse accertate nell'ultimo triennio, sia a Preventivo che a Consuntivo.

L'analisi dei dati che scaturiscono dalla definizione del rapporto tra risorse interne e risorse esterne, come riportati in *Tabella 27* è fonte di spunti di riflessione molto interessanti.

	Risorse Interne	Risorse Esterne	Entrate Complessive	Rapporto Risorse Interne/Entrate Complessive [%]
Preventivo 2020	95.604.946	34.650.387	130.255.333	73%
Consuntivo 2020	94.572.966	53.273.757	147.846.723	64%
Preventivo 2021	94.572.966	29.089.646	123.662.612	76%
Consuntivo 2021	97.345.998	69.742.997	167.088.995	58%
Preventivo 2022	97.345.998	48.306.707	145.652.705	67%
Consuntivo 2022	104.126.795	104.526.026*	208.652.821*	50%
Preventivo 2023	104.126.795	61.784.259*	165.911.054*	63%
Consuntivo 2023	110.977.469	128.200.320*	239.177.789*	46%
Preventivo 2024	110.977.469	79.061.641*	190.039.110*	58%

*Tabella 27 - Rapporto tra risorse interne ed entrate complessive.*

*\*i valori riportati non includono le entrate relative ai progetti PNRR*

INAF conferma la sua capacità di attrarre numerose risorse esterne. Questo aspetto è abbastanza costante in fase di redazione del preventivo, in cui circa un quarto dei fondi INAF provengono sistematicamente da fonti diverse rispetto al Fondo Ordinario, e si accentua

---

nell'analisi del consuntivo dimostrando gli ottimi risultati dell'ente nel garantirsi entrate non certe, spesso legate a bandi competitivi e quindi non preventivabili.

### 8.3 Azioni volte al risparmio sulla conduzione dell'Ente.

La Direzione Generale dello "Istituto Nazionale di Astrofisica", pur nel contesto di politiche gestionali improntate al massimo rigore ed alla razionalizzazione della spesa, si prefigge, unitamente alla Direzione Scientifica, lo scopo di agevolare la realizzazione di risultati di eccellenza nel campo dell'innovazione e della ricerca scientifica e tecnologica.

In particolare, sotto il profilo gestionale, la Direzione Generale intende ulteriormente implementare il "Piano di Razionalizzazione" delle risorse umane, finanziarie, logistiche e strumentali attualmente disponibili al fine di ottimizzare il loro uso, potenziare, a tutti i livelli, la sinergia con le "Strutture di Ricerca" e migliorare, sia sotto il profilo qualitativo che sotto il profilo quantitativo, il supporto allo svolgimento delle loro attività istituzionali.

A tal fine, verranno ulteriormente consolidate e sviluppate le attività di revisione dei processi di programmazione e quelle proprie del "controllo di gestione", finalizzate alla analisi dei costi e all'uso ottimale delle risorse disponibili, che hanno già consentito, attraverso una radicale riforma sia dei criteri che delle metodologie di redazione dei documenti contabili, con particolare riguardo ai bilanci preventivi e consuntivi, di monitorare l'andamento delle spese correnti e delle spese di personale, di individuare le criticità, con specifico riferimento sia alla fase di previsione delle spese che alla dinamica di formazione degli avanzi di amministrazione e alla loro gestione, e di adottare le necessarie misure correttive, al fine di realizzare importanti economie e di recuperare, quindi, ulteriori risorse da destinare al finanziamento delle attività scientifiche, tecnologiche e di ricerca, delle attività finalizzate alla innovazione e al trasferimento tecnologico e delle attività di divulgazione.

Analoga attività è stata intrapresa anche dalla Direzione Scientifica, con specifico riguardo alla gestione dei progetti di ricerca, sia nazionali che internazionali, al fine di produrre economie da destinare, in particolare, al finanziamento della ricerca di base.

Assume notevole rilievo, per le finalità innanzi specificate, anche il "Programma Biennale degli acquisti di Forniture e Servizi" dello "Istituto Nazionale di Astrofisica", adottato già da alcuni anni e che dovrebbe garantire, in futuro, notevoli economie di spesa, soprattutto attraverso l'acquisizione centralizzata di forniture di beni e servizi che sono funzionali all'intero Ente.

In particolare, la Direzione Generale, tenendo conto della natura e delle caratteristiche tecniche e merceologiche dei beni e dei servizi che ne formano oggetto e di tutte le altre informazioni utili allo scopo, individuerà, con il supporto della "Struttura Stabile di Supporto Strategico agli Organi di Governo e di Supporto Tecnico ai Direttori delle Strutture di Ricerca e ai Responsabili Unici dei Procedimenti", gli affidamenti che, riguardando categorie omogenee di beni e servizi, sono suscettibili di accorpamento, almeno su base regionale.

