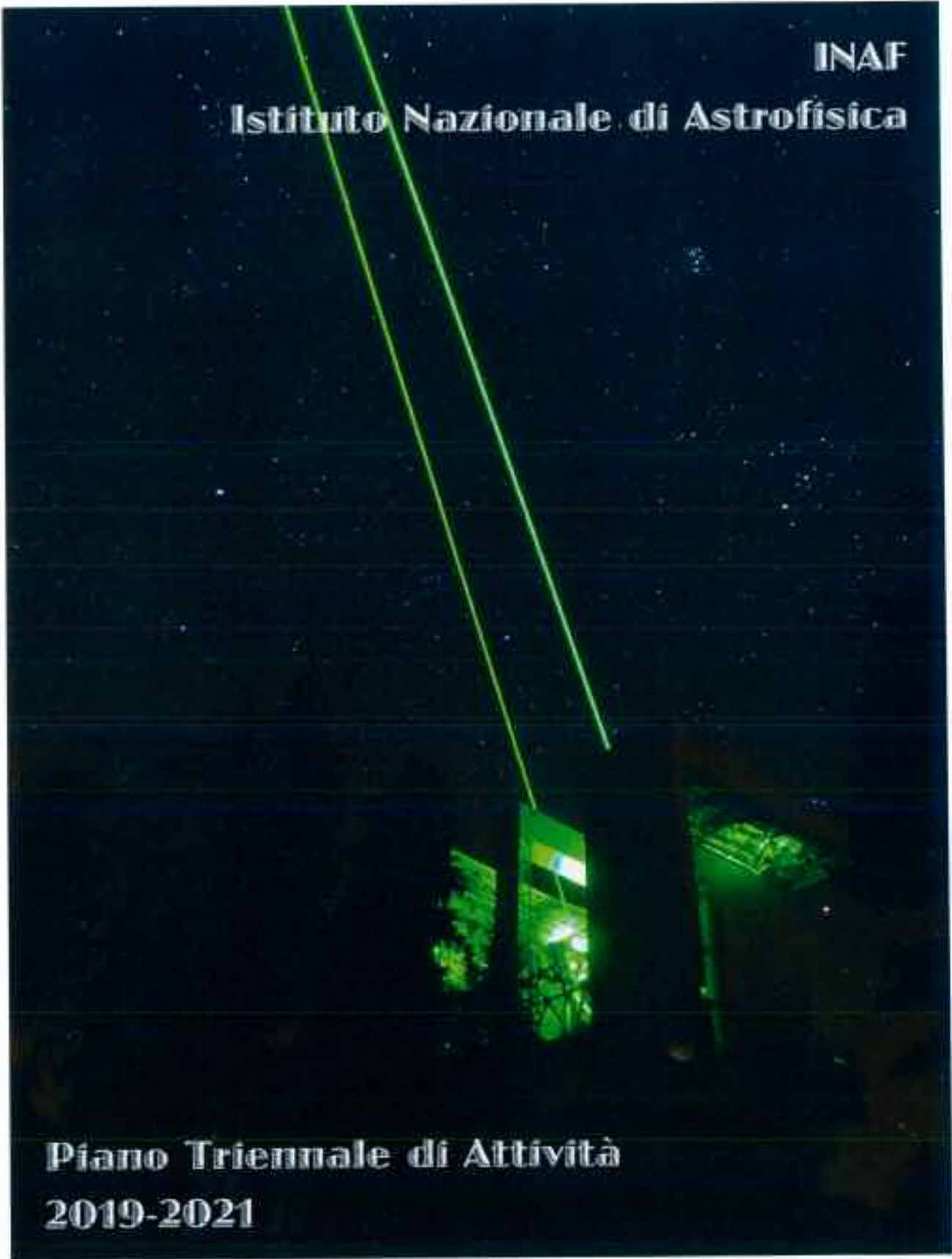
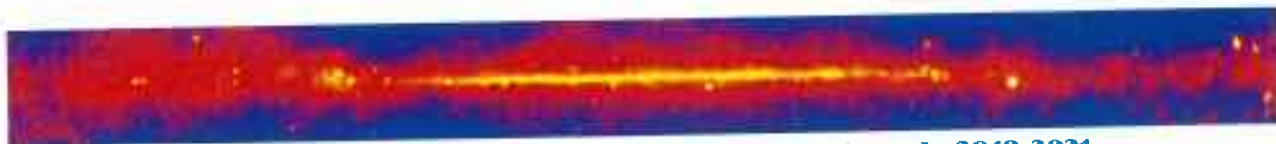




INAF

Istituto Nazionale di Astrofisica

**Piano Triennale di Attività
2019-2021**



Introduzione del Presidente

Premessa

L'astrofisica moderna costituisce uno dei più potenti driver della conoscenza della Natura, ed allo stesso tempo un motore di sviluppo senza paragoni di quelle tecnologie innovative che creano sviluppo economico, cambiano i modelli sociali, e migliorano la qualità della vita. E' sufficiente ricordare il WI-FI, inventato e brevettato dagli astronomi australiani per risolvere problemi tecnici specifici connessi a particolari misure radioastronomiche; un dispositivo che ha creato poi un incredibile business e ha cambiato il nostro stile di vita. E poi ancora, va ricordata la varietà di brevetti prodotti dalle agenzie spaziali di tutto il mondo durante lo sviluppo delle missioni spaziali che rappresentano l'aspetto complementare delle osservazioni astronomiche da terra. L'Universo infatti "ci parla" anche a lunghezze d'onda che vengono assorbite dall'atmosfera (per esempio i raggi X e gamma) e quindi non sono osservabili neanche con i giganteschi impianti astronomici moderni ma richiedono l'utilizzo di rivelatori in orbita. E in altri casi, le misure "sul posto" sono insostituibili, come avviene nel caso dell'esplorazione del sistema solare attraverso sonde robotizzate.

L'INAF

In questo ampio spettro di attività di respiro internazionale, che va dalle osservazioni da terra con telescopi e radiotelescopi di nuova generazione, alle osservazioni da satellite, all'esplorazione "ravvicinata" del sistema solare, l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), circa milleduecento dipendenti a tempo indeterminato distribuiti in sedici Strutture territoriali, costituisce uno dei fiori all'occhiello del Paese, sia per il tenore della produzione scientifica dei propri ricercatori, sia per le sue capacità di progettazione, realizzazione e conduzione di grandi Infrastrutture nazionali e internazionali.

Il Presente ed il Futuro

L'INAF svolge un ruolo di primo piano nella ricerca astrofisica mondiale, ed è impegnato in modo sostanziale nelle due direttrici fondamentali, Astronomia da terra ed Astronomia spaziale. Questi due settori riflettono l'eccellenza raggiunta dalla comunità INAF nei settori dei telescopi ottici e radiotelescopi e per l'implementazione delle missioni spaziali che INAF realizza in collaborazione con ASI. La ricerca di frontiera, dal nostro Universo "vicino" a quello "lontano", vede impegnato ora l'INAF nella crescita di settori cruciali dell'astrofisica e in sinergia con la nascente astronomia in onde gravitazionali. Come discusso in questo documento, tali attività portano e porteranno l'INAF a svolgere un ruolo unico di "global player" della scienza mondiale. Lo testimonia il suo recente contributo alla scoperta della prima "luce" in associazione all'evento gravitazionale GW170817, la collisione di due stelle di neutroni, ottenuto grazie alla ricchezza delle diverse e molteplici competenze presenti in INAF, nei settori sia terra che spazio; lo testimonia la scoperta di un lago di acqua salmastra su Marte; lo testimonia il ruolo dell'ALMA Regional Center dell'INAF a Bologna che ha avuto un ruolo primario della prima osservazione dell'orizzonte degli eventi di un buco nero.

Produzione Scientifica

Sul fronte del tenore scientifico, va segnalato che in base al ranking delle più autorevoli riviste internazionali dei migliori Istituti di ricerca e Università al mondo, l'INAF è costantemente al top. In particolare la rivista *Nature*, nel 2017, nella classifica delle prime cento istituzioni al mondo per collaborazioni internazionali, pone l'INAF al secondo posto.

Ritorno Industriale

Sul fronte dello sviluppo di nuove tecnologie e della progettazione, realizzazione e conduzione di grandi Infrastrutture osservative, le capacità dell'INAF di generare ritorni economici per il Paese sono di primordine: si stima che negli ultimi

quindici anni, durante la costruzione dei più avanzati impianti astronomici al mondo, si è concretizzato un indotto per il Paese di circa 800 Milioni di Euro in termini di commesse industriali ottenute dall'industria nazionale.

Partecipazioni Internazionali

Detto questo, oggi l'INAF è proprietario e/o comproprietario di grandi impianti di respiro internazionale, ed è coinvolto nei circuiti internazionali che vedono la realizzazione delle principali Infrastrutture astronomiche del futuro indicate nella Roadmap dell'ESFRI e nel programma Cosmic Vision di ESA. In questo *Executive Summary* a cura del Presidente, vengono evidenziate le principali fonti di finanziamento delle grandi infrastrutture e dei grandi progetti. I costi di alcune Infrastrutture sono in carico all'ESO (European Southern Observatory), un'organizzazione intergovernativa alla quale l'Italia versa un contributo annuale sancito dalla Legge costitutiva della stessa organizzazione, e quindi non risentono della progressiva diminuzione registrata negli ultimi anni nei finanziamenti erogati dal MIUR. I costi di tutti i progetti spaziali in cui l'INAF è coinvolto sono in carico all'ASI o all'ESA, sia per la parte di sviluppo che per la parte di utilizzo scientifico attraverso contratti stipulati dalle agenzie in favore dell'Ente. L'INAF accede sistematicamente ad altre fonti di finanziamento mirate a progetti specifici, per esempio i finanziamenti UE, i finanziamenti regionali, i finanziamenti per sviluppi industriali, come meglio specificato nei capitoli successivi.

Tuttavia, negli ultimi anni questi canali di finanziamento avevano lasciato fuori alcune grandi infrastrutture di respiro internazionale di cui l'INAF è proprietario o comproprietario, e i cui costi fissi per ragioni storiche non erano stati mai coperti da Leggi specifiche, ma erano sempre iscritti solo parzialmente sul FOE (assegnazione ordinaria + assegnazioni straordinarie), e coperti di fatto con la quota premiale.

Con il Decreto di Riparto del FOE 2018, questa anomalia è stata sanata e il FOE dell'INAF copre tutti questi costi.

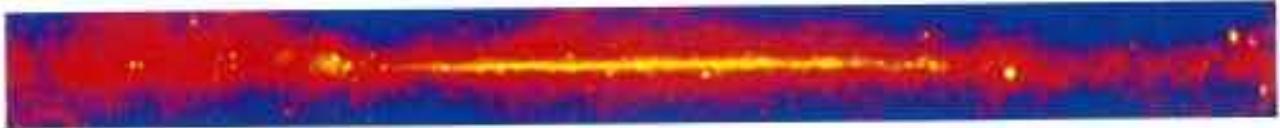
Large Binocular Telescope (LBT), Arizona (USA)

LBT è un Telescopio Binoculare Ottico ed Infrarosso in funzione dal 2005 presso l'Osservatorio di Mt. Graham, Arizona, USA. LBT è al momento il telescopio adattivo a specchi monolitici più grande del mondo, e ha un valore in conto capitale di circa 220 Milioni di Euro. Il contributo italiano annuo ai *running cost* è di tre milioni di Euro, risultato della partecipazione italiana alla fondazione, pattuita nel 2005. Realizzato con un grosso contributo dell'industria nazionale, LBT è oggi uno dei telescopi più prestigiosi al mondo, ed è gestito da una Corporation di diritto americano, alla quale l'INAF aderisce per il 25% dei costi, che corrisponde ad un costo annuo di circa tre milioni di Euro. Con l'avvento dei telescopi della classe trenta metri, che si concretizzerà nella prossima decade, i membri della Corporation, incluso l'INAF, dovranno ripensare il ruolo di LBT nel contesto internazionale.



Telescopio nazionale TNG alle Canarie.

Il TNG è un telescopio ottico-infrarosso da 3.6 mt di diametro in funzione dal 1996 presso l'Osservatorio del Roque de los Muchacos a La Palma (Canarie, Spagna), che ha un valore in conto capitale di circa 40 Milioni di Euro. Il continuo upgrade della strumentazione lo rende oggi uno dei telescopi più efficaci nella ricerca di esopianeti, una tematica fra le più prevalenti in campo internazionale. Il costo per l'INAF, che in base ad un atto stipulato nel 2004 è il Patrono della



Fondazione, è di due milioni e mezzo di Euro all'anno.



Sardinia Radio Telescope (SRT) e rete VLBI

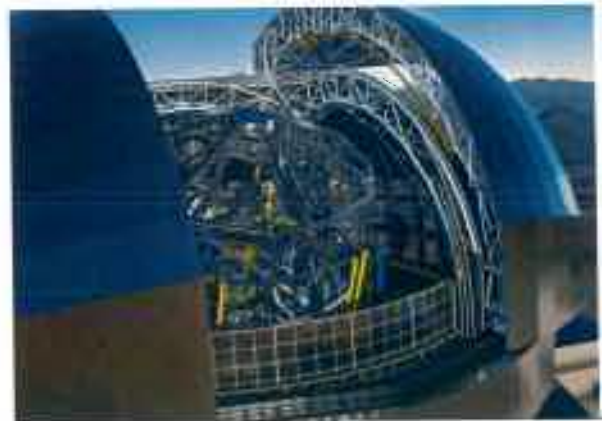
SRT, uno dei più moderni radiotelescopi europei, è situato nel territorio del comune di San Basilio, in provincia di Cagliari. SRT, insieme ai radiotelescopi di Medicina (BO) e di Noto (SR), costituisce l'array italiano per interferometria VLBI, una rete internazionale di prestigio, il cui costo annuo complessivo per le tre antenne per l'INAF configura un fabbisogno di circa 4.5 Milioni di Euro.



SRT ha un valore in conto capitale di circa 60 Milioni di Euro, e costituisce una *facility* internazionale di altissimo profilo. Di recente, in collaborazione con l'ASI e attraverso un protocollo d'intesa che l'ASI ha stipulato con la NASA, in SRT è stata implementata una configurazione che ne consente l'utilizzo nel Deep Space Network.

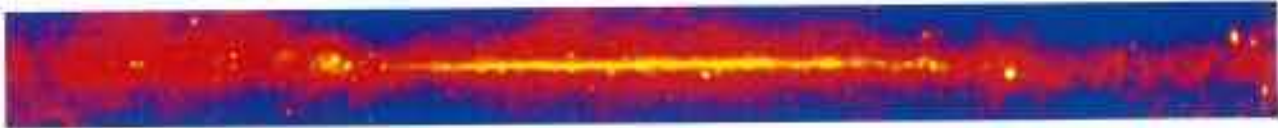
Progetto E-ELT

E-ELT è un telescopio Ottico-Infrarosso adattivo da 39-mt di diametro, il più grande al mondo, in costruzione a Cerro Armazones (Cile) a cura dell'ESO, ma con finanziamenti aggiuntivi alla quota fissa di ogni stato membro, per un costo totale di circa un miliardo di Euro. L'impianto sarà completato nel 2024-2025, e costituirà il più grande telescopio al mondo. L'INAF partecipa al progetto con una quota annuale che oscilla fra 4 Milioni e 6 Milioni di Euro. E' utile segnalare che il ritorno industriale per il Paese, in termini di commesse affidate a ditte italiane si attesta oggi già su più di 400 Milioni di Euro. A fine maggio 2017 è stata celebrata la posa della prima pietra del cantiere di costruzione della gigantesca struttura, in carico ad un Consorzio di ditte italiane.



Partecipazioni internazionali del futuro: SKA e CTA:

Riguardo al futuro, e in particolare al triennio di riferimento, si prospettano grandi opportunità per l'INAF. Come sarà meglio nei capitoli successivi, a parte le missioni spaziali, alle quali l'INAF partecipa, con grande successo, attraverso bandi competitivi emessi dall'ASI e dall'ESA, si sono aperte due grandi prospettive per il Paese. i) La progettazione e realizzazione dello Square Kilometer Array (SKA), un array di migliaia di antenne da localizzare in Sud Africa e in Australia, per la quale è stata costituita una Organizzazione Intergovernativa (IGO), alla quale il Paese ha aderito. In questo progetto, l'INAF ha in



programma di insediare in provincia di Bologna uno dei centri di integrazione e test dei prototipi e il Liason Office, e di cui si sta studiando l'insediamento nel tecnopolo di Bologna di uno dei "Regional Center" per il data-processing. ii) La progettazione e realizzazione del Cherenkov Telescope Array (CTA), un array di centinaia di telescopi sensibili ai raggi gamma di altissima energia rivelabili attraverso l'emissione di "luce per effetto Cherenkov" generata negli strati alti dell'atmosfera, da localizzare in Cile e alle Canarie, e il cui Quartier Generale è a Bologna, presso una delle Strutture di Ricerca dell'INAF. Questi due progetti sono fra le principali Infrastrutture del futuro indicate nella Roadmap dell'ESFRI. L'INAF è in prima linea nello sviluppo dei prototipi e della scienza di riferimento, attraverso un finanziamento allocato dalla Legge di Stabilità 2015-16-17, e sono stati allocati i contributi annuali che l'Italia metterà a disposizione delle due organizzazioni internazionali per la costruzione e la gestione delle due grandi Infrastrutture. Il Piano di finanziamenti prevede un contributo dell'ordine di 50 milioni di Euro in dieci anni per CTA in carico al MIUR e un contributo di 10 milioni di Euro all'anno per 10 anni a carico del MAECI per SKA, che è oggetto di una norma dello Stato in fase di ratifica parlamentare. Le attività propedeutiche allo sviluppo e al consolidamento della partecipazione scientifica sono invece a carico di altri finanziamenti del MIUR.

Il ruolo cruciale dell'INAF nella grande rivoluzione dell'astrofisica moderna: le onde gravitazionali

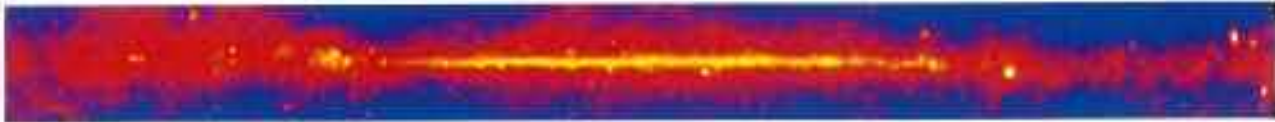
L'INAF è l'unico Ente al mondo che possiede al suo interno tutti gli strumenti e le competenze, a tutte le lunghezze d'onda, da terra e dallo spazio, per affrontare sistematicamente, e sicuramente con successo, la questione dell'identificazione delle controparti delle sorgenti di onde gravitazionali, la cui rivelazione si susseguirà da parte dei rivelatori LIGO e VIRGO. Il sostegno di queste attività costituisce pertanto uno dei capisaldi dello sviluppo delle attività dell'INAF con particolare riferimento alle infrastrutture del futuro quale l'Einstein Telescope.

Razionalizzazione e irrobustimento dell'organizzazione dell'INAF.

L'attuale partecipazione dell'INAF alle grandi iniziative internazionali, sia quelle in essere che quelle che si prospettano in futuro, va armonizzata con il carattere territoriale e in buona parte multidisciplinare che caratterizza le Strutture di Ricerca in cui è articolato l'Istituto su tutto il territorio nazionale. L'expertise scientifica e tecnologica di ognuna delle grandi Infrastrutture descritte, così come quella delle partecipazioni alle missioni spaziali, è spalmata in varie Strutture territoriali dell'INAF. Questa peculiarità ha degli indiscutibili vantaggi.

I vantaggi risiedono nella varietà di servizi e di cultura che ogni Struttura offre al territorio: in termini di Alta Formazione, per esempio attraverso i programmi di Borse di Dottorato e la collaborazione alla docenza universitaria; in termini di formazione secondaria per esempio nei contratti "scuola lavoro" e in generale in tutte le attività didattiche e divulgative rivolte alle scolaresche, anche delle scuole primarie e dell'infanzia; in termini di Ricerca e Sviluppo, per esempio attraverso percorsi di trasferimento tecnologico verso le PMI del territorio, etc... Questa è una peculiarità dell'Istituto che si intende preservare e potenziare. Ovviamente la dispersione di expertise specifiche in diversi Centri di Responsabilità (le Strutture) ha imposto la necessità di un coordinamento forte di quei segmenti delle Strutture che insieme concorrono ad un grande progetto o alla realizzazione e l'utilizzo di una grande infrastruttura o di una missione spaziale.

Per ottimizzare questo processo, l'INAF ha dato l'avvio alla costituzione di articolazioni nazionali a carattere tematico-gestionale in capo alla Direzione Scientifica dell'Ente che, pur mantenendo il carattere statutario delle Strutture territoriali, ne coordinano le attività su base appunto tematico-gestionale. Questa organizzazione ha una notevole valenza nel rafforzare l'Istituto nelle sue collaborazioni internazionali rapporti internazionali, in cui più che presentare un "aggregato" di Strutture, l'INAF



presenta una massa critica scientificamente omogenea, rappresentata da una sua Unità nazionale, la cui articolazione territoriale rappresenta a questo punto solo una questione interna all'Ente.

Nell'ottica di migliorare la coerenza dell'organizzazione dell'INAF con le direttive del Governo, che sanciscono la necessità di separare le funzioni di indirizzo dalle funzioni gestionali, sono state trasferite alla Presidenza alcune funzioni connesse alle politiche e alle relazioni istituzionali dell'Ente, che in precedenza erano in capo alla Direzione Scientifica, per esempio le politiche industriali, le politiche internazionali, le politiche con gli Atenei e gli Enti Territoriali, etc... Rimangono in capo alla Presidenza, come nella precedente organizzazione, gli uffici preposti alla Comunicazione e alla Divulgazione.

L'INAF ha in programma il consolidamento della governance scientifica dell'Ente che porti ad una discussione e valutazione dei progetti su scala nazionale e integrata con il Piano Triennale. A tale scopo, il periodo 2019-2021 vedrà aumentare la partecipazione scientifica e programmatica dei ricercatori dell'INAF al processo di governance scientifica, con il fine di una selezione e implementazione organica dei progetti scientifici dell'Ente, anche attraverso l'introduzione nel nuovo Statuto dei Comitati Scientifici Nazionali. Ciò rafforzerà ulteriormente la proposizione e il ruolo dei progetti scientifici sia in ambito nazionale che internazionale. Inoltre, il rapporto con l'industria nazionale ed europea potrà rafforzarsi secondo le linee di sviluppo delineate dalla governance scientifica rafforzata.

La questione del capitale umano non di ruolo.

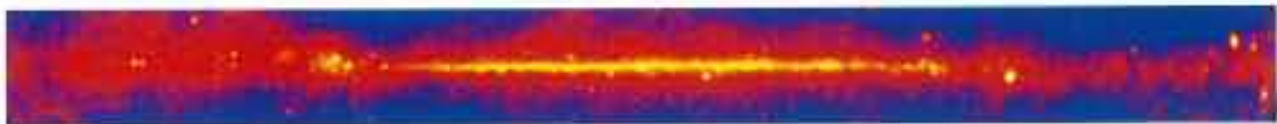
Particolare rilevanza per il triennio di riferimento assume la questione del capitale umano non di ruolo che ad oggi popola l'INAF. Si tratta di più di 400 unità di personale fra TD, Assegni di Ricerca, Borse di Studio e altre forme contrattuali. Con il D.Lgs 75/2017, il Governo offre alle Pubbliche Amministrazioni uno strumento normativo agile per immettere in ruolo parte di queste unità di personale. Nel caso dell'INAF si tratta di capitale

umano di eccellenza che ha maturato la sua professionalità nell'ambito di linee di ricerca e di progetti di alto profilo. L'INAF si sta avvalendo di questo strumento e ha già stabilizzato circa 120 unità di personale. Nel capitolo sul Personale del presente documento sono illustrati i termini programmatici, la cui attuabilità dipende però dalla certezza delle risorse economiche interne da utilizzare e dalle eventuali risorse governative a titolo di cofinanziamento. In questo quadro, occorre fare presente che le norme in materia sono molto rigorose in ordine all'origine delle risorse con le quali procedere alle stabilizzazioni, che devono essere certificate dagli Organi di Controllo.

Assumono per l'INAF particolare rilevanza i finanziamenti dell'ASI, con i quali alla data del censimento del precariato, cioè dicembre 2017, erano stipendiate circa 150 unità di personale non di ruolo, di cui più di un centinaio avevano maturato il titolo per accedere alla stabilizzazione. Le attività dell'INAF in campo spaziale sono rilevanti e vedono già un significativo investimento da parte dell'Ente, con un coinvolgimento di circa 300 unità di personale a tempo indeterminato, di cui molte di livello apicale, per un investimento annuo dell'ordine di circa 20 milioni di Euro. A queste si aggiungono le unità di personale non di ruolo stipendiate coi finanziamenti ASI. Sebbene il profilo storico delle risorse che l'INAF riceve sistematicamente dall'ASI è certamente stabile e persistente, e quindi è lì che risiedono le risorse certe con cui procedere con le stabilizzazioni, non è ancora chiaro se l'ASI possa procedere alla certificazione pluriennale delle risorse in questione. In mancanza di questa certificazione, è possibile che non sussistano le condizioni di Legge affinché l'INAF possa concludere l'intero piano di stabilizzazioni.

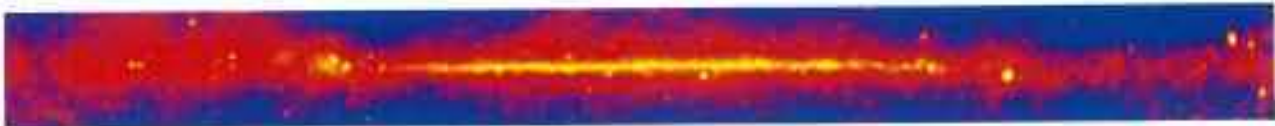


1	INAF e la Sua Missione	9
1.1	Organizzazione e Governance dell'Ente	9
1.2	La Direzione Generale	9
1.3	La Direzione Scientifica	16
2	Partecipazioni	17
2.1	Partecipazioni Societarie	17
2.1.1	LBT Corporation	17
2.1.2	SKA Organisation LTD	17
2.1.3	CTA gGmbH	18
2.1.4	LSST Corporation	18
2.2	Partecipazione a Fondazioni	18
2.2.1	Fundacion Galileo Galilei	18
2.3	Altre forme di Partecipazione	19
2.3.1	JIVE ERIC	19
2.3.2	LOFAR	19
2.3.3	IBIS	19
3	Le Risorse Umane	19
4	Le Risorse Finanziarie	20
5	Attività di Ricerca Scientifica e Tecnologica	20
5.1	Primo Pilastro: La Ricerca Scientifica	20
5.1.1	Cosmologia	21
5.1.2	Astrofisica Stellare	29
5.1.3	Il Sole e il Sistema Solare	37
5.1.4	Astrofisica Relativistica e Particellare	49
5.1.5	Tecnologie Astronomiche	55
5.2	Secondo Pilastro: La Ricerca Istituzionale	64
5.2.1	Le Infrastrutture di Ricerca	65
5.2.2	Space Weather	78
5.2.3	SST-SSA	78
5.3	Terzo Pilastro: La Terza Missione	78
5.3.1	Innovazione Tecnologica	79
5.3.2	Biblioteche, Archivi Storici e Musei	80
5.3.3	Alta Formazione	85
5.3.4	Public Engagement	87
5.3.5	Outreach	88
5.3.6	Education	88
6	Valutazione dell' INAF	88
6.1	Valutazione Interna	88
6.2	Confronto Internazionale	89
7	Appendici	90
7.1	Tavole Sinottiche di Programmi e Progetti per la Ricerca Scientifica	90
7.1.1	Cosmologia	90



INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

7.1.2	Astrofisica Stellare	92
7.1.3	Sole e Sistema Solare	95
7.1.4	Astrofisica Relativistica e Particellare	97
7.1.5	Tecnologie Astronomiche	99
7.2	Analisi Dettagliata delle Risorse Umane	106
7.2.1	Organico	106
7.2.2	Fabbisogno di personale per il triennio 2019-2021	108
7.3	Analisi Dettagliata delle risorse finanziarie	155
7.3.1	Evoluzione Storica del Bilancio INAF	155
7.3.2	Il Profilo Triennale Delle Risorse Disponibili e della spesa 2019-2021	157



1 INAF e la Sua Missione

L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) è l'Ente tematico di ricerca, vigilato dal MIUR, che si occupa di ricerca di base ed applicata nei settori di astrofisica, astronomia ed esplorazione scientifica del sistema solare. Svolgono in INAF ricerche nei campi più svariati afferenti a questi settori, dalla cosmologia, alla ricerca ed alla caratterizzazione dei pianeti extrasolari, 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 da spazio.

L'INAF svolge questa missione tramite le proprie Strutture distribuite sul territorio e attraverso le grandi infrastrutture osservative da terra e dallo spazio. L'Ente è inserito nei più grandi progetti e collaborazioni internazionali e concorre a determinare le strategie programmatiche degli organismi europei attivi nel settore della ricerca astronomica, quali l'ESO e l'ESA.

I risultati dell'attività dell'INAF sono testimoniati dai contributi alla realizzazione di progetti internazionali e di missioni spaziali e sono esposti nelle pubblicazioni scientifiche sulle più prestigiose riviste internazionali. La valutazione comparativa dei risultati raggiunti è oggetto di continua analisi da parte di agenzie indipendenti e dimostra l'eccellenza dell'astrofisica italiana, che si posiziona sempre nella parte apicale di diverse graduatorie di merito mondiali.

Per il prossimo triennio, l'INAF ha selezionato le tematiche scientifiche più incisive, considerando il Documento di Visione Strategica (DVS) dell'Ente. Nel fare ciò ha tenuto conto della roadmap scientifica definita nel piano europeo ASTRONET, che include le priorità del programma scientifico dell'ESA "Cosmic Vision 2015-2025", a cui gli stessi astronomi dell'INAF hanno contribuito. Naturalmente, tale programma è orientato anche al settennio 2014-2020 che ha visto il passaggio da FP7 a Horizon 2020. Queste scelte squisitamente europee si basano anche sulle capacità dell'INAF

di guidare l'innovazione tecnologica, stimolando le industrie più sensibili a investimenti mirati in settori altamente innovativi.

Per rispondere alle questioni scientifiche fondamentali, l'INAF partecipa, nel contesto europeo sopra menzionato, alla costruzione di grandi infrastrutture e alla realizzazione di missioni spaziali in collaborazione con i corrispondenti Enti nazionali e internazionali. La complessità e i costi di ogni singola infrastruttura o missione spaziale non sono infatti tali da consentire una programmazione autonoma. Questo è il motivo per cui tutte le iniziative sono discusse e approvate dai *board* dei programmi quadro della Commissione Europea per la ricerca, dall'Osservatorio Europeo Australe (ESO), e/o dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA).

1.1 Organizzazione e Governance dell'Ente

L'INAF è l'Ente Pubblico di Ricerca tematico, vigilato dal MIUR, per la ricerca nel campo dell'Astronomia e dell'Astrofisica ed in quanto tale comprende le strutture di ricerca che operano in questo campo ed associa i gruppi universitari che con esse collaborano.

1.2 La Direzione Generale

Con la Delibera del 19 ottobre 2016, numero 106, il Consiglio di Amministrazione ha approvato "**...le linee generali di indirizzo nel rispetto delle quali deve essere definito il nuovo assetto organizzativo della Direzione Generale...**", come di seguito specificate:

- a) adeguare la "**...organizzazione complessiva dell'ente, comprensiva della architettura generale della struttura e degli uffici, le specifiche funzioni e le conseguenti responsabilità del personale, i flussi documentali e decisionali, i procedimenti e i processi interni...**" al contesto normativo innanzi specificato;
- b) assicurare, all'interno delle diverse articolazioni organizzative dell'Istituto, una più attenta, corretta e adeguata definizione

- di ruoli, funzioni, compiti, responsabilità e flussi decisionali;
- c) qualificare, semplificare e rendere più celere l'intera azione amministrativa, nel rispetto, comunque, dei principi di legalità, imparzialità, ragionevolezza, buon andamento, trasparenza e pubblicità, che ne caratterizzano contenuti e finalità;
- d) assicurare lo svolgimento delle attività amministrative e gestionali applicando le regole proprie dei **procedimenti** amministrativi e dei processi, utilizzando, nella maniera più estesa possibile, gli strumenti della "**delega della firma**" e della "**delega delle funzioni**" e creando presupposti e condizioni per realizzare la massima integrazione possibile tra le diverse componenti dell'amministrazione, sia centrali che territoriali, nella convinzione che l'Ente, nel rispetto delle sue articolazioni interne e dell'autonomia che ne caratterizza l'azione, è "**unico**" e persegue, nella sua dimensione unitaria, le medesime "**finalità**";
- e) assicurare che la gestione dell'intero edificio che ha sede a Roma, in Viale Mellini, e dell'annesso Parco, adibiti a sede legale dell'Istituto, nonché la gestione dei servizi di supporto logistico agli uffici presenti nella medesima sede ed al personale che vi presta servizio, siano organizzati in maniera tale da garantire un esercizio flessibile, celere ed efficace delle prerogative istituzionali dei diversi Organi, sia monocratici che collegiali (Presidenza, Consiglio di Amministrazione, Collegio dei Revisori dei Conti, Organismo Indipendente di Valutazione), che sono allocati nella predetta struttura per espressa previsione statutaria, e di quelle specifiche della Direzione Scientifica;
- f) potenziare l'attuale sistema di contabilità al fine di consentire una analisi più analitica dei costi diretti e indiretti delle attività svolte da una qualsiasi delle articolazioni organizzative dell'Istituto, al fine di quantificare il suo cofinanziamento indiretto, laddove le attività stesse vengano svolte con il concorso di finanziamenti esterni, e di verificare la possibilità di imputare su questi ultimi i relativi costi;
- g) definire, ai fini della promozione di iniziative concrete dirette ad attuare una efficace politica di diffusione del "**brand**" dell'Istituto nel Paese e nel Mondo, procedimenti amministrativi e/o processi snelli in materia di:
- commercializzazione di prodotti nel "**Visitor Center**";
 - produzione e commercializzazione di materiale didattico e divulgativo;
 - commercializzazione di prodotti derivanti dall'utilizzo di propri brevetti;
- h) predisporre, aggiornare e/o adeguare i regolamenti e i disciplinari previsti dalle vigenti disposizioni legislative e statutarie e da altri fonti normative interne, nel rispetto dell'ordinamento giuridico di riferimento, sia generale che specifico, e delle esigenze dell'Istituto e tenendo conto dei lavori già svolti dal "**tavolo tecnico**" appositamente costituito dal Presidente.
- Il Dottore **Gaetano TELESIO**, nella sua qualità di Direttore Generale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha predisposto il nuovo "**Schema Organizzativo**" della "**Direzione Generale**" e l'annessa "**Relazione di Accompnamento**".
- Il nuovo "**assetto organizzativo**" della "**Direzione Generale**" è stato definito:
- a) in conformità a quanto disposto dallo "**Statuto dello Istituto Nazionale di Astrofisica**" attualmente in vigore;
- b) nel rispetto delle indicazioni contenute nel "**Disciplinare di Organizzazione e Funzionamento dello Istituto Nazionale di Astrofisica**", approvato dal Consiglio di Amministrazione con deliberazione del 21 giugno 2012, numero 44, e modificato dal medesimo Organo con deliberazioni del 19 dicembre 2013, numero 84, del 19 febbraio 2014, numero 7, del 16 dicembre 2015, numero 28, e del 19 ottobre 2016, numero 107;
- c) tenendo conto delle "**linee generali di**

indirizzo per la definizione del nuovo assetto organizzativo della **Direzione Generale**", approvate dal Consiglio di Amministrazione con deliberazione del 19 ottobre 2016, numero 106;

- d) tenendo conto del contesto normativo di riferimento, come richiamato e specificato nella **"Relazione di Accompagnamento"** al nuovo **"Schema Organizzativo"**.

Con la Delibera del 18 novembre 2016, numero 118, il Consiglio di Amministrazione, sentite le organizzazioni sindacali di comparto maggiormente rappresentative a livello nazionale, ha:

- approvato il nuovo **"Schema Organizzativo"** della **"Direzione Generale"** e l'annessa **"Relazione di Accompagnamento"**, come predisposti dal Dottore **Gaetano TELESIO**, nella sua qualità di Direttore Generale dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, allegati al **"Disciplinare di Organizzazione e Funzionamento dello Istituto Nazionale di Astrofisica"** attualmente in vigore per formarne parte integrante;
- autorizzato la pubblicazione del nuovo **"Schema Organizzativo"** della **"Direzione Generale"** e della annessa **"Relazione di Accompagnamento"** nel Sito Web dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** ed, in particolare, nella Voce **"Atti Generali"** della Sezione **"Amministrazione Trasparente"**, come documento allegato al predetto **"Disciplinare"**;
- conferito al Direttore Generale l'incarico di predisporre, a distanza di un anno dalla sua approvazione, una breve relazione sullo stato di attuazione del nuovo **"assetto organizzativo"** della **"Direzione Generale"**, anche al fine di verificare la opportunità di adeguarlo maggiormente alle attuali esigenze organizzative e/o di ottimizzare l'utilizzo delle risorse umane disponibili ovvero di soddisfare nuove e sopravvenute esigenze funzionali.

Con la Determina del Direttore Generale del 1° marzo 2017, numero 26 (1):

- è stato approvato il nuovo **"Organigramma"** dei **"Servizi di Staff"** alla **"Direzione Generale"**, come riportato e specificato nei prospetti e nei documenti all'uopo predisposti, che:
- è stato definito:
 - tenendo conto degli esiti dei colloqui individuali più volte richiamati in premessa, della effettiva consistenza degli **"organici"** del personale attualmente in servizio presso la Amministrazione Centrale dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** e della possibilità di utilizzare anche figure professionali presenti nelle Strutture di Ricerca;
 - applicando, ove possibile, il **"criterio della rotazione"**;
- prevede:
 - la assegnazione delle singole unità di personale tecnico ed amministrativo ai predetti **"Servizi di Staff"** ed alle eventuali **"articolazioni organizzative"** interne;
 - la specificazione, ove necessario, delle mansioni alle quali le singole unità di personale dovranno essere adibite e/o le funzioni che le stesse saranno chiamate a svolgere;
 - è stata approvata la proposta di definizione del nuovo **"Organigramma"** dello Ufficio I **"Gestione delle Risorse Umane"**, come formulata dalla Dottoressa **Valeria SAURA**, nella sua qualità di Responsabile del predetto Ufficio, e riportata e specificata nelle schede all'uopo predisposte, che:
- è stata definita:
 - tenendo conto degli esiti dei colloqui individuali più volte richiamati in premessa, della effettiva consistenza degli **"organici"** del personale attualmente in servizio presso la Amministrazione Centrale dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** e

(1) Il provvedimento è disponibile al seguente link al sito web www.inaf.it: [http://www.inaf.it/it/amministrazione-](http://www.inaf.it/it/amministrazione-trasparente/disposizioni-general/atti-general/determinazioni-direttore-generale/Det_26.pdf)

[trasparente/disposizioni-general/atti-general/determinazioni-direttore-generale/Det_26.pdf](http://www.inaf.it/it/amministrazione-trasparente/disposizioni-general/atti-general/determinazioni-direttore-generale/Det_26.pdf)

mg *Colly*

- della possibilità di utilizzare anche figure professionali presenti nelle Strutture di Ricerca;
- applicando, ove possibile, il "**criterio della rotazione**";
 - prevede:
 - la assegnazione delle unità di personale tecnico ed amministrativo alle "**articolazioni organizzative**" interne del predetto Ufficio, costituite dai "**Servizi di Staff**" e dai "**Settori**";
 - la specificazione, ove necessario, delle mansioni alle quali le singole unità di personale dovranno essere adibite e/o le funzioni che le stesse saranno chiamate a svolgere;
 - è stata approvata la proposta di definizione del nuovo "**Organigramma**" dello Ufficio II "**Gestione Bilancio, Contratti e Appalti**", come formulata dalla Dottoressa **Luciana PEDOTO**, nella sua qualità di Responsabile del predetto Ufficio, modificata e integrata dalla "**Direzione Generale**" e riportata e specificata nel prospetto all'uopo predisposto, che:
 - è stata definita:
 - tenendo conto degli esiti dei colloqui individuali più volte richiamati in premessa, della effettiva consistenza degli "**organici**" del personale attualmente in servizio presso la Amministrazione Centrale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" e della possibilità di utilizzare anche figure professionali presenti nelle Strutture di Ricerca;
 - applicando, ove possibile, il "**criterio della rotazione**";
 - prevede:
 - la assegnazione delle unità di personale tecnico ed amministrativo alle "**articolazioni organizzative**" interne del predetto Ufficio, costituite dai "**Servizi di Staff**" e dai "**Settori**";
 - la specificazione, ove necessario, delle mansioni alle quali le singole unità di personale dovranno essere
- adibite e/o le funzioni che le stesse saranno chiamate a svolgere;
- in attuazione delle disposizioni normative in materia di "**ottimizzazione degli spazi ad uso ufficio**", che definiscono i "**parametri di riferimento**" da utilizzare per rapportare la loro dimensione "...alle effettive esigenze funzionali degli uffici e alle risorse umane impiegate...", nel rispetto delle "**Direttive**" impartite dal Ministro della Funzione Pubblica in materia di "**benessere organizzativo**" e applicando i criteri all'uopo definiti:
 - a) a) numero otto unità di personale tecnico ed amministrativo sono state assegnate allo "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali**", che ha sede a Roma, alla Via del Fosso del Cavaliere, numero 100;
 - b) b) numero sette unità di personale tecnico ed amministrativo sono state assegnate allo "**Osservatorio Astronomico di Roma**", che ha sede a Monte Porzio, alla Via Frascati, numero 33,
- fermo restando che:
- alcune delle predette unità di personale tecnico continuano a prestare la loro attività lavorativa esclusivamente per conto e nell'interesse della Amministrazione Centrale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" svolgendo, nell'ambito del nuovo "**Organigramma**" degli "**Uffici**", dei "**Servizi di Staff**" alla "**Direzione Generale**" e delle loro "**articolazioni organizzative**" interne, le mansioni alle quali sono state adibite e/o le funzioni che sono state chiamate a svolgere;
 - altre unità di personale tecnico ed amministrativo svolgono, invece, la loro attività lavorativa per conto e nell'interesse della "**Struttura di Ricerca**" alla quale sono state assegnate, svolgendo mansioni e/o funzioni comunque coerenti con il profilo e il livello di appartenenza, secondo le direttive impartite dai competenti Direttori e Responsabili Amministrativi di Struttura;
 - è stata autorizzata, in attuazione della Delibera assunta dal Consiglio di

Amministrazione nella seduta del 29 aprile 2016, la costituzione di una "**Segreteria Amministrativa**" della "**Direzione Scientifica**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ai fini della configurazione e della attivazione della stessa quale "**Centro di Responsabilità di Secondo Livello**", con i seguenti compiti:

- svolgimento delle "...attività di carattere amministrativo proprie della Direzione Scientifica...";
- cura delle "...relazioni con l'ufficio bilancio...";
- sono state assegnate alla "**Segreteria Amministrativa**" della "**Direzione Scientifica**" numero tre unità di personale tecnico ed amministrativo;
- sono stati confermati tutti provvedimenti, già adottati in precedenza, con i quali sono state già assegnate alla "**Direzione Scientifica**" altre unità di personale tecnico ed amministrativo, sia con rapporto di lavoro a tempo determinato che con rapporto di lavoro a tempo indeterminato;
- è stata rinviata ad un momento successivo la adozione, di concerto con la "**Direzione Scientifica**", di eventuali, ulteriori misure organizzative finalizzate alla concreta e piena attivazione della stessa quale "**Centro di Responsabilità di Secondo Livello**";
- è stata autorizzata la pubblicazione del nuovo "**Organigramma**" degli "**Uffici**", dei "**Servizi di Staff**" alla "**Direzione Generale**" e delle loro "**articolazioni organizzative**" interne, con tutti i relativi allegati, nel Sito Web dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" ed, in particolare, nella Voce "**Atti Generali**" della Sezione "**Amministrazione Trasparente**";
- è stato stabilito che:
 - la pubblicazione sostituisce, a tutti gli effetti di legge, la notifica ai soggetti destinatari della Determina;
 - la Determina produce tutti i suoi effetti a decorrere dal **decimo giorno** della sua pubblicazione, effettuata secondo le modalità innanzi specificate;
- è stato, altresì, stabilito che, a decorrere dalla data in cui la predetta Determina

produrrà i suoi effetti, diventeranno pienamente efficaci tutte le disposizioni contenute nel nuovo "**assetto organizzativo**" della "**Direzione Generale**", ivi comprese le "**Disposizioni Applicative**" e quelle che disciplinano gli strumenti della "**delega della firma**" e della "**delega delle funzioni**", fatte salve eventuali deroghe e/o eccezioni previste dal nuovo "**Organigramma**" degli "**Uffici**" e dei "**Servizi di Staff**" alla "**Direzione Generale**" e delle loro "**articolazioni organizzative**" interne;

- è stata rinviata a successivi provvedimenti la disciplina di eventuali, ulteriori fattispecie che:
 - a) non sono state già regolate;
 - b) sono state regolate in maniera incompleta o, comunque, non esaustiva;
 - c) pur essendo regolate, danno luogo ad interpretazioni controverse e, conseguentemente, a difficoltà applicative;
- è stata prevista la possibilità di definire, congiuntamente con la Presidenza e la Direzione Scientifica, una nuova distribuzione degli spazi disponibili nella Sede della "**Amministrazione Centrale**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", al fine di soddisfare, nel migliore modo possibile, tutte le esigenze funzionali e logistiche delle diverse componenti, sia amministrative che scientifiche, della comunità che svolge la propria attività lavorativa nella Villa Mellini e di coniugare le stesse con quelle del "**benessere organizzativo**".