In effetti, l'attivazione del predetto processo, assolutamente indispensabile oltre che virtuoso, produrrà una serie di effetti molto positivi, consentendo, tra l'altro, di:

- non violare il divieto di frazionamento degli appalti, espressamente previsto dall'articolo 35, comma 6, del Decreto Legislativo 18 aprile 2016, numero 50, e successive modifiche ed integrazioni;

- 
- garantire una gestione delle procedure di gara più organica e razionale;
  - realizzare possibili economie di spesa;
  - perseguire, in generale, le finalità proprie del predetto documento programmatico, che si traducono, sostanzialmente, nella trasparenza, nella efficienza e nella funzionalità della azione amministrativa,

Per quanto concerne, inoltre, le attività amministrative, sono stati attivati numerosi procedimenti di informatizzazione, anch'essi finalizzati a razionalizzare l'uso delle risorse disponibili, tra i quali rivestono fondamentale importanza:

- la creazione di un archivio unico per la gestione del personale;
- l'attivazione delle procedure di gestione del patrimonio e di implementazione dei relativi inventari, finalizzate ad assicurare il censimento dell'intero patrimonio dell'Ente, sia mobiliare che immobiliare;
- l'acquisizione di un sistema unico di rilevazione delle presenze in servizio del personale di ruolo;
- l'acquisizione di un nuovo sistema di protocollazione, fascicolazione ed archiviazione di atti e documenti amministrativi.

È intenzione, inoltre, sia della Direzione Generale che della Direzione Scientifica rivedere i rispettivi assetti organizzativi secondo la logica propria dei procedimenti, delle procedure e dei processi, che consentirebbe, tra l'altro, di evitare la duplicazione di articolazioni organizzative e di garantire, conseguentemente, un utilizzo più organico e razionale delle risorse umane, finanziarie e strumentali attualmente disponibili.

Le due Direzioni Apicali, in armonia con il recente contesto normativo di riferimento, hanno avviato il processo di "dematerializzazione" dell'attività amministrativa che permette di produrre notevoli effetti benefici in quanto a risparmio delle risorse, e permette una organizzazione più agile del lavoro e una migliorata efficienza delle procedure.

## 8.4 Società partecipate

L'[Elenco completo delle Società Partecipate e Fondazioni](#) a cui INAF aderisce è scaricabile dal sito <https://pta.inaf.it>. Il documento forma parte integrante di questo aggiornamento del Piano Triennale di Attività.

---

## Elenco degli Allegati in Forma Elettronica

I seguenti documenti, che formano parte integrante del presente PTA, sono scaricabili al sito <https://pta.inaf.it>.

- Statuto dell'INAF
- Documento di Visione Strategica dell'INAF
- Rapporto sulle Apparecchiature e Strumenti INAF utilizzabili per programmi spaziali
- Rapporto sulla partecipazione INAF a progetti spaziali di rilevanza internazionale
- PIAO 2024-2026
- [Elenco delle Società Partecipate e Fondazioni](#)
- Schede di Progetto per il triennio 2024-2026
- Executive Summary PTA 2024-2026

---

## Lista degli Acronimi

4MOST	4Metre Multi Object Spectrograph Telescope
ADONI	ADaptive Optics National laboratory of Italy
ADS	Astrophysics Data System
AGILE	Astro-rivelatore Gamma a Immagini LEggero
AGN	Active Galactic Nuclei
AHEAD	integrated Activities in the High Energy Astrophysics Domain
ALMA	Atacama Large Millimetric Array
ALP	Axion Like Particle
AMEGO	All-sky Medium Energy Gamma-ray Observatory
ANDES	ArmazoNES high Dispersion Echelle Spectrograph
ANVUR	Agenzia Nazionale per la Valutazione dell'Università de della Ricerca
AO	Adaptive Optics
ARIEL	Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey
ASKAP	Australian SKA Pathfinder
ASI	Agenzia Spaziale Italiana
ASPIS	ASI SPace-weathe InfraStructure
ASTRI	Astrofisica con Specchi a Tecnologia Replicante Italiana
ATCA	Australia Telescope Compact Array
ATHENA	Advanced Telescope for High Energy Astrophysics
ATNF	Australian Telescope National Facility
BGR	Board of Government Representatives
CARE	Coordinamento per l'Accesso alle Risorse Elettroniche
CASSIS	Colour and Stereo Surface Imaging System
CdA	Consiglio di Amministrazione
CdD	Collegio dei Direttori
CEA	Commissariat a l'energie atomique
CfA	Centre for Astrophysics
CHEOPS	Characterising ExOPlanet Satellite
CHIPP	Calcolo HTC in INAF - Progetto Pilota
CINECA	Consorzio Interuniversitario per il Calcolo
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
CNSA	China National Space Agency
CoRoT	Convection Rotation at Transits planetaire
COSPAR	Committee on Space Research
CPTF	Council Preparation Task Force
CPU	Central Processing Unit
CRUI	Conferenza dei Rettori delle Università Italiane
CSES-2	China Seismo-Electromagnetic Satellite 2
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Cientificas
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation
CSN	Comitato Scientifico Nazionale
CTA	Cherenkov Telescope Array
CTAO	Cherenkov Telescope Array Observatory
CUBES	Cassegrain U-band Efficient Spectrograph

---

DART	Double Asteroid Redirection Test
DOI	Digital Object Identifier
DPAC	Data Processing and Analysis Consortium
DPI	Dot Per Index
DVS	Documento di Visione Strategica
ELT	Extremely Large Telescope
eMERLIN	Multi-Element Radio Linked Interferometer Network
ENEA	Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'Energia e lo sviluppo economico sostenibile
ENGRAVE	Electromagnetic counterparts of gravitational wave sources at the Very Large Telescope
EOSC	European Open Science Cloud
EPR	Enti Pubblici di Ricerca
ERC	European Research Council
ERIC	European Research Infrastructure Consortium
ERIS	Enhanced Resolution Imager and Spectrograph
ESA	European Space Agency
ESFRI	European Strategy Forum on Research Infrastructures
ESO	European Southern Observatory
ESPRESSO	Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanets and Stable Spectroscopic Observations
EST	European Solar Telescope
ET	Einstein Telescope
EU	European Union
EUV	Extreme Ultra Violet
EVN	European VLBI Network
eXTP	enhanced X-ray Timing and Polarimetry
FOE	Fondo Ordinario degli Enti
FGG	Fundacion Galileo Galilei
FRB	Fast Radio Burst
FTE	Full Time Equivalent
FUV	Far Ultra Violet
GARR	Gestione Ampliamento Rete Ricerca
GBT	Green Bank Telescope
gGmbH	gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GMT	Giant Magellan Telescope
GMRT	Giant Metrewave Radio Telescope
GRAWITA	GRAvitational Wave INAF TeAm
GRB	Gamma Ray Burst
GPS	Global Positioning System
GUI	Grafic User Interface
GW	Gravita
HARPS	High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher
HERMES	High Energy Rapid Modular Ensemble of Satellites
HESS	High Energy Stereoscopic System
ANDES	High Resolution Spectrograph
HMXB	High Mass X-ray Binary
HPC	High Performance Computing
HST	Hubble Space Telescope
IAC	Instituto de Astrofisica de Canarias IAA

---

---

IAU	International Astronomical Union
ICCD	Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione
ICCU	Istituto Centrale per il Catalogo Unico
ICRAR	International Centre for Radio Astronomy Research
ICU	Instrument Control Unit
IGO	Inter-Governmental Organisation
INAF	Istituto Nazionale di Astrofisica
INAOE	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
INFN	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
ING	Isaac Newton Group of Telescopes
INGV	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
INSU	l'Institut national des sciences de l'Univers
INTEGRAL	INTErnational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory
IR	InfraRosso
IRAM	Institut de Radioastronomie Millimetrique
IVOA	International Virgo Observatory Alliance
IXPE	Imaging X-ray Polarimetry Explorer
JAXA	Japan Aerospace eXploration Agency
JIRAM	Jovian InfraRed Auroral Mapper
JIVE	Joint Institute for VLBI ERIC
JUICE	Jupiter Icy Moons Explorer
JVLA	Jansky Very Large Array
JWST	James Webb Space Telescope
KAGRA	Kamioka Gravitational Wave Detector
KASI	Korean Astronomy and Space-science Institute
LAD	Large Area Detector
LBT	Large Binocular Telescope
LBTC	Large Binocular Telescope Corporation
LICIACube	Light Italian Cubesat for Imaging of Asteroids
LIGO	Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory
LISA	Laser Interferometer Space Antenna
LiteBIRD	Lite (Light) satellite for the studies of B-mode polarization and Inflation from cosmic background Radiation Detection
LMXB	Low Mass X-ray Binary
LOFAR	Low Frequency Aperture Array
Rubin-LSST	Vera C. Rubin Observatory Large Synoptic Survey Telescope
LST	Large Scale Telescope
MAECI	Ministero degli Affari Esteri e Cooperazione Internazionale
MAGIC	Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov
MAJIS	Moons and Jupiter Imaging Spectrometer
Ma_MISS	Mars Multispectral Imager for Subsurface Studies
MARSIS	Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding
MAVIS	MCAO Assisted Visible Imager and Spectrograph
MeerKAT	Extended Karoo Astronomical Telescope
MeerKAT+	Further Extended Karoo Astronomical Telescope
MHD	Magneto Hydro Dynamics
MiC	Ministro della Cultura
MICADO	Multi-AO Imaging Camera for Deep Observations
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MoU	Memorandum of Understanding