In data 5 aprile 2017, è stata definita dal Presidente, di concerto sia con la Direzione Generale che con la Direzione Scientifica, la proposta di revisione dell'utilizzo degli spazi disponibili nella Sede della "**Amministrazione Centrale**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", che tiene conto anche delle indicazioni contenute nella Determina Direttoriale del 1° marzo 2017, numero 26.

Successivamente, anche gli "assetti organizzativi" e i nuovi "Organigrammi" delle "Strutture di Ricerca" sono stati definiti in modo analogo a quelli della Direzione Generale e, quindi, nel rispetto degli stessi principi e delle medesime linee generali di indirizzo, come innanzi richiamate.

Peraltro, questo processo di "omologazione", particolarmente lungo e complesso, è stato concluso dopo quasi un anno e mezzo di intensa e proficua interazione tra la Direzione Generale, da un lato, e i Direttori e i Responsabili Amministrativi delle "Strutture di Ricerca", dall'altro.

Con la Determina Direttoriale del 7 novembre 2017, numero 271, sono stati attribuiti ai Dirigenti in servizio di ruolo presso lo "Istituto Nazionale di Astrofisica" poteri, compiti e funzioni, in conformità a quanto previsto dagli articoli 4, 16 e 17 del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, ed alle "Disposizioni Applicative" allegate al nuovo "Assetto Organizzativo" della Direzione Generale, approvato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 18 novembre 2016, numero 118.

Con la Determina Direttoriale del 6 febbraio 2018, numero 29, è stata definita ed approvata la "Revisione della Determina Direttoriale del 7 novembre 2017, numero 271", come innanzi richiamata.

Con la Delibera del 24 aprile 2018, numero 34, il Consiglio di Amministrazione ha, tra l'altro:

- nominato, ai sensi dell'articolo 1, comma 7, della Legge 6 novembre 2012, numero 190, e successive modifiche ed integrazioni, e dell'articolo 43 del Decreto Legislativo 14 marzo 2013, numero 33, e successive modifiche ed integrazioni, la Dottoressa **Valeria SAURA**, Dirigente in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo indeterminato e Responsabile dello Ufficio I "Gestione delle Risorse Umane", quale "Responsabile della Prevenzione della Corruzione e della Trasparenza" dello

"Istituto Nazionale di Astrofisica", in sostituzione del Dottore **Gaetano TELESIO**; stabilito che la predetta nomina decorre dal **15 maggio 2018** e avrà durata coincidente con quella del mandato dell'attuale Direttore Generale dello "Istituto Nazionale di Astrofisica";

➤ disposto che, a decorrere dalla medesima data, il Direttore Generale, nelle more della revisione complessiva dell'attuale "assetto organizzativo" della "Amministrazione Centrale" alla luce delle nuove norme statutarie, adotterà, in tempi brevi e, comunque, entro il **15 maggio 2018**, tutte le misure organizzative:

- a) preordinate alla costituzione, secondo il principio della "amministrazione diffusa", di una "struttura tecnica di supporto", per le finalità di seguito specificate, ed alla individuazione delle unità di personale che saranno chiamate a farne parte, che potranno essere scelte sia tra quelle che prestano servizio nelle "articolazioni organizzative" della "Amministrazione Centrale" che tra quelle che prestano servizio nelle "articolazioni organizzative" delle "Strutture di Ricerca";
- b) necessarie ad assicurare il trasferimento dallo Ufficio I "Gestione delle Risorse Umane" alla predetta "struttura tecnica di supporto" di tutte le competenze relative alla gestione:
 - delle procedure di selezione preordinate al reclutamento di personale in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo indeterminato;
 - delle procedure di selezione e/o di valutazione comparativa preordinate alle progressioni, sia economiche che di carriera, del personale in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo indeterminato;

- delle procedure di selezione preordinate al reclutamento di personale in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo determinato, attivate su richiesta della Presidenza, della Direzione Generale e della Direzione Scientifica;
- delle procedure di selezione preordinate al conferimento di assegni per lo svolgimento di attività di ricerca ed alla attribuzione di borse di studio, attivate su richiesta della Presidenza, della Direzione Generale e della Direzione Scientifica,

a partire dalla predisposizione di bandi e/o avvisi di selezione e fino alla stipula dei contratti individuali di lavoro;

- stabilito, altresì, che la "**struttura tecnica di supporto**", coordinata dal Direttore Generale, dovrà predisporre tutti gli atti e i provvedimenti che rientrano nelle competenze innanzi specificate, fermo restando che la intera gestione dello status giuridico ed economico dei titolari dei predetti contratti rimane nella esclusiva competenza dello Ufficio I "**Gestione delle Risorse Umane**";
- demandato al Direttore Generale il compito di modificare, limitatamente alle parti difformi e/o in contrasto con quanto disposto dalla medesima Delibera:
 - a) gli atti con i quali sono stati attribuiti poteri, compiti e funzioni ai dirigenti in servizio presso lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", in conformità a quanto previsto dagli articoli 4, 16 e 17 del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, e alle "**Disposizioni applicative**" allegate al nuovo "**Assetto Organizzativo**" della "**Direzione Generale**", approvato dal Consiglio di Amministrazione con Delibera del 18 novembre 2016,

numero 118, ed espressamente richiamate nella Determina Direttoriale del 1° marzo 2017, numero 26;

- b) gli altri atti gestionali adottati in attuazione dell'attuale "**Assetto Organizzativo**" della "**Amministrazione Centrale**".

Con la Determina Direttoriale del 15 maggio 2018, numero 141, il Direttore Generale ha dato piena attuazione alla Delibera del Consiglio di Amministrazione del 24 aprile 2018, numero 34:

- costituendo la predetta "**struttura tecnica di supporto**", definendo la sua composizione, attribuendo alla stessa i compiti innanzi specificati e disciplinandone il funzionamento;
- modificando le Determinazioni Direttoriali del 7 novembre 2017, numero 271 e del 6 febbraio 2018, numero 29, con le quali sono stati attribuiti poteri, compiti e funzioni ai dirigenti in servizio presso lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", e, ove necessario, anche gli altri atti gestionali adottati in attuazione dell'attuale "**assetto organizzativo**" della "**Amministrazione Centrale**".

Secondo quanto previsto dal combinato disposto della Delibera del 24 aprile 2018, numero 34, e della Determina Direttoriale del 15 maggio 2018, numero 141, come innanzi richiamate, l'adozione di tutti gli atti relativi alle procedure concorsuali rientra, attualmente, nella competenza della Direzione Generale.

Secondo la comune percezione, i predetti mutamenti organizzativi hanno contribuito, almeno in parte, a soddisfare alcune esigenze funzionali sopravvenute e a razionalizzare maggiormente l'utilizzo delle risorse umane disponibili.

E', peraltro, opportuno sottolineare che, adesso, non avrebbe senso modificare ulteriormente un "**assetto organizzativo**" che, con riferimento sia alla "**Amministrazione Centrale**" che alle "**Strutture di Ricerca**", necessita di una fase di

consolidamento e di potenziamento, senza la quale una sua valutazione complessiva rischierebbe di essere parziale e inadeguata.

E', comunque, intenzione della Direzione Generale presentare al Consiglio di Amministrazione, prima della scadenza del suo mandato, una breve relazione sull'impatto che l'attuale "**assetto organizzativo**" sia della "**Amministrazione Centrale**" che delle "**Strutture di Ricerca**" ha avuto, nei due anni e mezzo circa della sua vigenza, sull'andamento generale della gestione dell'Ente.

L'organigramma della Direzione Generale è rappresentato nella seguente figura.



1.3 La Direzione Scientifica

Nel corso del 2016 il Cda INAF ha apportato una modifica al DOF introducendo la possibilità di costituire Unità Scientifiche Centrali (già previste dallo statuto) a carattere "tematico gestionale", al fine di ottenere maggiore efficienza nella azione di coordinazione e controllo attraverso raggruppamenti di tematiche affini.

Nella Primavera 2016 il Direttore Scientifico si è dotato di una propria articolazione funzionale in conformità con lo statuto ed il Disciplinare di Organizzazione e Funzionamento (DOF) dell'Ente includendo 2 Unità Tematico Gestionali a titolo sperimentale relative alla RadioAstronomia ed alla Astronomia Ottica ed Infrarossa. Nel corso del 2017 sono state aggiunte le Unità Tematico Gestionali per la Astrofisica delle Alte Energie e per la planetologia ed esplorazione del sistema solare.

La attuale struttura organizzativa della Direzione Scientifica è articolata come segue:

Struttura Tecnica della Direzione Scientifica:

- **Segreteria:** Segreteria particolare del Direttore Scientifico e delle unità scientifiche centrali e tematico gestionali, relazione con le segreterie della Presidenza de Direzione Generale.
- **Supporto Amministrativo:** Attività di carattere amministrativo proprie della Direzione Scientifica, relazioni con l'Ufficio Bilancio.
- **Project Management ed ingegneria di sistema per progetti da Terra:** Coordinamento a livello nazionale delle attività di Project Management e System Engineering per progetti da terra.
- **Project Management ed ingegneria di sistema per progetti Spaziali:** Coordinamento a livello nazionale delle attività di Project Management e System Engineering per progetti spaziali.
- **ICT e Science data Management:** Coordinamento a livello nazionale delle attività di ICT, reti, archivi e licenze software. Coordinamento delle attività di HPC ed HTC.
- **Servizi per Biblioteche, Musei e Terza Missione:** Coordinamento e gestione a livello nazionale delle attività delle Biblioteche, dei Musei e della terza missione.

Unità Scientifiche Centrali a Carattere Tematico Gestionali:

- **UTG-1: "Divisione Nazionale Abilitante dell'Astronomia Ottica, IR":** Unità preposta alla gestione dello sviluppo integrato delle attività di ricerca scientifica e tecnologica dell'Ente nel campo della Astronomia ottica ed IR
- **UTG-2: "Divisione Nazionale Abilitante della Radioastronomia":** Unità preposta alla gestione dello sviluppo integrato delle attività di ricerca scientifica e tecnologica dell'Ente nel campo della Radioastronomia.
- **UTG-3: "Divisione Nazionale Abilitante della Astrofisica delle Alte Energie":** Unità

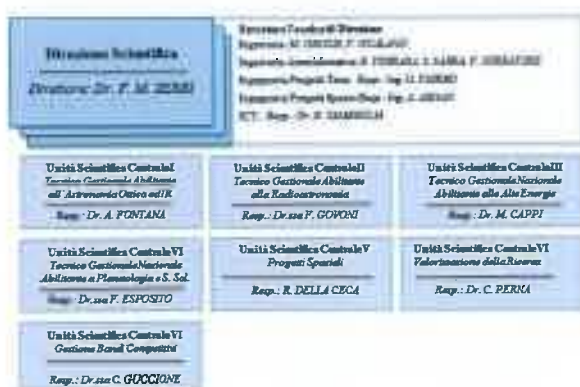
preposta alla gestione dello sviluppo integrato delle attività di ricerca scientifica e tecnologica dell'Ente nel campo della Astrofisica delle Alte Energie.

- **UTG-4: "Divisione Nazionale Abilitante della Planetologia ed Esplorazione del Sistema Solare":** Unità preposta alla gestione dello sviluppo integrato delle attività di ricerca scientifica e tecnologica dell'Ente nel campo della Planetologia ed Esplorazione del Sistema Solare.

Unità Scientifiche Centrali:

- **USC-5: "Astronomia dallo Spazio":** Unità preposta alla gestione dei progetti spaziali che vedono coinvolto personale INAF ed interfaccia gestionale unica verso le Agenzie Spaziali nazionale ed internazionali.
- **USC-6: "Valorizzazione della Ricerca":** Unità preposta alla valorizzazione economica dei prodotti della ricerca: proprietà intellettuale, licensing, spin-off.
- **USC-7: "Gestione Bandi Competitivi":** Unità preposta alla gestione tecnica e promozione dei bandi competitivi (H2020, PRIN, FIRB, etc.).

L'organigramma della Direzione Scientifica è rappresentato nella figura seguente.



2 Partecipazioni

Per svolgere la sua missione scientifica INAF partecipa ad alcune società consorzi e fondazioni, tutte rigorosamente senza fine di lucro.

2.1 Partecipazioni Societarie

In via preliminare, bisogna evidenziare che l'INAF ha partecipazioni societarie che hanno una natura strettamente scientifica. Si tratta infatti di partecipazioni a organizzazioni senza scopi di lucro, il cui "utile" è rappresentato dal ritorno scientifico, messo poi a disposizione della comunità scientifica.

2.1.1 LBT Corporation

Per la gestione della costruzione e la gestione delle attività del Large Binocular Telescope, nel 1992 è stata costituita la LBT Corporation, organizzazione no profit di diritto dello stato dell' Arizona (USA). Non esistendo allora un Istituto Nazionale, la comunità scientifica italiana è stata rappresentata inizialmente dall'Osservatorio Astrofisico di Arcetri (FI).

La Corporation è attualmente costituita da:

- INAF – Istituto Nazionale di Astrofisica al 25%;
- University of Arizona (Tucson, Arizona) al 25% ;
- Ohio State University (Columbus, Ohio) al 12,5%;
- Research Corporation (Tucson, Arizona) al 12,5%;
- LBT Beteiligungs Gesellschaft, che rappresenta un consorzio di Istituti ed Università tedesche, al 25%.

Le entrate della LBT Corporation sono rappresentate dalle quote di ciascun partner e la quota che l'INAF è tenuto a versare si aggira intorno ai 3.2 Milioni di USD/anno.

2.1.2 SKA Organisation LTD

Questa società *no profit* ha lo scopo di seguire la gestione della progettazione del telescopio SKA –

Square Kilometre Array. Oltre all'Italia, la SKA Organization LTD comprende Olanda, Regno Unito, Cina, India, Sud Africa, Australia, Nuova Zelanda, Svezia e Canada, che partecipano in maniera paritetica. Sono membri aggiunti Francia e Spagna. Le entrate della SKA Organization sono rappresentate dalle quote di ciascun partner e la quota che l'INAF è tenuto a versare è di 1.350.000 €/anno per l'anno 2019 e 2020.

In data 12 Marzo 2019 è stato sottoscritto da sette Paesi (Australia, Cina, Italia, Paesi Bassi, Portogallo, Regno Unito e Sudafrica) Il Trattato Internazionale per la trasformazione della SKA LTD in una organizzazione intergovernativa (IGO) da trattato. Il trattato è sottoposto ora all'iter di ratifica parlamentare in quei Paesi nel quale tale passaggio è richiesto (inclusa l'Italia).

La Futura IGO rileverà gli assett correntemente in carico alla SKA LTD e si muoverà sul piano del diritto internazionale.

2.1.3 CTA gmbH

Nel luglio 2012, l'INAF ha aderito ufficialmente al **Funding Board del CTA** (assumendone la vicepresidenza), che ha lo scopo di condurre l'organizzazione del CTA verso una forma societaria legale internazionale. A seguire nel 2014 è stata costituita una società a responsabilità limitata di diritto tedesco (GmbH) per la gestione della fase finale di progettazione, la scelta del sito, nel 2015, e la scelta della sede degli Headquarters, nel 2016.

I paesi aderenti alla CTA GmbH sono Australia, Austria, Francia, Germania, Giappone, Italia, Regno Unito, Repubblica Ceca, Slovenia, Spagna, Svizzera e la Organizzazione Internazionale da Trattato European Southern Observatory (ESO). Sono paesi associati l'Olanda ed il Sudafrica. La quota annuale di INAF per la partecipazione alla CTA GmbH è di 700.000 €.

Nel 2018 (il 12 Febbraio) sono iniziate le negoziazioni a guida italiana (MIUR) per la trasformazione della CTA GmbH in una ERIC

(European Research Infrastructure Consortium). Le Negoziazioni, che si suppone giungano a compimento per la fine del 2019, porteranno alla formazione di un ERIC con sede in Italia che assorbirà gli asset attualmente sotto il controllo della CTA GmbH.

2.1.4 LSST Corporation

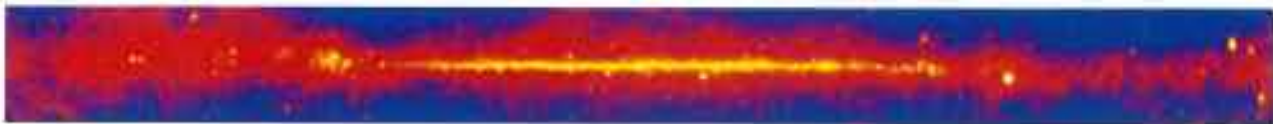
INAF ha aderito nel 2017 alla LSST Corporation, una società no-profit di diritto USA che attualmente costruisce ed in seguito opererà il Large Synoptic Survey Telescope. Il Telescopio LSST è in corso di installazione al Cerro Pachon in Cile e produrrà la più ampia e più profonda rassegna di tutto il cielo visibile dal sito. Mediante l'adesione alla Corporation (costo 25 k€ per anno) INAF acquisisce accesso alla governance del progetto mentre mediante l'acquisto di quote di adesione (300 k€ una tantum) acquisisce accesso per i propri ricercatori alle osservazioni della infrastruttura.

2.2 Partecipazione a Fondazioni

2.2.1 Fundacion Galileo Galilei

La Fundacion Galileo Galilei è una fondazione privata senza scopo di lucro, regolamentata dal diritto spagnolo, costituita per la gestione del TNG (Telescopio Nazionale Galileo). Il suo scopo statutario è sviluppare la ricerca scientifica astronomica, secondo le indicazioni del Patronato, organo dirigente della Fundacion. Il Patronato è completamente controllato dall'INAF, essendone parte il Presidente, il Direttore Scientifico e il Direttore Generale.

L'attività della fondazione è finanziata dai soci (INAF) e possibilmente da altre fonti, anche se di fatto fino ad oggi il contributo di altre fonti è stato minoritario.



L'attività preponderante della Fondazione è il mantenimento e lo sviluppo del TNG e la gestione del tempo osservativo per conto della comunità astronomica italiana (75%) e internazionale (25%). Insieme ad altri Istituti di ricerca ed Osservatori astronomici delle Isole Canarie, la Fundación partecipa all'amministrazione delle installazioni comuni nell'ORM (Observatorio del Roque de los Muchachos).

2.3 Altre forme di Partecipazione

2.3.1 JIVE ERIC

JIVE ERIC Il sistema delle antenne radio europee componenti il Very Long Baseline interferometry (EVN European VLBI Network) raccolgono dati che vengono correlati presso il JIVE in Olanda. Questa organizzazione aveva la forma giuridica di una fondazione di diritto olandese ed è stata trasformata nel 2014 in un ERIC. L'Italia sottoscrive annualmente un MoU con la JIVE-ERIC come partecipante esterno alle attività della organizzazione.

E' in fase di negoziazione con il Ministero la possibilità di aderire formalmente alla JIVE-ERIC. Si presume che questa negoziazione potrà giungere a compimento nel corso del corrente anno.

2.3.2 LOFAR

In funzione dell'importante impegno di INAF in SKA soprattutto nel settore della bassa frequenza INAF ha deciso di rendere accessibile alla propria comunità uno dei precursori più significativi in questo settore di ricerca: ILT, International LOFAR Telescope.

Nel corso del 2017 sono state attivate e negoziazioni per l'adesione di INAF al ILT e l'accordo è stato sottoscritto dalle parti nella primavera del 2018.

Entro il 2022 una stazione LOFAR verrà installata presso l'Osservatorio di Medicina.

2.3.3 IBIS

INAF è proprietario dello strumento per spettroscopia del Sole IBIS correntemente installato al Dunn Solar Telescope (DST) operato dal National Solar Observatory (NSO) in Nuovo Messico (USA). A seguito di una ristrutturazione in atto il DST passerà progressivamente da NSO alla New Mexico State University (NMSU) che implementerà un uso diverso della infrastruttura.

Nel corso del 2017 sono state attivate negoziazioni per trasferire IBIS da DST al telescopio solare VTT (ed in prospettiva al telescopio solare GREGOR) a Tenerife (Spagna) mediante un accordo con il consorzio internazionale che opera queste infrastrutture.

Nel corso del 2019 lo strumento verrà effettivamente trasferito presso la sua nuova sede.

3 Le Risorse Umane

Il capitale umano è indubbiamente la risorsa più preziosa che l'Ente possiede ed attraverso il quale costruisce i propri successi internazionali.

L'INAF affronta il triennio oggetto del piano con 1097 dipendenti distribuiti nei ruoli previsti dalla contrattazione come nella tabella che segue.

Profilo Professionale	Unità
Dirigente Amm. II Fascia	2
Ricercatori (livelli I-III)	361
Tecnologi (Livelli I-III)	179
Astronomi (vecchio ordinamento)	164
Amministrativi (livelli IV-VIII)	137
Tecnici (livelli IV-VIII)	251
EP (vecchio ordinamento)	3
Totale	1097

Si aggiungono a queste unità di personale alcune unità con contratti a tempo determinato a valere tanto sul Fondo di Funzionamento ordinario che sui finanziamenti a progetto, distribuiti nei profili professionale come nella tabella che segue.

Profilo Professionale	Unità
Ricercatori (livelli I-III)	34
Tecnologi (Livelli I-III)	28
Amministrativi (livelli IV-VIII)	3
Tecnici (livelli IV-VIII)	11
Totale	76

Infine INAF offre la possibilità a giovani ricercatori di formarsi ed arricchire il loro Curriculum attraverso borse di dottorato, borse post-dottorali ed Assegni di Ricerca. E' inoltre prevista per il personale di altri enti, con particolare riferimento alle università, la possibilità di associarsi all'INAF. La distribuzione del personale sopra indicato è riportata nella tabella seguente.

Profilo	Unità
Assegnisti di Ricerca	177
Borsisti	57
Co.Co.Co.	3
Dottorandi	90
Personale Universitario Associato	164
Totale	491

Dettagli relativi personale sono riportati in appendice di questo documento.

4 Le Risorse Finanziarie

Il funzionamento ordinario dell' Istituto Nazionale di Astrofisica è coperto dallo stanziamento del Fondo Ministeriale degli Enti di Ricerca (FOE) che ogni anno il MIUR assegna con apposito decreto di riparto.

Nello stesso decreto di Riparto il MIUR assegna ad INAF la dotazione necessaria per sostenere le grandi infrastrutture di ricerca nazionali ed internazionali quali TNG, SRT, LBT ed E-ELT.

Denominazione	Importo
Assegnazione Ordinaria	77.819.133,00
Attività Internazionale	12.920.000,00
Attività Straordinaria	2.500.000,00
Ex Premialità	5.288.603,00

Altre Assegnazioni	123.042,00
Totale	98.650.778,00

Agli importi sopra indicati si aggiungono i finanziamenti reperiti dai ricercatori in bandi competitivi o accordi di collaborazione primariamente con le agenzie spaziali europea (ESA) ed Italiana (ASI) ed i bandi della Unione Europea. L'importo previsto per il 2019 è di circa **25 M€**.

Dettagli relativi alle entrate ed alla spese perviste per il triennio sono riportate in appendice di questo documento.

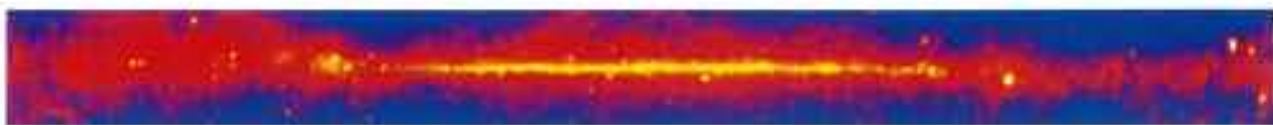
5 Attività di Ricerca Scientifica e Tecnologica

5.1 Primo Pilastro: La Ricerca Scientifica

La Ricerca Scientifica produce conoscenza originale che rappresenta un avanzamento nello stato del sapere consolidato. Si realizza attraverso pubblicazioni inserite in forme di comunicazione scientifica strutturate e specializzate, e in altri prodotti di ricerca – quali brevetti, disegni, software, mappe, database etc. – di norma anch'essi associati a pubblicazioni o eventualmente materializzati in "oggetti" suscettibili di osservazione esterna. Ferma restando la natura curiosity driven di questa attività di ricerca, l'elemento qualificante della Ricerca Scientifica svolta all'interno di un EPR è la sua rilevanza dal punto di vista delle ricadute sullo svolgimento delle attività istituzionali dell'ente, quale motore per lo svolgimento allo stato dell'arte delle funzioni istituzionali stesse.

I prodotti della ricerca scientifica, nella maggior parte dei casi, non sono il risultato del lavoro di singoli ricercatori ma sono ottenuti grazie ad azioni programmate e coordinate, in cui devono frequentemente cooperare gruppi di ricercatori e tecnologi appartenenti a settori disciplinari differenti.

Un secondo elemento che differenzia la Ricerca Scientifica da quella Istituzionale è la limitata programmabilità in termini qualitativi degli output finali della ricerca stessa. Anche di tale differenza si dovrà tener conto in sede di valutazione e di programmazione delle attività dell'Ente.



Terzo elemento caratterizzante, che consegue dalla non obbligatorietà dello svolgimento di specifiche linee di ricerca, è l'importanza dell'autofinanziamento, in particolare attraverso la partecipazione a bandi competitivi, nazionali e internazionali.

L'INAF ha conseguito un livello di eccellenza internazionale grazie a progetti scientifici e tecnologici svolti nei campi più moderni e innovativi dell'astrofisica teorica e sperimentale. Nel seguito vengono inquadrare le tematiche, citando alcuni esempi di risultati particolarmente significativi ottenuti dai ricercatori dell'INAF negli ultimi anni e definendo gli obiettivi strategici da conseguire nel prossimo triennio.

5.1.1 Cosmologia

Una frontiera per comprendere l'Universo primordiale, la fisica fondamentale e la formazione ed evoluzione delle Galassie.

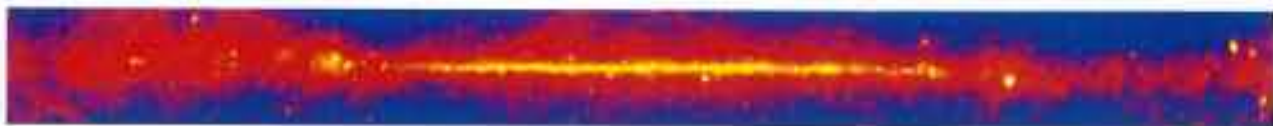
La cosmologia moderna copre un vasto insieme di tematiche fondamentali e consente di comprendere le prime fasi dell'Universo, la sua geometria globale e la sua evoluzione, di capire la natura e le proprietà dei suoi costituenti, ovvero delle particelle sia conosciute sia ancora sconosciute, di **collegare l'astrofisica alla fisica delle alte energie e alla fisica fondamentale**, incluse le teorie della gravità e delle altre interazioni fondamentali. Tale conoscenza è strettamente legata sia allo studio del **fondo cosmico di micro-onde** (cosmic micro-wave background, CMB), che fornisce una foto dell'Universo a 380.000 anni dal Big Bang, sia a quello dei fenomeni astrofisici che determinano la **formazione di strutture cosmiche a varie epoche e a varie scale**: dalla formazione delle prime stelle e dei primi buchi neri che hanno prodotto la reionizzazione cosmologica, alla **formazione ed evoluzione delle galassie**, fino alla **formazione ed evoluzione degli ammassi di galassie e della struttura su grande scala dell'Universo**. La materia nell'Universo è infatti organizzata in strutture di varia gerarchia che si dispongono nello spazio in una ragnatela cosmica di filamenti (la cosiddetta *cosmic web*) alla cui intersezione si

formano gli ammassi di galassie, le strutture autogravitanti più massicce. La formazione cosmologica di galassie a partire da un Universo altamente isotropo, quale quello osservato nel CMB, richiede che gran parte della materia si trovi in una forma ancora non identificata di **materia oscura** (dark matter, DM), mentre la materia barionica ordinaria ne compone solo una frazione minoritaria. Le galassie si formano quando il gas cosmologico segue la materia oscura nel processo di formazione di aloni per instabilità gravitazionale e collassa fino a formare stelle. Questo processo è iniziato alcune centinaia di migliaia di anni dopo il Big Bang, a partire dall'amplificazione delle piccole fluttuazioni di densità osservate nel CMB. Mentre lo scheletro della **struttura su grande scala** (large scale structure, LSS) è determinato dai parametri cosmologici e dall'interazione gravitazionale della materia oscura dominante, l'assemblaggio e l'evoluzione di strutture su scale tipiche delle galassie, fino a quelle degli ammassi di galassie sono governate da una complessa alchimia di processi astrofisici legati agli effetti indotti sul gas dalla gravità e dall'evoluzione di stelle e buchi neri super-massicci (SMBH).

5.1.1.1 Le Domande Fondamentali

- 1) **La natura della Materia Oscura**
- 2) **La natura dell'Energia Oscura**
- 3) **La comprensione della gravità su scale cosmologiche**
- 4) **Le condizioni iniziali della Cosmologia**
- 5) **I principi della fisica e le costanti fondamentali**
- 6) **I processi fisici che determinano la formazione e l'evoluzione delle strutture cosmiche.**

Gli ultimi quindici anni hanno visto il consolidamento osservativo dello scenario cosmologico del Big Bang, inclusa la scoperta che l'espansione dell'Universo sta accelerando. I risultati più recenti mostrano come un modello Λ CDM di Universo caratterizzato da soli sei parametri, con DM fredda (cold DM, CDM, con un contributo del 26.0% alla densità di energia totale attuale dell'Universo), un contributo attualmente dominante di **energia oscura** (69.2%), rappresentabile in termini di costante cosmologica (Λ), e solo una piccola frazione (4.8%) in materia



barionica (sotto forma di gas, stelle, polveri, pianeti, ecc.), costituisca un'ottima descrizione dei dati. Restano tuttavia molte domande strettamente correlate alla fisica fondamentale: perché la costante cosmologica misurata ha un valore enormemente più piccolo di quello atteso in base al Modello Standard della fisica delle particelle? Se la DM è fatta di particelle, di che nuova/e particella/e si tratta? È possibile risolvere il puzzle della DM ricorrendo a un altro tipo di fisica, ad esempio modificando la gravità su grandi distanze?

Le **osservazioni del CMB** risultano consistenti con la teoria secondo cui l'Universo ha subito un'espansione esponenziale (la cosiddetta *inflazione*) nei primi 10^{-32} secondi dal Big Bang quando la scala dell'Universo che vediamo oggi è cresciuta da un inizio infinitesimale fino a una dimensione di pochi centimetri. Il modello inflazionario fornisce una soluzione "cinematica" sia per alcuni problemi basilari del modello standard (per es. orizzonte, piattezza, monopoli) sia per la generazione di perturbazioni primordiali. Il postulato di espansione esponenziale porta regioni lontane dell'Universo (molto più distanti rispetto alle dimensioni attuali dell'orizzonte) a contatto causale nelle fasi iniziali. Questa semplice idea fornisce alcune previsioni cruciali secondo cui l'Universo dovrebbe essere molto vicino a una geometria piatta e apparire estremamente isotropo, anche nelle regioni che in assenza di inflazione non dovrebbero esser mai state in contatto causale.

L'Universo fornisce un laboratorio promettente per indagare la fisica fondamentale, in particolare le proprietà di neutrini, la violazione di leggi e simmetrie, la variazione delle costanti fisiche, la scala di energia delle interazioni. Studi di questo tipo, strettamente interdisciplinari, hanno una profonda sinergia con la ricerca diretta della DM e di altre particelle, condotta con gli esperimenti di astrofisica delle alte energie e di fisica di laboratorio. Le grandi distanze astronomiche ci permettono di indagare effetti molto piccoli che possono diventare rilevabili se accumulati sui corrispondenti tempi lunghi e grandi scale della Cosmologia.

L'**epoca della reionizzazione (EoR)** rappresenta un punto di svolta cruciale nell'evoluzione delle strutture cosmiche, e si colloca alla frontiera delle osservazioni attuali. Determinare quando sia avvenuta la reionizzazione cosmica, nonché i processi fisici coinvolti e la natura delle sorgenti di radiazioni ionizzanti rappresenta uno dei principali obiettivi per i prossimi anni. Anche se esiste un consenso generale che la reionizzazione sia probabilmente prodotta dalla formazione di stelle e/o buchi neri (ma non mancano possibilità più esotiche legate alla fisica fondamentale), il contributo globale di ciascuna di queste classi di oggetti al fondo di radiazioni ionizzante è ancora largamente dibattuto. L'esistenza di quasars (QSOs) luminosi a $z > 6$, ovvero ad un'epoca in cui l'Universo era più giovane di un miliardo di anni, rappresenta una sfida ancora attuale per l'astrofisica extragalattica. Qual è infatti l'origine dei "semi" che in seguito sono diventati SMBHs? Come è potuto avvenire un accrescimento così efficiente?

L'**origine e l'evoluzione delle galassie** è uno dei capitoli più appassionanti e complessi nella formazione delle strutture cosmiche. In questo contesto è fondamentale la comprensione di come le proprietà delle galassie dipendano da ambiente e tempo cosmico. Molti processi fisici possono essere importanti: il gas (atomico e molecolare), essendo il combustibile grezzo per la formazione di stelle, gioca un ruolo dominante nella crescita delle galassie e, al tempo stesso, viene arricchito dai prodotti stellari espulsi da meccanismi di feedback. L'attività degli AGN in parte regola e in parte è regolata dalla formazione stellare. La massa di stelle e l'ambiente governano la soppressione della formazione stellare e l'emergere di una sequenza di galassie che evolvono passivamente. Inoltre, la formazione delle galassie è certamente collegata alla crescita degli aloni di materia oscura. In breve, le galassie sono sistemi complessi che vivono in ambienti dinamici, ciò nonostante mantenendo caratteristiche strutturali ben precise e comuni. In questo campo la domanda fondamentale è: quali processi fisici guidano la trasformazione delle proprietà delle galassie?



5.1.1.2 Gli Strumenti di Indagine

Materia Oscura

L'esistenza di una componente oscura dell'Universo è corroborata da una serie di osservazioni astrofisiche, quali le curve di rotazione di un gran numero di galassie a spirale, la massa degli ammassi di galassie determinata con dati X e dal lensing gravitazionale, i moti delle galassie all'interno degli ammassi, i campi di velocità peculiari delle galassie, le anisotropie del CMB, la crescita osservata delle strutture su grande scala.

Energia Oscura

Nel 1998, osservazioni di supernovae (SN) di tipo Ia hanno fornito la straordinaria evidenza di un'accelerazione dell'espansione cosmica, che si ritiene essere causata da una nuova componente, denominata "energia oscura" (dark energy, DE). L'impatto di DM e DE sulla LSS e sul CMB è essenziale per indagare le loro proprietà fisiche, le loro interazioni, la loro evoluzione nel tempo cosmico e per la comprensione della gravità su grandi scale cosmologiche. In questo contesto, lo studio della CMB e LSS deve essere considerato, concettualmente e programmaticamente, come un esperimento unico, dal quale è possibile ottenere informazioni di base sui costituenti dell'Universo e sulle leggi fondamentali che determinano la sua evoluzione.

Fisica delle condizioni iniziali dell'Universo

Nel modello più semplice di inflazione la forma del potenziale del campo scalare che guida l'inflazione (inflatone) e la sua scala di energia, lasciano la loro impronta sia sulle perturbazioni scalari che su quelle tensoriali. Le predizioni dell'inflazione - curvatura dell'Universo estremamente piccola e spettro quasi auto-simile di perturbazioni pressoché Gaussiane - sono in accordo con le osservazioni disponibili del CMB e della struttura su grande scala dell'Universo. Dovrebbe essere possibile verificare con future osservazioni la scala di energia dell'inflazione, la quantità di onde gravitazionali primordiali generate durante l'inflazione e, allo stesso tempo, lo spettro delle perturbazioni iniziali, sia di tipo scalare che tensoriale.

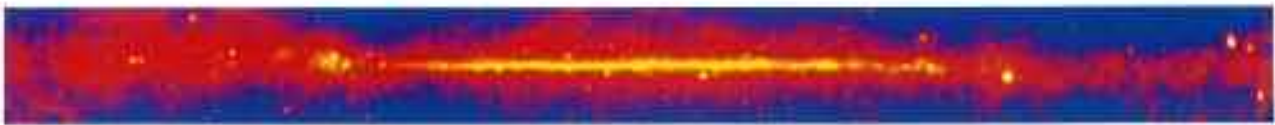
La struttura su grande scala rappresenta lo stadio finale dell'evoluzione cosmica, le cui condizioni

iniziali sono date dalle anisotropie del CMB. **Galassie, ammassi di galassie e mezzo intergalattico** rappresentano ad oggi i traccianti principali della LSS. Lo studio della loro distribuzione ed evoluzione, in particolare tramite misure di power-spectrum, funzioni di correlazione, baryonic acoustic oscillations (BAO), redshift-space distortions (RSD) a vari redshifts, permette di misurare i parametri cosmologici più rilevanti.

La caratterizzazione statistica, attraverso lo studio del CMB, delle perturbazioni primordiali, sia scalari che tensoriali (compresi i limiti superiori al livello dei modi-B primordiali) ha permesso di vincolare in modo significativo diverse classi di modelli inflazionari.

Oltre allo studio del CMB, la missione Planck ha consentito anche l'identificazione dell'effetto di *weak lensing*, dovuta alle deflessioni dei fotoni del CMB nell'attraversare la struttura su larga scala, un altro promettente strumento di indagine cosmologica. Infine, l'ampia copertura in frequenza di Planck ha consentito di realizzare mappe accurate a tutto cielo dei segnali astrofisici (di *foreground*) galattici ed extragalattici nel millimetrico e sub-millimetrico, e la produzione del miglior catalogo di sorgenti esistente a quelle lunghezze d'onda. In particolare, l'analisi dell'effetto Sunyaev-Zeldovich (SZ) ha permesso la creazione del più completo catalogo di ammassi di galassie su tutto cielo, che è stato utilizzato per analisi cosmologiche complementari a quelle ottenute direttamente dal CMB.

Nell'Universo a noi vicino, le galassie contengono nel loro complesso meno del 10% della massa barionica totale dell'Universo. Il resto del budget in barioni dell'Universo si trova sotto forma di mezzo inter-galattico (IGM) che permea le strutture cosmiche a grande scala. Ad alto redshift ($z \sim 2-5$) l'IGM contiene oltre il 90% della massa barionica ed è osservato e studiato in grande dettaglio, soprattutto attraverso la foresta di Lyman. Da un punto di vista cosmologico, lo studio dell'IGM permette di stimare la temperatura della DM a piccole scale (con dati ottenuti da spettrografi ad alta/media risoluzione) e in generale la struttura cosmica a $z=2-5.5$, fornendo ulteriori vincoli ai parametri cosmologici in un intervallo di redshift



altrimenti difficilmente accessibile. Modelli teorico-numeriche suggeriscono invece che a basso redshift l'IGM si trovi in una fase Warm-Hot, elusivo per le osservazioni in banda X e UV a causa della sua bassa densità e dell'assorbimento da parte del HI galattico.

È da notare che i limiti più stringenti sui parametri cosmologici sono ricavati combinando le informazioni dal CMB e dalla struttura a grande scala, anche attraverso lo studio delle cross-correlazioni (effetto ISW, lensing, studi di gaussianità, masse dei neutrini, etc.).

Formazione ed evoluzione delle strutture cosmiche alle varie epoche e a varie scale.

Per comprendere la fisica di formazione ed evoluzione delle galassie è necessario osservare le proprietà delle galassie vicine in grande dettaglio e allo stesso tempo studiare il lontano Universo per esaminare le proprietà delle galassie a diverse epoche, con confronto continuo tra un quadro empirico variegato e complessi modelli teorico-numeriche. Gli oggetti osservati sono talvolta così lontani che, anche con l'utilizzo della più moderna strumentazione, le nostre conoscenze restano parziali. Passi avanti si stanno compiendo con i dati ottenuti da ALMA a lunghezze d'onda millimetriche, con l'attuale strumentazione del VLT e con LBT.

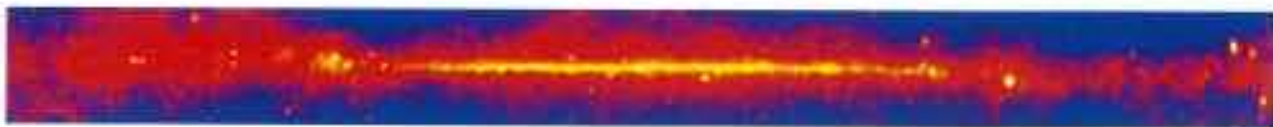
Misure CMB della profondità ottica del Thomson scattering pongono l'EoR ad un redshift approssimato $z \sim 9$, mentre studi delle galassie Ly- α emitting e degli spettri di assorbimento di QSOs a $z \geq 6$ mostrano che la reionizzazione è sostanzialmente completata ad un redshift $z \sim 6$. Il metodo ottimale per studiare l'EoR appare essere lo studio del segnale a 21 centimetri redshiftato, originato dall'interazione tra il CMB e l'idrogeno neutro diffuso, per mezzo di interferometri radio.

L'attuale frontiera è costituita dal censimento delle galassie *star-forming* da $z \sim 6$ e fino a $z \sim 11$. La ricerca delle sorgenti che hanno reionizzato l'universo richiede una profonda caratterizzazione di: (i) la natura delle popolazioni stellari (e/o AGN) e il contenuto di gas e polveri dei primi oggetti; (ii) i meccanismi fisici che permettono alla radiazione ionizzante di uscire dalla galassia in cui viene prodotta e di raggiungere il mezzo intergalattico: questo è legato a processi di feedback,

eventualmente collegati all'arricchimento metallico dell'IGM; (iii) il livello di formazione stellare nel regime di bassa luminosità/massa nel primo miliardo di anni dell'Universo, per comprendere i primi episodi di formazione stellare.

Un contributo fondamentale nel campo della **formazione ed evoluzione delle strutture cosmiche** viene dalle grandi survey fotometriche e spettroscopiche che hanno giocato un ruolo molto importante negli ultimi anni, e continueranno a farlo nel prossimo triennio, in preparazione all'era degli *Extremely Large Telescopes* (ELT). È facile prevedere uno sviluppo ulteriore dell'acquisizione di dati "a campo integrale", in cui le galassie vengono mappate ad alta risoluzione spaziale per risolvere le singole regioni costituenti. Questo porterà a progressi significativi nella comprensione della formazione delle diverse componenti delle galassie (dischi e sferoidi), nello studio dei buchi neri al centro delle galassie e del ruolo dei nuclei galattici attivi nell'evoluzione delle galassie che li ospitano. Nel frattempo, un progresso decisivo in relazione a queste problematiche e a quelle della reionizzazione sarà ottenuto con il telescopio spaziale di nuova generazione JWST, in fase di lancio.

Gli **ammassi di galassie** costituiscono le strutture gravitazionalmente legate più grandi e, quindi – in uno scenario di formazione gerarchica – quelle formatesi più di recente nella storia cosmica. Essi costituiscono dei laboratori per studiare come i barioni (nelle galassie – osservate prevalentemente nell'ottico e nell'infrarosso – e nel mezzo intracluster (ICM) – sotto forma di plasma caldo che può essere caratterizzato nei raggi X e attraverso l'effetto Sunyaev-Zeldovich in banda millimetrica) traccino le condizioni iniziali del loro collasso entro alone di materia oscura e come reagiscano agli effetti ambientali che hanno luogo durante la loro storia (ulteriori aggregazioni di materia, formazione stellare, attività di AGNs). Le osservazioni in banda X e sub-mm permettono di caratterizzare questi oggetti e utilizzarli come strumenti per la cosmologia. Allo stesso tempo, la combinazione di osservazioni in banda radio e nei raggi gamma permette di studiare fenomeni energetici legati alle fasi più violente dell'evoluzione degli ammassi di galassie. Gli



osservabili chiave includono la temperatura, la densità del gas e la sua metallicità e consentono di indagare come l'energia gravitazionale plasmi la formazione del cluster e come e in quale frazione sia convertita in componenti termiche e non termiche, producendo turbolenze e moti globali su scale di kpc.