---

---

MORFEO	Multi-Conjugated Adaptive Optics RelaY
MPA	Max Planck Institute for Astrophysics
MPG	Max Planck Gesellschaft
MPO	Mercury Planetary Orbiter
MRO	Mars Reconnaissance Orbiter
MST	Midium Size Telescope
MUCH	Muography with Cherenkov
MUR	Ministero della Università e della Ricerca
NADIR	New Archival Distributed InfrasctructuRe
NAOJ	National Astronomical Observatory of Japan
NASA	National Air and Space Administration
NCTN	Numero di Catalogo Generale
NEO	Near Earth Object
NICER	Neutron-star Interior Composition ExproreR
NIR	Near Infra Red
NLR	Netherland Aerospace Centre
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NOMAD	Nadir and Occultation for Mars Discovery
NTT	New Technology Telescope
NuSTAR	Nuclear Spectroscopic Telescope Array
OA	Open Access
OAE	Office for Astronomy Outreach
OMEGA	Observatoire pour la Mineralogie, l'Eau, les Glacies et l'Activitè
OSIRIS-REx	Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security, Regolith Explorer
PANCAM	PANoramic CAMera
PeV	Peta elettronvolt
PI	Principal Investigator
PIC	Particle in Cell
PFS	Planetary Fourier Spectrometer
PLATO	Planetary Transits and Oscillations of Stars
PNR	Piano Nazionale della Ricerca
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
PON	Programma Operativo Nazionale
PRACE	Partnership for Advanced Computing in Europe
PROBA	PROject for OnBoard Autonomy
PRORIS	PROgramma di Ricerca Spaziale di base
PROSPECT	Package for Resource Observation and in-Situ Prospecting for Exploration, Commercial exploitation and Transportation
PTA	Pianto Triennale di Attività
R&D	Research & Development
R&S	Ricerca e Sviluppo
REM	Rapid Eye Mount
RSN	Raggruppamento Scientifico Nazionale
SAIt	Società Astronomica Italiana
SAO	Smithsonian Astrophysical Observatory
SDGs	Sustainable Development Goals
SERENA	Search for Exospheric Refilling and Emitted Natural Abundances
SFXT	Supergiant Fast X-ray Transient

---

---

SHARAD	SHAllow RADar
SKA	Square Kilometre Array
SKAO	Square Kilometre Array Observatory
SIMBIO-SYS SYSstem	Spectrometer and Imagers for MPO Bepicolombo Integrated Observatory
SNR	Supernova Remnant
SOUL	Single-conjugated adaptive Optics Upgrade for Lbt
SOXS	Son of X-Shooter
SPC	Science Programme Committee
SPHERE	Spectro-Polarimetric High-contrast Exoplanet REsearch
SSA	Space Situation Awareness
SSDC	Space Science Data Center
SRT	Sardinia Radio Telescope
SST	Space Surveillance and Tracking
STAC	Science and Technology Advisory Committee
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
SW	Space Weather
SWA	Solar Wind Analyser
SWIco	Space Weather Italian Community
THESEUS	Transient High-Energy Sky and Early Universe Surveyor
TDE	Tidal Disruption Event
TESS	Transiting Exoplanets Survey Satellite
TeV	Tera elettronvolt
TGO	Trace Gas Orbiter
TNG	Telescopio Nazionale Galileo
UHECR	Ultra High Energy Cosmic Ray
ULX	Ultraluminous X-ray source
USC	Unità Scientifica Centrale
UTG	Unità Tematico Gestionale
UV	Ultra Violetto
VLBA	Very Long Baseline Array
VLBI	Very Long Baseline Interferometer
VLT	Very Large Telescope
VO	Virtual Observatory
VQR	Valutazione della Qualità della Ricerca
VST	VLT Survey Telescope
WEAVE	William Herschel telescope Enhanced Area Velocity Explorer
WIMP	Weakly Interacting Massive Particle
WMO	World Meteorological Organisation
WoS	Web of Science
X-IFU	X Integral Field Unit
XMM	X-ray Multimirror Mission