Su scale più grandi, la teoria prevede che la maggior parte dei barioni nell'universo locale risieda in vaste strutture filamentose non legate che collegano gruppi e ammassi di galassie in una fase tiepida-calda (10^5 - 10^7 K). Anche se sarà estremamente difficile vincolare l'emissione del continuo termico generato da questo **warm-hot intergalactic medium** (WHIM), le righe spettrali dei metalli altamente ionizzati forniranno un buon proxy per rilevare e caratterizzare questo gas con strumenti X, mentre le emissioni radio associate possono fornire informazioni sul campo magnetico in tali ambienti.

Calcolo Numerico

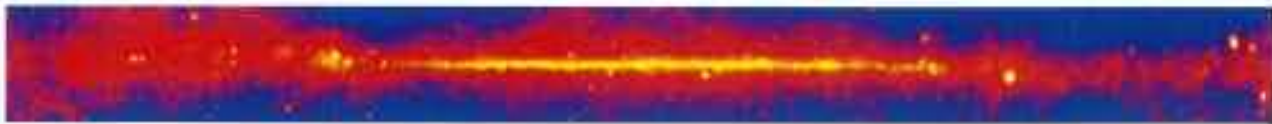
Tutti i filoni di ricerca della Cosmologia e astrofisica extra-galattica richiedono anche un'intensa attività di simulazioni numeriche e quindi robuste capacità di calcolo, utilizzando super-computer massivamente paralleli. Lo scopo di tali simulazioni è di descrivere, con tecniche numeriche ad N corpi ed idrodinamiche, la formazione ed evoluzione di galassie, ammassi di galassie e strutture cosmiche su grande scala a partire dalle condizioni iniziali date dal CMB. Le simulazioni cosmologiche forniscono un quadro interpretativo unico grazie alla loro capacità di catturare la complessità dei fenomeni astrofisici e dinamici che guidano la formazione delle strutture cosmiche. Inoltre esse giocano un ruolo essenziale per la definizione dei casi scientifici e per il disegno di strumenti da terra e missioni spaziali dedicati ad osservazioni cosmologiche ed extra-galattiche. L'attività di ricerca in astrofisica numerica necessita, come l'astrofisica osservativa, di avere a disposizione infrastrutture hardware ed una strategia di sviluppo di lungo termine, non solo per la costruzione e mantenimento di centri di calcolo, ma anche per lo sviluppo più generale di una "cultura del calcolo".

La determinazione di molte proprietà fisiche delle strutture nell'Universo (luminosità, massa, tempi-scala dinamici, tasso di formazione stellare, ecc.) si basa sulla conoscenza della distanza. Diverse quantità cosmologiche, come la costante Hubble e i parametri collegati, dipendono fortemente dalla misura delle distanze. Le distanze sono un elemento fondamentale anche per comprendere i moti delle galassie su larga scala, quindi le distribuzioni di massa su larga scala. Le distanze locali sono oggetto della missione Gaia e saranno fondamentali per calibrare la scala di distanza con gli indicatori primari e secondari adottati attualmente, utilizzati per raggiungere distanze cosmologicamente interessanti e quindi atte a misurare la costante Hubble. Le Cefeidi classiche e le RR Lyrae, grazie alle loro relazioni Periodo-Luminosità (PL), sono le candele standard più importanti del Gruppo Locale, associate rispettivamente ai sistemi di Pop I e Pop II, e vengono usate per calibrare diversi indicatori di distanza secondari (ad esempio la relazione Tully-Fisher, SN Ia, fluttuazioni di luminosità superficiale, Novae, la funzione di luminosità degli ammassi globulari). Le SNe, nonostante gli indiscutibili vantaggi offerti da questi eventi super-luminosi, hanno l'inconveniente di esplodere in momenti quasi casuali e in posizioni imprevedibili nelle galassie. Di conseguenza è necessario avere uno o più indicatori extra-galattici di distanza per collegare la scala di distanza dell'Universo locale, mappata con Gaia, al regime di alto- z dove le SNe risultano più utili. Una delle tecniche più promettenti a tal fine è il metodo basato sulle fluttuazioni di luminosità superficiale (SBF). Problemi relativi alla scala di distanze cosmiche sono stati posti recentemente in luce da un sorprendente disaccordo tra le misure locali di H_0 basate sugli indicatori di distanza e inferenze da studi del CMB. I prossimi studi ci diranno se si tratta di semplici sottovalutazioni degli errori sistematici o questioni più profonde relative alla struttura cosmica su grande scala o persino effetti inaspettati di fisica fondamentale.

5.1.1.3 Gli Obiettivi Strategici

La scala di distanze cosmiche

mg Cels



Le osservazioni di strutture cosmiche possono rivelare proprietà fondamentali sulla **natura della DM** (self-interacting, pressione, annichilazione, decadimento etc.) e sui possibili candidati (WIMPS, assioni, neutrini sterili, gravitini...) in particolare studiandone la scala di free streaming e l'effetto sull'espansione dell'Universo:

- Su scale relativamente piccole (<1 Mpc) la dinamica di dwarf galaxies (con un contributo importante dalla missione Gaia), di gruppi e di ammassi di galassie (VLT, LBT); analisi del segnale di strong e weak lensing (HST, VLT, LBT, JWST, E-ELT, Euclid, LSST) e della distribuzione relativa della materia oscura e dei barioni (in prevalenza quelli dell'ICM mappato in banda X ora con Chandra e XMM e nel prossimo futuro con Athena, missione L2 di ESA).
- Su scale medio-grandi (10-100 Mpc) di clustering di galassie e weak lensing e tomografia del mezzo intergalattico (VLT, E-ELT, Euclid, DESI, LSST, SKA).
- Ad alte energie (gamma, X-ray) per rivelare l'emissione continua o in riga derivante dal decadimento o annichilazione delle particelle di DM (CTA, FERMI, NuSTAR, Athena, cfr. il paragrafo riguardante l'Astrofisica Relativistica e Particellare).

L'approccio più diretto per la **comprensione della natura della DE** è lo studio di forme parametriche della sua equazione di stato tramite:

- L'espansione dell'Universo tracciata per es. dalle SN Ia o con il Sandage Test. Le infrastrutture e le missioni di interesse INAF che più contribuiranno in questo senso sono TNG, VLT, LBT, E-ELT, Euclid, SKA)
- La misura delle BAO e della crescita delle perturbazioni tramite lo studio delle RSD, del cosmic shear (Euclid, SKA, LSST, CMB), della distribuzione ed evoluzione degli ammassi di galassie (Athena) e della Lyman- α forest (X-Shooter@VLT). Le future osservazioni in banda radio con SKA ed i suoi precursori apriranno la possibilità di tracciare la LSS attraverso osservazioni della riga a 21 cm con la tecnica dell'HI Intensity Mapping.

La comunità scientifica INAF è coinvolta in grandi survey (CLASH, APLAS, BOSS/SDSS-III, XXL), che

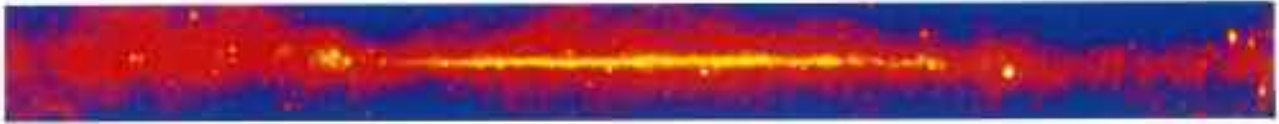
mirano non solo a misurare i parametri cosmologici nel modello standard ma anche a capire se vi siano deviazioni dalla relatività generale (distorsioni nello spazio dei redshift, clustering di galassie, profili di massa degli ammassi di galassie) e, più in generale, a ricostruire la storia di espansione dell'universo ed il tasso di crescita delle strutture cosmiche in scenari non-standard. La missione spaziale ESA M2 Euclid, in cui l'INAF è tra i promotori iniziali ed è fortemente coinvolto, realizzerà una vasta survey su buona parte del cielo extragalattico (15.000 gradi quadrati) nel visibile (imaging ad altissima risoluzione), fotometrica (bande Y, J, H) e spettroscopica nel vicino infrarosso.

Per **verificare le predizioni del modello inflazionario** occorre misurare la geometria dell'Universo, la Gaussianità delle perturbazioni e la forma del loro spettro, nonché l'ampiezza e lo spettro delle perturbazioni tensoriali primordiali. Questo è possibile tramite:

- surveys di galassie a grande campo in imaging (VST, VISTA, LSST, Euclid, SKA) o spettroscopia (VIMOS-MOONS@VLT, Euclid, SKA).
- misura dei B-modes primordiali nella polarizzazione del CMB come firma univoca della generazione di onde gravitazionali generate durante l'inflazione. L'ampiezza delle modi-B indotti dalle onde gravitazionali è molto difficile da prevedere nel contesto di qualsiasi teoria, ma normalmente dovrebbe essere $<1\%$ dell'anisotropia in temperatura. Ciò impone nuovi requisiti impegnativi su strumenti e tecniche di osservazione. I progressi tecnologici sembrano promettenti, in particolare per grandi matrici sul piano focale.

La **variazione delle costanti fondamentali** attraverso studi di altissima precisione di transizioni atomiche a vari redshift è misurabile grazie a spettroscopia ad alta risoluzione (ESPRESSO@VLT, HIRES@E-ELT, SKA).

Varie **estensioni del Modello Standard** delle interazioni fondamentali prevedono sia violazioni dell'invarianza di Lorentz, (LIV), sia propagazioni anomale di fotoni d'alta energia, entrambe verificabili con osservazioni su scala cosmologica (CTA in particolare). In presenza di campi magnetici intergalattici, fotoni d'alta energia possono oscillare tra il modo gamma e una particella axion-like (ALP), riducendo così la



profondità ottica dell'interazione fotone-fotone (fotoni TeV da Blazar con fotoni del Extragalactic Background Light, EBL).

Alcune anomalie osservate nelle mappe di CMB, specie a grandi scale angolari, destano particolare interesse: Planck ha dimostrato come, verosimilmente, tali anomalie non siano dovute a effetti strumentali spuri. Comprendere la loro natura (primordiali o causate da foregrounds sconosciuti) ed il livello di significatività all'interno del modello standard sono passi necessari per decidere se siano piuttosto da interpretare come segnali di "nuova fisica".

Gli obiettivi prioritari nel campo della **formazione ed evoluzione delle strutture galattiche** possono essere riassunti in due filoni:

- Lo studio dell'Universo ad alto redshift, e la formazione delle prime stelle e galassie nell'Universo giovane, al fine di comprendere quando e come si siano formate le prime stelle, quali sorgenti abbiano reionizzato l'Universo e come si siano formate le prime galassie e formati i primi buchi neri e quasars.
- La comprensione dei fenomeni che governano le proprietà e l'evoluzione delle galassie sin dalla loro formazione e l'effetto dell'ambiente sui processi evolutivi per chiarire i fenomeni alla base della diversità di forme, masse, storie di formazione stellare nelle popolazioni delle galassie alle diverse epoche cosmiche.

I prossimi anni saranno cruciali per lo **studio dell'EoR**: i primi risultati statistici apriranno la strada alla tomografia a 21cm resa possibile dalla prossima generazione di interferometri radio [SKA]. Verranno ottenute informazioni indipendenti e complementari sulla quantità di idrogeno presente alla EoR tramite: (i) surveys di Ly- α emitters a $z > 6$: osservazioni sub-mm (ad esempio della riga [CII] $\lambda 158\mu\text{m}$) permetteranno di misurare sia il redshift (in assenza di Ly- α) sia la polvere, il tasso di formazione stellare (SFR) e le proprietà di ionizzazione; osservazioni NIR da terra e dallo spazio permetteranno di identificare galassie star-forming sempre più deboli, utilizzando indicatori di redshift alternativi quali le righe di emissione nebulari ([CIII], H α , etc.) [JWST, ELT]; (ii) osservazioni spettroscopiche di quasar a $z > 6$: varie surveys dedicate identificheranno campioni di quasar relativamente brillanti a $z > 6$; osservazioni spettroscopiche VIS-NIR misureranno la quantità di idrogeno neutro nell'IGM e allo stesso tempo rileveranno le tracce degli elementi chimici pesanti formati dai primi oggetti [ELT].

Come, quando e dove si formano i primi SMBHs?

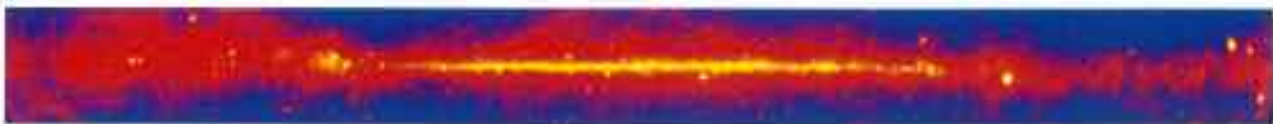
Il modo migliore per affrontare le questioni chiave nel prossimo triennio sarà i) sfruttando le osservazioni profonde a raggi X [Chandra e XMM] di QSOs ad alto redshift per comprendere la fisica delle accrescimento nei primi SMBHs e se la loro crescita avviene in ambienti ad alta densità popolati da altri BH compagni, più piccoli e forse oscurati ii) ottenendo osservazioni profonde in banda X per scoprire la popolazione tipica di BHs in accrescimento [Athena, che studierà la formazione delle prime strutture collassate, come queste si arricchiscano di metalli ed energia e l'interazione tra galassie, BHs e ICM].

Il ruolo dell'Italia nello **studio delle galassie e delle strutture cosmiche** è di primo piano. Ricercatori dell'INAF sono alla guida di grandi survey spettroscopiche – condotte principalmente con telescopi ESO quali VLT – e fotometriche – grazie allo sfruttamento del VST e all'utilizzo del LBT. L'eccellenza italiana si evidenzia sia sul fronte osservativo, con l'utilizzo di strumentazione che copre tutto lo spettro elettromagnetico dalle lunghezze d'onda X e gamma al radio, sia sul fronte teorico (simulazioni numeriche, modellistica semi-analitica di formazione delle galassie, modelli di evoluzione spettrofotometrica e chimica di avanguardia) che nella progettazione e realizzazione di strumentazione avanzata per tali studi.

In particolare osservazioni condotte da ricercatori INAF attorno a redshift 7 hanno confermato che questa è un'epoca in cui la frazione di idrogeno neutro varia velocemente e mostrato che il processo di reionizzazione avviene in modo non uniforme (survey CANDELS: VLT, HST). A redshift più basso sono stati caratterizzati gli effetti di feedback sia negativo che positivo sulla formazione stellare, dovuto a potenti "venti" indotti dall'esplosione di SNe e/o da quasars.

Le survey che vedranno impegnati i ricercatori dell'INAF nel prossimo triennio permetteranno di ottenere risultati in vari settori:

- La cinematica stellare e del gas (multi-fase), inflows e outflows di gas in galassie di redshift alto e intermedio e relative connessioni con il mezzo circumgalattico e intergalattico, osservabili anche grazie a spettroscopia



integral field (ottica/IR/radio) [ALMA, MUSE@VLT, WEAVE, ELT, SKA e suoi precursori].

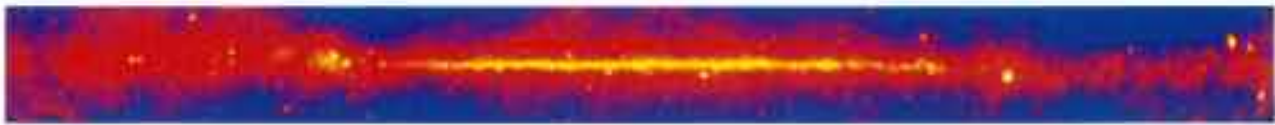
- Il gas molecolare in galassie "normali", misurato fino a $z \sim 2$ e oltre, il contenuto di polvere fino a $z \sim 6$ e oltre, saranno la chiave per comprendere il ciclo e riciclo dei barioni [ALMA, JVLA, IRAM PdBI & NOEMA].
- Studi statistici del contenuto di HI delle galassie e della sua evoluzione col tempo cosmico diverranno possibili grazie a surveys della riga a 21 cm [SKA e suoi precursori].
- I processi fisici in atto nell'ISM, studiati misurando gli elementi chiave del ciclo dei barioni galattici, tramite spettroscopia ad alta sensibilità, in particolare nel mid- e far-Infrared, dato che una parte significativa dell'energia emessa da stelle e SMBH viene assorbita e riemessa dalla polvere [JWST, SPICA?].
- Le prossime generazioni di survey radio avranno una sensibilità tale da permettere un censimento completo della formazione stellare e degli AGN fino ai redshifts più alti, senza problemi di assorbimento [SKA e precursori].
- Le regioni centrali di galassie massicce early-type diventeranno osservabili a $z > 0.8$ grazie ai miglioramenti della risoluzione spaziale, testando la connessione con la dimensione/crescita delle galassie [JWST, ELT].
- I parametri strutturali e la morfologia (inclusi gli effetti di merging) diverranno disponibili su grandi campioni e in una varietà di ambienti su un arco di tempo cosmico di 10 miliardi di anni, permettendo di collegare gli indicatori di evoluzione delle galassie (dimensione, massa, forma, presenza di instabilità) con i meccanismi che guidano la crescita e la trasformazione delle galassie. [Euclid, LSST, VST, VISTA].
- Studi statistici (ad es. delle funzioni di luminosità, massa e formazione stellare) a epoche differenti ottenuti con survey pancromatiche profonde e su grandi aree di cielo studieranno la storia della formazione dei differenti tipi di galassie in differenti ambienti, raggiungendo un regime di masse stellari in cui le previsioni dei modelli sono in tensione con i dati [Euclid, LSST].

- Si iniziano ad avere campioni consistenti di (proto)clusters al picco cosmico della formazione stellare ($z \sim 2$) e con un dettaglio osservativo sufficiente per studiarne le galassie componenti in una fase critica di formazione di queste strutture [VISTA, LBT, Euclid].
- Osservazioni in banda X (XMM-Newton, Chandra, Swift-XRT, Suzaku) e sub-mm (Planck) di clusters permettono di caratterizzare questi oggetti e utilizzarli come strumenti precisi per la cosmologia. Allo stesso tempo, la combinazione di osservazioni in banda radio (EVLA, GMRT, LOFAR) e nei raggi gamma (Fermi, MAGIC, HESS) permettono di studiare fenomeni energetici che hanno luogo negli ammassi di galassie, legati alle fasi più violente della loro evoluzione.
- Lo studio del contenuto di DM sta diventando possibile grazie a osservazioni spettroscopiche multi-object, al lensing forte e debole e a osservazioni X, permettendo di ricostruire il processo di assemblaggio della massa stellare e oscura dei sistemi galattici e di investigare l'evoluzione della connessione tra i barioni osservati e gli aloni di DM [WEAVE, 4MOST, MOONS].
- Lo studio del WHIM sarà uno degli obiettivi del telescopio X Athena.

Per ottenere progressi significativi in questi campi è necessario accompagnare i risultati delle osservazioni con predizioni ottenute con simulazioni idrodinamiche ad alta risoluzione e grande range dinamico per investigare i processi fisici su scale piccolo e modelli semi-analitici su volumi cosmologici, in entrambi i casi modellando accuratamente l'arricchimento metallico, il background fotoionizzante UV, il feedback stellare e da AGN e il trasporto radiativo. L'enorme quantità di dati e la complessità dello spazio dei parametri, da analizzare nel contesto di questi progetti, determinano l'esigenza di avvalersi delle odierne metodologie di data mining e machine learning, afferenti alle discipline emergenti dell'Astroinformatica e Astrostatistica.

Nel contesto della **cosmologia numerica** i gruppi di ricerca lavoreranno lungo le seguenti direzioni:

- Simulazioni per la formazione di strutture cosmiche, sviluppando modelli di formazione stellare e di feedback che descrivano in modo sempre più



realistico la formazione delle galassie in vari ambienti e la loro interazione con il mezzo intergalattico ed intra-cluster;

- Simulazioni per la formazione delle prime galassie e dei primi buchi neri a $z > 6$, finalizzate allo studio della reionizzazione; tali simulazioni forniranno le predizioni teoriche per le osservazioni che in futuro saranno realizzate con telescopi di prossima generazione, quali JWST, E-ELT, SKA, Athena.
- Simulazioni a grande scala di modelli cosmologici alternativi a quello standard Λ CDM, allo scopo di comprendere quali potranno essere le evidenze osservative di nuova fisica, da survey cosmologiche di prossima generazione;
- Sviluppo di codici di simulazioni innovativi che siano in grado di sfruttare appieno la potenza di calcolo ad alte prestazioni disponibili in futuro con infrastrutture di classe "exa-scale"

La comunità coinvolta in tali simulazioni ha accesso, attraverso "call" competitive alle infrastrutture di calcolo presso il centro di calcolo nazionale CINECA o ad infrastrutture europee disponibili attraverso l'iniziativa PRACE.

L'high performance computing (HPC) avrà un notevole sviluppo nei prossimi anni in termini di risorse hardware, algoritmi e software, con un aumento in particolare del range dinamico delle simulazioni cosmologiche. Questo miglioramento riguarderà le simulazioni delle prime stelle e BH, l'applicazione del trasporto radiativo e le simulazioni di quei processi fisici complesse che attualmente vengono decritti con ricette sottogriglia o in post-processing (ad es. la formazione stellare e il feedback).

La scala di distanze cosmiche

I risultati di Gaia per la scala di distanze locali, le surveys di SN Ia (Dolores, SOXS) per la scala cosmologica e i miglioramenti degli indicatori su scale intermedie rappresenteranno un progresso decisivo, permettendo di avvicinarsi al traguardo di una precisione dell'1% sulle grandi scale.

Sulla base degli indicatori attuali il valore della costante di Hubble risulta essere $H_0 \sim 73$ km/sec/Mpc, in contrasto con la misura di 66 km/sec/Mpc ottenuta dalla missione Planck con i dati CMB. È di fondamentale importanza risolvere questa inconsistenza utilizzando una calibrazione più accurata della scala delle distanze o/e usando degli indicatori che raggiungano direttamente

delle distanze cosmologicamente significative (cfr. Cap. 1.3.2).

5.1.2 Astrofisica Stellare

La Formazione, l'evoluzione e la fine delle stelle. Le popolazioni stellari come traccianti della storia dell'Universo.

Nel campo dell'astrofisica stellare e dei sistemi esoplanetari l'INAF ha consolidato il suo ruolo di leadership internazionale conducendo ricerche di eccellenza con metodologie innovative e ottenendo risultati di grande impatto. I ricercatori dell'Istituto hanno sviluppato un'invidiabile network di collaborazioni europee e internazionali e sono presenti nelle principali "joint venture" scientifiche da terra e dallo spazio, sia attuali che programmate per il prossimo futuro.

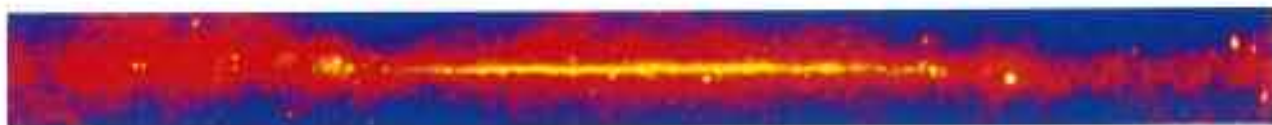
5.1.2.1 Le Domande Fondamentali

Le principali problematiche a cui si vuol rispondere nei prossimi anni, formulate in termini dei temi rilevanti dell'astrofisica stellare e dei sistemi planetari extrasolari, sono le seguenti:

5.1.2.1.1 EVOLUZIONE STELLARE:

a) Comprensione della reale efficienza di processi fisici "non-canonici". Determinare la connessione tra convezione, rotazione e campo magnetico, e l'efficienza dei processi diffusivi - anche attraverso studi asterosismologici - è di fondamentale importanza per il ruolo che questi processi fisici svolgono nell'ambito del trasporto del momento angolare e degli elementi chimici durante le fasi dell'evoluzione stellare.

b) Comprendere il destino finale delle stelle e la natura dei loro resti. Le stelle sono i maggiori responsabili dell'arricchimento chimico del mezzo interstellare, di gas e polvere, attraverso i venti stellari e/o le esplosioni di supernova, e possono contribuire in modo rilevante alla materia oscura barionica dell'universo, lasciando resti più o meno compatti. Lo studio approfondito dell'evoluzione e del destino finale delle stelle al variare dei parametri iniziali, è quindi cruciale per



comprendere l'evoluzione della nostra Galassia e dell'universo in generale.

c) Sviluppare una nuova generazione di modelli stellari. La possibilità di calcolare modelli di atmosfere ed inviluppi stellari sempre più complessi ed accurati – sia dal punto di vista del calcolo 3D sia di quello di un trattamento più dettagliato dei processi convettivi –, permette di “trasferire” i risultati ottenuti attraverso queste simulazioni anche nel calcolo di modelli stellari. È altresì necessario sperimentare la reale fattibilità ed applicabilità al confronto con dati osservativi, di calcoli di modelli stellari multi-dimensionali.

5.1.2.1.2 ASTROARCHEOLOGIA:

a) Capire la formazione delle strutture su scala sub-galattica sia nella Via Lattea che nel Volume Locale (incluso la mappatura della materia oscura). A tale fine è necessario stabilire se le galassie si formano come conseguenza della fusione di “building blocks” di tipo primordiale o in cui la formazione di stelle ha già avuto inizio, comprendere la natura e l'origine di alone, bulge, disco, stabilire la natura della materia oscura e come essa si mappa nelle sotto-strutture galattiche.

b) Ricostruire l'evoluzione chimico-dinamica su varie scale, dagli ammassi stellari alle galassie. La determinazione delle proprietà chimico-cinematiche delle popolazioni stellari (particolarmente quelle risolte quali gli ammassi) della nostra Galassia e la loro evoluzione temporale è elemento cruciale per la comprensione della formazione ed evoluzione chimico-dinamica della Via Lattea.

c) Ricostruire la storia della formazione stellare dei sistemi studiati (sia per popolazioni risolte che non risolte). La comprensione della storia evolutiva della Via Lattea e del Gruppo Locale richiede come elemento imprescindibile la ricostruzione della storia di formazione stellare, per stabilire se essa costituisca un processo continuo e spazialmente uniforme o, piuttosto, altamente episodico nel tempo e spazialmente disomogeneo.

5.1.2.1.3 SCALA DELLE DISTANZE E TRANSIENTI:

a) Ottenere distanze accurate, mappe 3D e la caratterizzazione delle popolazioni stellari nelle galassie, sia tramite lo studio di stelle pulsanti sia con l'analisi di popolazioni stellari non risolte (ad esempio il metodo SBF). La determinazione accurata delle distanze, con precisione significativamente migliore del 5%, a partire dal Gruppo Locale fino a ~200 Mpc è elemento essenziale per caratterizzare le proprietà fisiche di stelle e galassie.

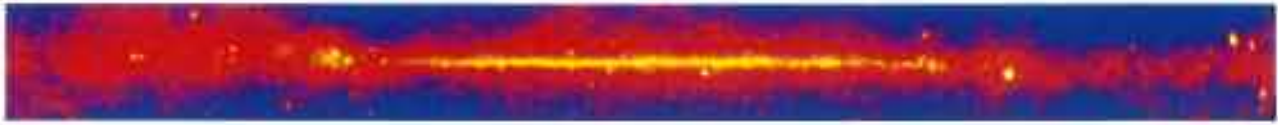
b) Capire il ruolo come indicatori di distanza delle supernovae ed in particolare dei nuovi tipi di esplosione stellare recentemente scoperti (ad esempio le supernovae super luminose). Le Supernovae (SNe) sono strumenti fondamentali per conoscere le distanze cosmiche e per indagare sulla natura fisica dell' Energia Oscura ma l'ampia diversità delle SNe sempre più visibile nei dati osservativi richiede di estendere lo schema di classificazione e di migliorare la comprensione di questi eventi.

c) Riconciliare le stime della costante di Hubble ottenute dalla misura delle distanze (indicatori primari e secondari) con quelle basate sulla misura della radiazione cosmica di fondo. Le Cefeidi classiche (pop. I) e le RR Lyrae (pop. II) rappresentano il primo gradino della scala delle distanze cosmiche ma le stime della costante di Hubble ottenute sulla base di queste variabili non sono consistenti entro gli errori con la recente stima dai dati di Planck.

5.1.2.1.4 FORMAZIONE STELLARE:

a) Come si distribuisce globalmente la formazione stellare nella Galassia, che è il “template” a $z=0$. Le leggi generali che si deducono dalla mappatura multi-wavelength di massa, tasso di formazione, distribuzione dei filamenti, e specie chimiche, congiuntamente alla comprensione del ruolo dei campi magnetici e della turbolenza, sono informazioni cruciali riguardo all'evoluzione della Via Lattea.

b) Quale fisica guida la formazione del singolo oggetto alle varie masse. Dato lo stretto legame tra evoluzione fisica e chimica durante la formazione delle stelle, è di fondamentale importanza capire l'evoluzione chimica (in regioni



di formazione stellare partendo dalle condizioni iniziali, sia nei "pre-stellar cores" (bassa massa) che e nelle "infrared-dark clouds" (alta massa e clusters).

c) Quali elementi portano alle coàdizioni iniziali della formazione planetaria. Il disco circumstellare, generato dalla conservazione del momento angolare durante il collasso della nube, e' il luogo di nascita dei pianeti. E' quindi cruciale studiarne proprietà (struttura e morfologia, meccanismi di interazione con la stella centrale) ed evoluzione (chimica di gas e polveri, accrescimenti e formazione di planetesimi) per determinare la configurazione iniziale della formazione planetaria e in ultimi analisi il possibile emergere della vita.

5.1.2.1.5 SISTEMI PLANETARI EXTRASOLARI:

a) Determinare l'architettura e la dinamica dei sistemi esoplanetari sulle varie scale di massa, raggio e separazione. Le architetture dei pianeti extrasolari costituiscono la prima e fondamentale evidenza osservativa fossile dei complessi processi di formazione planetaria in dischi circumstellari. La combinazione di queste informazioni con la varietà di interazioni gravitazionali in sistemi multipli osservate oggi permette inoltre di ricostruire la storia di migrazione orbitale e l'evoluzione dinamica.

b) Misurare le proprietà strutturali, la chimica e la dinamica delle atmosfere degli esopianeti sulle stesse scale. La misura delle densità media e l'identificazione di molecole nelle atmosfere dei pianeti extrasolari sono elementi cruciali per comprendere i processi di formazione ed evoluzione planetaria, che danno origine ad una straordinaria varietà di composizioni interne, chimica e dinamica atmosferiche, con interazione tra proprietà strutturali e atmosferiche e ripercussioni cruciali anche sulle potenziale abitabilità.

c) Comprendere la dipendenza delle proprietà fisiche e dinamiche dei pianeti dalle caratteristiche delle stelle ospiti (età, massa, metallicità) e dall'ambiente stellare. Per capire i complessi meccanismi di formazione, evoluzione fisica e dinamica è necessario comprendere in dettaglio il ruolo di massa e composizione chimica

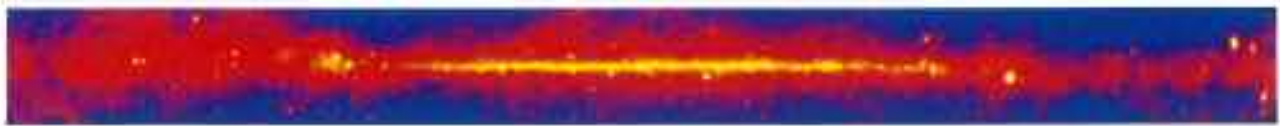
stellare nell'efficienza di formazione dei sistemi di data massa e separazione orbitale, l'impatto di effetti 'ambientali' (binarietà e densità stellare, ma anche attività, formazione ed evoluzione stellare) su frequenze e proprietà fisiche e dinamiche dei sistemi esoplanetari così come le conseguenze in termini di abitabilità.

5.1.2.2 Gli Strumenti di Indagine

5.1.2.2.1 EVOLUZIONE STELLARE:

La comunità INAF ha storicamente un **ruolo di leadership**, a livello mondiale, per quanto riguarda la **modellistica stellare** in un ampio spettro di fasi evolutive, incluse quelle caratterizzate dalle pulsazioni stellari, dagli indicatori di distanza e dai progenitori di Supernova. I risultati di questo scenario teorico, insieme all'ampio quadro osservativo fornito dai ricercatori dell'INAF, stanno consentendo di realizzare progressi importanti nella conoscenza della fisica delle stelle e nella descrizione del processo di formazione di polvere nel vento stellare. Lo studio delle **pulsazioni stellari** permette da un lato di verificare le assunzioni fisiche e numeriche adottate nella teoria dell'evoluzione stellare, dall'altro di vincolare la storia di formazione stellare dei sistemi studiati e di fornire una calibrazione teorica della scala delle distanze extragalattiche. Questi risultati teorici, costituiscono strumenti insostituibili per la comprensione della storia dell'Universo in tutte le sue componenti. Tuttavia restano ancora delle **criticità** che limitano il potere predittivo dei modelli: il trattamento della convezione, la perdita di massa, il ruolo di rotazione e campi magnetici. Un salto di qualità si potrà avere solo progredendo in modo significativo nella trattazione di tutti questi processi.

Gli **studi asterosismologici** hanno acquistato un ruolo cruciale grazie ai dati dei satelliti **CoRoT e Kepler**, i cui spettri di frequenza permettono – attraverso il confronto con accurati modelli di evoluzione stellare - di stimare i parametri intrinseci stellari (masse, raggi, età) di stelle distanti isolate e di sondare la loro struttura interna, lo stato evolutivo delle giganti, la rotazione del nucleo, il rimescolamento al bordo del nucleo convettivo,



ecc. La possibilità di avere a disposizione dati di questo tipo per migliaia di stelle lontane ha aperto la strada alla cosiddetta **ensemble asteroseismology delle popolazioni stellari** con importanti implicazioni per il campo in rapido sviluppo dell'Archeologia Galattica.

5.1.2.2.2 ASTROARCHEOLOGIA:

Le componenti risolte della Via Lattea e delle galassie vicine rappresentano la "stele di Rosetta" a $z=0$ per comprendere la formazione ed evoluzione chimica e dinamica delle galassie. La combinazione di **astrometria, fotometria e spettroscopia** fornisce una valida base ai **modelli teorici/interpretativi**. Per capire la formazione delle strutture su scala sub-galattica, occorre: i) determinare la natura e quantità della materia oscura, ii) capire quale sia la gravità corretta e iii) ridefinire i modelli dinamici della Galassia in contesto relativistico, per un'appropriata interpretazione del catalogo di Gaia e delle future missioni. Occorre **aggiornare i sistemi di riferimento celesti relativistici** definiti dall'IAU, per una determinazione più accurata del moto del Sole e dei Quasi Stellar Objects e per valutare l'impatto sullo studio della cinematica delle popolazioni stellari della Via Lattea e delle galassie vicine. Le proprietà chimico-cinematiche delle popolazioni stellari del disco della Galassia sono ragionevolmente consistenti con uno scenario di formazione "inside-out", anche se rimangono da comprendere fattori come il ruolo della migrazione radiale, la definizione del processo di formazione delle stelle più vecchie appartenenti al disco spesso, il processo di formazione dell'alone e le caratteristiche del bulge.

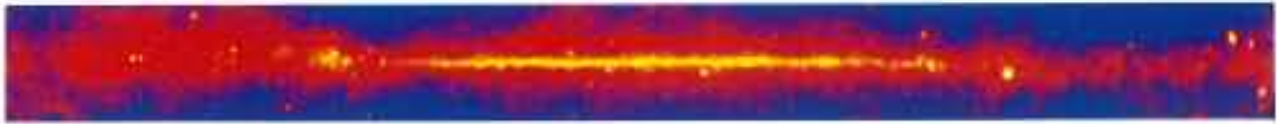
Gli **ammassi stellari** sono ottimi strumenti di studio della formazione ed evoluzione delle stelle e delle sotto-strutture (disco, bulge, alone). Per gli **ammassi aperti** vanno definiti: ruolo di turbolenza, campo magnetico e "feedback" di stelle massicce nel processo di formazione; disgregazione e popolamento del campo della Via Lattea; posizione attuale rispetto a quella di nascita, importante per modellizzare l'evoluzione chemo-dinamica; ruolo di popolazioni cinematiche multiple in ammassi giovani; relazione inversa età-

metallicità nel disco interno. Servono simulazioni N-body, modelli chemo-dinamici, e un solido scenario osservativo. Rimangono da definire quali sono gli eventi che hanno portato alla **formazione degli ammassi globulari e delle loro popolazioni stellari multiple**. Sono da appurare i meccanismi di auto-arricchimento, la massa iniziale e la successiva evoluzione chemo-dinamica e occorre capire il contributo degli ammassi globulari alla **formazione dell'alone** della Galassia e la frazione di sottostrutture cinematiche ("streams") prodotta da accrescimento di satelliti. Le grandi survey in corso dallo spazio (es. Gaia: astrometria, fotometria e spettroscopia) e da terra, (es. Gaia-ESO: spettroscopia) e di prossimo avvio da terra (es. LSST: astrometria e fotometria; WEAVE: spettroscopia), 4MOST, WFIRST daranno un contributo sostanziale allo sviluppo dell'archeologia galattica, aiutando l'identificazione dei numerosi residui dispersi nell'alone, rideterminando la massa della Via Lattea e definendo le proprietà del disco e del bulge

5.1.2.2.3 SCALA DELLE DISTANZE E TRANSIENTI:

Per ottenere **mappe 3D delle popolazioni stellari nelle galassie risolte in stelle** e caratterizzarne le proprietà intrinseche (età, composizione chimica) è di **cruciale importanza lo studio dei diversi tipi di stelle pulsanti ospitate**. Se lo sviluppo di uno scenario teorico per le variabili pulsanti, basato su modelli idrodinamici non lineari e convettivi, consente di riprodurre le proprietà osservate e di vincolare sia parametri intrinseci stellari che le distanze, le nuove parallassi di altissima precisione (errori < 10 microarcsec) che Gaia otterrà per un altissimo numero di Cefeidi ed RR Lyrae della Via Lattea consentirà una nuova calibrazione, su campioni statisticamente significativi, delle relazioni che rendono queste variabili candele standard.

Per conoscere la distanza e studiare le popolazioni stellari delle galassie distanti dove le stelle non sono risolte, uno dei metodi più efficaci è la tecnica delle **fluttuazioni di brillantezza superficiale (SBF)**. L'accuratezza intrinseca di questo metodo è del $\sim 3\%$ sulle distanze, con un ulteriore contributo ($\sim 8\%$) proveniente dal punto zero della



calibrazione. Per definizione, il segnale SBF è dominato dal flusso emesso dalle stelle più brillanti e per questo le SBF multi-banda sono traccianti delle proprietà delle popolazioni stellari nelle galassie.

Per quanto riguarda invece il **ruolo delle supernovae, e dei nuovi tipi di esplosione stellare, come indicatori di distanza**, gli esperimenti DES, Euclid, LSST, WFIRST abatteranno drasticamente sia gli errori statistici sia quelli sistematici. D'altra parte, per la calibrazione assoluta della scala di distanza e per la verifica e controllo della possibile evoluzione cosmica resta cruciale espandere le osservazioni spettrofotometriche dettagliate di SNe vicine. Occorre ampliare e perfezionare lo schema di classificazione e verificare la possibile calibrazione delle SNe super-luminose per estendere la scala di distanza delle SN a redshift $z \sim 3-4$. Questo richiede campionamento temporale frequente, ampio range spettroscopico e buona risoluzione spettrale.

Per **riconciliare le stime della costante di Hubble** (distanze versus radiazione cosmica di fondo), un contributo essenziale verrà dalle missioni fotometriche Gaia ed LSST.

5.1.2.2.4 FORMAZIONE STELLARE:

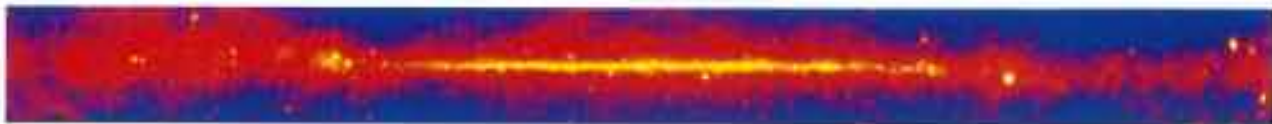
Le misure di Herschel, combinate con i conteggi stellari nel NIR hanno consentito i primi tentativi di tomografia 3D della polvere nell'ISM diffuso e nelle nubi molecolari. Gaia permetterà la prima ricostruzione 3D del materiale Galattico diffuso. Se il follow-up con single-dish millimetrici dei dati Herschel nel piano Galattico consente la caratterizzazione chimica, fisica e dinamica dei "clumps" progenitori di ammassi e dei filamenti, l'interferometria consente di studiare la frammentazione dei "clumps" e l'evoluzione dell'accrescimento, della dinamica e della chimica dei "cores". **Osservazioni nel MIR e la spettroscopia ad alta sensibilità nel lontano IR** saranno fondamentali per investigare le proprietà del gas caldo nel sistema disco/jet di protostelle. I vari scenari proposti per il meccanismo e la scala spaziale e temporale del disaccoppiamento del gas dal campo magnetico sono verificabili tramite

misure della cinematica del gas e dell'emissione termica dai grani di polvere. Le proprietà fisiche del gas nei jet così come l'evoluzione e la dissipazione dei dischi gassosi, potranno essere sondate dalle grandi survey spettroscopiche di sorgenti giovani mentre le osservazioni ottiche/IR da terra ad alta risoluzione spaziale con ottica adattiva avanzata esplorano le regioni interne dei jet e dei dischi. Per rilevare molecole complesse fondamentali nella catena pre-biotica si richiede alta risoluzione spaziale e la più estesa banda spettrale possibile (esistono progetti a forte partecipazione INAF come ad es. **SOLIS: Seeds Of Life In Space**). L'imaging ad alta risoluzione spaziale nell'ottico e nell'IR è fondamentale per identificare pianeti all'interno del disco, oppure strutture come spirali o gaps visibili in luce polarizzata, e per investigare le regioni di accelerazione dei jets. La spettroscopia VIS/NIR consente studi di cinematica come la rotazione nei jets o diagnostica spettrale avanzata per trovare i parametri del gas attraverso l'emissione da shocks. **Simulazioni numeriche di alto livello** modelleranno l'effetto di pianeti già formati nel disco, dei meccanismi di lancio del jet, di trasporto di momento angolare, e di migrazione della polvere.

5.1.2.2.5 SISTEMI PLANETARI EXTRASOLARI:

Risposte alle domande fondamentali nello studio dei sistemi esoplanetari richiedono certamente ulteriori sforzi dal punto di vista sia teorico che osservativo. **Scoperte di nuovi sistemi e caratterizzazioni sempre più dettagliate** di quelli già noti permetteranno una maggiore esplorazione dello spazio dei parametri (planetari e stellari) e consentiranno di effettuare analisi statistiche e individuali sempre più accurate della straordinaria diversità delle proprietà dei sistemi planetari. Queste forniscono l'essenziale banco di prova per i modelli di formazione ed evoluzione planetarie, ad esempio per confrontare le osservazioni con popolazioni planetarie sintetiche.

Lo spettro degli strumenti disponibili o in corso di realizzazione per lo studio dei pianeti extrasolari è ampio ed utilizza tecniche molto diverse tra loro; ciascuna di queste tecniche è



particolarmente adatta a rispondere ad alcune delle domande di cui sopra. L'INAF è impegnato in modo importante in diversi di questi strumenti.

5.1.2.3 Gli Obiettivi Strategici

5.1.2.3.1 EVOLUZIONE STELLARE:

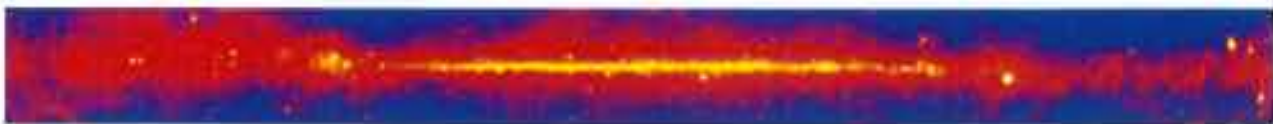
Nel triennio ci proponiamo di: i) **Determinare il destino finale delle stelle ed i loro resti e il loro ruolo come agenti inquinanti.** I resti compatti delle loro esplosioni delle stelle massicce hanno ricevuto, recentemente, un forte interesse nell'ambito della cosiddetta "astronomia multimessenger". Le rilevazioni dirette di onde gravitazionali (GW150914 e GW151226), infatti, sono state associate alla coalescenza di due buchi neri, presumibilmente di origine stellare, di masse $\sim 36\text{-}29 M_{\odot}$ e $\sim 14\text{-}7 M_{\odot}$, rispettivamente. Quali stelle formano buchi neri di questo tipo? Con che masse, metallicità iniziali e frequenza? Qual è l'impatto della rotazione? Lo **sviluppo di un quadro teorico completo di riferimento** è necessario per una **corretta interpretazione delle prossime campagne osservative** della seconda generazione di interferometri da terra e quelle della nuova generazione di interferometri nello spazio (operativi a partire dai prossimi anni 30); ii) **Comprendere la reale efficienza di processi fisici "non canonici"**, primo tra tutti la perdita di massa. Le interazioni tra materiale eiettato da un'esplosione stellare e materiale circumstellare pre-esistente (visibili come emissione X, UV e radio) sono cruciali per tracciare la storia recente di perdita di massa stellare. Tra le stelle di grande massa, assumono particolare importanza le Luminous Blue Variables il cui numero è atteso aumentare in modo esponenziale grazie alle surveys a grande campo con elevata cadenza temporale (LSST). Nell'ambito delle stelle di massa piccola e intermedia, la perdita di massa e la sua evoluzione temporale in stelle di RGB e AGB saranno caratterizzate da osservazioni spettrofotometriche nelle bande infrarosse, sub-millimetriche e millimetriche dello spettro elettromagnetico. Dal lato teorico, per quanto riguarda la struttura termodinamica degli involucri circumstellari e i processi di produzione di polvere

in stelle AGB, i modelli che descrivono lo status chimico-dinamico del vento così come la determinazione degli yields devono essere migliorati; iii) **Sviluppare lo studio dell'asterosismologia di nane bianche**, grazie alla maggiore risoluzione temporale e al maggiore campo di vista di PLATO rispetto a Kepler. Queste osservazioni potranno fornire importanti informazioni sull'efficienza del trasporto del momento angolare ed sul ruolo della rotazione; iv) **Capire l'origine e la natura delle popolazioni stellari multiple negli ammassi globulari galattici e nei sistemi stellari del Gruppo Locale.** Le popolazioni stellari multiple sono state scoperte negli ammassi globulari galattici, rivoluzionando l'idea che le stelle di questi sistemi si siano formate in un unico episodio di formazione stellare. Come e quando si sono formate queste popolazioni multiple? Come e chi ha prodotto il gas necessario a formarle? Quale era la massa iniziale dei proto-ammassi? E se, come sembra, dovevano essere molto più massivi all'inizio, in che modo la massa da essi persa sotto forma di stelle ha contribuito alla formazione dell'alone e del nucleo Galattico? Quali sono le conseguenze nella comprensione dei sistemi stellari esterni alla nostra Galassia? Per rispondere a queste domande è necessario studiare in dettaglio non solo l'evoluzione/nucleosintesi dei possibili candidati "polluters", ma è anche le proprietà osservabili delle stelle di piccola massa che – in virtù dei loro tempi di vita estremamente lunghi – si stanno evolvendo attualmente negli ammassi globulari Galattici.

5.1.2.3.2 ASTROARCHEOLOGIA:

Nel triennio ci proponiamo di:

- i) **Rafforzare il ruolo dei modelli teorici (di evoluzione stellare, idrodinamici, N-body e Tree-SPH) per ricostruire l'evoluzione chimico-dinamica dei sistemi stellari su un'ampia scala.** Oltre alle nuove strutture di calcolo (ASDC, Trieste, Cineca), servono risorse per l'interpretazione, adeguate all'eccezionale qualità dei dati osservativi, non solo di Gaia ma anche delle missioni future;
- ii) **effettuare uno studio in 3D della Via Lattea tramite Gaia e survey da terra.** Gaia produrrà,



assieme alle survey spettroscopiche e fotometriche da terra, una rivoluzione nella nostra comprensione della Via Lattea. Si misureranno orbite, distanze, cinematica e dinamica interna negli ammassi stellari, chimica, con una caratterizzazione chemodinamica completa sia degli ammassi che delle stelle di campo. Si calibreranno (e applicheranno) modelli evolutivi stellari e diversi traccianti di età, permettendo di mantenere la leadership internazionale nelle teorie di evoluzione e pulsazione stellare. Si prevede un sempre maggior coinvolgimento della comunità scientifica INAF per lo sfruttamento ottimale dei dati che, nel caso di Gaia, si renderanno disponibili nel triennio tramite una serie di data release intermedie di cui la prima si è verificata nel settembre 2016 e la seconda è avvenuta nell'Aprile 2018;

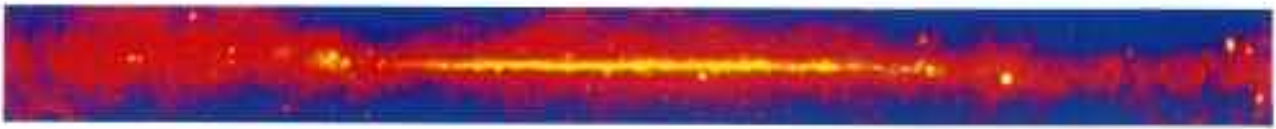
- iii) **Implementare l'Astrometria relativistica**, necessaria per il pieno sfruttamento dei risultati di Gaia, per i fenomeni astrofisici legati alle interazioni fondamentali o causati dalle onde gravitazionali. Saranno studiati: il legame tra propagazione elettromagnetica e spazio-tempo/gravità; la modellizzazione del segnale gravitazionale in connessione con la controparte ottica; la definizione sempre più accurata della metrica (e quindi, dinamica) del Sistema Solare;
- iv) **Capire i meccanismi di formazione degli ammassi globulari e delle loro popolazioni stellari multiple e il contributo degli ammassi alla formazione dell'alone**, combinando l'uso innovativo della strumentazione attuale con la teoria. Lo scopo è capire come e quando si sono formate le popolazioni multiple, chi ha prodotto il gas per formarle, quali sono le conseguenze di questa rivoluzionaria scoperta nella comprensione dei sistemi stellari esterni alla nostra Galassia, e quanto importanti sono le stelle nate in questi sistemi e successivamente disperse nel campo durante la costituzione dell'alone Galattico;
- v) **Modellare la tipologia e quantità di polvere prodotta da stelle di AGB di varie masse e composizioni**. Questo è fondamentale per

l'interpretazione di future osservazioni di popolazioni stellari nel vicino e medio infrarosso. Si mira a caratterizzare le sorgenti osservate e a ricostruire la storia di formazione stellare e l'evoluzione della relazione massa-metallicità delle galassie ospiti;

- vi) **Comprendere la natura e l'efficienza di processi di quenching della formazione stellare**. Lo studio della SFH e dell'efficienza della formazione stellare in galassie nane del gruppo locale permetterà di valutare l'effetto della reionizzazione (radiazione UV di "background") e il ruolo dello "shielding". Codici di analisi numerica e modelli evolutivi stellari aggiornati permetteranno di ricostruire la SFH "reale" in galassie nane di tutti i tipi morfologici.

5.1.2.3.3 SCALA DELLE DISTANZE E TRANSIENTI:

Nel triennio ci proponiamo di: i) **Determinare accurate stime di distanza per le stelle della Via Lattea grazie alla missione Gaia**, nella quale i ricercatori dell'INAF rivestono ruoli di primaria importanza. La comunità ha partecipato, nell'ambito delle unità di coordinamento CU3 (astrometria), CU5 (fotometria) e CU7 (stelle variabili), alla pubblicazione dei dati della prima release nel Settembre 2016 la seconda nell'Aprile 2018 ed è fortemente coinvolta anche per le prossime release. Gaia produrrà una "fotografia" senza precedenti della Via Lattea con informazioni uniche sulle sue dimensioni spaziali e sul suo stato evolutivo e dinamico, fornendo un banco di prova ineguagliabile per verificare, a un livello di precisione mai raggiunto, la validità delle moderne teorie di formazione galattica. Inoltre, questi risultati forniranno calibrazioni eccezionali degli indicatori di distanza aprendo una nuova era in termini di precisione e accuratezza della scala di distanza extragalattica e dunque nella conoscenza delle reali dimensioni spaziali dell'Universo; ii) **Ottenere misure molto accurate dell'energia emessa da ciascuna stella per un campione enorme ($> 10^7$) di stelle della Galassia**. I ricercatori dell'INAF, che già detengono la



leadership internazionale nel campo delle teorie di evoluzione e pulsazione stellare, saranno in grado di confrontare i loro modelli con i dati di Gaia, rendendo possibile un vero salto di qualità nella conoscenza della fisica stellare; **iii) Estendere i risultati ottenuti con Gaia alle altre galassie del Gruppo Locale e a quelle esterne** con la partecipazione alla survey LSST, 5 magnitudini più profonda di Gaia. LSST permetterà anche, con metodi come le SBF o la GCLF, di studiare la distribuzione spaziale 3D di galassie entro un intervallo fra i 50Mpc (per le galassie meno luminose) ed i ~150Mpc (per le galassie brillanti), con incertezze prevedibilmente migliori del 5% in distanza; **iv) Estendere le osservazioni delle Cefeidi Classiche anche in campi affollati fino all'ammasso di Coma e delle RR Lyrae anche nelle galassie ellittiche e nelle spirali giganti fino a circa 6 Mpc**, utilizzando MICADO@E-ELT. Per indicatori come le SBF e la GCLF, si potrà estendere il limite di distanza raggiungibile da 150 a oltre i 300 Mpc; **v) Riconciliare i valori della costante di Hubble stimati dalla scala delle distanze cosmiche con quelli ottenuti dallo studio della radiazione cosmica di fondo** mediante una sempre più accurata calibrazione dei vari gradini della scala delle distanze e/o l'uso di indicatori di distanza che coprano direttamente distanze sempre maggiori in modo da ridurre la propagazione degli errori. Grazie alle missioni astrometriche presenti e future e ai telescopi della nuova generazione potranno essere significativamente ridotti gli errori sistematici dovuti agli indicatori primari, verificando la compatibilità tra la scala delle distanze di pop I e pop II.

5.1.2.3.4 FORMAZIONE STELLARE:

Nel triennio ci proponiamo di:

- i) **Migliorare la nostra comprensione del ruolo del campo magnetico** nei processi di collasso nelle varie fasi dell'ISM e scale spaziali nella Via Lattea attraverso misure di polarizzazione e tomografia Faraday;
- ii) **Tracciare i tempi scala evolutivi della formazione globale dai primi filamenti alle stelle** massicce tracciate nel radio grazie alla caratterizzazione chimica dei clumps da surveys millimetriche single-dish su molte migliaia di oggetti;
- iii) **Seguire in dettaglio la fisica, la dinamica e la chimica della frammentazione e dell'accrescimento iniziale così come le fasi intermedie e finali della formazione stellare** con surveys di centinaia o migliaia di siti Galattici nel MIR per tracciare i tempi-scala dell'emersione di nuove generazioni stellari giovani, e nel radio per tracciare il primo segno di emissione radio da jets o da free-free termico;
- iv) **Ottenere relazioni calibrate a $z=0$ da usare in galassie esterne;**
- v) **Produrre una tomografia 3D del mezzo diffuso senza precedenti** dal confronto tra le distanze Gaia di milioni di oggetti stellari giovani e la distribuzione della polvere dell'ISM diffuso e delle nubi molecolari;
- vi) **Evidenziare eventuali gradienti evolutivi e il ruolo dei bracci come "triggering" attivo della formazione o semplici accumulatori di materia**, combinando le proprietà fotometriche di questi oggetti con la posizione rispetto alle braccia a spirale Galattiche;
- vii) **Misurare i tassi di accrescimento e perdita di massa e i loro effetti sull'evoluzione dei dischi protoplanetari** per ampi intervalli di massa ed età stellari e per oggetti sub-stellari dalle survey spettroscopiche;
- viii) **Ottenere uno schema unificato e robusto dell'evoluzione del sistema stella-disco** dalla sinergia X-Shooter-ALMA, inclusi gli effetti della formazione di pianeti;
- ix) **Determinare il rapporto poco conosciuto tra massa del gas e massa della polvere, la distribuzione della polvere, la cinematica del gas**, attraverso surveys (sub)millimetriche dedicate, per guidare le simulazioni numeriche degli effetti di pianeti in formazione nel disco;
- x) **Determinare i meccanismi in grado di contrastare la frammentazione e la migrazione verso la stella dei grani e il loro aggregarsi nei primi nuclei rocciosi;**
- xi) **Indagare l'avanzamento della complessità molecolare dalle semplici specie già nell'ISM alle**

mg *Co*

molecole organiche e pre-biotiche nel disco, l'abbondanza di specie chiave (acqua, metanolo), la posizione dei fronti di condensazione delle varie molecole, la chimica che avviene sui grani di polvere ghiacciati e i meccanismi di trasporto dal disco ai pianeti in formazione;

- xii) **Vincolare la modellistica della formazione del disco, dell'estrazione di momento angolare via instabilità e jets, e della propagazione all'interno del disco** dei raggi cosmici ionizzanti generati negli shocks del jet con la distribuzione del campo magnetico misurato;
- xiii) **Determinare rotazione e flusso di massa e momento nel jet**, per testare i modelli di lancio e di feedback jet-disco sviluppati in INAF con le osservazioni VIS/NIR ad alta risoluzione spettrale/spaziale;
- xiv) **Capire la dispersione finale del disco** ad opera dei venti foto-evaporati.

5.1.2.3.5 SISTEMI PLANETARI EXTRASOLARI:

L'astronomia italiana ha acquisito negli ultimi anni la capacità di contribuire in modo decisivo allo studio dei pianeti extrasolari. Secondo Gratton (2012), nell'ultimo quadriennio la produttività scientifica italiana nel campo è quasi raddoppiata, portando l'Italia all'ottavo posto a livello mondiale, con miglioramento significativo di due posizioni rispetto all'ultimo rilevamento. Come indicato in Tabella di Sez. 1.3.2.2, gli **obiettivi generali** nel triennio si concentreranno su: **Programmi di ampio respiro per la ricerca e caratterizzazione (architettura, struttura interna, atmosfere) di pianeti** su grandi range di separazione orbitale e massa attorno a stelle di diversa massa, composizione chimica ed età, utilizzando strumentazione sia da Terra che nello spazio, una varietà di tecniche di alta precisione e risoluzione spettrale e spaziale (fotometria, spettroscopia, astrometria, e imaging diretto), e un importante intervallo di lunghezze d'onda (dal visibile all'infrarosso vicino).

Il recente sforzo per l'unione di competenze e sviluppo di sinergie si è concretizzato in importanti elementi di aggregazione, collaborazione, e coordinamento nazionale di programmi ricerca a sfondo esoplanetario (quali GAPS) che hanno

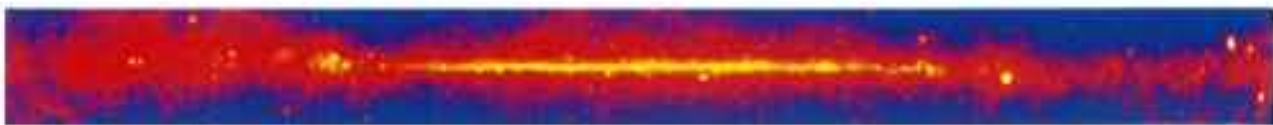
utilizzato importanti risorse (Progetto Premiale WOW e FRONTIERA) e facilitato il raggiungimento di ruoli di responsabilità e leadership tecnologico/scientifica. Gli **obiettivi strategici** da raggiungere nel triennio riguardano

- i) **il consolidamento e l'aumento di coordinamento, preparazione, produttività, visibilità e competitività della comunità esoplanetaria nazionale** per poter garantire
- ii) **la partecipazione e gli adeguati livelli di leadership nei progetti scientifici in corso.**

Tali obiettivi richiedono:

- a. **ulteriori sforzi aggreganti** della comunità di riferimento e sinergie di tipo interdisciplinare con tematiche di formazione, evoluzione ed attività stellare, asterosismologia e astroarcheologia della Via Lattea, tramite studi comparativi del Sistema Solare nel contesto delle possibili realizzazioni dei sistemi extrasolari, e grazie allo sfruttamento di strumenti interpretativi, modellistici e di laboratorio sviluppati nel caso del Sistema Solare per lo studio della formazione planetaria e delle atmosfere;
- b. **nuovi strumenti interpretativi avanzati**, nonché di rilevanti di attività di laboratorio particolarmente focalizzate alla comprensione delle proprietà strutturali, atmosferiche e di potenziale abitabilità di pianeti di tipo terrestre di cui non esiste un analogo all'interno nel nostro Sistema Solare;
- c. **Supporto continuativo al processo di crescita** in termini di risorse finanziarie e di calcolo e di politica di reclutamento. A fronte di un 7% di produzione astronomica mondiale focalizzata sui pianeti extrasolari, meno del 4% dello staff di ricerca INAF è coinvolto per la maggioranza del suo tempo in questo campo. È necessaria la creazione di team scientifici di altro profilo che assicurino una leadership nel campo a livello internazionale, da un lato producendo il massimo ritorno in termini di investimento e dall'altro rafforzando le relazioni con l'Università, l'industria e la società in senso lato.

5.1.3 Il Sole e il Sistema Solare



Lo studio del sole e del Sistema Solare ha come obiettivo la comprensione dei processi che ne hanno determinato l'origine e l'evoluzione fino all'epoca attuale, e che determinano le proprietà fisiche e dinamiche e le interazioni reciproche tra i vari corpi che ne fanno parte.

5.1.3.1 Le domande fondamentali

Lo studio del Sole e del Sistema Solare riguarda due ambiti di ricerca distinti, la fisica solare ed eliofisica e la planetologia, che si avvalgono di dati e metodologie diverse. I corpi che sono oggetto di osservazione, esplorazione e di studio sono il Sole, l'eliosfera e tutti gli oggetti che fanno parte del Sistema Solare. I ricercatori INAF sono impegnati a dare risposta alle seguenti domande fondamentali:

5.1.3.1.1 Fisica solare e eliofisica:

- **In che modo il Sole dà origine all'eliosfera e ne controlla l'evoluzione, e quali processi derivano dall'interazione del Sole/ambiente eliosferico con gli ambienti/corpi planetari?**
Tale conoscenza, che deriva anche da studi interdisciplinari, è strettamente legata alla comprensione dei fenomeni astrofisici che caratterizzano i sistemi planetari e collegano la fisica delle stelle, del mezzo interstellare e dei corpi dei sistemi planetari.
- **Come si origina ed evolve il campo magnetico della stella e quale è il ruolo della magneto-convezione turbolenta del Sole nei meccanismi alla base della dinamica e della variabilità solare?**
La comprensione della natura del campo magnetico e dei processi che portano alla sua amplificazione rivestirà un ruolo cruciale nelle ricerche del prossimo futuro, rappresentando un passo fondamentale per la conoscenza del campo magnetico stellare e dei processi che determinano la variabilità delle stelle.
- **Quali sono i meccanismi fisici che determinano e regolano il riscaldamento e l'accelerazione dei plasmi astrofisici e delle particelle ad alta energia?**
L'eliosfera rappresenta un laboratorio unico dal quale ottenere conoscenze fondamentali sul plasma e i processi che si verificano nell'universo.

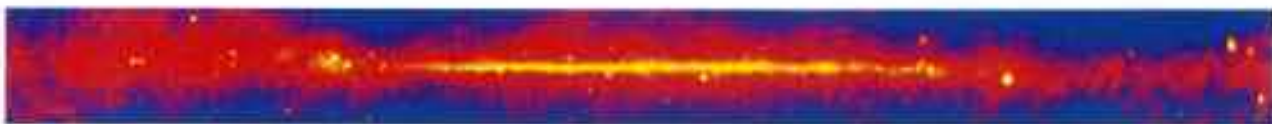
5.1.3.1.2 Planetologia:

- **Quali sono stati i processi che hanno determinato la formazione del Sistema Solare e le sue successive fasi evolutive?**
I sistemi planetari sono un fenomeno comune nell'universo. Lo studio dei processi di formazione del Sistema Solare getta luce sui processi di formazione dei sistemi extrasolari e, viceversa, lo studio dei sistemi extrasolari in varie fasi del loro sviluppo ci aiuta a capire meglio i processi che hanno portato alla formazione del sistema in cui viviamo.
- **Quali sono i processi che determinano l'aspetto e le proprietà dei corpi del Sistema Solare?**
Una grande varietà di situazioni e di processi fisici e dinamici rendono pianeti, satelliti e piccoli corpi incredibilmente diversi tra loro. Questo implica che per comporre le diverse informazioni che abbiamo in uno scenario coerente sono necessari dati accurati e competenze fisiche eterogenee ed approfondite.
- **Quali sono stati i processi evolutivi che hanno permesso l'emergere della vita?**
La presenza di acqua e materiali organici ha svolto un ruolo fondamentale. I piccoli corpi del Sistema Solare, diretti discendenti degli oggetti che si pensa abbiano rilasciato acqua e materiale organico sulla Terra, offrono l'opportunità di studiare il materiale più primitivo giunto sino a noi.
Lo studio delle condizioni di abitabilità, passata e presente, nel nostro sistema è importante anche per una migliore comprensione di quanto accade nei sistemi extrasolari.

5.1.3.2 Gli Strumenti di Indagine

5.1.3.2.1 Fisica Solare ed Eliofisica

La stella a noi più vicina, il Sole, è un laboratorio dove si possono studiare con un livello di risoluzione molto elevato fenomeni fisici che, per la loro scala, non sono accessibili alla sperimentazione terrestre e non possono essere



investigati su astri più lontani. Per questo lo studio del Sole ha contribuito e continua a concorrere in modo significativo al miglioramento delle nostre conoscenze dell'Universo e delle leggi fisiche che lo regolano. Infatti, a causa della sua vicinanza, il Sole permette **l'osservazione diretta con elevata risoluzione di processi** che sono di estremo interesse per l'astrofisica e la fisica dei plasmi, quali l'amplificazione e diffusione del campo magnetico, il riscaldamento e l'accelerazione del plasma, la riconnessione magnetica, la variabilità stellare. In attesa della futura generazione di telescopi solari da Terra e dallo spazio (*EST, Solar Orbiter*), le sfide dei prossimi anni saranno osservare e studiare tramite la migliore strumentazione esistente i **processi di emersione e interazione del campo magnetico con il plasma solare, i meccanismi di trasferimento e rilascio dell'energia nell'atmosfera e di accelerazione del vento solare**, le cause delle esplosioni osservate e la propagazione dei loro effetti nell'eliosfera. Tali studi non potranno prescindere dallo sviluppo di modelli numerici dei processi MHD e delle strutture osservate, nell'atmosfera e nelle regioni sorgente del vento solare. Tali modelli richiederanno potenti risorse di calcolo.

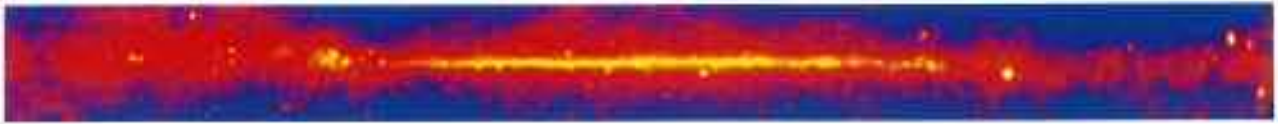
I ricercatori dell'INAF, supportati dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e dal MIUR, partecipano ai principali progetti internazionali di osservazione dedicati allo studio e all'esplorazione del Sole e dell'eliosfera. In particolare, contribuiscono con ruoli di responsabilità a quasi tutte le missioni spaziali internazionali realizzate a tal fine da ESA, NASA e dalle maggiori agenzie spaziali nazionali. Inoltre, partecipano attivamente ai programmi di osservazione del Sole e di vari corpi del sistema solare effettuati con tutti i più importanti telescopi a Terra, e allo sviluppo di nuova strumentazione per telescopi operanti da Terra e dallo spazio. Da parecchi anni i ricercatori INAF contribuiscono altresì a molti progetti relativi allo studio dei processi che caratterizzano il Sole, l'eliosfera, i pianeti del Sistema Solare e lo Space Weather, finanziati da varie agenzie e enti governativi (ASI, MIUR, MiSE, Regioni) e dalla Commissione Europea nei programmi quadro FP7 e H2020.

Negli ultimi anni sono state acquisite osservazioni da Terra e dallo spazio che hanno rivoluzionato la nostra conoscenza della struttura e dinamica dell'atmosfera solare, dalla base della fotosfera alla corona esterna. Il Sole è certamente anche la stella che conosciamo meglio e l'unica che permette lo **studio dell'interazione tra stella, ambiente circumstellare e pianeti in grande dettaglio**, paradigma per la ricerca di esopianeti in cui sia possibile o presente la vita. La comunità nazionale è anche impegnata nello studio della **variabilità solare e degli effetti sul clima terrestre**. Molte missioni spaziali includono strumentazione per lo studio degli ambienti planetari e quindi hanno evidenziato **l'effetto della variabilità solare sui climi planetari**. Le conoscenze acquisite in questo ambito, oltre a migliorare la nostra comprensione delle relazioni Sole-Terra e del riscaldamento globale del nostro pianeta, nel prossimo futuro permetteranno anche di progredire l'indagine degli effetti della **variabilità stellare sul clima dei corpi dei sistemi planetari**.

Negli anni recenti lo studio delle condizioni fisiche nelle regioni utilizzate per l'esplorazione satellitare ed umana dello spazio (**Space Weather e Space Climate**) ha riscontrato sempre maggiore interesse. Infatti, la crescente esposizione d'innomerevoli infrastrutture critiche (reti per telecomunicazioni satellitari, navigazione aerea e marittima) agli effetti dell'attività solare sulla Terra e nello spazio ha reso l'osservazione continua e lo studio dei processi solari e eliofisici asset strategici per la mitigazione degli effetti socio-economici della variabilità della nostra stella.

La comunità italiana ha una tradizione notevole nell'ambito della ricerca teorica in vari settori, in particolare quelli che riguardano la modellistica delle strutture magnetiche della corona solare e delle regioni sorgente del vento solare.

Studio della corona solare. Tale filone fa ricorso a strumenti di calcolo sempre più potenti per lo sviluppo della modellistica delle strutture magnetiche coronali e delle regioni sorgente del vento solare. I fenomeni di riscaldamento impulsivo oggetto di indagine, ad esempio, richiedono l'utilizzo di codici numerici avanzati con griglie spaziali adattive, necessarie per seguire



propriamente l'evoluzione del plasma soggetto a riscaldamento e i fenomeni di trasporto di energia ad esso correlati.

Studio delle proprietà del mezzo interplanetario e del vento solare e loro interazione con gli ambienti planetari e circumplanetari. Tale studio si avvale di diversi strumenti di indagine. In primo luogo si utilizzano sia osservazioni dallo spazio dell'ambiente elettromagnetico e particellare dei diversi corpi, sia osservazioni da terra della variabilità delle esosfere planetarie (per esempio l'emissione del sodio) in relazione alla variabilità solare. Inoltre, si sviluppano modelli di dinamica magnetosferica, del plasma ed esosferica in diversi ambienti planetari (come Marte, Mercurio e le lune di Giove), al fine di sviluppare dei modelli interpretativi e predittivi della risposta di tali ambienti alle condizioni del vento solare e all'azione del mezzo interplanetario (ad esempio impatti di meteoriti). Tali studi sono anche un utile strumento per valutare gli effetti della radiazione particellare sulla strumentazione spaziale (Planetary Space Weather). Infine, ci si avvale anche dei risultati di esperimenti di laboratorio di simulazione di interazioni dei plasmi con analoghi planetari.

5.1.3.2.2 Planetologia

5.1.3.2.2.1 Le missioni spaziali:

La risposta alle domande fondamentali e lo studio delle tematiche ad esse collegate è basata su una adeguata conoscenza di tutti i corpi che fanno parte del nostro sistema planetario, e per questo i ricercatori dell'INAF, supportati dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e dall'ESA, partecipano ai principali progetti internazionali dedicati all'esplorazione del Sistema Solare e contribuiscono con ruoli di responsabilità a quasi tutte le missioni spaziali internazionali realizzate a tal fine da ESA, NASA e dalle maggiori agenzie spaziali nazionali.

I piccoli corpi del Sistema Solare sono fondamentali per rispondere alle domande relative all'origine ed evoluzione del sistema, perché possono essere considerati come materiale residuo, quindi spesso minimamente processato,

della formazione del Sistema Solare. Le missioni che hanno fornito dati preziosi sui corpi minori, e di conseguenza hanno gettato nuova luce sui processi di formazione del Sistema Solare, sono **Rosetta e Dawn**. I dati forniti da queste missioni hanno contribuito a rispondere ad alcune questioni fondamentali che riguardano la formazione del nostro Sistema Solare e la composizione originale del disco protoplanetario. Attualmente sono in corso le missioni **OSIRIS-REx e Hayabusa-2** che stanno raggiungendo piccoli asteroidi primitivi con l'obiettivo di prelevarne un campione e riportarlo a Terra. Ulteriori missioni per lo studio dei piccoli corpi più primitivi sono in fase di studio.

Lo studio dei pianeti di tipo terrestre, cioè Mercurio, Marte e Venere, con le loro differenze e somiglianze rispetto alla Terra, è fondamentale per capire **come e perché corpi probabilmente simili in origine abbiano poi preso strade evolutive così diverse nella loro evoluzione ed è quindi rilevante per le tematiche collegate alle prime due domande**. Marte è l'unico pianeta per il quale al momento si prevede una futura visita e un'eventuale colonizzazione da parte dell'uomo; inoltre, per la passata presenza di acqua liquida sulla sua superficie e per la presenza, recentemente provata, di acqua subsuperficiale, è di fondamentale importanza per le implicazioni astrobiologiche ed è quindi rilevante per le tematiche collegate alla terza domanda. A Mercurio è dedicata la missione ESA **BepiColombo**, il cui lancio è avvenuto il 20 Ottobre 2018, con l'obiettivo di studiare, caso estremo nel nostro sistema solare, la formazione e l'evoluzione di un pianeta che interagisce con una stella così vicina. I flybys di BepiColombo a Venere (2020 e 2021) permetteranno l'osservazione e lo studio dell'atmosfera e dell'ambiente circumplanetario. Al momento tre missioni stanno fornendo dati su Marte: Mars Reconnaissance Orbiter, Mars Express (in cui esperimenti a guida o partecipazione italiana hanno scoperto il metano nell'atmosfera, i minerali idrati in superficie, il solar wind scavenging responsabile della perdita del vapor d'acqua, e l'acqua liquida alla base della calotta polare meridionale) e ExoMars TGO.



I pianeti esterni del Sistema Solare sono importanti, oltre che per la storia dei processi di formazione sia del nostro che di altri sistemi solari (i **pianeti giganti possono essere considerati un analogo di molti degli esopianeti** che vengono via via scoperti), per l'interesse astrobiologico che alcuni dei satelliti hanno. A Giove è dedicata la missione NASA **Juno**, che, "parafrasando" la mitologia greca, come Giunone si pone l'obiettivo di svelare Giove al di sotto del suo strato di nubi: il suo interno, il suo campo magnetico, ma anche la sua magnetosfera, la più grande del sistema solare. La missione europea **Juice**, il cui lancio è previsto nel 2022, ha come obiettivo Ganimede.

5.1.3.2.2 Osservazioni da Terra

La comunità INAF è tradizionalmente molto attiva anche nelle osservazioni da Terra dei piccoli corpi (asteroidi, comete e oggetti transnettuniani) e di pianeti, pianeti nani e satelliti. INAF è stata ed è coinvolta (come PI-ship e Co-ship) in numerosi programmi di osservazione con telescopi di classe media e grande per l'osservazione delle caratteristiche e proprietà fisiche e dinamiche di un grande numero di piccoli corpi. Gruppi INAF, in autonomia e anche riuniti in consorzi e collaborazioni, hanno avuto e hanno regolare accesso a tempo osservativo per attività scientifiche che spaziano dall'analisi di eventi "time-critical" e transienti al ripetuto monitoraggio su lunghi tempi scala di fenomeni intimamente legati alle proprietà delle varie popolazioni dinamiche dei piccoli corpi del Sistema Solare. Tali misure per una grande varietà di oggetti, impossibili da ottenere se non con osservazioni da Terra, sono importanti per ricostruire la visione generale ed evolutiva di queste numerose famiglie e gruppi dinamici di piccoli corpi, e dei possibili legami tra di loro (si pensi ad esempio a una scoperta importante nel campo della polarimetria degli asteroidi come quella dei cosiddetti asteroidi Barbarians). In questo ambito, le osservazioni da Terra rappresentano anche un mezzo per trarre utili informazioni per l'investigazione teorica sull'origine ed evoluzione del sistema planetario, nonché per l'osservazione di meteore brillanti (PRISMA). E' anche da sottolineare il ruolo di primo

piano che i ricercatori italiani svolgono nell'attività di calcolo delle traiettorie delle orbite e le relative probabilità di impatto degli oggetti near-Earth nell'ambito di progetti quali NeoDys.

Di contro, l'**osservazione da Terra di esosfera ed atmosfera di satelliti e pianeti** è un fondamentale strumento per uno studio globale della dinamica collegata alla variabilità dell'attività solare. In aggiunta sarà fondamentale organizzare **campagne osservative coordinate da Terra e da missioni spaziali in situ** per massimizzare il ritorno scientifico.

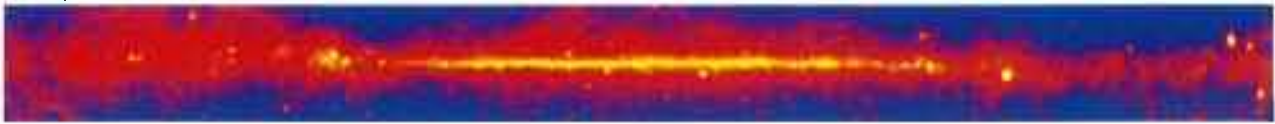
5.1.3.2.2.3 Ricerca teorica

La comunità italiana ha una tradizione notevole nell'ambito della ricerca teorica in vari settori, in particolare quelli che riguardano la **formazione del Sistema Solare** e la **fisica e dinamica dei corpi minori**; recentemente si sono aggiunte tematiche nuove come la **modellizzazione del clima e dell'abitabilità di pianeti di tipo terrestre**.

Evoluzione del disco protoplanetario e formazione di pianeti. Questo tipo di studi si concentra in particolare sulla formazione e evoluzione del disco protoplanetario, sugli effetti dell'accrescimento sequenziale e competitivo dei quattro pianeti giganti e sul trasferimento dinamico e collisionale di acqua e volatili nel Sistema Solare interno. Data la natura generale dei processi studiati, i risultati e gli strumenti teorici e numerici sviluppati per questi studi trovano diretta applicazione anche allo studio della formazione dei pianeti extrasolari.

Modellistica geofisica e termofisica di piccoli corpi, sia rocciosi che ghiacciati. Questo tipo di studi si occupa di asteroidi e nuclei cometari. Sono in particolare oggetto di studio la differenziazione chimico-fisica e la distribuzione delle temperature interne, la sublimazione di ghiacci e l'emissione di specie volatili e polvere e, per i corpi rocciosi più grandi, la stabilità della crosta e l'eventuale subduzione, il fenomeno della core dynamo e la generazione di campi magnetici.

Dinamica e fisica collisionale. Questi studi si concentrano sull'evoluzione collisionale della fascia degli asteroidi indagata sia dal punto di vista della popolazione asteroidale nel suo complesso che da



quello dei singoli corpi. Oltre al loro immediato impatto scientifico, queste attività permettono di verificare gli strumenti teorici e numerici utilizzati per lo studio della formazione planetaria

5.1.3.2.4 Attività di laboratorio

L'attività di laboratorio è di fondamentale supporto alla ricerca nel campo della planetologia. L'INAF ha una ben radicata esperienza in questo tipo di attività che varia da esperimenti di simulazione a studio di analoghi, dalle analisi di materiale extraterrestre, alla caratterizzazione delle proprietà chimico-fisiche di materiali terrestri.

In laboratorio è possibile studiare e caratterizzare meteoriti e minerali simili a quelli che si trovano in ambienti extraterrestri, riprodurre le condizioni di vuoto e di temperatura che si riscontrano, per esempio, sulle superfici degli asteroidi, sulle comete, su Mercurio e nelle regioni di formazione stellare e simulare le atmosfere di pianeti e satelliti. Inoltre è possibile studiare gli effetti indotti dalla radiazione elettromagnetica e dai raggi cosmici su materiali analoghi a quelli osservati.

Attraverso le indagini condotte in laboratorio è possibile, inoltre, comprendere i principi di base dell'astrobiologia ovvero la ricerca di segni di vita nello spazio e lo studio dei processi prebiotici responsabili dell'origine della vita.

Questo tipo di studi arricchisce la nostra conoscenza e contribuisce all'interpretazione dei dati acquisiti dai telescopi e dalle missioni spaziali o perché permette un confronto diretto fra le osservazioni astronomiche e i dati di laboratorio o perché ci consente di definire l'evoluzione chimico-fisica di diversi materiali in diversi ambienti astrofisici. L'analisi di dati di laboratorio ci permette anche di capire quali sono le misure più opportune e quindi gli strumenti (e il loro sviluppo) necessari per rispondere alle domande scientifiche che si pongono le missioni. La maggior parte dei piccoli corpi del Sistema Solare non sarà mai raggiunta da una missione spaziale ed è quindi fondamentale condurre osservazioni da Terra, esperimenti di laboratorio che ci permettano di modellizzare la composizione della superficie di oggetti privi di atmosfera e gli effetti dei processi

fisici che vi avvengono, utilizzando anche materiali considerati analoghi, oltre all'utilizzo diretto dei frammenti di corpi planetari rappresentati dalle meteoriti. Gli esperimenti condotti in ambienti e su terreni ritenuti analoghi di ambienti extraterrestri sono utili non solo per l'interpretazione dei dati ottenuti da osservazioni remote, ma anche per lo studio di nuovi strumenti.

5.1.3.3 Obiettivi Strategici

5.1.3.3.1 Fisica Solare ed Elio fisica

Lo strumento INAF IBIS (Interferometric Bidimensional Spectrometer), attualmente presso il DST/NSO Sunspot (NM, USA), mantiene una leadership mondiale nel campo della spettropolarimetria solare dedicata allo studio della dinamica e dei processi MHD della fotosfera e cromosfera del Sole. IBIS, prototipo di strumentazione che sarà installata ai telescopi solari di nuova generazione e a telescopio solare europeo EST (European Solar Telescope), permette di effettuare osservazioni spettropolarimetriche e sviluppare tecniche di studio che saranno necessarie anche per l'analisi dei dati prodotti in futuro dalle infrastrutture utilizzate per osservazioni notturne. A seguito dei cambiamenti intercorsi presso DST/NSO, il triennio di riferimento contemplerà azioni che possano garantire le migliori condizioni di utilizzo dello strumento nel futuro, anche presso un altro telescopio.

I processi MHD responsabili dell'emersione e diffusione del plasma, della propagazione di onde e dell'evoluzione delle regioni magnetiche, contribuiscono anche al riscaldamento degli strati più esterni dell'atmosfera solare e all'accelerazione del vento stellare. Lo studio della struttura, dinamica, espansione e riscaldamento della corona, riscaldata a temperature di milioni di gradi e sede di processi stazionari e transienti che modificano le condizioni fisiche nell'eliosfera, continuerà ad avere un ruolo importante nelle ricerche svolte nel prossimo triennio.

Il contributo a livello di Co-PI alla realizzazione dello spettrocoronografo ultravioletto UVCS per la missione ESA-NASA SOHO, supportato dall'ASI e

mg
clear

con un'importante partecipazione dell'industria aerospaziale nazionale, e il conseguente impegno nella conduzione delle operazioni scientifiche e nell'analisi dei dati raccolti, ha infatti posto la comunità nazionale in una posizione di leadership mondiale nell'ambito della coronografia ultravioletta.

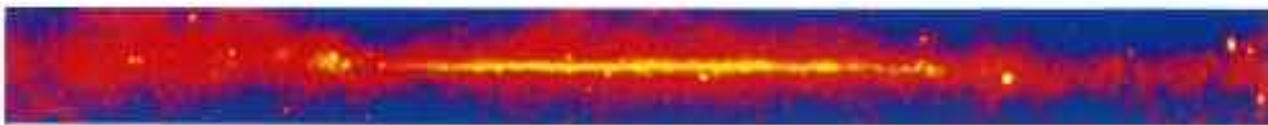
L'esperienza tecnologica e scientifica acquisita con UVCS/SOHO è stata recentemente consolidata anche con la rilevante partecipazione alla definizione e realizzazione dei nuovi coronografi METIS, SCORE e ASPIICS, per le missioni ESA Solar Orbiter, Herschel NASA/US Naval Research Lab e ESA Proba3 che saranno lanciate nell'arco del prossimo triennio. La comunità eliofisica guida infatti la partecipazione italiana al coronografo ASPIICS per la missione ESA Proba3. Tali attività sono condotte con il supporto dell'ASI. Nel triennio di riferimento, lo spettropolarimetro elettroottico originariamente sviluppato per il coronografo ASPIICS, che è stato già collaudato durante osservazioni di eclissi naturali, verrà anche integrato nel coronografo ESCAPE-CorMag e installato presso la base italo-francese Concordia in Antartide. L'obiettivo scientifico è la diagnostica dei campi magnetici coronali. Questo progetto, finanziato dal Piano Nazionale Ricerche Antartide, è supportato dall'Azione COST MP 1104 (Polarization as a tool to study the Solar System and beyond). Negli ultimi anni la comunità nazionale ha contribuito a molti progetti nazionali e internazionali volti allo studio e interpretazione dei processi osservati sul Sole e nell'eliosfera. La collaborazione tra INAF e industria ha portato recentemente al finanziamento della realizzazione di un telescopio robotico con filtri magneto-ottici per l'osservazione e il monitoraggio tomografico dell'atmosfera solare (SAMM Solar Activity MOF Monitor). Un cenno a parte merita la radiofisica del Sole, potentissimo strumento diagnostico per la fisica della corona solare. Si prevede che nel triennio L'INAF si doterà a Trieste di un nuovo sistema, interamente dedicato allo Space Weather ed in particolare al monitoraggio delle interferenze radio ai GNSS. Nell'ambito degli studi e delle attività connesse con lo Space Weather, che riscuote un ampio interesse nella comunità INAF

che si occupa di relazioni Sole-Terra, è opportuno segnalare alcune iniziative come SunDish, che prevede l'impiego di SRT, Medicina e Noto, per osservazioni radio sinottiche del Sole e spettropolarimetriche di regioni attive, e l'utilizzo di LOFAR (Low-Frequency Array) per osservazioni solari ed eliosferiche. Sempre in questo ambito alcuni ricercatori della comunità scientifica INAF interessata allo Space Weather saranno impegnati nell'esplorazione su un possibile utilizzo della facility SKA.

La comunità INAF è anche attivamente impegnata negli studi relativi all'interazione del vento solare e del mezzo interplanetario con gli ambienti planetari. La missione **Cluster** dell'ESA, che vede attivamente coinvolta la comunità nazionale a livello di Co-I, ha permesso di ottenere nel corso dell'ultimo decennio un grande avanzamento nella comprensione dell'interazione tra il vento solare e la magnetosfera terrestre, con particolare attenzione al ruolo che processi come la riconnessione magnetica svolgono nel trasferimento di energia, massa e momento dal vento solare alla magnetosfera.

Il triennio di riferimento include le prime fasi della missione BepiColombo dopo il lancio avvenuto il 20 Ottobre 2018; inoltre, vedrà la messa a punto finale e il lancio di Solar Orbiter del programma ESA Cosmic Vision 2015-2025 (lancio previsto nel 2020).

Per **Solar Orbiter**, la definizione dei requisiti scientifici e tecnici e la realizzazione del coronografo **METIS** (PI Università di Firenze associato INAF) è sotto la responsabilità italiana, con il supporto dell'ASI e un notevole coinvolgimento dell'industria aerospaziale nazionale. **METIS** otterrà per la prima volta immagini della corona solare simultaneamente nelle bande del visibile e UV e studierà origine ed evoluzione dell'eliosfera, osservando l'accelerazione del vento solare e la propagazione iniziale delle sue perturbazioni in corona. Nello stesso contesto, a breve sarà anche lanciato il coronografo SCORE, progettato e realizzato dalla comunità INAF come prototipo di



METIS. SCORE volerà per la seconda volta con un razzo suborbitale nel quadro del programma Herschel della NASA, in collaborazione con il Naval Research Laboratory.

La comunità eliofisica partecipa inoltre (Co-Plship INAF) alla realizzazione della suite di plasma **SWA**, collaborando al disegno dei 4 sensori, alla definizione dei loro requisiti scientifici e fornendo il Data Processing Unit ed il S/W di bordo. **SWA** **fornirà misure in situ di protoni, elettroni, particelle alfa e ioni minori a risoluzioni temporali mai raggiunte nell'eliosfera interna, fondamentali per individuare i meccanismi fisici alla base del riscaldamento e accelerazione del vento solare.**

Infine, la comunità fornirà anche un importante contributo all'elaborazione delle tecniche di ricostruzione di immagini per lo strumento STIX dedicato all'acquisizione di immagini della corona solare nei raggi X.

Le osservazioni con il coronografo Metis, l'analizzatore di plasma SWA e il telescopio STIX, a bordo della missione Solar Orbiter, e con il coronografo ASPIICS, a bordo della missione PROBA-3, daranno un contributo notevole allo studio delle caratteristiche fisiche dei fenomeni dell'attività solare che rivestono un'importanza particolare nel determinare le condizioni dello space weather sia nell'ambiente circumterrestre che in quelli circumplanetari. Gli studi sullo Space Weather stanno acquisendo un'interesse sempre maggiore per le agenzie spaziali europee e vedono un'incremento crescente del coinvolgimento degli scienziati dell'INAF e della comunità eliofisica nazionale più in generale.

Per **BepiColombo**, la suite internazionale SERENA (PI-ship italiana) è composta da 4 strumenti di cui ELENA e il System Control Unit realizzati in Italia con supporto ASI e dell'industria aerospaziale nazionale. SERENA fornirà importanti informazioni su flussi e densità di particelle cariche e neutre nell'ambiente di Mercurio per lo studio dell'interazione tra il pianeta e l'ambiente esterno.

L'Italia ha la responsabilità del coordinamento del Hermean Environment Working Group (HEWG), all'interno del quale le strategie osservative coordinate tra diversi strumenti della missione sono definite. Inoltre, l'Italia coordina anche le attività del Venus Fly-by Working Group

(VFBWG), inerente alle osservazioni di Venere in concomitanza dei due passaggi previsti durante il viaggio (2020 e 2021). Altre due Co-I ships italiane riguardano l'esperimento PHEBUS (segnale UV esosferico) e SIXS (monitor della radiazione e particelle solari).

I risultati degli studi osservativi e teorici condotti nell'ultimo decennio mostrano che i processi fisici rilevanti per la comprensione del bilancio di energia nelle atmosfere stellari avvengono a scale spaziali e temporali, e in regioni della stella, non osservate con la strumentazione ora disponibile, motivando lo sviluppo di tecniche di studio e la realizzazione di telescopi di futura generazione operanti da Terra e dallo spazio. In questo contesto, la comunità nazionale negli ultimi anni ha attivamente partecipato allo studio di fattibilità del telescopio **Telescopio Solare Europeo EST**, promosso dalla comunità astrofisica solare europea raccolta in EAST (European Association for Solar Telescopes) e incluso nella Roadmap 2016 ESFRI (European Strategy Forum for Research Infrastructures). **EST effettuerà osservazioni spettropolarimetriche di elevata precisione dal vicino ultravioletto al vicino infrarosso migliorando significativamente la nostra comprensione del campo magnetico solare e delle sue relazioni con l'eliosfera e la Terra.**

Spostando l'attenzione dal Sole agli effetti dell'attività solare e del vento solare sullo spazio circumterrestre, è bene menzionare che il radar ionosferico a guida italiana, installato nel 2013 presso la base Concordia in Antartide, continuerà a fornire regolarmente osservazioni. Questo radar fa parte della catena internazionale **SuperDARN** (Super Dual Auroral Radar Network), dedicata allo studio della ionosfera ad alta latitudine, per la comprensione dei processi dello spazio circumterrestre e nel contesto dello Space Weather. E' in corso di installazione un secondo

radar a guida italiana, sempre presso la base di Concordia, che andrà a completare la catena SuperDARN facendo coppia con quello della base cinese di Zhongshang. Questa attività è finanziata dal Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA). Sempre in quest'ambito, l'osservatorio **S.V.I.R.CO** (Studio Variazioni Intensità Raggi Cosmici) continuerà ad effettuare misure della componente secondaria nucleonica del flusso di raggi cosmici. Nel triennio di riferimento continueranno altresì **le osservazioni solari sinottiche a disco intero a varie bande spettrali** effettuate presso gli Osservatori di Catania e Roma, con la finalità di acquisire informazioni necessarie per gli studi sulla variabilità solare e sui processi di innesco dei fenomeni che determinano lo Space Weather. Tali osservazioni saranno anche estese con l'uso del nuovo telescopio robotico SAMM in avanzata fase di realizzazione.

Al fianco della suddetta attività si deve menzionare la partecipazione della comunità INAF interessata allo studio delle proprietà dei plasmi spaziali alle attività scientifiche relative alla missione cinese **CSES** nell'ambito della collaborazione Limadou (CNSA-ASI). Il satellite **CSES** è stato lanciato il 2 Febbraio 2018. Il crescente impegno dell'INAF nella programmazione strumentale e scientifica della costellazione CSES permetterà l'accesso a dati di plasma e campi magnetici ed elettrici per studi di accoppiamento magnetosfera-ionosfera e per integrare le osservazioni relative alla penetrazione dei raggi cosmici nell'ambiente terrestre con misure in una regione poco esplorata.

I ricercatori dell'INAF sono anche coinvolti in proposte per missioni di esplorazione del Sistema Solare in fase di approvazione che includono strumentazione per lo Space Weather Planetario. In particolare vari gruppi hanno risposto alla call dell'ESA F1 per missioni fast dedicate allo studio dei plasmi spaziali interplanetari e circumterrestri.

Continueranno le osservazioni da Terra dell'emissione esosferica di sodio in diversi ambienti planetari come Mercurio, Luna e le lune gioviane con telescopi Solari (THEMIS) e notturni. Continuerà e si intensificherà l'attività di

modellistica teorica, in previsione di nuovi dati osservativi dalle prossime missioni (BepiColombo e Solar Orbiter), e si potenzieranno le attività di simulazione in laboratorio per studiare l'effetto dell'impatto di plasmi energetici su analoghi planetari.

5.1.3.3.2 Planetologia

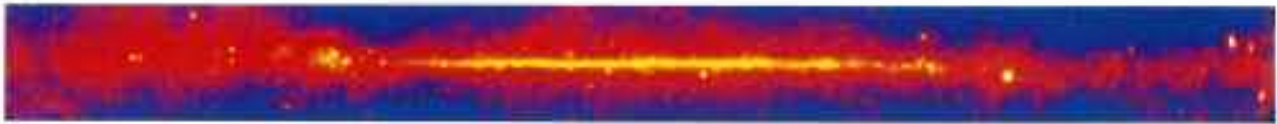
5.1.3.3.2.1 Le Missioni di Esplorazione

Nel prossimo triennio la comunità continuerà a essere fortemente impegnata nelle attività relative a missioni in fase operativa (**Dawn, Cassini, Juno, Gaia, Mars Reconnaissance Orbiter, Mars Express, ExoMars, OSIRIS-Rex, Hayabusa 2**) e in preparazione (**BepiColombo e Juice**).

La missione NASA **Dawn** ha già visitato Vesta ed è in orbita intorno a Cerere dal gennaio 2015. L'INAF partecipa alla missione a livello di Co-I e con la responsabilità di uno dei tre strumenti scientifici di bordo (lo spettrometro VIR), con finanziamenti importanti da parte dell'ASI. La NASA ha esteso la missione fino al 2019, e durante questo periodo la sonda continuerà a dedicarsi all'osservazione di Cerere.

La sonda **Cassini** ha terminato la sua vita operativa penetrando nell'atmosfera di Saturno. Per quel che riguarda la missione **Cassini**, l'INAF fa parte dei team scientifici di alcuni strumenti (RADAR, Radio Science, VIMS), ha inoltre il coordinamento scientifico per la parte italiana (stabilito a Roma) ed ha contribuito alla strumentazione a bordo della sonda (canale visibile strumento VIMS).

Nel luglio 2016 la missione NASA **JUNO** è entrata nell'orbita di Giove. In accordo con l'attuale piano di missione le osservazioni del pianeta si protrarranno fino al 2019. L'INAF partecipa con uno strumento a PI-ship Italiana, JIRAM (uno spettrometro a immagine nel vicino e medio infrarosso), i cui obiettivi primari sono lo studio delle aurore e dell'atmosfera gioviana.



Gaia, lanciata nel 2013, migliorerà di un fattore 100 la nostra conoscenza delle orbite degli asteroidi, ivi compresi quelli su orbite a rischio di impatto col nostro pianeta, e fornirà dati fisici fondamentali (proprietà rotazionali, composizione) e le prime misure accurate di massa e densità per un campione importante della popolazione. L'INAF riveste un ruolo fondamentale nel Data Processing and Analysis Consortium (DPAC), il consorzio europeo che si occupa della riduzione dei dati della missione. In questo ambito continuerà lo studio dei dati astrometrici, fotometrici e spettroscopici di oggetti del sistema solare, estendendo già quanto fatto negli anni precedenti.

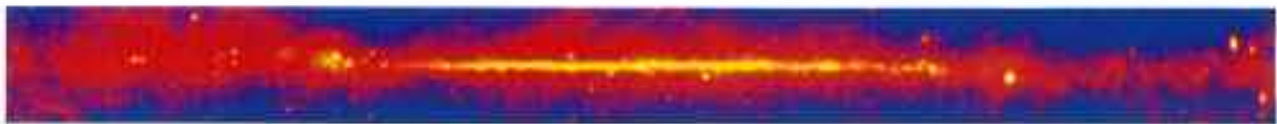
Tre missioni spaziali stanno fornendo dati su Marte: **Mars Reconnaissance Orbiter**, **Mars Express** e **ExoMars TGO**. **Mars Reconnaissance Orbiter**, missione NASA operativa dal 2005, vede una partecipazione scientifica INAF nell'esperimento a guida italiana SHARAD. La missione ESA **Mars Express** è operativa a Marte dal 2004 e continua tutt'ora a raccogliere preziose informazioni sul pianeta rosso; gli obiettivi scientifici della missione sono lo studio dell'atmosfera, della superficie e del sottosuolo del pianeta. Due dei sette esperimenti a bordo (OMEGA e ASPERA3) vedono un'importante partecipazione INAF, e altri due (PFS e MARSIS) hanno PI dell'INAF. È in fase operativa/realizzativa il programma per l'esplorazione di Marte **ExoMars**, che è strutturato in due sonde: la prima, lanciata nel 2016, composta da un orbiter (TGO - Trace Gas Orbiter) attualmente operativo e la seconda che verrà lanciata nel 2020 contenente come elementi primari di missione un Rover, con strumenti dedicati all'esobiologia, ed una stazione fissa al suolo. In entrambe le missioni è rilevante il contributo di diversi gruppi di ricercatori dell'INAF con ruoli di responsabilità in tutti gli elementi di missione: la stereocamera (CASSIS) e lo spettrometro (NOMAD) ed alle attività ACS a bordo del TGO sono entrambi con Co-PIship INAF, così come il Dust Complex a bordo della stazione fissa di ExoMars 2020. Anche lo spettrometro miniaturizzato MaMISS, strumento completamente italiano inserito nel trapano a bordo del rover di ExoMars 2020, ha la PI-ship in INAF. Lo

spettrometro miniaturizzato Ma_MISS ha come obiettivo scientifico la caratterizzazione mineralogica dello strato del sottosuolo da cui verrà estratto il terreno che sarà analizzato dal laboratorio analitico del Rover e, in sinergia con altri strumenti, fornirà indicazioni cruciali per prelevare campioni di forte interesse astrobiologico. Ma_MISS è l'unico strumento a bordo del Rover ExoMars2020 in grado di analizzare il materiale della sotto-superficie in situ, prima che venga prelevato e quindi potenzialmente modificato.

Ricercatori INAF sono anche coinvolti nella definizione dei criteri di selezione dei campioni che dovranno essere riportati a Terra da future missioni di Mars Sample Return in fase di discussione fra NASA ed ESA e delle conseguenti investigazioni chiave da compiere in laboratori dedicati.

Nell'2018 è stata lanciata la missione **BepiColombo**, "cornerstone" ESA e JAXA per lo studio di Mercurio, con due satelliti che orbiteranno intorno al pianeta. La missione è progettata per studiare la composizione, la geofisica, l'atmosfera, la magnetosfera e la storia di Mercurio ed infine anche fornire un test della teoria della relatività con una accuratezza mai raggiunta in precedenza. Il contributo dell'INAF è rilevante attraverso gli esperimenti a guida INAF: oltre a SERENA (vedi sez "Fisica Solare ed Elio fisica"), **SIMBIOSYS** (una suite di strumenti che combina una camera ad alta risoluzione, una stereocamera e uno spettrometro ad immagine per lo studio della superficie del pianeta dal punto di vista della sua composizione e geologia), e **ISA** (un accelerometro per rilevare le accelerazioni di origine non gravitazionale agenti sul satellite). A guida italiana è anche **MORE**, lo strumento di radio scienza dedicato allo studio del campo gravitazionale di Mercurio e alle verifiche della relatività generale.

Nel prossimo triennio, inoltre, saranno attive due missioni di sample return da asteroidi primitivi, la missione NASA **OSIRIS-Rex** e la missione JAXA **Hayabusa 2**. Entrambe le missioni hanno raggiunto i loro targets, i NEO Bennu e Ryugu (rispettivamente per **Osiris Rex** e **Hayabusa 2**)



nell'estate del 2018. È previsto un grande coinvolgimento della comunità INAF, che ha attivamente partecipato alla definizione degli obiettivi scientifici e della strumentazione di bordo, nella fase di global mapping e local mapping per lo studio delle caratteristiche a grande scala degli oggetti e per la scelta dei siti da cui prelevare i campioni da riportare a Terra.

Il lancio di **JUICE**, missione ESA che esplorerà il sistema di Giove, è invece previsto per il 2022. Lo scopo principale di **JUICE** è quello di studiare Giove e le sue lune ghiacciate, con particolare enfasi per Ganimede, Callisto ed Europa, dove potenzialmente esistono strati sottosuperficiali di acqua mantenuta allo stato liquido su tempi geologici. A bordo di **JUICE** vi saranno anche due strumenti con forte partecipazione di ricercatori dell'ente, la camera JANUS e lo spettrometro a immagine MAJIS (a co-pi-ship INAF).

Quanto alle attività legate a **missioni future non ancora approvate**, i ricercatori dell'INAF sono coinvolti in un ampio spettro di proposte con le maggiori agenzie internazionali (NASA, ESA e JAXA) per missioni di esplorazione del Sistema Solare, come le missioni NASA di Comet Sample Return e DART (Double Asteroid Redirection Test), le missioni JAXA dedicata alla caratterizzazione e sample return sia del satellite di Marte Phobos (Martian Moon eXplorer) sia di un asteroide Troiano (OKEANOS). L'INAF partecipa inoltre allo studio NASA per future missioni a Urano e Nettuno con uno dei due rappresentanti europei nominati da ESA, mentre in parallelo ricercatori INAF sono impegnati a più livelli nella proposta per un analogo studio europeo in risposta al bando ESA del 2018 per nuove idee scientifiche per future missioni spaziali. Infine, i ricercatori INAF stanno collaborando sinergicamente con le comunità esoplanetarie italiana ed europea coinvolte nella missione ARIEL (Atmospheric Remote-sensing Exoplanet Large survey), selezionata per la futura missione M4 dell'ESA, contribuendo alla definizione della missione sia dal punto di vista strumentale-tecnologico che da quello scientifico (studio delle atmosfere e della formazione planetaria) grazie al know-how derivato dallo studio del Sistema Solare.

Si stanno inoltre considerando i possibili contributi di SPICA (nella short-list di ESA-M5) alle scienze del sistema solare.

5.1.3.3.2.2 Le osservazioni da Terra

Per quanto riguarda le **osservazioni da Terra**, proseguiranno le osservazioni e la modellizzazione di piccoli corpi, pianeti e satelliti del Sistema Solare. A partire da osservazioni con telescopi di medie e grandi dimensioni (TNG, LBT, VLT, etc) verranno monitorati e analizzati eventi "time-critical" e transienti, e proseguirà lo studio delle caratteristiche fisiche e dinamiche e dei processi che le modificano.

Proseguiranno anche le osservazioni di pianeti e satelliti, analoghe a quelle effettuate tramite gli osservatori NASA-IRTF e Subaru a Mauna Kea (Saturno e Urano nel vicino infrarosso, Vesta nell'infrarosso termico, occultazioni stellari di Ganimede nel visibile e vicino infrarosso e dei pianeti interni Mercurio e Venere). **La planetologia italiana fornisce poi un contributo fondamentale allo studio degli oggetti con orbite molto vicine alla terra** (Near Earth objects, NEO): in particolare va citato il progetto **NeoDys** (Università di Pisa, IAPS Roma), finanziato in parte dall'ESA nell'ambito del programma SSA (Space Situational Awareness), che si occupa del monitoraggio delle orbite degli asteroidi che possono passare vicino al nostro pianeta. Un importante contributo è stato inoltre fornito nel progetto **NEOShield-2** (2015-2017) finanziato nell'ambito del programma EU Horizon 2020 al fine di studiare tecnologie e strumenti per sviluppare missioni spaziali a NEO potenzialmente pericolosi per il nostro pianeta: la comunità è attualmente impegnata nella risposta alle call H2020 del 2018.

Ricercatori dell'INAF sono anche attivi nel campo dell'osservazione di meteore, che possono portare anche al recupero di meteoriti appena cadute, e il prossimo triennio vedrà sicuramente un incremento di questo tipo di studi. L'interesse si è

concretizzato di recente nella partecipazione al progetto nazionale in contesto internazionale **PRISMA** (Prima Rete Italiana per la Sorveglianza sistematica di Meteore e Atmosfera), a cui partecipano, oltre a varie strutture INAF, università ed altre entità didattico/divulgative sul territorio. IN questo ambito uno degli obiettivi da perseguire nel futuro è quello di determinare le orbite originali e le traiettorie di caduta così da poter consentire la raccolta di materiale meteorico. Esiste poi una collaborazione con l'INFN che riguarda lo sviluppo di rivelatori di fenomeni transienti in atmosfera nell'UV, da installare sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS). Nella seconda metà del 2018 dovrebbe poi essere collocato uno strumento, che si chiama Mini-EUSO, sul modulo russo dell'ISS, come precursore di una possibile missione molto più ambiziosa (un telescopio da 2 metri da piazzare sul modulo giapponese).

Sempre nell'ambito delle osservazioni da terra l'utilizzo di piccoli e telescopi, oltre ai medi e grandi telescopi, sarà uno dei strumenti d'indagine da potenziare per l'importanza che tali osservazioni possono svolgere negli studi di previsione di eventi di occultazione.

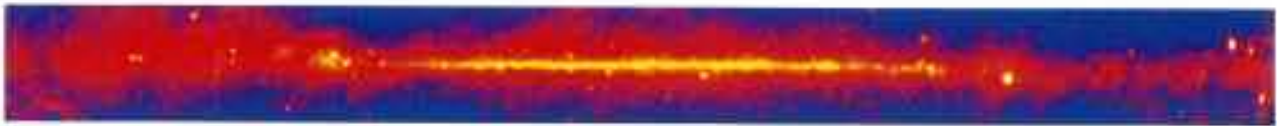
5.1.3.3.2.3 Ricerca teorica e astrofisica di laboratorio

Nel prossimo triennio prevediamo che i filoni di ricerca teorica già attivi riceveranno un ulteriore forte impulso grazie anche alla quantità di nuovi dati arrivati soprattutto con le missioni di esplorazione. Gli esperimenti a bordo delle missioni di esplorazione del Sistema Solare producono una grande quantità di dati che richiedono, per il loro sfruttamento, uno sforzo che si prolunga ben oltre la fine della fase operativa della missione. La fase di interpretazione dei dati, che viene dopo la fase di prima analisi degli stessi, è quella in cui si cerca di fornire risposte alle domande fondamentali, ed è fondamentale per sfruttare appieno le potenzialità di una missione, in particolare per l'analisi ed interpretazione dei dati ottenuti dagli strumenti che vedono ricercatori INAF con ruoli di responsabilità. Questa fase richiede anche attività

di laboratorio e di modellistica, e normalmente vede occupata la comunità per alcuni anni dopo la fine di una missione. Nel dicembre 2014 e nel settembre 2016 hanno avuto termine rispettivamente le fasi operative della missione Venus Express e di Rosetta, ma l'impegno dei ricercatori INAF non è terminato con la fine delle missioni, in quanto l'ESA ha richiesto il contributo per una attività di *enhanced archiving* che prevede la consegna di prodotti di ordine superiore al semplice dato calibrato. Questa attività è in corso per quanto riguarda Venus Express ed è prevista per un triennio dopo la fine della missione nominale di Rosetta (settembre 2016 – settembre 2019). A complemento ed estensione di queste attività, i filoni di ricerca teorica continueranno a fornire un contributo chiave alla identificazione delle misure mancanti per il pieno sfruttamento scientifico dei dati già acquisiti o in corso di acquisizione, alla definizione degli obiettivi scientifici di future missioni e alla creazione di metodi, know-how e strumenti applicabili allo studio dei pianeti extrasolari.

L'interpretazione dei dati ottenuti da osservazioni da Terra nello studio delle popolazioni dei piccoli corpi si avvale invece di metodi statistici e di modellizzazione dei possibili processi fisici che hanno modificato la popolazione iniziale. Gruppi INAF sono attivi nel portare avanti studi teorici che riguardano principalmente la simulazione della formazione del Sistema Solare e dell'evoluzione dinamica delle varie popolazioni dei piccoli corpi e la modellizzazione delle strutture, delle densità e del comportamento fisico dei piccoli corpi alle diverse distanze dal Sole in seguito a collisioni o passaggi ravvicinati al Sole o ai pianeti. **Per far fronte al sempre crescente livello di dettaglio dei modelli numerici e alla complessità e dimensione dei dati cui sono applicati, nell'arco del prossimo triennio per queste attività teoriche è previsto un crescente impegno nell'ambito dell'astrofisica computazionale e del calcolo avanzato**, in modo da aggiornare gli strumenti utilizzati alle potenzialità delle infrastrutture messe a disposizione da INAF.

Anche per l'attività di laboratorio, come per la ricerca teorica, prevediamo nei prossimi anni,



oltre alla continuazione delle attività già in corso, un forte impulso e l'apertura di nuovi filoni.

Molte delle future missioni di esplorazione prevedono la raccolta e il rientro a Terra di materiale extraterrestre. L'Italia ha acquisito un'ottima esperienza nell'ambito dell'analisi in laboratorio di materiale cometario ed è coinvolta in missioni e proposte di missioni sample return (ad esempio MMX/JAXA, **Osiris-REX/NASA**, **Hayabusa 2/JAXA**, Solar Power Sail/JAXA, Comet Sample Return/NASA). La raccolta di materiale extraterrestre può avvenire, con costi molto ridotti, anche in stratosfera terrestre con piattaforme stratosferiche, come lo strumento DUSTER, progettato per la raccolta di polvere in alta stratosfera. Diversi gruppi di ricerca italiani partecipano con collaborazioni internazionali di alto livello ai programmi di raccolta e analisi di materiale extraterrestre, DUSTER, Stardust/NASA, IDPs/NASA, Hayabusa/JAXA e micro-meteoriti in Antartide/PNRA. Per mantenere elevata la rappresentatività che l'Italia ha conquistato nell'ambito della raccolta, manipolazione, cura, e analisi in laboratorio di materiale extraterrestre, è importante sostenere l'operatività di strumentazione di laboratori all'avanguardia, con prestazioni molto superiori a quelle degli strumenti per l'analisi in situ. Gli sviluppi tecnologici associati alla produzione di strumenti quali DUSTER potranno anche essere sfruttati per future esplorazioni in situ di pianeti e di satelliti di tipo terrestre.

5.1.4 Astrofisica Relativistica e Particellare

Studi indirizzati ad una migliore comprensione delle sorgenti cosmiche, nelle quali la materia si trova in condizioni fisiche estreme di campo gravitazionale e/o di densità e/o di campi magnetici.

5.1.4.1 Le Domande Fondamentali

5.1.4.1.1 La fisica dell'accrescimento

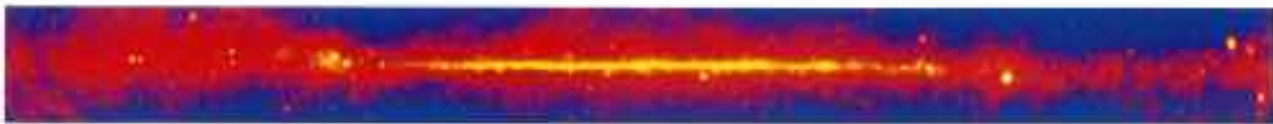
Le stelle compatte (nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri) sono alla base di gran parte delle

sorgenti celesti studiate dell'astrofisica relativistica e delle alte energie. Sebbene sia ben noto da decenni che l'accrescimento di materia costituisce uno dei processi più rilevanti per la produzione dell'emissione osservata da questi oggetti su diverse scale di luminosità, energia, e tempi scala caratteristici, la fisica dell'accrescimento costituisce ancora un importante oggetto di studio. I dettagli dell'interazione tra flusso di materia e l'oggetto compatto, spesso dotato di un campo magnetico dinamicamente importante, i processi radiativi termici e non termici, il feedback tra emissione ed accrescimento, l'evoluzione dei sistemi binari di massa stellare e dei nuclei galattici attivi sono oggetto di approfonditi studi da parte di diversi gruppi di ricercatori INAF, sia dal punto di vista teorico che osservativo.

5.1.4.1.2 Accelerazione di particelle, produzione di getti relativistici e origine dei raggi cosmici

Uno dei principali campi di attività riguarda lo studio dell'accelerazione di particelle in sorgenti astrofisiche di varia natura e dimensione. Getti relativistici sono emessi da buchi neri di massa stellare in sistemi binari e da buchi neri con masse fino a 10^9 masse solari al centro di galassie attive, ed in sorgenti transienti come i lampi gamma. La natura dei getti ed i meccanismi di accelerazione in buchi neri e stelle di neutroni non sono ancora compresi pienamente. Pulsar giovani ed energetiche emettono un vento relativistico che è inizialmente dominato dall'energia magnetica e non è ancora stato chiarito come, a distanze maggiori, questa sia trasformata in energia cinetica delle particelle. Lo studio degli acceleratori di particelle è ovviamente legato alla comprensione dell'origine dei raggi cosmici. Uno dei principali campi di attività riguarda lo studio dell'accelerazione di particelle in resti di supernovae e la loro connessione con l'origine dei raggi cosmici.

L'origine dei raggi cosmici viene indagata anche alle energie estreme ($>10^{17}$ eV) esplorando il loro spettro di energia, composizione ed in particolare la loro anisotropia, sia su larga scala che da sorgenti.



5.1.4.1.3 Comportamento della materia in regime di gravità forte

La materia in accrescimento intorno a stelle di neutroni e buchi neri raggiunge regioni dello spazio molto vicine all'oggetto compatto e quindi costituisce uno strumento potente per rivelare effetti di Relatività Generale (GR) in regime di campo forte. Il vantaggio di poter arrivare a pochi chilometri dalla superficie di una stella di neutroni o dall'orizzonte degli eventi di un buco nero è controbilanciato dalla difficoltà di separare gli effetti dell'accrescimento da quelli di GR. Due approcci principali al problema vengono seguiti: lo studio dello spettro di emissione, che viene modificato in modo complesso da effetti gravitazionali e lo studio della variabilità rapida, che produce segnali quasi-coerenti che possono essere associati a frequenze caratteristiche in un campo gravitazionale.

5.1.4.1.4 Ricerca delle controparti elettromagnetiche delle sorgenti di onde gravitazionali e di neutrini

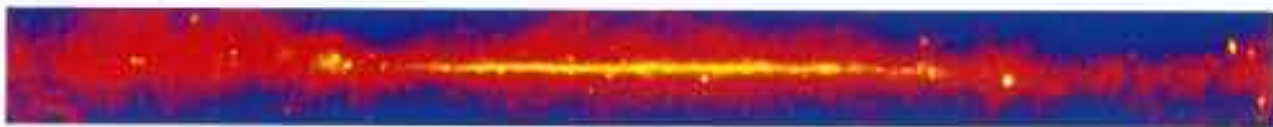
Nella primavera del 2016 è stata annunciata da parte del consorzio LIGO-VIRGO la prima rivelazione diretta di onde gravitazionali emesse dalla coalescenza di due buchi neri. Questa scoperta, che apre un canale completamente nuovo di informazione astrofisica, ha un'enorme rilevanza per i nostri studi dell'Universo.

Il 17 agosto del 2017 LIGO-Virgo ha rivelato per la prima volta un segnale gravitazionale associato al merger di un sistema binario di stelle di neutroni. Il follow-up elettromagnetico eseguito con numerosissimi strumenti a terra e nello spazio ha identificato la controparte multi-wavelength dal radio al gamma. Gli scienziati dell'INAF hanno avuto un ruolo di primo piano nelle osservazioni a tutte le frequenze sia dallo spazio (in particolare con i satelliti INTEGRAL, AGILE, Fermi, Swift, XMM, Chandra) che da terra (da parte del GRAvitational Wave InAf TeAm "GRAWITA" con il Telescopio Nazionale Galileo di INAF e il Very Large Telescope dell'ESO e con le facility radio ATCA e VLBI) grazie alle quali sono state caratterizzate le controparti termica (kilonova) e

non-termica (GRB corto associato al merger e relativo afterglow). Grandi progressi sono stati compiuti negli ultimi anni dai rivelatori per neutrini, in particolare IceCube, che hanno portato alla scoperta di neutrini al PeV di origine cosmica. Controparti altamente probabili di questi neutrini di altissima energia sono i blazar, considerati i più verosimili responsabili dell'accelerazione di raggi cosmici di altissima energia. La rivelazione dell'associazione del blazar TXS0506+056 ($z = 0.33$) con il segnale neutrino di ~ 300 TeV rivelato da ICECUBE il 22 settembre 2017 rappresenta un'evidenza osservativa molto promettente. La ricerca e lo studio delle controparti elettromagnetiche associate alle sorgenti di onde gravitazionali e di neutrini è un campo in rapidissimo sviluppo e in cui INAF sta svolgendo un ruolo di rilievo in primo luogo dal punto di vista osservativo, ma anche mediante la modellizzazione ed interpretazione astrofisica. E' auspicabile in questo senso che l'INAF rafforzi la cooperazione con l'INFN, che è coinvolto nell'esperimento KM3Net per la rivelazione di neutrini di altissima energia nelle acque del Mediterraneo.

Ricercatori dell'INAF sono impegnati nell'esperimento Pierre Auger, che può osservare neutrini di alta energia prodotti in merger di buchi neri in sistemi binari. Dalla loro mancata rivelazione sono già stati derivati i primi limiti alla quantità di energia irradiata in neutrini.

Si auspica inoltre il massimo sostegno di INAF allo studio di Fase A di THESEUS (Transient High-Energy Sky and Early Universe Surveyor), missione a Plship INAF recentemente selezionata da ESA per uno studio di Fase 0/A (6/2018 – 6/2021) come possibile futura missione M5 del programma Cosmic Vision. Essendo una macchina eccezionale per la rivelazione, localizzazione accurata e misura della distanza di ogni tipo di GRB e quasi tutte le classi di transienti X, THESEUS fornirà un contributo fondamentale all'astrofisica multi-messenger, in forte sinergia con le grandi facilities del futuro nella quale INAF sta investendo moltissimo (ELT, SKA, CTA, ATHENA).



5.1.4.1.5 Le sorgenti di alta energia come laboratori per la fisica fondamentale

Lo studio dei buchi neri e delle stelle di neutroni magnetizzate (pulsar e magnetar) ha anche una grande rilevanza per alcuni degli argomenti più caldi della fisica fondamentale. Ad esempio la determinazione dell'equazione di stato a densità super nucleari che governa la struttura delle stelle di neutroni, i test di teorie alternative della gravità, e lo studio della fisica dei plasmi in condizioni estreme di densità e magnetizzazione. Lo studio degli oggetti compatti è quindi uno strumento unico per indagare su problematiche di fisica fondamentale che non possono essere riprodotte in laboratorio, e si basa spesso su osservazioni effettuate in più bande dello spettro elettromagnetico (dal radio all'infrarosso, all'ottico, alla banda X e Gamma), ed alla loro interpretazione teorica. Inoltre osservazioni alle alte energie (X e gamma) permettono di studiare sperimentalmente le previsioni di alcune estensioni dell'attuale modello standard delle particelle, come l'esistenza delle particelle simili all'assione o la rottura dell'invarianza di Lorentz, legata alla gravità quantistica.

5.1.4.2 Gli Strumenti di Indagine

Studi multi-banda di oggetti compatti galattici ed extragalattici. Questi studi sono principalmente basati su osservazioni ottenute con in principali satelliti per astronomia X attualmente operativi, quali XMM-Newton, Chandra, NuSTAR, Swift, ed INTEGRAL a cui si aggiungono molto spesso dati acquisiti in altre bande dello spettro elettromagnetico (dal radio all'infrarosso, all'ottico e ultravioletto, e ai raggi gamma).

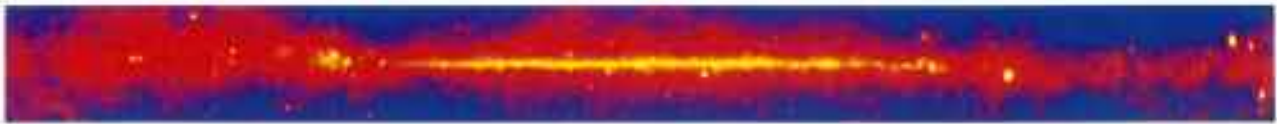
La problematica dell'accrescimento su oggetti compatti e la espulsione di getti relativistici coinvolge fenomenologie estremamente differenti dal punto di vista osservativo. Basti pensare alle sorgenti blazar, in cui il getto domina il sistema, o alle binarie X e agli AGN in generale, in cui le proprietà di accrescimento e getto sono strettamente legate, anche se su scale spaziali molto differenti; oppure al comportamento della

materia nelle vicinanze di buchi neri di taglia intermedia o, per finire, all'ampia fenomenologia legata ai GRB ed alle supernove ad essi a volte associati. Caratteristica comune di questo settore di ricerca è l'estrema dinamicità temporale dei fenomeni studiati, che ha generato lo sviluppo e l'applicazione di specifiche tecniche osservative e strumentali.

Tra le classi con proprietà fisiche estreme sono di particolare interesse le Magnetar, le pulsar, i candidati buchi neri di massa stellare, e le numerose sorgenti X ultraluminose (ULX) osservate in galassie dell'universo locale. La recente scoperta di alcune stelle di neutroni con periodi di rotazione di qualche millisecondo, che compiono transizioni tra stati di pulsar X e radio in risposta a variazioni del tasso di accrescimento di materia, ha provato lo stretto legame evolutivo esistente tra queste classi di sorgenti, aprendo un nuovo canale osservativo dei fenomeni di accrescimento ed eiezione di materia. Alcune pulsar di alto campo magnetico sono state identificate in sorgenti ultraluminose (ULX), estendendo i limiti di luminosità possibili per tali oggetti. Tra le classi di oggetti compatti identificate negli ultimi anni grazie soprattutto al satellite INTEGRAL e oggetto di studi approfonditi da parte di ricercatori INAF spiccano anche i Transienti X veloci con compagna super-gigante (SFXT), i Transienti X estremamente deboli (VFXT), le millisecond pulsars e le transitional sources.

Gamma-ray bursts ed altri fenomeni transienti.

Lo studio dei GRB permette di affrontare una varietà di fenomeni rilevanti per la fisica, l'astrofisica e la cosmologia e vede impegnata una rilevante parte della comunità INAF. Un ruolo fondamentale in questo contesto è svolto dalla missione Swift, che, a diversi anni dal lancio continua a fornire un elevato contributo scientifico nel campo della fisica delle alte energie in generale. L'INAF è direttamente coinvolto nella gestione della missione, che prosegue con la continua attività di rivelazione e caratterizzazione di circa un centinaio di GRB per anno. Inoltre, proseguono le attività di supporto alle missioni

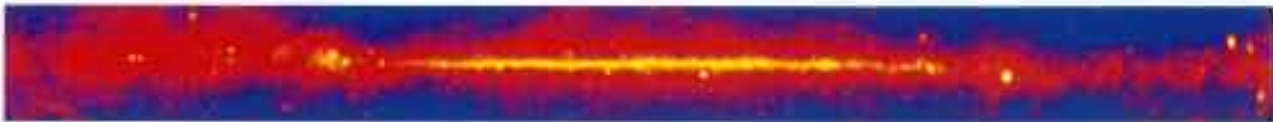


INTEGRAL, AGILE e Fermi, soprattutto relative all'analisi in real time di GRB ed altri transienti. In particolare i risultati di queste missioni hanno condotto a studi dettagliati sulla definizione delle varie categorie di eventi di questa natura ed al loro possibile uso come indicatori cosmologici. Negli ultimi anni sono anche state scoperte e studiate sorgenti transienti di diversa natura, come ad esempio quelle dovute alla distruzione mareale di oggetti di varia taglia, da asteroidi a stelle. Gli strumenti Fermi-LAT ed AGILE-GRID hanno rivelato numerosi GRB con emissione fino a decine di GeV. Di grande rilievo per il ruolo dell'INAF nell'ambito dell'ESO sono poi le attività osservative in corso con lo strumento ESO X-shooter dedicate ai GRB, alle SN ed alle galassie ospiti di questi oggetti. Sono inoltre attivi vari programmi in multi-frequenza per la ricerca di controparti X, ottiche e infrarosse dei Fast Radio Bursts, sorgenti di natura non identificata, ma di scala extragalattica, rivelate circa 10 anni fa per la prima volta nella banda del GHz. Anche in questo contesto, si sottolinea l'importanza del forte sostegno dell'INAF al concetto di missione THESEUS, che ha lo sfruttamento dei GRB per la cosmologia, e lo studio completo del fenomeno, tra i suoi obiettivi principali. E' proprio grazie al ruolo di leadership mondiale in questi campi di ricerca, e nelle relative tecnologie abilitanti, che INAF ha ottenuto il coordinamento a livello europeo del progetto.

Accelerazione di particelle in astrofisica e fenomeni non termici. Importanti risultati sono stati ottenuti nello studio dell'accelerazione "non-lineare" di particelle da shock e delle sue implicazioni sull'amplificazione di campi magnetici agli shock e alla massima energia accelerabile. Altre ricerche sono state orientate, negli ultimi anni, allo studio dell'accelerazione di particelle negli shock delle PWN mediante uso di simulazioni numeriche di tipo magneto-idrodinamico (MHD). Su più grandi scale, negli ammassi di galassie e filamenti, risultati importanti sono stati ottenuti nella fisica dell'accelerazione di particelle e dei fenomeni non termici. Uno dei campi di attività principali riguarda lo studio dell'interazione non

lineare fra particelle e turbolenza MHD e l'accelerazione di particelle da shock cosmologici. In questo campo, i dati derivano principalmente da osservazioni in banda radio di ammassi e filamenti (VLA, GMRT, WSRT). Sono stati sviluppati codici per la soluzione delle equazioni della idrodinamica classica e relativistica e della magnetoidrodinamica classica e relativistica sia su griglia statica che su griglia adattiva. Questi hanno permesso di svolgere simulazioni numeriche di flussi relativistici magnetizzati, dinamica a grande scala di getti, processi di dissipazione: instabilità, shocks, riconnessione magnetica, nonché di studiare il trasporto di momento angolare in dischi di accrescimento, la turbolenza magnetorotazionale ed i processi di dinamo connessi.

Astronomia Gamma dallo spazio. I risultati ottenuti negli ultimi anni dalle missioni spaziali INTEGRAL, Fermi ed AGILE hanno rappresentato una vera rivoluzione nel campo dell'astronomia gamma. INTEGRAL è una missione ESA con grande coinvolgimento di ricercatori INAF (PI-ship dello strumento IBIS, e co-I-ship in SPI e centro dati scientifici), AGILE è una missione interamente italiana mentre Fermi è una missione guidata dalla NASA, ma con un grande partecipazione italiano. INTEGRAL ha dato importanti contributi in diversi campi, come lo studio delle popolazioni di sorgenti di raggi X duri galattiche (con la scoperta di nuove classi di sorgenti) ed extragalattiche, nella mappatura delle righe gamma prodotte nel mezzo interstellare, in resti di supernovae, in buchi neri, e nello studio della polarizzazione dei GRB, di Crab e di Cygnus X-1. Fra i più importanti risultati di AGILE menzioniamo: la scoperta di variabilità della Crab Nebula, con importanti ripercussioni per la fisica dell'accelerazione di particelle; la scoperta e la caratterizzazione di processi di emissione adronica in diversi resti di SN; la rivelazione e l'annuncio rapido del super-flare del blazar 3C454.3, che ha permesso di effettuare una campagna a multifrequenza di grande precisione; la scoperta di emissione a energie fino a 100 MeV da parte dei Flash Gamma Terrestri che ha avuto un grande impatto sugli studi di fisica dell'atmosfera. L'ultimo catalogo di sorgenti gamma rivelate da Fermi, che comprende circa



3000 sorgenti, ha permesso di aprire il campo allo studio delle proprietà statistiche in banda gamma di diverse popolazioni di oggetti astrofisici. I più rilevanti risultati di *Fermi* sono: i limiti alla Dark Matter (DM, sia da emissione isotropa diffusa che da emissione della galassia); la conferma dell'eccesso positrone/elettrone con rilevanti conseguenze sulla sua origine; la scoperta delle "Fermi Bubbles", emissioni gamma probabilmente connesse con l'attività del nucleo della nostra galassia; l'identificazione e lo studio di più di 100 pulsar nuove; la rivelazione di emissione gamma dalle novae, l'osservazione dell'emissione GeV dai Gamma-Ray Burst.

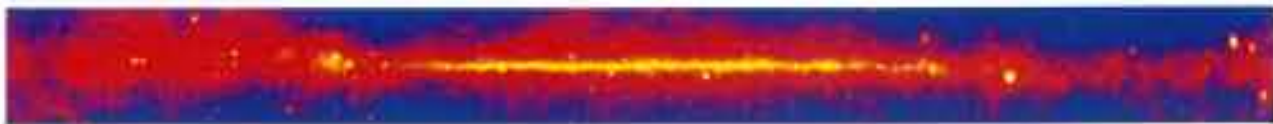
Astronomia Gamma da terra. Osservazioni ad energie maggiori di 100 GeV vengono effettuate mediante telescopi a terra (HESS, MAGIC, VERITAS) che sfruttano la luce Cherenkov prodotta nell'atmosfera dagli sciame di particelle iniziati da fotoni gamma di alta energia. Ricercatori INAF sono coinvolti nell'esperimento MAGIC e nella costruzione della grande facility internazionale di nuova generazione CTA. Fra i risultati più rilevanti ottenuti recentemente nell'astronomia gamma di alta energia spiccano: la scoperta di pulsazioni della Crab Pulsar ad energie fino a 400 GeV; la definizione di importanti limiti osservativi sulla presenza di materia oscura in galassie vicine; lo studio delle Spectral Energy Distribution di molti Nuclei Galattici Attivi e, infine, la possibilità di verificare sperimentalmente le proprietà degli assioni, particelle previste dal modello standard e da diverse sue estensioni. L'astronomia Gamma da terra è realizzabile anche tramite schiere di rivelatori di particelle, tecnica complementare alla rivelazione della luce Cherenkov e che ha visto coinvolti ricercatori INAF nell'esperimento ARGO-YBJ in Tibet e ora nel progetto LHAASO in Cina, la cui presa dati è prevista iniziare nel 2019. La rivelazione delle particelle secondarie delle cascate (principalmente elettroni e muoni) consente un grande campo di vista (circa 2 sr, limitato unicamente dall'assorbimento atmosferico) e un duty cycle teorico del 100%. Nonostante la minore sensibilità e risoluzione angolare, questo costituisce un indubbio vantaggio rispetto alla tecnica Cherenkov nello studio delle sorgenti

estese, variabili, sconosciute e nell'all-sky survey.

5.1.4.3 Obiettivi strategici

In un discorso ad ampio respiro, proiettato negli anni futuri, lo studio degli oggetti compatti galattici ed extragalattici trarrà notevole giovamento dall'attuale sviluppo, con forte coinvolgimento dell'INAF, di missioni e strumenti dedicati alle diverse bande energetiche. Tra questi, vi sono certamente il Mini-Array ASTRI che, oltre ad essere un importante passo preliminare del progetto internazionale CTA, sarà fondamentale per la ricerca della emissione di Pevatroni da SNR. A seguire vi saranno CTA nella banda TeV, SRT e SKA nel radio e, con prospettiva molto più lunga, Athena (nella banda X, con lo sviluppo di microcalorimetri capaci di garantire una risoluzione spettrale mai raggiunta a queste energie) e THESEUS (missione a Plship INAG che combinerà in modo unico campo di vista, sensibilità e accuratezza di localizzazione dai raggi X soffici ai raggi gamma medi alla capacità rivelare e caratterizzare in modo estremamente rapido ogni classe di GRB e di transienti X/gamma nel vicino infrarosso, con sfruttamento della tecnologia a leadership INAF basata sulla combinazione di Silicon Drift Detectors (SDD) e cristalli scintillatori).

Rilevante sarà, inoltre, il contributo della missione eXTP, che ha come obiettivo primario il timing ad alta sensibilità, e dei telescopi Cherenkov (come MAGIC, con ampia partecipazione dell'INAF) di attuale generazione, che consentiranno di proseguire gli studi dei fenomeni di accrescimento e di accelerazione di particelle fino ad altissime energie in varie sorgenti astrofisiche, da binarie X, pulsar, resti di supernova ed AGN. La missione Swift, con il suo ricco parco strumenti, sebbene attiva da più di 10 anni, rappresenterà ancora uno strumento insostituibile per la ricerca nel campo dei GRB ma anche per il crescente interesse nei confronti dei transienti di alta energia. Si sottolinea inoltre il contributo fondamentale di INAF alla missione NASA IXPE, che aprirà finalmente la finestra osservativa della polarimetria nei raggi X.



Di particolare interesse ed attualità è la possibilità, tramite osservazioni ad alte energie, di ottenere importanti informazioni sulla natura della materia oscura andando a studiarne i possibili decadimenti in ambienti ad elevato rapporto massa/luminosità. In tal senso, la disponibilità di missioni come NuSTAR, con sensibilità ad energie più alte degli attuali telescopi X, ha già permesso di ottenere informazioni spettrali più complete per un'ampia gamma di sorgenti. L'osservazione di raggi cosmici nell'ambiente circum-terrestre, con strumenti tipo ISS/AMS, cercherà tracce di questi decadimenti in eventuali eccessi di anti-materia, positroni e anti-protoni. L'osservazione di eccessi di neutrini o assioni (IceCube + osservatori neutrinici, IAXO) dal centro di oggetti massivi opachi ai raggi gamma (il centro del Sole) forniranno ulteriori vincoli.

I ricercatori dell'INAF stanno dando un notevole contributo all'identificazione e ottimizzazione dei progetti primari e secondari di **questi nuovi strumenti e nuove missioni in varie bande dello spettro elettromagnetico** e con varie tecniche osservative (polarimetria X, focalizzazione e rivelazione di raggi X ad energie >50 keV, ottica adattiva per alte risoluzioni angolari da Terra, osservazioni a largo campo tramite innovativi rivelatori al silicio, rivelatori per raggi gamma di bassa energia a grande area, ecc.) e dedicate a classi specifiche di sorgenti (GRB, ecc.). Gruppi di ricerca dell'INAF sono anche coinvolti in LOFAR che sta aprendo una nuova finestra all'osservazione dell'universo, alle bassissime frequenze radio, e che dovrebbe portare ad una rivoluzione della nostra comprensione dei fenomeni non termici in diversi ambiti astrofisici.

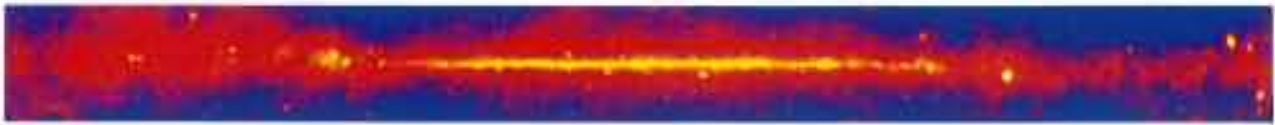
A partire dalla metà del 2018 inizierà ad essere operativo LHAASO, un esperimento multicomponente di nuova generazione che vede la partecipazione di ricercatori INAF nel monitoraggio continuo del cielo Gamma alla ricerca di sorgenti continue e transienti da 100 GeV ai PeV, aprendo per la prima volta l'intervallo di energia tra 100 e 1000 TeV all'osservazione diretta delle sorgenti di raggi cosmici di alta energia. Inoltre LHAASO consentirà lo studio dell'origine, accelerazione e propagazione dei raggi cosmici

attraverso la misura dello spettro di energia, composizione chimica e anisotropia della loro componente carica.

L'INAF è altresì coinvolto nella rete EVN, nel progetto di VLBI spaziale con il satellite Radioastron, e nella preparazione per l'Event Horizon Telescope (EHT) con osservazioni radio ad altissima risoluzione spaziale e nella banda millimetrica, nonché nei progetti LAGEOS e LAGEOS II e nella collaborazione internazionale LIGO/Virgo per lo studio delle Onde Gravitazionali.

L'analisi delle Onde Gravitazionali e dei neutrini di alta energia sta entrando nella piena maturità aprendo prospettive di studio della fisica fondamentale estremamente stimolanti. La cosiddetta astronomia a "multi-messenger", dove informazioni di tipo elettromagnetico e non convergeranno nella caratterizzazione astrofisica degli oggetti studiati, appare essere uno dei settori di più promettente sviluppo nei prossimi anni e nel quale un'ampia partecipazione di scienziati del nostro ente è presente sia nel lato strumentale (NTE, VST, e LSST nel prossimo futuro) che di modellizzazione ed interpretazione teorica. In questo contesto, la flessibilità operativa di Swift, così come la continua copertura di quasi tutto il cielo a energie gamma con INTEGRAL ed AGILE, e lo studio di missioni future come THESEUS, rappresentano ancora un contributo irrinunciabile.

Infine, Gaia ha inaugurato il campo d'indagine dell'Astrometria Relativistica che apre nuovi scenari epistemologici di ricerca e che necessita, parallelamente, di risorse adeguate e complementari a quelle già esistenti o previste. Ad esempio, andrà valutata tutta una nuova gamma di fenomeni astrofisici legati alla natura delle interazioni fondamentali e alla propagazione elettromagnetica nello spazio-tempo (da coniugare a quella locale, alla sorgente e all'osservatore), nonché la modellizzazione ed individuazione del segnale gravitazionale in connessione con il tracciamento inverso della controparte ottica. Ciò prevede potenziali applicazioni anche alla cosmologia.



La regione energetica più estrema ($>10^{17}$ eV) fornisce importantissime informazioni sia nell'ambito della fisica fondamentale che dell'astrofisica particellare. L'Osservatorio Pierre Auger, con la sua tecnica osservativa ibrida, è attivo da più di 10 anni in questo ambito e con il suo upgrade, in fase di costruzione, sarà un apparato insostituibile per la ricerca nello studio delle sorgenti e della propagazione diffusiva dei raggi cosmici di altissima energia, consentendo di valutare e discriminare i diversi modelli di origine della radiazione non termica. INAF è coinvolto, tramite la sua partecipazione all'Osservatorio Pierre Auger, in collaborazioni con LIGO/Virgo (onde gravitazionali), IceCube (neutrini), Telescope Array (raggi cosmici ultra-energetici) che porteranno ulteriori contributi agli studi multi-messenger.

Alle energie estreme, lo studio delle interazioni adroniche è fattibile solo attraverso misure indirette (sciami estesi atmosferici). Sono di sempre maggiore interesse gli studi su processi non standard, come l'esistenza di monopoli o la violazione dell'invarianza di Lorentz ad altissimi γ L (modifica delle relazioni di dispersione, modifiche alla QED, ecc.), cui scienziati INAF partecipano attivamente attraverso il loro coinvolgimento nell'Osservatorio Pierre Auger ed in particolare nel suo upgrade, previsto per i prossimi 10 anni. Infine, lo sviluppo delle tecniche radio si estende anche ad energie superiori a 10^{17} eV con l'esperimento Auger-AERA, che sfrutta un sistema di antenne per misurare brevi impulsi radio emessi dagli sciami prodotti dai raggi cosmici nel range di frequenza da 30 a 80 MHz.

5.1.5 Tecnologie Astronomiche

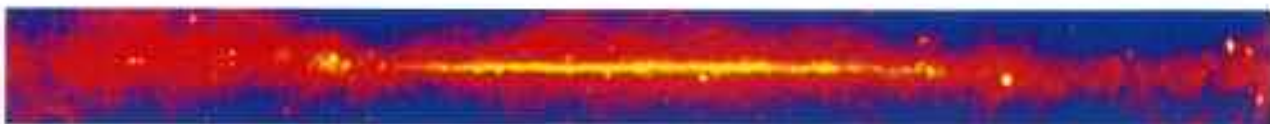
Sviluppo di tecnologie abilitanti per la strumentazione Astronomica di futura generazione e loro implementazione dei progetti strumentali ed infrastrutturali di interesse dell'Ente.

La ricerca in campo astronomico è stata storicamente ed è tuttora sostanzialmente ricerca

di base, con essenziali ricadute culturali. Non fa eccezione la ricerca sulle tecnologie dedicate all'Astronomia, su cui INAF sin dalla sua nascita ha investito riguardevoli risorse come dimostrato dalle numerose partecipazioni, spesso con ruoli di leadership, agli strumenti citati nei paragrafi precedenti che sono fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi scientifici e, in ultima analisi, della missione istituzionale di INAF. Tale investimento ha portato alla formazione in INAF di alte professionalità in tutti i settori della strumentazione astronomica, dalla progettazione alla realizzazione fino all'integrazione, l'ottimizzazione ed il supporto alle osservazioni astronomiche e loro analisi. La continua evoluzione nel campo dell'astronomia osservativa, sia da terra che dallo spazio, ha determinato, e determina, la necessità di costruire strumenti sempre più complessi per soddisfare le esigenze dei nuovi esperimenti, che richiedono lo sviluppo di tecnologie e materiali spesso ex novo. Grazie alla presenza di numerosi gruppi operanti nel settore tecnologico all'interno della comunità, INAF partecipa a queste nuove sfide ricoprendo il ruolo di partner fondamentale all'interno di ogni consorzio internazionale. Tali partecipazioni, non solo permettono la realizzazione di nuovi strumenti, ma in molti casi garantiscono successivamente alla comunità INAF di avere accesso al tempo osservativo garantito, fondamentale per il compimento di programmi astronomici di ampio respiro.

Ciò non di meno, l'importanza della ricerca in campo tecnologico è cresciuta anche dal punto di vista dei suoi aspetti applicativi diretti: alcuni esempi immediati sono la tempestiva osservazione di eventi di attività solare potenzialmente pericolosi per le telecomunicazioni, il monitoraggio sistematico e continuo del cielo per l'identificazione di asteroidi su orbite a rischio di collisione con la Terra, lo studio della possibilità di monitorare l'attività dei vulcani con i muoni, e lo sviluppo di metodi computazionali sofisticati, riutilizzati anche in ambiti diversi dalla ricerca astronomica.

Per queste ragioni, l'INAF porta avanti progetti di ricerca di base e applicata nel settore delle tecnologie astronomiche, sia nei propri laboratori



che in collaborazione con l'Industria Nazionale ed altri Enti di Ricerca. Questi progetti, pur orientati alla strumentazione astronomica, hanno risvolti applicativi diretti anche in altri settori, al punto che l'Istituto statutariamente ne promuove attivamente la diffusione e la valorizzazione, tramite attività volte al supporto del trasferimento tecnologico. La linea di ricerca tecnologica dell'INAF abbraccia attività estremamente multidisciplinari che spaziano dalla scienza ed ingegneria dei materiali, ai modelli matematici per il processo di immagine, allo studio della turbolenza atmosferica e la correzione dei suoi effetti nelle immagini, alla concentrazione, rivelazione ed analisi della radiazione a tutte le lunghezze d'onda.

Nel campo della Ricerca Tecnologica Applicata lo sviluppo è normalmente temperato dall'esigenza di abbattere i rischi connessi all'utilizzo di tecnologie non sufficientemente mature nella realizzazione di strumentazione astronomica innovativa. Per questa ragione, si investe in programmi di R&D, paralleli alla costruzione della strumentazione, finalizzati all'innovazione e allo sviluppo di nuove tecnologie, da sottoporre poi a collaudo per la verifica delle prestazioni e dell'affidabilità, che possano essere implementate in progetti internazionali di punta. In questo contesto è essenziale la collaborazione con l'Industria Nazionale, anche attraverso le opportunità di partnership di reti pubblico-private finanziate dalla Comunità Europea e/o dal Governo Italiano, quali la partecipazione a Distretti Tecnologici e Clusters fra Università e altri Enti di Ricerca, PMI e grandi imprese.

Nel campo della Ricerca Tecnologica di Base gli studi si concentrano sulle tecnologie, sui dispositivi e sui processi in embrione d'interesse per la strumentazione astronomica futura ma ancora non esistenti, neppure a livello prototipale. Questa ricerca si sviluppa internamente nei laboratori dell'INAF e, in molti casi, viene poi proposta all'Industria Nazionale per l'ingegnerizzazione. Per questa attività è importante sottolineare il fondamentale ruolo della interdisciplinarietà e della collaborazione con altri Enti di Ricerca (e.g. INFN, INGV e CNR) ed Università, che permettono di mettere a fattore comune competenze, tecnologie, risorse ed infrastrutture, elementi

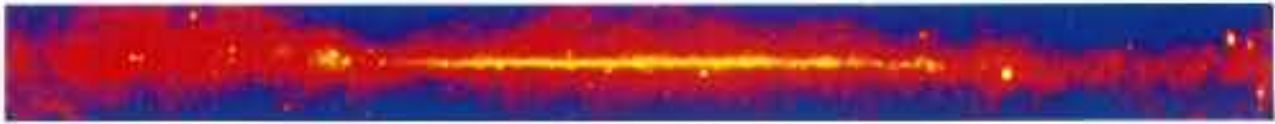
essenziali per lo sviluppo e che, talvolta, porta fino all'invenzione di nuovi dispositivi. La Ricerca di Base (e l'attività R&D in particolare) è intrinsecamente un'attività che non "garantisce" risultati, soprattutto immediati, ma è la linfa vitale del progresso scientifico e tecnologico. La possibilità di raggiungere risultati scientifici di "breakthrough" è nella gran parte dei casi legata allo sviluppo di tecnologie che permettono di realizzare strumentazione innovativa. L'INAF investe da sempre in questo settore, in taluni casi raggiungendo l'eccellenza e la leadership europea o mondiale.

5.1.5.1 Strumentazione Astronomica

La produzione di risultati scientifici di eccellenza è sempre più strettamente legata alla qualità e versatilità della strumentazione astronomica, a disposizione della comunità INAF, montata su telescopi da terra e dallo spazio. Numerosi gruppi di ricercatori e tecnologi INAF collaborano a consorzi internazionali per la progettazione, la costruzione e l'integrazione di strumentazione innovativa, ricoprendo al contempo anche ruoli di management ed eventualmente di supporto all'industria italiana.

Di seguito è riportata una lista non esaustiva di strumentazione in fase di costruzione, o recentemente completata, per telescopi ottici/infrarossi ground-based:

- **GIARPS**, spettrografo ad alta risoluzione ottico e infrarosso installato al TNG;
- **SPHERE**, spettropolarimetro ad alta risoluzione operante a ESO-VLT;
- **ESPRESSO**, spettrografo ad alta risoluzione per ESO-VLT in fase di integrazione finale;
- **MOONS**, spettrografo multi oggetto per ESO-VLT in fase di costruzione;
- **FLAO-SOUL**, il sistema di ottica adattiva singolo-coniugata operante a LBT;
- **ARGOS**, il sistema adattivo per la correzione del ground-layer di LBT basato su laser Rayleigh, attualmente in fase di commissioning;
- **NIRVANA**, l'imager ad alta risoluzione per il vicino infrarosso con modalità



interferometrica di LBT, attualmente in fase di commissioning;

- **SHARK**, imager con capacità coronografiche per il visibile ed il vicino infrarosso di LBT in fase avanzata di design;
- **WEAVE**, spettrografo multi-oggetto per WHT (la Palma) in corso di costruzione;
- **NTE**, imager-spectrograph per il NOT (la Palma) in corso di costruzione;
- **ERIS**, imager e integral field spectrograph ad alta risoluzione spaziale per l'ESO-VLT in corso di disegno avanzato;
- **SOXS**, spettrografo per ESO-NTT che ha superato la fase di design e si appresta ad iniziare quella di realizzazione;
- **ESCAPE-CorMag** (INAF istituto PI) per la base Concordia in Antartide: coronografo solare con spettropolarimetro elettro-ottico per il visibile e vicino infrarosso in corso di sviluppo.
- **LSPE/STRIP**, telescopio per Osservazione in polarizzazione della CMB in banda Q e banda W.
- **ALMA BAND 2**, sviluppo di ricevitore in Banda 2 per ALMA (67-116 GHz)

f)

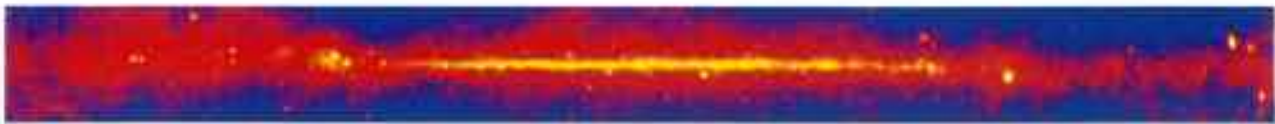
A quanto sopra si deve aggiungere la selezione di INAF per gli studi e la realizzazione dei seguenti strumenti e componenti per **E-ELT**:

- **MAORY** (INAF istituto PI), modulo di ottica adattiva multi-coniugata di prima luce, attualmente in fase realizzativa (fase B);
- **HIRES** (PI Università di Firenze associato INAF), spettrografo multibanda ad alta risoluzione spettrale;
- **MICADO**, l'imager vicino infrarosso ad alta risoluzione di prima luce;
- Test ottici dello specchio adattivo **M4** del telescopio;

Nell'ambito del progetto **CTA** ovvero la realizzazione di un grande osservatorio da terra nella banda delle altissime energie (TeV), l'Italia sta dando un importante contributo attraverso il progetto ASTRI. Iniziato come progetto bandiera MIUR, ASTRI ha realizzato un prototipo end to end di telescopio della classe SST di CTA che in questo

momento è in fase di test all'osservatorio di Serra La Nave. Grazie ai fondi "Astronomia Industriale" ottenuti dal MISE il progetto è entrato in una nuova fase che porterà all'installazione in un sito opportuno di un array di 9 telescopi denominato "ASTRI Mini-Arra". Il ASTRI Mini-Array costituirà a tutti gli effetti un precursore di CTA nella classe SST (Small Size Telescope). INAF sta inoltre definendo con il MIUR i dettagli del finanziamento per la partecipazione a CTA ed il sostegno ai precursori.

INAF ha partecipato allo sviluppo tecnologico di **SKA** fin dall'inizio del progetto con la partecipazione al programma SKADS (Square Kilometer Array Design Study) nell'ambito del programma quadro FP6. La Commissione europea ha riconosciuto al progetto Square Kilometre Array lo status di "Landmark Project": uno dei più importanti su cui puntare nel prossimo futuro. Lo ha inserito nella Roadmap 2016 pubblicata nell'ambito dello European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). Attualmente INAF è membro di vari consorzi SKA (central signal processing, dish, low frequency aperture array, telescope manager, advanced instrumentation program on phased array feed). INAF sta realizzando dimostratori di small aperture arrays, Medicina Array Demonstrator (MAD) e Sardinia Array Demonstrator (SAD) basati su antenne Vivaldi, per poter acquisire esperienza e tecnologie per una possibile applicazione al low frequency aperture array della parte a bassa frequenza di SKA (SKA-LOW1). Inoltre INAF è fortemente coinvolta nel dimostratore AAVS1 situato nel deserto Australiano del Murchison Radio Observatory (MRO), sito selezionato che ospiterà SKA-LOW. Per la verifica di questi radiotelescopi, INAF ha sviluppato un sistema basato su un drone (UAV) dedicato alle misure per la caratterizzazione e la calibrazione in situ. Oltre a ciò, nell'ambito di una collaborazione internazionale INAF sta sviluppando PHAROS2, un Phased Array Feed (PAF) criogenico per la banda C (4-8 GHz) costituito da un array di antenne Vivaldi raffreddate a 20 K, da una Warm Section per il filtraggio e la conversione del segnale e da un backend digitale per il beamforming.



Inoltre INAF ha partecipato attivamente alle fasi di progettazione e sviluppo tecnologico del progetto European Solar Telescope (EST), la più grande facility europea dedicata allo studio ed al monitoraggio del Sole. Con l'inserimento nella Roadmap di ESFRI, EST è stato riconosciuto come infrastruttura strategica per la ricerca solare europea dei prossimi decenni. Il contributo INAF ha riguardato il sistema di MCAO e wavefront sensing, strumenti di piano focale (interferometri Fabry-Perot, broad-band imager), controllo, gestione dati, sistemi di controllo termico. Le attività legate allo sviluppo ed alla prototipizzazione di EST sono state finanziate nell'ambito progetto H2020 SOLARNET 2019-2022. INAF partecipa al progetto con le seguenti attività:

- Realizzazione del prototipo del sistema MCAO EST con 5 DMs (responsabile attività KIS),
- Sviluppo da parte del team INAF di un sensore WFS Shack-Hartmann modulare con formato effettivo 1kx1k e 1kHz frame rate,
- Accesso virtuale garantito dal team INAF ai dati IBIS tramite l'archivio IBIS-A,
- Partecipazione allo sviluppo del disegno concettuale del Narrow-Band Tunable Filter Imager per EST (responsabile dell'attività UTOV) e della piattaforma SPRING per osservazioni sinottiche multibanda (responsabile attività KIS).
- Previsione dei parametri dell'atmosfera per la previsione della turbolenza e l'ottimizzazione delle osservazioni da terra

INAF è impegnato da anni allo sviluppo di tecnologie per il completamento del piano focale di ALMA con l'installazione della cartridge in Banda 2. Grazie agli studi, tuttora in corso, si è conclusa la Preliminary Design Review dimostrando la possibilità di costruire ricevitori con il 50% della banda (67-116 GHz) attualmente record mondiale anche in termini di sensibilità. Naturale conseguenza degli studi è stato quello di un coinvolgimento di INAF in un consorzio con L'Olanda (NOVA) e La Svezia (GARD – Chalmers) per rispondere alla competizione internazionale per la produzione di 73 Cartridge criogeniche in

Banda 2 per ALMA. La proposta, tuttora in fase di valutazione da parte di ESO, se accettata permetterà ad INAF di contribuire attivamente e con un ruolo fondamentale alla produzione dei ricevitori a 67-116 GHz nel periodo 2019 – 2022. In particolare, nell'ambito della proposta INAF avrà il compito di assemblare, calibrare e qualificare il ricevitore per la fase della Critical Design Review: si occuperà della gestione tecnica delle guide d'onda della cartridge e si occuperà dell'interfaccia tecnica con ESO per la produzione dei componenti ad alta tecnologia (feed horn, OMT, LNAs).

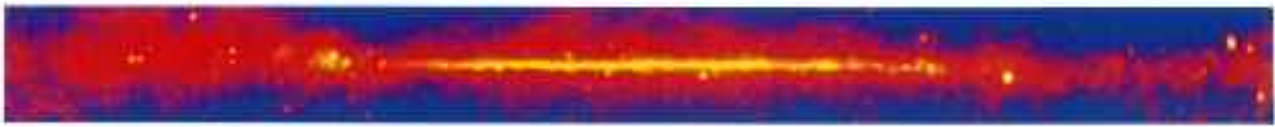
Di seguito è riportata una lista non esaustiva di satelliti e strumentazione per missioni spaziali recentemente lanciate, o prossime al lancio:

- Il satellite **GAIA** lanciato nel dicembre 2013;
- Gli strumenti SERENA, SIMBIO-SYS e ISA (INAF istituto PI) per il satellite **BEPICOLOMBO** (lanciato 2018);
- Lo strumento METIS (INAF istituto PI) per il satellite **SOLAR ORBITER** (lancio previsto nel 2020);
- Gli strumenti DREAMS e MA_MISS (INAF istituto PI), CASSIS e NOMAD (INAF istituto co-PI) a bordo delle missioni del programma **EXOMARS** (lancio 2020);
- Il satellite **CHEOPS**, prima missione di classe "S" dell'ESA (lancio 2019);
- Lo strumento ASPIICS per la missione **ESAProba-3** (lancio 2019).

g)

A queste vanno aggiunte le future missioni spaziali già selezionate definitivamente da ASI, ESA o NASA:

- I sistemi di controllo e acquisizione dei dati per gli strumenti VIS e NISP a bordo del satellite **EUCLID**, seconda missione ESA di classe M (lancio 2021);
- I Gas Pixel Detectors al piano focale del satellite **IXPE**, Small Explorer NASA (lancio 2020), e tutta la catena di acquisizione e calibrazione dei dati;



- Gli strumenti JANUS e MAJIS a bordo del satellite **JUICE** (2022), prima missione ESA di classe L;
- I 26 telescopi e il sistema di controllo di tutto il payload del satellite **PLATO**, terza missione ESA di classe M (lancio 2026);
- Il sistema criogenico di controllo attivo del background per lo strumento X-IFU a bordo del satellite **ATHENA**, seconda missione ESA di classe L (lancio 2031), e l'elettronica di controllo e acquisizione dati dello strumento.
- La costellazione di cubesat **HERMES**, per la localizzazione e lo studio dei GRBs. Il primo lancio è previsto nel 2020.

5.1.5.2 Sviluppo di Tecnologie Abilitanti

Tra i progetti di ricerca di base e applicata nelle tecnologie astronomiche, affermatasi a livello internazionale o con la prospettiva di trasformarsi, in breve, in dispositivi o processi rilevanti per la futura strumentazione astronomica, si elencano i seguenti:

Ottiche Attive ed Adattive: Nel campo delle Ottiche Adattive INAF, insieme all'industria italiana, ricopre da molti anni una posizione di chiara leadership mondiale. I sistemi di ottica adattiva basati su specchi deformabili ad attuazione elettro-magnetica di grandi dimensioni, correntemente installati nei più grandi telescopi al mondo, sono stati tutti derivati dallo sviluppo iniziale di INAF per il Large Binocular Telescope (LBT) e prodotti dall'industria italiana in collaborazione con INAF.

Anche nel settore dei sensori di fronte d'onda (sensori "a piramide") e nelle applicazioni più innovative dell'Ottica Adattiva quali quella multi-coniugata (MCAO) INAF e l'industria italiana sono in una posizione di assoluta preminenza a livello mondiale. Tale posizione di preminenza è stata senza dubbio resa possibile dalla partecipazione italiana al Large Binocular Telescope (LBT), che ha fornito un formidabile laboratorio per lo sviluppo e messa a punto di queste tecnologie.

INAF e l'Industria italiana affrontano le nuove sfide europee quali EELT contribuendo allo specchio deformabile M4 ed al modulo post-focale di

MCAO (MAORY) e continuando a contribuire con la propria tecnologia proprietaria alle grandi facility americane come GMT.

INAF sviluppa e collabora a sistemi adattivi singoli coniugati (SCAO) ed estremi XAO sia nel vicino infrarosso che nel visibile basati su sensori di fronte d'onda a piramide per VLT, E-ELT e TMT.

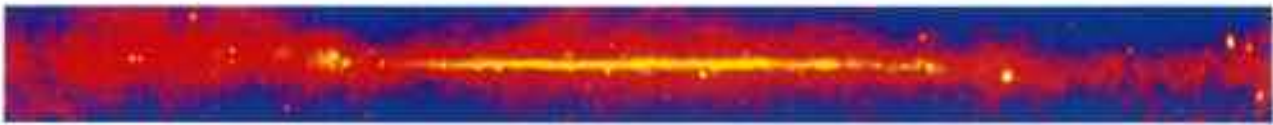
Gran parte della comunità INAF operante nel campo, recentemente riunitasi sotto il Laboratorio Nazionale di Ottica Adattiva (ADONI), continua a sviluppare e a promuovere tecniche e tecnologie innovative come ad esempio:

- l'ottica adattiva multi-coniugata (MCAO) nell'intervallo spettrale visibile per telescopi di classe 8m;
- l'ottica adattiva multi-coniugata globale (GMCAO) indirizzata ai grandi telescopi del prossimo futuro;
- lo studio dei parametri della turbolenza atmosferica e loro previsione finalizzati all'ottimizzazione delle osservazioni;
- l'implementazione di rivelatori di ultima generazione ad alta velocità di lettura ed alta efficienza;
- Ottiche adattive per polarimetria ad alta sensibilità e accuratezza.
- Wavefront sensing a grande campo.

ed applicazioni della tecnologia anche ad ambiti non convenzionali di concerto con l'industria italiana, come ad esempio la spazializzazione di sistemi adattivi e ingegnerizzazione degli stessi in ambito medico-industriale).

Nel campo dell'Ottica Attiva INAF ha parimenti un eccellente posizionamento a livello internazionale, grazie alla realizzazione dei sistemi per VST e TNG e alla partecipazione a LBT, sempre in stretta collaborazione con l'industria italiana di opto-meccanica di precisione.

Tecnologie per le Alte Energie: lo sviluppo di tecnologie e strumentazione per l'Astrofisica delle Alte Energie costituisce da sempre uno dei campi di eccellenza degli istituti INAF. Le linee lungo le quali, negli ultimi anni, si sono concentrati prevalentemente gli interessi della comunità tecnologica dell'INAF sono:



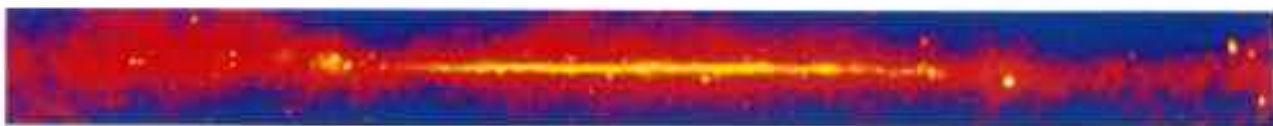
- Microcalorimetri a transizione di fase superconduttiva Transition Edge Sensor (TES) e relative tecnologie criogeniche;
- polarimetri ad effetto fotoelettrico basato su tecnologia Gas Pixel Detector (GPD) e polarimetri Compton nella banda X duri/gamma molli;
- Single Photon Avalanche Diode (SPAD) e SiPM sia per la rivelazione di fotoni X e gamma che per la rivelazione di luce Cherenkov;
- Large-area e multi-pixel Silicon Drift Detectors (SDD) per timing, imaging e spettroscopia nella banda 0.5-50 keV;
- calorimetri basati su nuovi cristalli scintillatori di nuova generazione come il $\text{LaBr}_3[\text{Ce}]$;
- Rivelatori "ibridi" (cristalli scintillatori letti da SDD) per la rivelazione simultanea di fotoni nella banda X/gamma, da 5 keV a qualche MeV (impiegati sia in HERMES che in Theseus);
- lenti di Laue a larga banda per la focalizzazione di raggi X e gamma;
- sensori 3D di CZT/CdTe per spettroscopia, imaging e polarimetria a scattering in raggi X duri/gamma molli;
- sviluppo di ottiche multilayer per raggi X molli e duri;
- segmenti di specchi di vetro sottili (0.4 mm) formati a caldo;
- specchi con formatura a freddo;
- sviluppo di specchi polinomiali sottili (2 mm, 50 cm diametro) con risposta piatta su grande campo (1 deg).

A tali attività, prettamente legate allo sviluppo di rivelatori ed ottiche per l'Astrofisica delle Alte Energie, viene affiancato un significativo sviluppo dell'elettronica analogica e digitale (e.g. ASIC e FPGA) e dell'elettronica criogenica (e.g. SQUID), tecnologie fondamentali e complementi essenziali per un pieno sfruttamento di rivelatori innovativi. Nel loro complesso, le linee di sviluppo perseguite hanno permesso alla comunità INAF delle Alte Energie di partecipare con ruoli importanti e spesso di primo piano alle Call for Missions dell'ESA nell'ambito del programma Cosmic Vision. In particolare, l'INAF riveste un ruolo di

primo piano (co-PI-ship dello strumento principale) nella missione ATHENA, selezionata dall'ESA per lo slot L2 (lancio previsto nel 2028), con strumentazione basata sulla tecnologia dei microcalorimetri a transazione di fase superconduttiva per raggi X.

Nell'ambito delle missioni di classe media (M), l'INAF ha rivestito un ruolo di primo piano (PI-ship di missione) nella missione per raggi X studiata dall'ESA come candidata M3, LOFT, nata dallo sviluppo tecnologico INAF-INFN delle SDD di grande area ed ora evoluta in eXTP (con la Cina, attualmente in fase B, per un lancio intorno al 2025) e STROBE-X (con la NASA, selezionata tra i concetti della classe Probe nell'ambito della Decadal Survey). Anche per la call M4 l'ESA ha selezionato una missione candidata concepita nell'INAF e basata sugli sviluppi tecnologici per i polarimetri X fotoelettrici realizzati in INAF-INFN. La missione, XIPE, a PI-ship INAF, è stata studiata presso l'ESA come candidata M4 (lancio 2025-26). La stessa tecnologia è anche alla base della missione IXPE, approvata dalla NASA come missione SMEX (lancio 2020). In questo caso l'INAF ha la responsabilità dell'intero del piano focale. Infine, nell'ambito della Call M5, la missione Theseus, a PI-ship INAF, è una delle 3 candidate che si contenderanno il lancio nel 2032. Il payload include anche uno strumento a PI-ship italiana, molto simile a quello impiegato a bordo della costellazione di cubesat HERMES.

Ottiche per Telescopi Cherenkov: La partecipazione di INAF a CTA ed in particolare alla realizzazione degli SST (small size telescope) ha dato un particolare impulso alla ricerca nel campo delle tecnologie replicanti per la realizzazione di specchi leggeri ed a basso costo. Le tecniche di riproduzione di specchi ad alta e bassa qualità superficiale mediante replica a freddo (cold slumping) e replica a caldo (warm slumping), sviluppate nel corso di un progetto bandiera MIUR, sono oggi di punta per INAF che condivide una diversificata proprietà intellettuale con il sistema industriale italiano per avviarla anche ad applicazioni non astronomiche. Specchi prodotti con queste tecnologie sono correntemente installati in infrastrutture esistenti (MAGIC2,



prototipo ASTRI) o in via di realizzazione per infrastrutture future (CTA).

Elementi Ottici Olografici: Gli elementi ottici olografici (HOE) si sono affermati negli ultimi anni come una tecnologia di grande valore sia per la caratterizzazione delle ottiche di forma complessa, tipiche della strumentazione astronomica, durante la fase di produzione sia come elementi disperdenti (VPHGS, Volume Phase Holographic Gratings) degli spettrografi per astronomia. INAF ha sviluppato nell'ultima decade un ruolo di assoluta leadership mondiale nel settore proponendosi con successo in percorsi innovativi quali la realizzazione di HOEs riscrivibili a base polimerica/fotocromica e di VPHGs a base fotopolimerica (già in uso al NOT e al Telescopio Copernico di Asiago).

I ricercatori dell'INAF, di concerto con una delle maggiori industrie aerospaziali operanti in Italia, hanno sviluppato la tecnologia denominata "Fly-Eye" che prevede una ripartizione del campo in numerosi sotto-settori ciascuno monitorato con una camera a campo largo di ottica opportuna. La tecnologia "Fly-Eye" è un programma di valore tecnologico particolarmente promettente e dalle possibili applicazioni in diverse aree strategiche del paese quali la difesa, la protezione civile oltre, naturalmente, all'osservazione astronomica.

Sensori piezoelettrici per la misura di polveri, composti volatili e di contaminazione nello spazio. Le microbilance a cristalli piezoelettrici utilizzate fino ad ora per tali scopi sono sempre state di produzione US, anche in caso di missioni europee. L'Agenzia Spaziale Europea ha come obiettivo la realizzazione di questi sensori con prestazioni migliorate (e.g. migliore accuratezza in temperatura) con un know - how e delle facility interamente europee. Il consorzio è guidato da INAF (composto inoltre da CNR, Politecnico di Milano e Kayser Italia) ed ha la leadership europea per lo sviluppo di questo tipo di sensori.

Sistemi di acquisizione ad alta prestazioni/canali multipli: Nell'ambito del progetto SKA-LFAA è stato realizzato un sistema di acquisizione e back-end digitale ad alta integrazione. Il funzionamento

di tali array presuppone la sintetizzazione di un beam il quale può essere 'orientato elettricamente'; A questo scopo è stata sviluppata una scheda (iTPM) ad alte prestazioni in grado di processare 32 segnali analogici nella banda 50-650 MHz provenienti da un gruppo di 16 antenne in doppia polarizzazione e trasmetterlo tramite fibra ottica su una rete Ethernet a 40Gb/sec. Tale scheda è utilizzata anche per realizzare il beamformer digitale del phased array feed criogenico PHAROS2, che ha richiesto la modifica del firmware degli FPGA della iTPM.

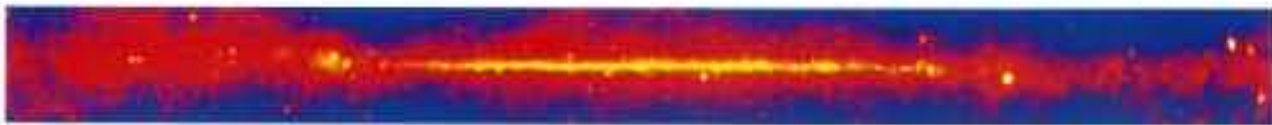
Sistemi per misure di performances di antenne sul campo mediante l'uso di UAV:

La caratterizzazione del diagramma d'irradiazione di antenne a bassa frequenza posizionate in configurazione schiera, direttamente sul terreno, risulta essere difficilmente praticabile con le comuni tecniche di misura. Per questo motivo si è pensato di utilizzare un Unmanned Aerial Vehicle (UAV) equipaggiato con un trasmettitore ad onda sinusoidale come sorgente di riferimento per caratterizzare le antenne nella loro reale condizione di lavoro. Il sistema di misura con UAV sarà prossimamente utilizzato per caratterizzare anche altre antenne progettate per l'utilizzo in ambito SKA dai collaboratori internazionali.

Produzione ricevitori basati su tecnologie RF over Fiber (RFoF):

Nel campo delle tecnologie a Radio Frequenza per SKA-LFAA, INAF ha sviluppato in collaborazione con la grande Industria Italiana una architettura ottimizzata (Design for Manufacturing) che ha portato alla progettazione di un ricevitore integrato, ad alte prestazioni e a basso costo. Sono state incluse tecnologie innovative quali il trasporto del segnale RF su fibra ottica monomodale trasmettendo due segnali RF a larga banda su un'unica fibra, con la tecnica Wavelength Division Multiplexing.

Mitigazione interferenze radio: i segnali radio di natura antropica disturbano pesantemente le misure radio astronomiche; con lo studio di tali fonti di disturbo e la mitigazione dei loro effetti si concorre al miglioramento delle prestazioni dei



radio telescopi, soprattutto a quelle frequenze che ne sono maggiormente influenzate. Un esempio in questo settore è costituito dai filtri a microonde basati su tecnologia "high temperature superconductor" (HTS), sviluppati da INAF.

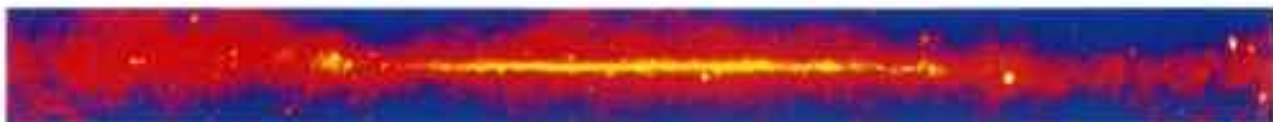
Attuatori meccanici piezo-attuati e a base di leghe a memoria di forma: sviluppati da INAF in collaborazione con il CNR e con alcune università Italiane, questi attuatori non motorizzati, ora in fase pre-prototipale, sono molto promettenti per applicazioni sia dallo spazio (dispositivi non motorizzati di sgancio) che da terra (compensatori di flessione termo-meccaniche).

Tecniche di nanotecnologia applicate alla costruzione di grism al silicio, per spettroscopia ad alta risoluzione: Nell'ambito del progetto per lo studio dell'alta risoluzione spettroscopica, INAF ha realizzato in collaborazione con l'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie - CNR (Roma, ex IESS-CNR), un prototipo di grism al silicio, attualmente in dotazione della camera-spettrografo NICS al TNG. Lo sviluppo dei grism al silicio, per la natura stessa del materiale che ne impedisce il semplice ruling meccanico, coinvolge procedure utilizzate nella nanotecnologia, quali e-beam lithography, anisotropic wet etching.

Tecnologie per array di piano focale e ricevitori criogenici nelle microonde: in questa area di attività, principalmente guidata dallo studio e sviluppo di esperimenti per CMB e ricevitori a bassissimo rumore alle microonde ed onde millimetriche, gli sviluppi sono concentrati principalmente nei seguenti punti:

- Sviluppo di componenti passivi (feed, OMT, guide d'onda, polarizzatori) a larga banda e performanti ed ottimizzazione delle tecniche di fabbricazione (platelet ad elettro-formatura per le quali si stanno sviluppando con l'industria italiana competenze specifiche applicabili anche in altri campi). Per questo l'expertise in INAF è di eccellenza grazie soprattutto all'esperienza su Planck/LFI (30, 44, 70 GHz), ed allo sviluppo del ricevitore in Banda 2+3 per ALMA (67-116 GHz).

- Sviluppo di calibratori criogenici a banda larga (onde centimetriche - microonde) per la calibrazione di strumentazione ad architettura radiometrica e bolometrica, anche in polarimetria, e studio di tecniche e materiali di fabbricazione innovativi. Ne sono esempi il coinvolgimento nei progetti SPE/STRIP e ALMA Banda 2+3 per i quali INAF ha in carico lo sviluppo dei calibratori rispettivamente per i test di sistema e per i test del ricevitore, oltre ad altri progetti CMB-oriented da terra (Tenerife Microwave Spectrograph, per l'osservatorio Quajote, Tenerife) e spaziali (call for F missions ESA, 2026-2028) ai quali INAF contribuisce sostanzialmente alla progettazione e realizzazione.
- Criogenia, intesa più in generale come sviluppo di tecnologie e tecniche per garantire il necessario ambiente per il raffreddamento dei ricevitori e piani focali. INAF ha la responsabilità di sviluppare, costruire ed operare il criostato di LSPE/STRIP ed è dotato di un laboratorio (Cryowaves lab) con facility criogeniche allo stato dell'arte.
- Studio, sviluppo, ottimizzazione e caratterizzazione di ottiche per l'osservazione della CMB grazie anche all'utilizzo di software avanzati e di riferimento (GRASP).
- Sviluppo di tecniche di calibrazione e testing di ricevitori criogenici a bassissimo rumore.
- Sviluppo di Phased Array Feed criogenico banda C a basso rumore per applicazioni radio astronomiche.
- Sviluppo di modulo di ricezione criogenico integrato a doppia polarizzazione in banda 3 mm basato su OMT ed amplificatori MMIC a bassissimo rumore, adatto all'integrazione in un array di piano focale.
- Studio, sviluppo, ottimizzazione e caratterizzazione di ottiche per l'osservazione del CMB grazie anche



all'utilizzo di software avanzati e di riferimento (GRASP). L'INAF è coinvolto in particolare nello studio dell'ottica del satellite LiteBird dell'agenzia spaziale Giapponese (JAXA).

Thermal Engineering: I sempre più elevati livelli di sensibilità richiesti alla strumentazione astronomica, basata sia a terra che dallo spazio, necessitano di un controllo rigoroso delle possibili sorgenti di effetti sistematici e una progettazione dettagliata degli strumenti. Sempre più spesso le prestazioni di sistemi di rivelatori o sistemi ottici richiedono temperature operative, criogeniche e non, molto stabili nel tempo e nello spazio. La progettazione termica e criogenica di queste unità, così come lo studio delle soluzioni tecnologiche per raggiungere e mantenere quelle temperature, costituisce ormai uno dei più importanti passi nella progettazione di strumentazione astronomica. In INAF l'attività "multi-banda" di Thermal Engineering, avviata ormai da anni, è in continuo sviluppo, intraprendendo lo studio, analisi, progettazione e simulazione degli aspetti termici e criogenici di strumenti e missioni del passato, presenti o futuri, quali ad esempio Planck, LSPE-STRIP, Euclid, ARIEL, MAORY, ALMA, PROBA, LiteBIRD, HERMES, Theseus.

- Studio e design dell'architettura termica di payload e strumenti su piattaforma spaziale e da terra
- Progettazione e realizzazione di refrigeratori e sistemi criogenici
- Studio, misura e verifiche di materiali e sistemi a temperature criogeniche
- Misure e test a temperature criogeniche
- Simulazioni termiche (ESATAN-TMS, Sinda/Fluint Sinaps, Thermica)
- Thermal System Engineering
- Thermal AIV/AIT management

Tecnologie informatiche: Per sfruttare pienamente il ritorno scientifico delle nuove facility astronomiche (E-ELT, SKA, CTA, ALMA), è necessario che la comunità scientifica sia in grado di elaborare enormi moli di dati (i.e. centinaia di Petabyte). Le simulazioni numeriche, inoltre possono produrre un flusso di dati superiori a

quelle degli strumenti. Questi aspetti fanno sì che dati prodotti dall'astrofisica ricadano nella tipologia dei Big Data. Tali Big Data sono gestibili solamente tramite una opportuna infrastruttura informatica ed un opportuno know-how all'interno della comunità INAF. In generale, nelle grandi infrastrutture osservative esiste un continuo di attività gestite da sistemi informatici: dal controllo degli strumenti alla gestione delle osservazioni, all'acquisizione, gestione, elaborazione, analisi, archiviazione, retrieval di grandi quantità di dati, generati sia da terra che dallo spazio che da modelli numerici.

- Controllo della strumentazione: in INAF è presente una importante expertise riconosciuta a livello internazionale in tecnologie informatiche relative al controllo di strumentazione, che ha permesso di ricoprire ruoli di responsabilità nei sistemi di controllo e nelle pipeline di riduzione dati per numerosi strumenti sia per osservazioni da terra che dallo spazio, tra cui: VLT (strumenti X-SHOOTER, SPHERE, FLAMES, VIMOS, ESPRESSO e MOONS), LBT (LBC), VST (OMEGACAM), TNG (GIANO), WHT, SRT, CTA, E-ELT e SKA; PLANK (strumento LFI), HRSCHL (SPIRE, PACS e HIFI), GAIA (ground segment), VIRTIS/Rosetta, EUCLID (VIS, NISP, ground segment), PLATO (sistema di controllo dell'intero payload), ATHENA (X-IFU), ARIEL (sistema di controllo dell'intero payload), SPICA (SAFARI) e NASA/OST (eterodina). La decisione strategica di diventare membri della collaborazione TANGO, ha posto le basi per lo sviluppo futuro di sistemi di controllo object-oriented.
- Calcolo ed elaborazione dati: INAF ricopre un ruolo chiave relativamente alle pipeline di riduzione e analisi dati provenienti di strumentazione da terra e dallo spazio, grazie alle competenze specifiche di tipo informatico sulle tecnologie per la distribuzione del calcolo e della gestione dati. INAF ha partecipato a progetti H2020 in questo campo: EOSCpilot che ha

definito l'infrastruttura di cloud per la ricerca europea e ASTERICS che si occupa dell'infrastruttura informatica comune per i telescopi ESFRI. INAF inoltre continua la sua partecipazione in AENEAS che definisce lo sviluppo di futuri European Science Data Center per le esigenze di SKA. Il naturale proseguimento dei lavori di EOSCpilot e ASTERICS è all'interno del progetto H2020 ESCAPE che somma gli aspetti informatici degli ESFRI in astrofisica e astroparticelle alle tematiche proprie dell'iniziativa cloud europea EOSC. INAF ha sviluppato un'infrastruttura italiana di calcolo ed elaborazione dati per lo strumento LOFAR.

- Calcolo ad alte prestazioni: per venire incontro alla necessità di calcolo della comunità astronomica (trasversali ai raggruppamenti scientifici) sono state implementate diverse strategie tra cui: accordo quadro INAF/CINECA per necessità di HPC di classe Tier-0, progetto pilota CHIPP per esigenze di classe Tier-2, accordi con Google per test sulla infrastruttura cloud, infrastruttura cloud Europea per la ricerca attraverso progetti EOSC. Tramite i progetti H2020 ExaNeSt e EuroExa, INAF ha sviluppato alte professionalità nel ambito dell'ottimizzazione e sviluppo di codici sia di astrofisica teorica che di data analysis confermandosi in prima linea in Europa in ambito High Performance Data Analysis (e.g. riduzione e analisi dati LOFAR, SKA). INAF ricopre un ruolo di primo piano per quanto riguarda i progetti FET-HPC, in particolare per quanto riguarda la prototipizzazione di hardware e software e lo sviluppo di codice in ambito astrofisico, per essere in grado di sfruttare le capacità fornite dall'exascale computing.
- Gestione dati: in collaborazione con il progetto Centro italiano Archivi Astronomici, interno alla Direzione Scientifica e principalmente legato alla preservazione e diffusione del dato con tecnologie web, il personale di ricerca

scientifica e tecnologica dell'INAF si occupa di sviluppare i temi di interoperabilità e cura del dato astrofisico. Questo avviene in connessione con lo sviluppo degli standard dell'International Virtual Observatory Alliance (IVOA) cui INAF contribuisce attraverso il cappello del progetto nazionale VObs.it sia in funzione di rappresentanza nell'Alliance che con compiti di coordinazione tecnica della stessa e supporto ai servizi web per la comunità. I temi di interoperabilità e openness sono inoltre ripresi in relazione all'iniziativa EOSC per una cloud scientifica europea di cui ESCAPE è l'incarnazione per gli ESFRI nel campo dell'astrofisica e delle astroparticelle.

- Astroinformatica: l'Astroinformatica è una disciplina che lega l'astrofisica alle tecnologie informatiche e al data mining. In questo campo c'è un'importante esperienza in INAF, basata su gruppi che svolgono ricerca su data mining e statistica, e che hanno messo a disposizione della comunità i relativi strumenti e servizi. Questi servizi si possono utilizzare in un'ampia varietà di contesti scientifici, soprattutto quando metodi più tradizionali risultano meno efficienti.

5.2 Secondo Pilastro: La Ricerca Istituzionale

Negli EPR è presente un insieme di attività di ricerca istituzionale, svolte in conformità allo specifico mandato istituzionale come descritto nella legge istitutiva, nello statuto o in atti amministrativi di alto livello. Esse rappresentano attività "obbligatorie" per gli EPR, perché richieste in modo formale da istanze della pubblica amministrazione cui l'ente di ricerca deve corrispondere. Queste attività sono frequentemente svolte in condizioni di esclusività da parte dell'ente, finanziate attraverso il finanziamento ordinario statale, e quantitativamente e qualitativamente programmabili. Riveste quindi particolare importanza il loro puntuale inserimento sotto forma di obiettivi quali-quantitativi nella programmazione pluriennale dell'Ente, l'esplicitazione dei target organizzativi e di qualità dei processi anche al

fine di offrire i risultati di tale attività ai propri stakeholder alle migliori condizioni.

Un primo censimento di queste attività effettuato nel corso del 2017 ha evidenziato un'ampia varietà di tipologie che sono riportate nell'Allegato 1 a questo documento. Queste attività producono beni, servizi, pubblicazioni istituzionali e conoscenze di interesse del governo, di enti sovranazionali, della pubblica amministrazione, delle comunità scientifiche o dei cittadini, sulla base della ricerca compiuta dagli enti e delle competenze tecnico-scientifiche del proprio personale. In molti casi esse sono regolate da apposite convenzioni.

Le attività di Ricerca Istituzionale, benché non portino alla realizzazione delle stesse tipologie di prodotti caratteristici della Ricerca Scientifica, analogamente a quest'ultima si basano sull'applicazione competente di conoscenza scientifica a casi di particolare complessità del mondo reale. Pertanto, la Ricerca Istituzionale non potrebbe essere svolta senza la disponibilità, all'interno degli enti, di competenze scientifiche. Si realizza in questo modo un'integrazione, a forte ricaduta applicativa, tra ricerca fondamentale, ricerca applicata e attività istituzionali. Ciò è confermato dal fatto che di norma tali attività coinvolgono sistematicamente sia tecnologi sia ricercatori, all'interno del proprio bilancio-tempo.

5.2.1 Le Infrastrutture di Ricerca

5.2.1.1 Le Grandi Infrastrutture da Terra

L'INAF, attraverso infrastrutture proprie o in compartecipazione, offre alla propria comunità di riferimento, ed in taluni casi ad altre comunità relazionate con l'INAF, un panorama di possibilità osservative vario per energia di riferimento (dal Radio al gamma) e per locazione geografica (emisferi e latitudini).

5.2.1.1.1 In Operazioni

Le infrastrutture accessibili all'INAF o gestite dall'INAF sono state rese operative negli ultimi 50 anni; alcune di esse sono ancora operative, nonostante la naturale obsolescenza, altre sono state rinnovate attraverso specifici programmi, altre ancora sono di costruzione recente e recentissima e si possono considerare all'avanguardia.

Il processo di realizzazione di nuove ed innovative Infrastrutture è un processo continuo al quale INAF

prende parte con energia. Nelle pagine che seguono sono riassunti i dettagli salienti delle strutture correntemente operative o accessibili dall'INAF.

5.2.1.1.2 Large Binocular Telescope

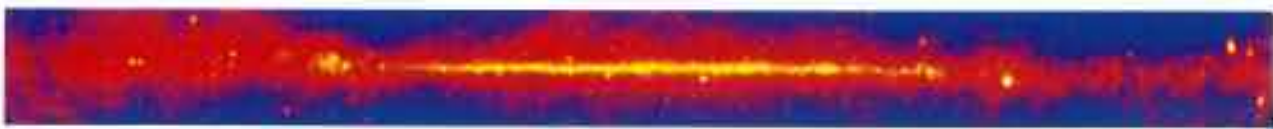
Il Large Binocular Telescope (abbreviato in LBT, in italiano "Grande Telescopio Binoculare"), è il più grande telescopio ottico del mondo. La sua caratteristica è di essere binoculare, con due specchi da 8.4 m. di diametro montati su un'unica struttura. Tecnicamente, è un telescopio a doppia pupilla a montatura altazimutale in configurazione gregoriana, ottimizzato per l'interferometria e l'osservazione a grande campo. E' un telescopio disegnato sin dall'inizio per l'adozione di Ottiche Adattive con un secondario adattivo. Grazie al successo di tale configurazione è correntemente il più grande laboratorio per lo sviluppo di ottiche adattive a livello mondiale.

Il Telescopio LBT offre alla propria comunità di riferimento due camere per Imaging nel Visibile (LBC), costruite dall'INAF, una ottimizzata per il rosso ed una per il blu, gli spettrografi nel visibile (MODS) e nel vicino infrarosso (LUCI). Sono inoltre in fase di installazione un sistema laser per realizzazione di stelle artificiali (ARGOS), un image AO a grande campo nell'IR (LINC) e uno spettrografo ad altissima risoluzione (PEPSI).

Osservazioni Astronomiche:

Il telescopio ha iniziato la sua attività scientifica da pochi anni, in un contesto nel quale il 40% del suo tempo osservativo è ancora dedicato alla installazione di nuova strumentazione e al completamento delle funzionalità operative. Le notti a disposizione della comunità astronomica italiana sono circa 45-50 per anno, e sono gestite tramite un bando aperto all'intera comunità astronomica italiana, emesso annualmente dal Centro Italiano di Coordinamento per LBT.

Per l'anno 2012/2013 sono state richieste 484 ore di osservazione, e per l'anno 2013/2014 621 ore, con un aumento del 30% circa. Di queste, nel 2012/2013 sono state eseguite 123 ore di esposizione (definite come "open shutter time in specifica"). Queste corrispondono a 13 programmi eseguiti (completamente o in maniera quasi integrale). Le osservazioni hanno riguardato i più disparati campi dell'astronomia, dalla detezione di



pianeti intorno a stelle brillanti fino alle galassie nell'Universo primordiale. In totale, oltre 40 articoli sono stati pubblicati nel 2013 facendo uso dei dati raccolti dal telescopio LBT.

Sviluppo di Tecnologie Astronomiche Innovative:

LBT è il più avanzato laboratorio al mondo per lo sviluppo delle ottiche adattive, che non solo permettono di raggiungere le prestazioni migliori per i telescopi odierni ma sono cruciali per la realizzazione dei futuri ELT. In questo contesto, LBT è stato il primo a raggiungere una correzione elevata della deformazione indotta dall'atmosfera, raggiungendo quasi il 90% della correzione teoricamente possibile. Il successo di LBT in questo campo è stato tale che è stato creato un nuovo acronimo per definire questo tipo di performances, XAO (eXtreme Adaptive Optics). Questo sviluppo è interamente merito della tecnologia italiana, considerato che il sistema AO è stato sviluppato dall'INAF-OA Arcetri e da alcune aziende italiane (ADS e MicroGate). Queste ultime, in particolare, stanno capitalizzando il know-how raggiunto ottenendo importanti commesse industriali da altri telescopi non italiani.

Anche alcuni strumenti oggi installati sono unici nel panorama internazionale. La camera a primo fuoco LBC è l'unico imager con elevate prestazioni nell'UV disponibile al mondo ad un telescopio di grande diametro. Lo spettrografo LUCI è stato il primo spettrografo IR ad offrire la modalità Multi Object Spectrograph.

Costi di Esercizio

INAF detiene il 25% della LBT-Corporation, che finanzia e gestisce l'Osservatorio LBT. Corrispondentemente, ha sostenuto il 25% dei costi per la costruzione del Telescopio e della Strumentazione, contribuisce per il 25% ai costi di gestione e garantisce alla comunità Astronomica Italiana il 25% del tempo osservativo. Il Bilancio della LBT Corporation per l'anno in corso è pari a 12.8 MUSD e la quota parte per la partecipazione italiana è pertanto pari a 3.2 M€ parzialmente sostenuto con apposita assegnazione straordinaria di FOE da parte del MIUR. Con la propria dotazione la LBT Corporation provvede alla operatività, manutenzione, promozione e sfruttamento scientifico di LBT.

Assumendo un numero di notti osservative utili pari a 300 anno (stima statistica detratte le notti di manutenzione tecnica e le notti perse per maltempo) il costo unitario della notte osservativa è pari a 42.500 €, sostanzialmente più economico del costo medio dei telescopi della stessa classe 8 mt (65-85 k€ per notte), con gli indubbi vantaggi esclusivi della binocularità.

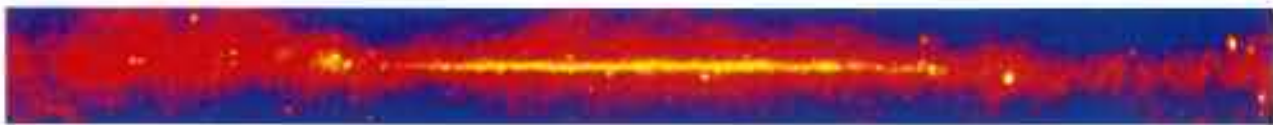
5.2.1.1.3 Sistema dei Radiotelescopi Nazionali

Il Sistema RadioAstronomico Nazionale è correntemente costituito dalle Antenne Single Dish da 32 mt collocate nel sito di Medicina (Bo), la gemella di quest'ultima collocata presso Noto (Sr) ed il Sardinia Radio Telescope (SRT) presso San Basilio in Sardegna. Ad esse si unisca l'antenna "Croce del Nord" anch'essa collocata a Medicina. La "Croce del Nord" è oggi costituita da due rami perpendicolari lunghi 564 metri (Est-Ovest) e 640 metri (Nord-Sud) e possiede un'area di raccolta complessiva di 30.000 mq. Una tale superficie rende l'antenna sensibile a sorgenti radio molto deboli in una finestra di ampiezza 2.7 MHz centrata ad una frequenza di 408 MHz. L'Antenna da 32 metri a Single Dish è progettata per osservare in modo antenna singola ed in modo interferometrico. Per quest'ultimo l'antenna è parte del Consorzio EVN (European Very Long Baseline Interferometry Network). L'antenna lavora nella banda 1.4-23 GHz. L'antenna di Noto è gemella dell'Antenna di Medicina.

Il Sistema RadioAstronomico Nazionale è operato e gestito attraverso La Unità Tematico Gestionale Il "Radioastronomia" della Direzione Scientifica che coordina le azioni dell'Istituto di Radioastronomia di Bologna e dell'Osservatorio di Cagliari che operano le antenne.

Le antenne Single Dish di Noto e Medicina sono in uso corrente nell'ambito del network interferometrico EVN ed offerte per osservazioni Single Dish tipicamente per sorgenti Maser-H₂O e Metanolo e per monitoring radio di oggetti studi extragalattici in sinergia con facilities osservative alle alte energie in progetti multibanda."

SRT è un Radiotelescopio versatile e di alto livello scientifico adatto ad osservazioni per Astronomia



Radio ma anche per studi geodinamici ed applicazioni relative allo spazio. SRT può essere utilizzato come antenna singola oppure coordinata in configurazione VLBI. SRT propone una superficie configurabile di antenna tra le più vaste al mondo combinata con tecnologia all'avanguardia che consente osservazioni ad alta efficienza sino alla banda di 3-mm.

SRT ha svolto nel 2014 la fase di verifica scientifica ed è correntemente adoperato per Osservazioni Astronomiche a carattere scientifico. Nella fase di collaudo e preliminare verifica scientifica sono già stati ottenuti risultati di alto livello come la rilevazione di impulsi radio ad una frequenza di 7 GHz dal Magnetar PSR J1745-2900 nella regione del centro galattico e la verifica della operatività per osservazioni VLBI europea in banda K.

SRT opera nel contesto di collaborazioni e campagne di osservazioni coordinate internazionali quali l'European VLBI Network. SRT è stato costruito con contributi di INAF, del MIUR, dell'ASI e della Regione Autonoma della Sardegna. La struttura è operata interamente da INAF.

Il tempo osservativo di SRT è attribuito pro-quota 20% all'ASI e 80% all'INAF. INAF attribuisce il tempo a progetti osservativi selezionati da un apposito comitato scientifico tra quelli sottomessi attraverso appositi bandi.

5.2.1.1.4 Telescopio Nazionale Galileo

Il Telescopio Nazionale Galileo (TNG) è il primo telescopio della Classe 4-mt costruito interamente dalla Comunità Astronomica Italiana. Esso ha rappresentato e rappresenta un eccellente training della comunità nel settore dello sviluppo e della gestione di una Infrastruttura di ricerca complessa ed al contempo una eccellente opportunità osservativa per la nostra comunità scientifica. A 15 anni dalla messa in esercizio, TNG continua nell'eccellenza con strumentazione nuova e strumentazione rinnovata. Accanto al TNG sorge il Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope, Il più grande telescopio Cherenkov attualmente operato al mondo.

Il TNG offre correntemente alla comunità tempo osservativo su 4 strumenti principali: a) Lo spettrografo a bassa risoluzione con imager per il Visibile DOLORES, b) Lo spettrografo a bassa risoluzione con imager per il vicino infrarosso NICS, c) Lo spettrografo ad alta risoluzione ed alta stabilità specializzato nella ricerca di pianeti extrasolari HARPS. D) Lo spettrografo ad alta risoluzione infrarosso GIANO. HARPS e GIANO possono essere utilizzati simultaneamente attraverso la combinazione GIARPS.

Le notti osservative al TNG sono attribuite attraverso un processo competitivo ai ricercatori Italiani con le seguenti eccezioni: a) 80 notti/anno, garantite al Consorzio HARPS in ritorno per la messa a disposizione dello strumento b) 20% di notti attribuito per diritti territoriali alla Spagna, c) 5% gestito da un comitato internazionale (CCI) secondo gli accordi di cooperazione tra Italia e Spagna per l'astrofisica alle Canarie, d) fino a 28 notti all'anno poste a disposizione attraverso il programma di accesso dell'UE (OPTICON) ai ricercatori Europei. A partire dal 2013, un accordo di collaborazione tra INAF e NOTSA pone a disposizione dei ricercatori scandinavi 20 notti all'anno in cambio di 40 notti al telescopio NOT per i ricercatori italiani.

Dopo l'installazione di Harps-N questo è diventato lo strumento di gran lunga più utilizzato, con il 70% delle notti rivolte allo studio dei pianeti extrasolari. Il resto delle osservazioni riguarda GRN e supernove, riconoscimenti di sorgenti X, popolazioni stellari in galassie e ammassi e asteroidi con orbite vicine alla Terra.

Le pubblicazioni, frutto di osservazioni eseguite con TNG e apparse su riviste con referee, sono costantemente monitorate e negli ultimi tre anni si attestano ad un livello medio di 50/anno.

MAGIC è un telescopio stereoscopico per raggi gamma che, non essendo soggetti ai campi magnetici, arrivano sulla Terra conservando integra l'informazione sui processi che li hanno generati. Sono prodotti da eventi straordinariamente energetici che avvengono in situazioni particolari nel nostro universo: collassi gravitazionali e onde d'urto che si generano in prossimità di buchi neri durante il loro accrescimento, resti di supernova o Gamma Ray Bursts (GRB).



L TNG è gestito attraverso la Fundación Galileo Galilei (FGG), di diritto spagnolo.

Il TNG è contestualizzato in ORM (Observatorio del Roque de los Muchachos), uno degli Osservatori Internazionali di maggiore tradizione ed importanza. L'INAF si adopererà nel triennio per rinforzare le relazioni e le sinergie con altre realtà presenti in ORM, al fine di ottimizzare i costi di gestione e la produttività delle infrastrutture nel suo complesso, come auspicato e fortemente sostenuto da ASTRONET (Coordinamento Europeo per la Astronomia).

In quest'ottica, sono appena state attivate partecipazioni Italiane allo strumento WEAVE per il WHT (William Herschel Telescope – Operato ad ORM da STFC attraverso ING) ed allo strumento NTE per il NOT (Nordic Optical Telescope – Operato da NOTSA per conto di Svezia, Danimarca, Norvegia e Finlandia). In questo quadro si colloca anche l'accordo, già citato, di scambio di notti osservative tra NOT e TNG.

Costi di Esercizio

Il Bilancio annuale della FGG è pari a **2.5 M€** a carico dell'INAF e sostenuto con apposita assegnazione straordinaria di FOE da parte del MIUR. Con la propria dotazione la FGG provvede alla operatività, manutenzione, promozione e sfruttamento scientifico del TNG.

Assumendo un numero di notti osservative utili pari a 300 anno (stima statistica detratte le notti di manutenzione tecnica e le notti perse per maltempo) il costo unitario della notte osservativa è pari a 8.300 €, sostanzialmente più economico del costo medio del telescopio della stessa classe 8 mt (10-15 k€ per notte).

5.2.1.1.5 European Southern Observatory

VLT Very Large Telescope

Il VLT si pone come la più importante struttura per l'Astronomia da terra all'inizio del terzo millennio. È lo strumento ottico più avanzato al mondo, composto da quattro telescopi principali (Unit Telescopes: UT), con specchi primari di 8,2 metri di diametro e da quattro telescopi ausiliari mobili (Auxiliary Telescopes: AT) di 1,8 metri di diametro. I telescopi possono essere combinati a formare un interferometro gigante, il Very Large Telescope

Interferometer dell'ESO (VLTI), che consente agli astronomi di vedere dettagli fino a 25 volte più fini rispetto a quelli osservabili con i singoli telescopi. Nel VLTI i fasci di luce sono combinati per mezzo di un sistema complesso di specchi in tunnel sotterranei che devono mantenere uguali i percorsi del segnale luminoso a meno di 1/1000 mm lungo un percorso di oltre cento metri. Con questo tipo di precisione il VLTI può ricostruire immagini con una risoluzione angolare del millesimo di arcosecondo, equivalente a distinguere i fari di un'automobile alla distanza della Luna. I telescopi di 8,2 metri di diametro possono essere usati anche individualmente. Con un telescopio di questa dimensione si possono ottenere immagini di corpi celesti fino a magnitudine 30 con un'esposizione di un'ora. Questo corrisponde a vedere oggetti che sono quattro miliardi di volte meno luminosi di quelli che possono essere visti a occhio nudo.

Il VLT offre 12 strumenti di piano focali, 3 per UT, oltre al fuoco interferometrico alimentabile dalle UT stesse o dai piccoli telescopi ausiliari da 1.8 mt. Gli strumenti di piano focale coprono dall'ultravioletto al medio infrarosso e sono specializzati ciascuno per un'esigenza osservativa specifica: imaging, spettroscopia a varie risoluzioni, campo integrale, polarimetria, etc. etc. La produzione scientifica del VLT è tanto abbondante e varia al punto che l'Infrastruttura si colloca agli assoluti vertici per produttività scientifica a livello mondiale, distaccando in molti casi le dirette concorrenti. Questo anche per via del metodo di attribuzione del tempo osservativo che avviene mediante la sottomissione di proposte giudicate da un apposito comitato scientifico, garantendo la massima qualità nei prodotti. Gli Astronomi Italiani fanno grande uso del VLT, sottoponendo proposte di successo ed interpretando e pubblicando i dati in modo efficiente.

L'Italia ha contribuito pro-quota alla realizzazione dei Telescopi del VLT in quanto membro dell'organizzazione inter-governativa (ESO) che lo ha realizzato. L'industria Italiana ha fornito importanti parti dell'Infrastruttura, tra le quali la meccanica delle Uts.

Consorzi internazionali a partecipazione Italiana hanno, nel corso degli anni, disegnato, costruito,



installato e, in taluni casi, operato strumenti di successo al VLT. Tra di essi lo spettrografo multi-oggetto nel visibile VIMOS (recentemente dismesso), lo spettrografo multi-oggetto a fibre FLAMES-GIRAFFE, lo spettrografo a bassa risoluzione e larga banda spettrale X-shooter, lo spettrografo per il fuoco combinato non coerente ESPRESSO.

Per la parte interferometrica l'INAF ha contribuito alla realizzazione del rivelatore di frange di interferenza FINITO e dello strumento interferometrico di piano focale AMBER.

Tutti i ricercatori italiani che si occupano di Astronomia possono richiedere tempo osservativo al VLT. Il tempo viene assegnato per selezione competitiva. Molti progetti osservativi ed alcuni progetti tecnologici vengono sviluppati insieme con le Università.

VST – VLT Survey Telescope

Il VST è un telescopio alt-azimutale di ricognizione a grande campo, con un'apertura di 2,6 metri che è stato installato e reso operativo nel 2007 presso l'Osservatorio ESO di Cerro Paranal, in Cile.

Il VST è correntemente equipaggiato con la camera a campo largo Omega-CAM come singolo strumento offerto. Omega-CAM copre 1 grado quadrato di cielo campionandolo con 268 Megapixels nella banda 0.3-1.0 μm . L'associazione VTS-Omega-CAM è indicata per osservazioni di rassegna. 3 Survey pubbliche sono programmate ed in alcuni casi le osservazioni relative sono iniziate: a) KIDS (The Kilo-Degree Survey), b) VST ATLAS, c) VPHAS+ (The VST Photometric H-alpha Survey of the Southern Galactic Plane).

Il VST è stato concepito e costruito in seno ad un accordo tra l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte-Napoli (OACN poi confluito in INAF) e l'ESO, stipulato nel 1997. Come descritto nell'accordo e nel Memorandum of Understanding firmato dalle parti nell'anno successivo, l'INAF (allora OACN) si è fatta carico della realizzazione del Telescopio e della collaborazione al suo collaudo ed alla verifica scientifica; ESO ha costruito l'infrastruttura in loco (Cupola, etc.) e ne sostiene l'esercizio e la manutenzione.

Tutti i ricercatori italiani che si occupano di Astronomia possono richiedere tempo osservativo al VST. Il tempo viene assegnato per selezione

competitiva. Molti progetti vengono sviluppati insieme con le Università.

NTT – New Technology Telescope

ESO opera da decenni a la Silla NTT (New Technology Telescope). INAF ha proposto ed ottenuto il via libera a costruire lo spettrografo a risoluzione intermedia SOXS. In fase di avanzato disegno SOXS sarà costruito ed installato nei prossimi anni fornendo un prezioso contributo per l'osservazione dell'universo transiente con particolare riferimento alle controparti ottiche delle onde gravitazionali.

ALMA

ALMA è un radiointerferometro astronomico all'avanguardia, che comprende uno schieramento di 66 radiotelescopi da 12 e 7 metri che osservano alle lunghezze d'onda tra millimetriche e sub-millimetriche (0.3-9.6 mm). ALMA è correntemente la più grande Infrastruttura per la Ricerca Astronomica in esercizio al mondo ed è installato presso il Llano de Chajnantor a 5000 metri sulle Ande Cilene.

ALMA è un osservatorio versatile concepito per contribuire a svariati casi scientifici. Tra questi:

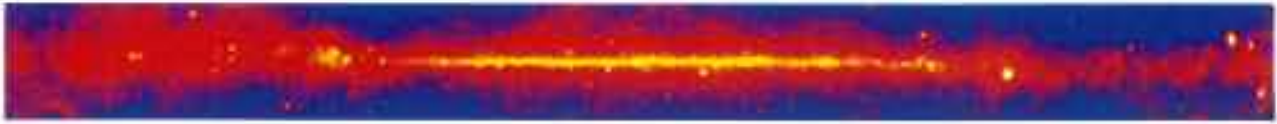
- Cosmologia ed Universo ad Alto Redshift;
- Galassie e Nuclei Galattici;
- Mezzo interstellare, formazione stellare ed astrochimica;
- Dischi circumstellari, pianeti extra-solari e sistema solare;
- Evoluzione stellare e Sole.
-

L'INAF e l'Italia hanno contribuito alla realizzazione di ALMA attraverso la loro partecipazione ad ESO. Importanti contratti per la costruzione dell'Array sono stati assegnati ad imprese italiane. INAF opera inoltre a Bologna un Alma Regional Center (ARC) che fornisce supporto ai ricercatori che si accostano alla infrastruttura.

5.2.1.2 In Costruzione

5.2.1.2.1 CTA Cherenkov Telescope Array

L'Osservatorio CTA sarà lo strumento da terra dedicato alle alte energie dei raggi gamma della prossima generazione. Sarà operato come un



osservatorio aperto alla comunità ed aiuterà ad approfondire la conoscenza dell'universo non termico ad alta energia.

CTA è un osservatorio nella banda dei raggi gamma (GeV e TeV). A queste bande il meccanismo di generazione dei fotoni non può essere termico, non ci sono oggetti celesti sufficientemente caldi, ma deve necessariamente essere non-termico, originato da shocks relativistici, da interazione con i campi magnetici etc. Il flusso e la distribuzione in energia dello spettro nella regione dei gamma riflettono il corrispondente flusso e distribuzione della particelle ad alta energia. Di conseguenza, possono essere utilizzati per tracciare la presenza di raggi cosmici e di elettroni in regioni distanti della nostra galassia od anche in altre galassie.

L'Osservatorio CTA sarà utilizzato per osservare:

- Sorgenti gamma della nostra galassia: Residui di Supernovae, Pulsars, regioni di formazione stellare, il centro galattico, binarie-X e microquasars.
- Sorgenti gamma extragalattiche: Nuclei Galattici Attivi, Luce di Background Extragalattica, Gamma-Ray Bursts, Clusters di Galassie.
- Fisica Fondamentale: Materia Oscura, Gravità Quantistica, Raggi Cosmici carichi.

E' inoltre previsto l'uso di CTA per una mappatura del cielo a queste energie.

CTA Observatory (Società no-profit di diritto privato Tedesco partecipata dagli Enti).

L'INAF contribuisce a CTA nel settore dei "piccoli Telescopi" ovvero i telescopi da 4 metri, parte dell'Array, necessari per monitorare la parte ad alta frequenza dello spettro elettromagnetico di interesse per CTA. Lo sviluppo di questi telescopi è stato condotto nel contesto del Progetto Bandiera ASTRI per la costruzione di una stazione prototipale di tali telescopi completi di strumentazione e controllo presso il sito di Serra La Nave (Catania).

INAF è socio fondatore della GmbH e ne forma parte rilevante (seconda dopo la Germania). Attraverso la GmbH, INAF governa il processo di realizzazione e successivamente di operazione dell'Array CTA nel suo complesso. Nel 2016 l'Italia

è stata scelta come sede del quartier generale di CTA (Bologna) ed il MIUR ha proposto ai partners internazionali l'ERIC come forma legale per la governance del progetto.

La Collaborazione CTA vede personale delle Università e di altri enti di Ricerca (es. INFN) collaborare con i ricercatori INAF al progetto

Costi di Costruzione ed Esercizio

Il contributo italiano a CTA è previsto dell'ordine di 50 M€ nell'arco di 10 anni dei quali il 25% di contributo diretto alla ERIC ed il 75% come contributo in-kind attraverso commesse industriali all'industria italiana. I criteri di ripartizione dei costi di esercizio (e relativo ritorno in termini di proprietà intellettuale) sono correntemente oggetto di negoziazione nell'ambito della definizione dello statuto dell'ERIC.

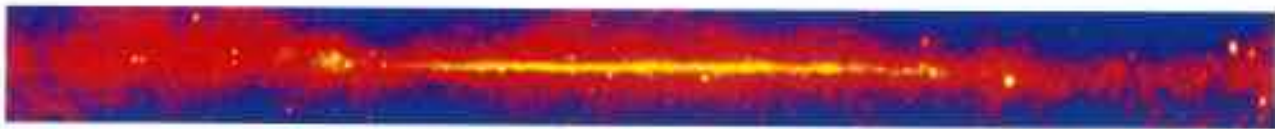
In questa fase transitoria INAF sostiene le attività preliminari e gli studi per la fase di disegno e configurazione con circa 2M€/anno.

5.2.1.2.2 SKA Square Kilometer Array

Il progetto SKA (Square Kilometer Array) costituisce il più ambizioso progetto radioastronomico attualmente in fase di studio. Sarà un network caratterizzato da un 1 km quadrato di area di raccolta, un grande campo di vista, un'estensione di alcune migliaia di km e tecnologie innovative per ricevitori, trasporto ed elaborazione del segnale e calcolo. Lavorerà su un grande intervallo di frequenze con un miglioramento di 50 volte in sensibilità e di oltre 100 volte in velocità di osservazione del cielo rispetto agli strumenti attuali.

Le caratteristiche senza precedenti di un radio telescopio come SKA consentiranno di approfondire lo studio della formazione ed evoluzione delle prime stelle e galassie dopo il Big Bang, il ruolo del magnetismo cosmico, la natura della gravità e, possibilmente, lo studio della vita oltre la terra.

Ancorché il grande salto in termini di performance tra i radiotelescopi esistenti e SKA non consenta una visione completa della scienza che SKA potrà fare, i seguenti casi scientifici sono stati utilizzati in



fase di disegno per definire i requisiti di alto livello per la sua costruzione:

- Evoluzione delle Galassie, Cosmologia ed Energia Oscura
- Tests dei campi gravitazionali forti usando Pulsars e Buchi Neri
- Origine ed Evoluzione del magnetismo Cosmico
- Sondare l'alba del cosmo
- Le origini della vita nell'Universo

Personale Universitario associato all'INAF partecipa agli sviluppi tecnologici e scientifici relativi a SKA.

Nel 2015 l'Italia (MAECI) è stata incaricata di condurre i negoziati internazionali per la formazione di una IGO (Inter Governmental Organisation) che subentri alla attuale società no-profit di diritto privato inglese che correntemente governa il progetto. La sottoscrizione del trattato per la IGO (che necessiterà in seguito una ratifica parlamentare) è avvenuta nel Marzo del 2019.

Costi di Costruzione ed Esercizio

Il contributo italiano a SKA non è correntemente definito e verrà stabilito solo a valle della formazione della IGO. Una stima basata su una suddivisione percentuale dei costi previsti per la realizzazione dell'opera indica in 100 M€ in 10 anni l'impegno italiano nella infrastruttura.

In questa fase transitoria INAF sostiene le attività preliminari e gli studi per la fase di disegno e configurazione con circa 2M€/anno.

5.2.1.2.3 E-ELT European Extremely Large Telescope

Il "European Extremely Large Telescope (E-ELT)" è un telescopio da terra della classe ELT (Telescopi estremamente grandi) in corso di avanzato disegno, coordinato da ESO. Si tratta di un telescopio con un primario segmentato da 39.3 metri di diametro (il più largo attualmente in programmazione al mondo) intrinsecamente dotato di ottica adattiva per la correzione della turbolenza atmosferica (unico al mondo sotto questo aspetto). Il telescopio sarà dotato di

strumenti multipli con varie funzioni: sei sono correntemente programmati ed allo studio.

Una volta in operazione, E-ELT sarà il telescopio con l'area di acquisizione più larga al mondo (circa 25 volte superiore al più grande telescopio correntemente operato). Con l'ottica adattiva integrata EELT raggiungerà risoluzioni spaziali oggi impossibili che, unite alla grande area di acquisizione, consentiranno Osservazioni ad oggi di difficile previsione.

Le linee guida Scientifiche utilizzate per guidare il disegno del telescopio, comprendono: a) la rivelazione e caratterizzazione chimica di pianeti extra-solari di tipo terrestre, b) caratterizzazione di oggetti primordiali quali le prime stelle e le prime galassie, c) misura diretta della variazione delle costanti fisiche fondamentali.

Il tempo Osservativo all'E-ELT verrà assegnato come già avviene per le altre infrastrutture operate dall'ESO, in modo competitivo attraverso la sottomissione di proposte e la loro valutazione da parte di appositi comitati. Ciò a garanzia della qualità dei programmi scientifici ammessi all'uso dell'infrastruttura.

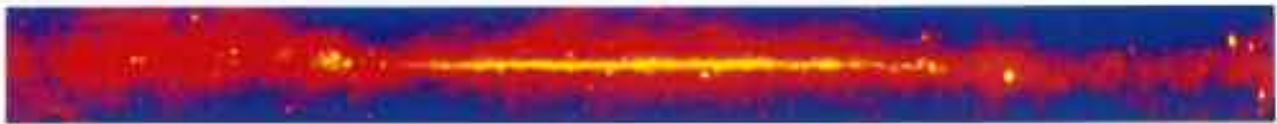
Il Personale Universitario associato all'INAF collabora attivamente nella realizzazione dei progetti tecnologici strumentali e nella definizione dei programmi scientifici per E-ELT.

Costi di costruzione ed esercizio

L'E-ELT è progettato e sarà costruito dall'organizzazione intergovernativa ESO, di cui l'Italia è Membro e ne sostiene pro-quota i costi di funzionamento (attraverso il Ministero degli Esteri). Per l'E-ELT l'Organizzazione ha richiesto ed ottenuto (attraverso i necessari adempimenti legislativi in ciascuno dei Paesi Membri) un contributo straordinario proporzionale alla percentuale di partecipazione alla Organizzazione (nel caso dell'Italia 44 M€) unito ad un aumento incrementale della quota annuale di funzionamento (pari al 2% per anno).

5.2.1.3 Le Grandi Infrastrutture da Spazio

Tra i progetti dell'astronomia moderna che si configurano cruciali per le ricerche nel campo, ci sono i progetti "spaziali", cioè le osservazioni dell'Universo effettuate con strumenti a bordo di



satelliti, e l'esplorazione del sistema solare attraverso l'utilizzo di sonde robotiche. Nei progetti "spaziali" i Paesi industrializzati stanno investendo ingenti risorse, in quanto e' oramai assodato che essi rappresentino un volano per lo sviluppo di tecnologie innovative con enormi ricadute nella vita di tutti i giorni. Anche in questo settore l'INAF è all'avanguardia, attraverso una consolidata collaborazione con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), così come con quella Europea (ESA), quella statunitense (NASA) e/o giapponese (JAXA). Di seguito riportiamo un brevissimo resoconto delle missioni per le quali esiste un'indiscussa leadership del nostro Istituto i.e. che recano a bordo diversi strumenti ed esperimenti a guida INAF o che hanno usufruito di una collaborazioni tecnico/scientifiche di rilievo di personale INAF. La nostra industria nazionale ha contribuito in maniera rilevante alla loro costruzione e ha tratto ovviamente vantaggio delle commesse finanziate dalle agenzie spaziali nazionali o sovranazionali. Una descrizione di maggior dettaglio di quanto riportato qui e' reperibile al seguente [link](#)

5.2.1.3.1 In Operazioni

5.2.1.3.1.1 Esplorazione del Sistema Solare

Mars Express (con uno strumento INAF), **Venus Express** (conclusa a fine 2014, con 2 strumenti INAF) e **Cassini** (uno strumento INAF) sono missioni dedicate allo studio dell'atmosfera, della superficie e del sottosuolo rispettivamente di Marte, Venere e Saturno. **Dawn** è una missione NASA dedicata agli asteroidi Vesta e Cerere con uno strumento dell'INAF, mentre **Juno** (anche qui con uno strumento INAF) studia la composizione atmosferica e la struttura interna di Giove. **Rosetta** (conclusa a settembre 2016) è stata una delle missioni più importanti dell'ESA, dedicata allo studio (anche con misure in situ) della cometa 67P/CG con un notevole contributo italiano e dell'INAF (con uno strumento a guida INAF ed uno a co-guida INAF).

5.2.1.3.1.2 Stelle, Galassie e Cosmologia

Il telescopio spaziale **Hubble (HST)**, frutto della collaborazione NASA-ESA, continua a fornire dati rivoluzionari su popolazioni stellari risolte, pianeti extrasolari, galassie vicine e lontane, supernovae e oggetti primordiali. **Herschel** (dell'ESA, fine missione nel 2013) ha analizzato la formazione stellare e lo studio della formazione ed evoluzione delle galassie nell'Universo. **Planck** (dell'ESA, fine missione nel 2013, con uno strumento INAF) è stata la prima missione europea dedicata allo studio della nascita dell'Universo e della radiazione cosmica di fondo, tramite la produzione di mappe ad alta risoluzione. La missione **Gaia** è invece dedicata a studiare la scala delle distanze, la struttura della nostra Galassia e la dinamica e la fisica dei corpi minori nel Sistema solare. L'INAF partecipa in maniera rilevante al consorzio che si occupa del processamento e dell'analisi dell'enorme quantità di dati che **Gaia** sta accumulando.

5.2.1.3.1.3 Universo "violento"

XMM e **INTEGRAL** e le missioni NASA **SWIFT** e **NuSTAR**, tutte con rilevante contributo italiano (su **INTEGRAL** uno degli strumenti è INAF, mentre per **SWIFT** INAF ha fornito gli specchi), che approfondiscono la nostra conoscenza dell'emissione X di numerose classi di sorgenti astronomiche, come i buchi neri con masse da poche a milioni volte quelle del Sole, della materia e dei campi magnetici in condizioni estreme, e delle sorgenti dei potentissimi lampi gamma cosmologici. A queste si aggiungono le missioni **AGILE** e **FERMI**, la prima totalmente italiana, la seconda in collaborazione con la NASA, che permettono la caratterizzazione dell'emissione alle altissime energie di numerose classi di sorgenti galattiche ed extra-galattiche.

5.2.1.3.2 In Costruzione

5.2.1.3.2.1 Missioni vicine al lancio

Bepi-Colombo, missione "cornerstone" ESA-JAXA per studiare Mercurio e il suo ambiente, l'interazione con il Sole e gli effetti gravitazionali previsti dalla relatività generale. Rilevante il

contributo italiano, con 4 strumenti, di cui 3 a guida INAF. Il programma **EXOMARS** è una missione europea-russa per l'esplorazione marziana con rilevante coinvolgimento italiano, per stabilire se la vita su Marte è mai esistita e dimostrare la fattibilità di nuove tecnologie per le missioni di *Sample Return* negli anni a venire (in questo campo INAF collabora anche nella missione di *Sample Return della NASA denominata OSIRIS-REX*, attualmente in fase operativa). Il programma prevede due missioni: la prima (lanciata a marzo 2016) è composta da un orbiter e un modulo di discesa (il cui unico strumento a bordo era a guida INAF), mentre la seconda prevista nel 2020 farà sbarcare su Marte un rover con un trapano. Nella missione del 2020 l'INAF contribuisce con la responsabilità di due strumenti scientifici e con la partecipazione a diversi altri. **Cheops** (lancio previsto Ottobre 2019) è la prima missione di classe *small*, "S", del programma *Cosmic Vision* dell'ESA, il cui obiettivo è di fare osservazioni di stelle con pianeti già noti (o potenziali), in modo da misurarne i transiti con fotometria ad alta precisione; il principale contributo italiano è il telescopio (consegnato nel 2017), il coordinamento della scienza ancillare e lo studio dei sistemi planetari attraverso la tecnica TTV (Transit Time Variation). **JWST** (lancio previsto a fine 2018) è la missione congiunta NASA, ESA e CSA che porterà in orbita nel 2018 il più grande telescopio spaziale ottico-infrarosso mai volato. **JWST** studierà i pianeti extra-solari, le regioni di formazione stellare, le popolazioni stellari e le galassie remote, fino a vedere quelle nell'universo giovanissimo; il contributo di ricercatori afferenti ad INAF è stato fondamentale per lo sviluppo della missione dal punto di vista della sua ottimizzazione scientifica.

5.2.1.3.2.2 Missioni in preparazione

Solar Orbiter (lancio previsto nel 2020) è la prima missione di classe *Medium*, "M", del programma *Cosmic Vision* dell'ESA selezionata per studiare il plasma del vento solare, il campo magnetico da esso trasportato e le sorgenti solari che lo hanno generato; INAF ha la guida di uno strumento (e ne co-guida un altro) a bordo della missione. **Euclid** (seconda missione "M" dell'ESA, lancio previsto

fine 2020) è dedicata allo studio di Energia Oscura, Materia Oscura e possibili deviazioni dalla teoria della Relatività Generale; in **Euclid** INAF ha la responsabilità del coordinamento del *Science Ground Segment* della missione. **Plato** (terza missione "M" dell'ESA, lancio previsto nel 2026), permetterà l'individuazione e la caratterizzazione di pianeti extrasolari: i suoi telescopi e i computer di bordo sono stati progettati da ricercatori INAF, e sono in fase di sviluppo industriale con contratti ASI e coordinamento scientifico INAF. È sì responsabilità Italiana la scelta dei campi di osservazione e delle specifiche sorgenti.

Juice (lancio previsto nel 2022) è la prima missione di classe *Large*, "L", dell'ESA selezionata per studiare il sistema di Giove e, in particolare, le tre maggiori lune ghiacciate (Europa, Ganimede e Callisto); tre saranno gli strumenti a bordo della missione con responsabilità INAF. **Athena** (seconda missione "L" dell'ESA, lancio previsto nel 2028) sarà un osservatorio di Astrofisica in raggi X; studierà gli aspetti più energetici dell'Universo e gli oggetti celesti più estremi che si conoscano, come i buchi neri e i lampi gamma, spingendosi fino agli albori dell'Universo. Diverse e di rilievo le responsabilità italiane (i.e. impatto scientifico, sullo strumento principale della missione, sui filtri criogenici, sullo Science Innovation Center etc.). In stretta collaborazione con INFN, l'INAF partecipa anche a **IXPE** (lancio previsto nel 2020), una missione recentemente selezionata dalla NASA, dedicata allo studio di sorgenti celesti mediante l'utilizzo della polarimetria in banda X. **Ariel** (Co-Principal Investigator INAF) è la missione M4 di ESA dedicata allo studio delle atmosfere stellari di esopianeti in orbita attorno a stelle vicine. Tra i contributi italiani spiccano l'ottica del telescopio e parte del segmento di terra.

5.2.1.4 Infrastrutture Informatiche

Le e-infrastrutture rappresentano uno dei pilastri sui quali regge lo sviluppo della ricerca nelle modalità auspicate dalle politiche europee dei progetti ESFRI e, come tali, rappresentano il necessario sostegno alle iniziative nazionali ed in collaborazioni internazionali per l'astrofisica che

fanno riferimento ai servizi da loro offerti. Tutte le attività volte a facilitare l'accesso a queste infrastrutture favoriscono il circolo virtuoso di innovazione tecnico-scientifico con importanti ricadute sul tessuto produttivo e nel contesto sociale del sistema Paese.

L'INAF collabora con varie istituzioni Europee allo sviluppo dell'infrastruttura di calcolo e data storage per i grandi progetti strumentali di astrofisica quali ALMA, SRT, VLBI, VST, GAIA e LBT, e per i futuri strumenti quali ad es. Euclid, CTA e SKA, ed è coinvolta nello sviluppo internazionale di iniziative sui dati (e' il caso del Virtual Observatory e del discorso sui dati FAIR), nello sviluppo di middleware per supporto al calcolo (EGI), nella ottimizzazione dei codici in visione del Exascale e nelle attività legate all'Open Science. Lo scopo di questo pesante coinvolgimento è quello di supportare i progetti scientifici per lo sfruttamento dei dati provenienti dai telescopi da terra, dallo spazio e dal calcolo teorico.

Nell'ambito delle e-Infrastructure di calcolo/dati, esistono diverse caratteristiche che vanno tra loro armonizzate in modo da soddisfare tutti i modelli di calcolo che rispecchiano le molteplici attività scientifiche dell'INAF. Queste attività sono spesso complementari e possono essere grossolanamente classificate in: HPC (High Performance Computing), HTC (High Throughput Computing) e Data Infrastructure. Pur rispondendo a necessità tra loro differenti, vi è un'ampia sovrapposizione di problematiche comuni tra queste tre linee, quali le modalità di connessione in rete, l'archiviazione, la gestione e l'uso di grandi moli di dati, le problematiche di security e privacy, fino ai modi di controllo dell'accesso tramite la federazione di autorità di autenticazione. Non ultimo e da considerare anche tutto il lavoro nello sviluppo ed ingegnerizzazione di software sia come framework che come sistemi di analisi dei dati raccolti.

La Direzione Scientifica intende valorizzare ed integrare le realtà presenti nel territorio nazionale legate ai vari progetti, oltre ad incentivare una interazione con gli altri Enti di Ricerca Italiani, in

quanto molte problematiche infrastrutturali sono simili.

Attualmente presso l'INAF esistono molte esperienze in questi campi, ma sono spesso dedicate ai singoli progetti o legati a logiche locali che purtroppo non permette uno sviluppo veramente coordinato delle attività e dell'infrastruttura. In ogni caso sviluppi ed attività atte a migliorare l'efficienza dell'offerta ICT sono già in atto, ed il loro consolidamento dovrà permettere di rispondere alle sempre maggiori richieste di calcolo, in senso lato, che arrivano dall'istituto.

Per ottenere il miglior risultato le attività dell'ICT continuano a concentrarsi su 4 punti principali:

1. Infrastruttura di rete
2. Infrastruttura di Calcolo
3. Infrastruttura di Archivio – Big Data
4. Networking
- 5.

sviluppando sempre maggiori sinergie tra i punti 2 e 3.

5.2.1.4.1 Di Rete

La rete informatica dell'ente si caratterizza come una infrastruttura irrinunciabile per l'amministrazione, l'accesso ai servizi della comunità scientifica, l'acquisizione dei dati, l'integrazione delle risorse di calcolo. Se per le due prime due voci potrebbero essere sufficienti gli accessi previsti dalle moderne ADSL o fibra forniti dagli operatori commerciali, l'attività di ricerca richiede che siano garantite velocità ben maggiori. Basti pensare al E_VLBI che richiede dei flussi di 2-4 Gbit/s tra le singole antenne ed il correlatore distante alcune migliaia di Km, oppure il trasferimento dei dati osservativi di un telescopio o di un satellite che vengono analizzati in istituti di differenti paesi, l'utilizzo di super-computer che generano TB di dati da analizzare localmente per non parlare della possibilità che l'Italia ospiti uno degli SKA-Regional Center. 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 l'Internet commerciale.

Per sfruttare a pieno le potenzialità della rete della ricerca nazionale ed internazionale è necessario disporre di collegamenti veloci tra le nostre sedi ed i punti di accesso alle dorsali (PoP del GARR) tramite collegamenti in fibra ottica, gli unici a permettere le velocità richieste. Il collegamento tra le nostre sedi ed i POP GARR su una fibra diretta (dark-fiber) permette di avere qualunque velocità si desideri (1-10-40 Gbit/s) semplicemente cambiando gli apparati attivi.

Lo stato delle sedi INAF è notevolmente migliorato negli ultimi anni ed attualmente tutte le sedi INAF hanno un collegamento ad 1 Gbit/s, minimo essenziale per lo sviluppo verso l'era dei big data. Al momento collegamenti diretti a 10 Gbit/s sono attivi presso due strutture, ed è prevista l'aggiornamento a questa velocità per le strutture che ne avranno necessità ospitando strumenti di nuova generazione o e-infra.

Il costo attuale per l'infrastruttura di rete è di circa 550 Keuro più iva all'anno. A questa cifra vanno aggiunte alcune decine di migliaia di euro che sono pagate dall'ICT e dalle strutture sulla base di accordi locali. Si prevede di diventare a breve soci del GARR, ed un aumento della spesa di tra i 50 e 100 Keuro annui per l'adeguamento della velocità di rete come sopra specificato.

5.2.1.4.2 Di Calcolo

In INAF i progetti e i gruppi di ricerca hanno sviluppato proprie infrastrutture per specifiche esigenze. Un esempio di ciò sono le infrastrutture per il centro dati di Euclid, il DPC Italiano di GAIA, l'ALMA Regional Data Center, il data center "di prossimità" di LOFAR e le infrastrutture di calcolo ottenute attraverso specifici finanziamenti regionali quali MIUR-PON e POR. 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 piccole dimensioni con un numero limitato di CPU/core non superiore ad un centinaio che offrono servizi a progetti Nazionali ed Internazionali. Il vantaggio di questo tipo di approccio consiste nella flessibilità, lo svantaggio invece è dato dalla bassa sostenibilità in termini di evoluzione non sempre garantita e dal ristretto numero di persone ivi dedicate. Inoltre visto il target spesso "dedicato" dell'infrastruttura stessa e la connotazione locale, l'ingegnerizzazione del sistema è decisa dalle esigenze "locali" e poi eventualmente adattate a progetti anche di altre sedi.

Già da tempo nella nostra comunità, grazie all'interesse verso i grandi progetti o allo sviluppo di simulazioni teoriche sempre più raffinate, è emersa la necessità/possibilità di dotarsi di una "infrastruttura" nazionale di calcolo flessibile e diversificata. Tale versatilità può essere data sia dalla creazione di almeno un Tier-2 per le esigenze "generiche" sia da accordi con altre realtà nazionali ed internazionali. La diversificazione è essenziale sia per mantenere i livelli di eccellenza e di sperimentazione per progetti di rilevanza internazionale (SKA, CTA ecc) che per le ricerche di Astrofisica che fanno uso di HTC ed HPC.

Visto che il "modello di Calcolo" in INAF non è unico, anche la soluzione non può essere monolitica, ed l'approccio alla sua soluzione si è sviluppata su diverse linee "indipendenti":

- Calcolo HPC: con un MoU (2017-2020) con il CINECA per l'acquisizione di un numero adeguato di ore di calcolo, oltre a sviluppare un supporto alla comunità in termine di expertise in quanto l'evoluzione dei sistemi HPC con l'uso di acceleratori necessita di personale ed esperienza sempre più specialistica che permetterà l'adeguamento dei codici in uso e quelli in fase di progettazione e l'uso efficiente degli acceleratori
- Calcolo HTC: INAF ha finanziando il progetto CHIPP per l'utilizzo delle attuali

infrastrutture di calcolo derivanti da precedenti finanziamenti esterni dedicati (es PON e POR, consorzi regionali o progetti come il DHTCS-IT) con lo scopo di ottimizzare le risorse presenti, creare expertise interna sia dal punto di vista di fornitura del servizio sia per organizzare al meglio la domanda. Ciò ha permesso, e permetta', di offrire un servizio generale non più gestito secondo criteri della sede locale ma dipendente dalla valutazione a livello nazionale da cui dipende l'ingegnerizzazione del sistema stesso, tenuto conto delle esigenze dell'intera comunità. Proprio per ottimizzare il risultato, e' stato identificato del personale dedicato presso i centri locali che contribuiscono a fornire il servizio.

- Cloud Commerciali: si è voluto esplorare anche la possibilità di utilizzo di Cloud Commerciali (come Google Cloud ed Amazon) sia per verificarne la facilità di utilizzo da parte della comunità che il costo.
- Il costo totale di questa operazione si aggira intorno ai 250 Keuro/anno, ed ha dimostrato oltre alla capacità' interne di utilizzare infrastrutture diverse anche la necessità di un maggiore coordinamento generale e di una disseminazione dell'informazione su cosa l'ente può fornire piu' capillare.

A questo scenario va inoltre aggiunto il fatto che lo SKA-Observatory e' appena diventata una realtà e la possibilità che l'INAF diventi un attore importante nell'ambito degli SKA Regional Center.

Va infine ricordato che INAF e' uno dei firmatari del gruppo "Big Data" che si appoggia alle infrastrutture che si stanno sviluppando presso il centro "Manifattura Tabacchi" di Bologna. Questa come altre iniziative locali e nazionali vanno sviluppate tramite uno stretto coordinamento ed un investimento da parte dell'Istituto.

5.2.1.4.3 Archivi e Big Data

Per l'INAF il concetto di "data curation e preservation" è insito nell'attività scientifica. Il dato astronomico è unico ed irripetibile, e come tale va salvato per ogni suo uso presente e futuro. Per questo INAF si è dotata del Centro Italiano Archivi Astronomici-IA2. Il Centro dati gestisce i dati raw e scientifici dei maggiori telescopi terrestri dell'INAF ottici 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 InfrascructuRe), permettere la loro pubblicazione tramite le classiche GUI (Grafical User Interface) o tramite i servizi del VO (Virtual Observatory), fornisce anche la possibilità di hosting di archivi vecchi o nuovi che necessitano di una infrastruttura adeguata.

L'infrastruttura consente all'intera comunità INAF la possibilità di condividere i propri dati tramite strumenti di archivio e Cloud, ed è stata appena equipaggiata con una tape-library per permettere una "preservazione" del dato scientifico su tempi scala di decenni. Il sistema però andrà potenziato soprattutto per supportare i progetti INAF di piu' largo respiro.

L'adeguamento di una tale infrastruttura di storage a lunga durata andrebbe poi "integrata" con delle infrastrutture analoghe ma di entità minori localizzate in alcune strutture per un primo salvataggio dei dati, prima che questi vengano definitivamente archiviati nella Tape Library. IA2, anche se ne è il principale, non è il solo repository di dati dell'INAF. In INAF sono presenti oltre 50 piccoli e medi archivi, i cui dati pubblici e privati devono essere salvaguardati sia nel concetto "salvare il bit" sia nel salvare la conoscenza che è legata ed intrinseca nel dato stesso.

Infine IA2 è coinvolta in diversi progetti EU H2020 ed in progetti di Archivi Radio, di Cloud e di Virtual Observatory sviluppando sistemi di gestione visualizzazione (GUI), di AAI (Autorizzazione ed Autenticazione) e tutto sistemi di supporto alla

gestione dei big data. In particolare IA2 con l'ARC (Alma Regional Center di Bologna) lavorano a stretto contatto per studiare ed ottimizzare il servizio offerto in vista della sfida del Big Data derivante dal progetto SKA partecipando anche al progetto H2020/AENEAS.

L'INAF partecipa insieme ad INAF 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 multimessaggero.

5.2.1.4.4 Coordinamento Calcolo ed Archivi

Per agevolare una facile interazione tra i sistemi di calcolo ed archivi, si stanno già sviluppando ed usando sistemi di Workflow, Science Gateway ed User Space in modo da permettere all'utente di sfruttare al meglio i propri dati con le infrastrutture INAF e non.

Tutti questi aspetti (calcolo, archivi e tools), progetti con richieste IT sempre più esigenti e richiesta di investimenti sempre maggiori fanno sì che in INAF occorre sviluppare un programma coordinato ed efficiente di sviluppo della e-infra che superi le logiche strettamente locali o di Progetto, ma che permetta uno sviluppo ed una sostenibilità delle stesse.

5.2.1.4.5 Networking

Si è voluto tenere separata la parte di Networking o "infrastruttura umana" non perché scollegata dalle infrastrutture fisiche, ma per sottolineare l'importanza di creare un network la cui competenza può essere tranquillamente distribuita e coordinata sulle varie sedi dell'INAF.

Mentre una struttura centrale legata all'hardware può portare a dei vantaggi economici e strutturali, la situazione distribuita geograficamente dell'INAF

porta insita in sé una distribuzione tipo "cloud" delle risorse umane.

Attualmente con il termine "Cloud Computing" si indica un paradigma di erogazione delle risorse informatiche, come quelle indicate precedentemente (archiviazione, elaborazione e la trasmissione dei dati), caratterizzato dalla disponibilità "on demand" a partire da un insieme di risorse preesistenti e configurabili raggiungibili tramite la rete. In particolare si parla molto di IaaS, PaaS & SaaS (Infrastruttura, Piattaforma e Software "as a Service") ove l'utente, a seconda del tipo di servizio richiesto, si deve preoccupare solo dell'applicativo finale (il software scientifico) astraendosi sempre di più dal concetto di macchina fisica. Per far ciò serve creare, oltre all'infrastruttura stessa, una rete di competenze e di interazioni tra il personale INAF, e non solo.

Il Lavoro che INAF sta portando avanti tramite L'ufficio ICTI della Direzione Scientifica, è quello di stimolare la creazione di collaborazioni interne ed esterne all'ente e di pubblicizzare l'esistenza. Esistono a tal proposito già diverse collaborazioni, Mou e Progetti Nazionali ed Europei che sono avviati o in fase di sviluppo, tra cui vale la pena citare:

- IVOA (International Virtual Observatory Alliance): è un progetto decennale mondiale in cui la comunità astronomica sta sviluppando ed evolvendo gli standard necessari affinché i dati astronomici siano resi interoperabili in maniera efficiente;
- RDA (Research Data Alliance) come per l'IVOA, ma con connotazioni interdisciplinari;
- MoU sulla Digital Library tra gli enti di ricerca Italiani;
- MoU con TANGO ed ACS per l'uso e lo sviluppo dei software sui sistemi di controllo dei strumenti scientifici.
- MoU con INFN e SISSA per lo sfruttamento di risorse di calcolo;

- Partnership industriali con IBM (OpenPower) ed Oracle;
- Progetti europei finanziati dalla comunità Europea nell'ambito di H2020 quali AENEAS, ASTERICS, INDIGO ed EGI per l'uso e lo sviluppo di infrastrutture e standard da calibrare al paradigma Cloud.
- Etc.

Tutte queste iniziative, avranno un reale futuro solo se si sarà in grado di far evolvere la comunità astronomica ed il personale di supporto alla ricerca in modo coordinato. Essenziale e quindi investire sul capitale umano presente, sia esso scientifico che di supporto alla ricerca in parallelo ai progetti ed impegni nazionali ed internazionali va stimolata ed incentivata:

- la propagazione dell'informazione;
- la creazione di gruppi di lavoro che portino all'uniformazione di servizi (un esempio potrebbe essere l'implementazione di un unico sistema di posta), e ad un utilizzo più efficiente delle risorse umane;
- la creazione di comunità dedicate a particolari temi (come il calcolo HPC, o i sistemi OpenPower o di controllo come TANGO, l'utilizzo di GPU come acceleratori numerici);
- la creazione di corsi, seminari e meeting interni ed esterni dedicati ai singoli argomenti;
- la creazione di repository di software sviluppato per il singolo ricercatore o gruppo di ricerca.

In tutto questo discorso va però tenuto presente un punto cruciale che è l'invecchiamento del capitale umano, soprattutto quello di supporto alla ricerca. Ormai diverse strutture iniziano ad avere problemi di supporto all'utenza scientifica, e questo non per la mancanza di infrastrutture, ma per la mancanza di personale locale che, anche nel paradigma "Cloud", deve essere in grado come numero e come esperienza di supportare la componente scientifica, od a sviluppare il

necessario background tecnologico tramite tecnologiche mirate. A integrare, ma non in secondo piano, gli investimenti infrastrutturali va anche sviluppata una adeguata politica di turnover se non di incremento delle capitale umano.

5.2.2 Space Weather

INAF è attiva nel settore dello Space Weather con infrastrutture proprie ed in collaborazione con altri enti nazionali ed internazionali in particolare con ASI.

Nel triennio di riferimento è prevista una grande espansione delle azioni di INAF in questo particolare settore della ricerca istituzionale. La Direzione Scientifica ha nominato a questo scopo un "Senior Advisor" ed uno specifico gruppo di lavoro.

5.2.3 SST-SSA

INAF partecipa con proprio personale e proprie infrastrutture alle attività di Space Surveillance Tracking (SST) e Space Surveillance Awareness (SSA). Queste attività sono svolte in modo congiunto con ASI e con lo Stato Maggiore della Difesa e saranno finanziate da apposite fondi predisposti dall'Unione Europea.

5.3 Terzo Pilastro: La Terza Missione

La Terza Missione riguarda il rapporto degli enti di ricerca con la società e con lo sviluppo economico e culturale attraverso la trasformazione, la messa a disposizione e la circolazione della conoscenza prodotta con l'attività di ricerca. Si tratta di un insieme complesso di attività che include diverse modalità di relazione, diversi output e diversi sistemi di trasferimento, formali ed informali al cui interno sono comprese, laddove non incluse tra le attività di Ricerca Istituzionale dell'Ente, le attività di (i) Valorizzazione della ricerca e (ii) Produzione di beni pubblici di natura sociale, educativa e culturale. La valorizzazione della conoscenza dal punto di vista economico ha l'obiettivo di favorire la crescita economica, attraverso la trasformazione della conoscenza prodotta dalla ricerca in conoscenza utile a fini produttivi. La produzione di beni pubblici di natura sociale, educativa e culturale ha invece l'obiettivo di

mettere a disposizione della società, nelle sue varie articolazioni, i risultati e i metodi della propria ricerca e specifiche attività di servizio. Queste attività producono prevalentemente beni pubblici, spesso intangibili, con modalità molto variegate e con processi altamente differenziati quanto a livello di impegno istituzionale. Ciò fa sì che una stessa tipologia di attività possa per un ente avere caratteristiche di Terza Missione e non per un altro.

Anche queste attività sono per loro natura largamente programmabili e l'Ente potrà dare, di concerto con il Ministero vigilante, l'enfasi ritenuta opportuna in fase di elaborazione del proprio piano triennale e di destinazione delle risorse di bilancio e di personale. È importante sottolineare che le diversità statutarie degli EPR fanno sì che una medesima attività possa essere classificata in modo diverso in enti diversi.

5.3.1 Innovazione Tecnologica

La centralità dell'innovazione, quale motore della moderna economia della conoscenza, è un dato storico ormai globalmente acquisito. Tutti gli attori del mondo economico pianificano, infatti, le proprie strategie di business verso l'obiettivo di incrementare il posizionamento di proprie innovazioni sul mercato.

In questo scenario, si è quindi compreso come, anche le Amministrazioni Pubbliche, sia per le diverse funzioni di regolamentazione dei mercati, sia per i capitali che investono nel perseguimento delle diverse missioni istituzionali, debbano giocare un ruolo nei processi di innovazione della società e dell'economia, attraverso l'attuazione di politiche che inneschino fattori moltiplicativi di crescita economica, attraverso la promozione delle opportunità di innovazione.

Quale esempio di questo trend politico, si possono citare l'introduzione dei nuovi strumenti normativi comunitari d'incentivazione della innovazione, quali gli appalti per l'innovazione e gli appalti pre-competitivi, il cui obiettivo è la "fertilizzazione" dell'ecosistema industria-ricerca per stimolare innovazioni foriere di nuovi mercati.

Un moderno Ente Pubblico di Ricerca quale l'INAF, che produce conoscenza in un framework, per definizione, globale come la ricerca scientifica, è

quindi, per sua stessa natura un provider di innovazione ed un player di politica economica, pertanto chiamato a dotarsi di una specifica politica di massimizzazione dell'impatto economico della propria attività.

5.3.1.1 Policy

Le modalità di valorizzazione dell'INAF, hanno subito una veloce trasformazione nel tempo, passando dall'iniziale esercizio delle sole attività di business development, ovvero tentativi di avviamento allo sfruttamento economico del proprio portfolio brevetti, alla definizione di una più ampia ed articolata politica industriale e dell'innovazione, quale obiettivo strategico teso a massimizzare l'impatto dei ritorni sugli investimenti pubblici che l'Istituto è deputato a gestire nell'esercizio della propria missione istituzionale, anche in forza della crescita del posizionamento strategico che il ruolo dell'INAF ha rapidamente acquisito sulla scena internazionale.

Dialogo organico con il mondo produttivo, comprensione delle capabilities industriali del Paese, analisi dei trend tecnologici di punta, ottimizzazione delle policy di gestione della proprietà intellettuale, sono quindi divenuti strumenti cardine di un sistematico ciclo dell'innovazione che vedo come ambito principe della declinazione la partecipazione ai grandi progetti infrastrutturali di carattere internazionale, con l'obiettivo strategico di massimizzare i ritorni per il Paese sotto il profilo economico, tecnologico ed industriale.

Sulla base delle strategie di massimizzazione dei ritorni, vengono quindi decisi i target di partecipazione nei progetti, con l'esplicito intendo di posizionarsi nello spettro di attività che può potenzialmente apportare il maggior valore aggiunto in termini di innovazione scientifica e tecnologica per il Paese.

Le attività avviate per progetti quali EELT, SKA, CTA che rappresentano un significativo campo di azione di questo approccio politico, che oltre a portare, nel prossimo futuro, un significativo numero di innovazioni nei prossimi anni, ha già



garantito ritorni economici per Paese di gran lunga superiori agli investimenti effettuati.

Un fulgido esempio di successo di questa politica è il caso del progetto EELT – European Extremely Large Telescope dove, grazie ad un piano di dialogo strutturato con le aziende iniziato nel 2008, si è resa possibile l'aggiudicazione ad una cordata di aziende italiane, della gara per la costruzione della struttura meccanica portante e della cupola di quello che sarà il più grande telescopio ottico mai realizzato, con un contratto il cui valore ammonta a circa 400 milioni di Euro.

5.3.1.2 *Partenariato con l'Industria*

La ricerca scientifica in campo Astronomico, con particolare riferimento alle attività di sviluppo della Strumentazione, produce innovazione nel campo dei processi, dei materiali e dei dispositivi soprattutto nelle aree dell'Ottica, della Meccanica, della elettronica, del software di controllo per automazione e dell'aerospazio.

Diversi di questi trovati hanno potenziali applicazioni in campi diversi dall'Astrofisica ed alcuni possono interessare il mercato consumer a seguito di adeguata attività pre-prototipale ed ottimizzazione industriale di processo. Queste ultime attività non sono istituzionali per INAF che le svolge e le guida in contesti di partenariato con l'Industria.

Ad esempio nel corso del 2016 sono state attivate attività miste pubblico-privato nel settore degli elementi ottici olografici, della caratterizzazione delle superfici ottiche complesse, nella realizzazione della elettronica di controllo dei radio-ricevitori, nei telescopi a larghissimo campo per il monitoraggio dei detriti spaziali e nella produzione di specchi economici per replica per applicazione nel solare termico.

L'attività in partenariato con l'Industria è continua e costante ed INAF si sta attrezzando per una gestione coordinata attraverso un Registro Unico Trovati al fine di monitorare e valorizzare la proprietà intellettuale che da essi deriva.

5.3.1.3 *Grandi Commesse industriali*

La partecipazione alla realizzazioni di grandi infrastrutture nazionali ed internazionali di grande impatto economico genera un rilevante volume di commesse industriali in aree come aerospazio, meccanica di precisione, l'ottica, l'elettromeccanica di controllo e svariati elementi Hardware e Software nell'area dell'ICT.

INAF svolge un ruolo di promotore del know-how industriale italiano presso le organizzazioni internazionali organizzando *Industry days* e fornendo ove necessario il servizio di Industry Liason Officer nel pieno rispetto delle regole di approvvigionamento di ciascuna delle Organizzazioni Internazionali interessate.

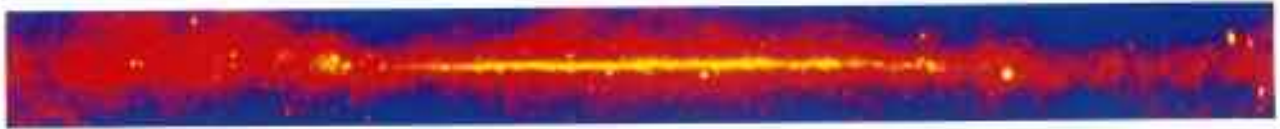
L'efficacia di questo modello di promozione è dimostrata del volume di ritorno industriale per l'Italia molto superiore, nella media degli ultimi dieci anni, all'investimento profuso dal Paese per la realizzazione delle infrastrutture-

5.3.2 *Biblioteche, Archivi Storici e Musei*

Nel corso del 2017, a seguito di una riorganizzazione interna, la Direzione Scientifica di INAF si è dotata all'interno della propria Struttura tecnica di una Sezione "Servizi per Biblioteche Musei e Terza Missione" con lo scopo di coordinare le attività e i progetti relativi alle biblioteche, gli archivi storici e i musei. Per quanto riguarda le biblioteche, l'obiettivo principale di tale Sezione riguarda la realizzazione di strategie e procedure connesse per rendere possibile a tutto il personale dell'Ente l'accesso alle risorse informative correnti. Su questo fronte è da sottolineare la convenzione in atto con il gruppo CARE (Coordinamento per l'Accesso alle Risorse Elettroniche) della CRUI – Conferenza dei Rettori delle Università Italiane – 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.

Inoltre nel corso del 2018 è stato progettato e realizzato il repository ad accesso aperto delle pubblicazioni scientifiche dell'INAF, **OA@INAF openaccess.inaf.it**, con lo scopo di raccogliere, conservare e diffondere i prodotti della 80icercar finanziata con fondi pubblici, secondo i canoni

mg *cell*



europei sull'Accesso Aperto. Il repository diventerà 81icercar81 nel corso del 2019. In data 19 dicembre 2018 con delibera n. 115/2018, il CdA INAF ha approvato il *Protocollo in materia di accesso aperto (Policy Open Access) ai risultati della 81icercar scientifica*.

La Sezione "Servizi per Biblioteche Musei e Terza Missione" si occupa inoltre della conservazione, tutela, valorizzazione e fruizione del patrimonio storico di ambito bibliotecario, archivistico e museale. Tali attività vengono svolte in coordinamento con un settore della Segreteria Tecnica di Presidenza il cui coordinatore si avvale del supporto e della consulenza di tre dipendenti.

Il patrimonio delle Biblioteche dell'INAF conta oltre 125.000 volumi monografici, 7000 volumi antichi, 500 testate di periodici cartacei e online, di cui circa un centinaio in abbonamento corrente.

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 internazionale: lo Statuto dell'INAF lo impegna non solo a garantirne la tutela e la salvaguardia, ma anche a sostenerne la valorizzazione e la conoscenza critica attraverso appropriati studi ed idonee iniziative museali. Per poter coordinare le diverse attività di recupero e conservazione gestite singolarmente nelle diverse strutture locali, l'INAF si era dotato di un Servizio Musei onde sostenere tutte le azioni volte alla catalogazione delle collezioni e il restauro dei relativi strumenti; l'esposizione e la fruizione pubblica del patrimonio storico-scientifico nelle diverse realtà locali; la valorizzazione del patrimonio attraverso studi, ricerche, pubblicazioni e manifestazioni riguardanti la strumentazione astronomica e la storia dell'astronomia italiana ed internazionale. In quest'ambito è stato realizzato *Polvere di Selle*, il Portale dei beni culturali dell'astronomia italiana (www.beniculturali.inaf.it), che raccoglie i database archivistici, bibliografici e strumentali di tutti i beni culturali dell'Istituto che continua a essere implementato e aggiornato sia per la parte dei dati patrimoniali che per l'informazione delle attività di valorizzazione e fruizione. Il Portale intende essere uno strumento

informatico interattivo che consenta agli studiosi ricerche simultanee sulle differenti tipologie di materiale che costituiscono le collezioni storico-scientifiche dell'INAF, dal momento che da esso sono accessibili tutti i database delle differenti tipologie di materiale storico. 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. In particolare, per quanto riguarda la strumentazione storica, si sta compilando il database nazionale delle collezioni secondo i criteri di catalogazione richiesti dall'ICCD (Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione), al fine di pervenire, per ciascun oggetto della collezione INAF, all'assegnazione del numero di catalogo generale NCTN. Il completamento del database nazionale della strumentazione storica costituirà poi anche la premessa per la successiva realizzazione di un catalogo cartaceo unico di tutti i beni museali INAF.

Per quanto riguarda il materiale bibliografico, si sta ultimando la catalogazione di tutti i libri antichi e di pregio ed è attualmente in corso di preparazione il Catalogo degli incunaboli e delle Cinquecentine posseduti dalle Biblioteche degli Osservatori dell'INAF. È già stata effettuata la digitalizzazione di alcuni volumi rari degli Osservatori di Capodimonte, Roma, Brera, Padova, Palermo, Torino e la digitalizzazione di importanti fondi archivistici quali le osservazioni solari di Pietro Tacchini conservate presso l'Osservatorio di Catania, le registrazioni meteorologiche di Padova e nel corso del 2019 verranno effettuate anche le scansioni delle osservazioni solari di Angelo Secchi. Tali testi e documenti sono consultabili nella teca digitale del portale dei beni culturali. Ai fini della conservazione, presso IA2 dell'Osservatorio di Trieste è stato creato il repository nazionale delle copie digitali sia ad alta risoluzione (600 DPI, TIFF) sia per la consultazione via web.

A partire dal 2019, grazie ad un accordo con l'Istituto Centrale per il Catalogo Unico delle Biblioteche Italiane (ICCU) del Ministero per i Beni Culturali e le Attività Culturali, le collezioni storiche digitali di INAF sono disponibili anche

all'interno del portale *Internet Culturale*. *Cataloghi e collezioni digitali delle biblioteche italiane*. L'adesione a *Internet Culturale* permette ad un pubblico più ampio, non necessariamente di specialisti e di studiosi di storia della scienza, di poter conoscere il patrimonio storico INAF anche perché i dati vengono pure condivisi nel contesto di *CulturaItalia*, e a livello internazionale, sul portale *Europeana*.

5.3.2.1 La Collezione dei Musei Scientifici

Avendo accorpato i 12 Osservatori Astronomici italiani, la cui fondazione risale in alcuni casi a oltre 250 anni fa, all'atto della sua costituzione l'INAF ha acquisito anche tutto il patrimonio strumentale da questi posseduto, e nella sua globalità questo patrimonio costituisce una delle collezioni scientifiche più interessanti e preziose nel campo della storia della scienza, non solo a livello italiano o europeo, ma anche a livello mondiale.

L'INAF si è quindi impegnato ad attuare tutte quelle attività di ricerca che ne garantiscano la tutela e la salvaguardia, ma anche a sostenere la valorizzazione e la conoscenza critica attraverso appropriati studi ed idonee iniziative museali, così come previsto dallo Statuto (Art. 2, comma g). Le collezioni scientifiche dell'INAF sono dunque dislocate su tutto il territorio nazionale e alcune di esse sono permanentemente esposte in musei strutturati, e quindi fruibili dal pubblico.

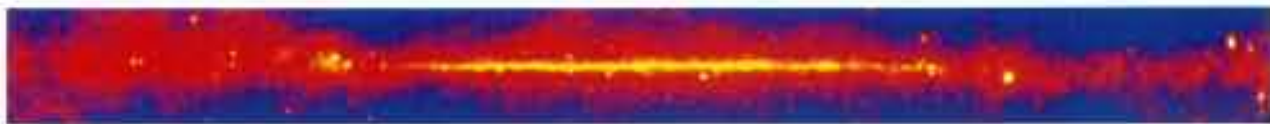
I Musei e le collezioni strumentali INAF sono così distribuiti sul territorio:

OA Arcetri (Firenze). Collezione. Gli strumenti storici più importanti dell'OA Arcetri sono da molti anni conservati al Museo Galileo di Firenze, ma dal 2009 si sono avviati interventi di recupero sugli oggetti (ca. 170 pezzi, in gran parte Novecenteschi) che erano rimasti in Osservatorio. In particolare si è attuato il restauro del telescopio 'Tempel' ed è stata effettuata la ricognizione della collezione: strumenti, opere artistiche, arredi – con ricerca di fonti documentarie ed iconografiche, che ha portato alla ricollocazione di un ritratto ottocentesco di Galileo, e al rinvenimento e ricollocazione del busto in marmo di Domenico Cipolletti, opera di Luigi Cartei. La strumentazione

più piccola è esposta nel padiglione 'Amici', ed è visitabile in occasione delle visite didattiche organizzate dall'Osservatorio. È attualmente in corso la catalogazione di tutta la collezione all'interno del database nazionale.

OA Brera (Milano). Museo aperto al pubblico. Fino al 2015 la collezione storica Sette-Ottocentesca (ca. una novantina di pezzi), restaurata da molti anni a cura dell'Università degli Studi di Milano, è stata gestita in parte dall'Osservatorio, in parte dall'Università stessa. Dal dicembre 2015 è stato formalmente costituito il Museo Astronomico di Brera (MusAB), dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera. L'OA Brera sta quindi curando la catalogazione degli strumenti novecenteschi, mai censiti in precedenza (si contano ca. 450 oggetti), compiendo le necessarie ricerche sul loro funzionamento, attraverso la documentazione storica, per la compilazione delle relative schede e sta preparando le nuove schede di tutta la collezione scientifica, da inserirsi nel Portale nazionale dei Beni Culturali INAF. Il team di OABr, in collaborazione con l'Università di Milano, ha inoltre realizzato le audioguide, per ora solo in italiano, per i visitatori del Museo Astronomico.

OA Cagliari. Collezione. Il recupero della strumentazione d'interesse storico (ca. una trentina di pezzi), ereditata dalla Stazione Astronomica di Carloforte, ha avuto avvio negli anni novanta. Alla fine del 2013, con il trasferimento dell'Osservatorio alla nuova sede, presso il comune di Selargius (Cagliari), si è concretizzata l'idea di realizzare una Sala Espositiva, progettata per accogliere il patrimonio storico-astrometrico e renderlo fruibile al pubblico, all'interno dei Percorsi Museali della Sardegna. In essa troveranno spazio anche dei momenti didattici con attività di tipo laboratoriale. L'allestimento della Sala Espositiva ha avuto inizio nel gennaio del 2014, secondo le linee guida indicate dalla Regione Sardegna, per il riconoscimento del Polo Museale dell'Osservatorio cagliaritano all'interno della rete museale regionale. Per ogni strumento e, se presenti, per le parti accessorie, sono state predisposte le didascalie complete di tutti i dati indicativi: queste confluiranno anche nel database del Portale



nazionale. Nel 2018 è stato realizzato il *Catalogo degli strumenti storici* a cura di P.Calledda e L. Mureddu.

OA Capodimonte (Napoli). Museo aperto al pubblico. Il "MuSA – Museo degli Strumenti Astronomici" è stato inaugurato il 17 novembre 2012 e con decreto dell'8 marzo 2013 è stato approvato il regolamento, la carta dei servizi, gli orari di apertura e le tariffe, ed è stato nominato il Conservatore e Responsabile scientifico. La collezione scientifica permanentemente esposta conta circa centotrenta strumenti che coprono un arco temporale dal Cinquecento agli inizi del Novecento, alcuni di notevole pregio artistico e scientifico; è tuttora in corso lo studio della documentazione ad essa relativa, così come lo studio dei documenti biografici e la produzione scientifica degli astronomi di Capodimonte. Nel 2016 oltre un'ampia attività di valorizzazione della collezione e di diffusione della cultura scientifica in connessione con le principali istituzioni culturali e museali del territorio, è proseguito il lavoro di restauro sulla collezione con il completamento del restauro e del riallestimento del Circolo ripetitore di Reichenbach (1814), il primo strumento montato e usato a Capodimonte, e di manutenzione straordinaria delle teche del MuSA. Tuttavia il MuSA non è ancora dotato di personale stabile a tempo indeterminato ad esso dedicato ed è auspicabile che questa prestigiosa collezione abbia al più presto un Conservatore strutturato.

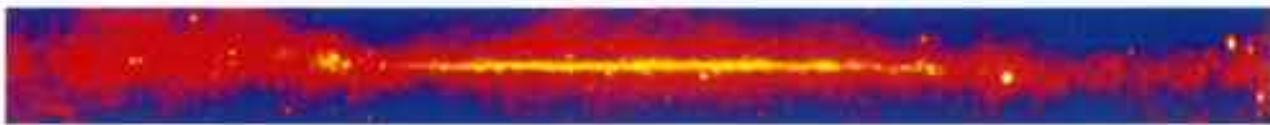
OA Catania. Collezione. Possiede diverso materiale storico già catalogato (circa una cinquantina di pezzi), ma questo non è esposto al pubblico e non è attualmente fruibile neanche all'interno dei percorsi delle visite divulgative. Si sono però individuate le priorità da perseguire nel prossimo triennio (cfr. più sotto).

OA Torino. Collezione. Possiede circa una quarantina di strumenti antichi che sono stati oggetto di restauro negli ultimi anni, ma che non sono fruibili al pubblico per mancanza di spazi. Nel corso del 2013 si è quindi effettuato il prestito di tre strumenti per la mostra "Lagrange: un europeo a Torino", organizzata dall'Accademia delle

Scienze di Torino per celebrare il bicentenario della morte del suo illustre Socio fondatore.

OA Padova. Museo aperto al pubblico. Il Museo "La Specola", sezione museale dell'Osservatorio di Padova, è stato istituito nel 1994 e da allora esso è regolarmente aperto al pubblico. Il Museo possiede una collezione scientifica di circa 150 strumenti storici, databili dalla metà del Settecento fino ai primi anni del Novecento, di cui un'ottantina esposti; ha un forte inserimento nel territorio ed è sede di attività di ricerca storica. La strumentazione novecentesca e contemporanea è per lo più conservata presso la succursale di Asiago, dove l'OA Padova convive con l'Osservatorio Astrofisico del Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova. In questa sede gli oggetti appartenenti all'Osservatorio sono stati utilizzati dal Dipartimento per allestire il 'Museo degli strumenti di Astronomia'. Nel corso del 2015 è proseguita l'attività di ricerca storica e l'attività di revisione catalografica per il riversamento del catalogo locale nel database nazionale, consultabile sul Portale dei Beni Culturali INAF.

OA Palermo. Museo. Gestisce e cura da molti anni, tramite convenzione, la collezione scientifica di proprietà universitaria. Il Museo è chiuso dal luglio 2010 per adeguamento alla normativa antincendio, ma continua a svolgere l'attività di ricerca di sua competenza: nel 2012 è stato realizzato un importante intervento di restauro sul pilastro lesionato del grande rifrattore Merz (1865), in occasione del quale è stata effettuata la pulitura e manutenzione dello strumento. Nel 2013 sono state avviate le operazioni di pulitura straordinaria del Cerchio di Ramsden (1789), il pezzo principale della collezione, ultimate nel 2014. Nel 2014 è stata completata l'inventariazione dei beni in deposito, non ancora catalogati, che ha prodotto un elenco aggiuntivo di circa 120 pezzi. È stato inoltre effettuato, dall'ottobre 2013 all'ottobre 2014, un rilevamento dati del microclima del Museo, grazie alla collocazione di appositi sensori, i cui dati sono ancora allo studio. Tutte le attività relative al Museo sono state comunicate al pubblico attraverso la redazione di una Newsletter elettronica (di cui nel triennio scorso sono usciti 12 numeri), consultabile alla pagina



<http://www.astropa.unipa.it/NewsletterOttobre.html>.

OA Roma, Museo Astronomico e Copernicano. Museo. L'INAF-Osservatorio Astronomico di Roma (OAR) possiede un patrimonio unico al mondo per ampiezza e completezza, che abbraccia un periodo che va dal XVI secolo ai nostri giorni. La collezione scientifica proviene dai due principali osservatori astronomici romani dell'Ottocento, che sono stati la culla dell'astrofisica: l'Osservatorio del Collegio Romano e l'Osservatorio del Campidoglio. Il materiale più recente è frutto delle attività svolte dall'Osservatorio di Roma nella sede di Monte Mario, nel Novecento. A questo si aggiungono le opere conservate nel Museo Astronomico e Copernicano a partire dalle collezioni raccolte in occasione delle celebrazioni di Copernico nel 4° centenario della nascita, tenutesi a Roma nel 1873. La collezione e il relativo percorso storico si sviluppano su due sedi: Monte Porzio Catone e Monte Mario. A Monte Porzio, presso l'edificio principale dell'OAR, nel 2014 è stato inaugurato un nuovo percorso espositivo, che prevede una parte stabile e due ambienti (la cupola e una nuova sala blindata) dedicati a mostre temporanee, mentre il percorso espositivo di Monte Mario, che conserva le collezioni del Museo Astronomico e Copernicano, è attualmente in fase di riallestimento.

Le attività di ricerca svolte sulle collezioni hanno coinvolto unitariamente strumenti, libri e documenti d'archivio: ricognizione del patrimonio librario composto da circa 4000 libri antichi (tra cui due copie della prima edizione del *De revolutionibus* di Copernico del 1543) e ricostruzione delle collezioni e della loro provenienza; digitalizzazione di una selezione di volumi antichi e di pregio per il portale beni culturali INAF; riordinamento dei documenti dell'archivio storico; studio della strumentazione di Angelo Secchi (caratterizzazione dei prismi a visione diretta e del prisma obiettivo) in vista della mostra "Starlight" e delle celebrazioni del bicentenario della nascita di Secchi del 2018; ricognizione e analisi storico-scientifica di tutte le opere conservate per la realizzazione delle schede necessarie al nuovo allestimento del museo e al

portale dei beni culturali INAF; studio per la realizzazione di un exhibit "astrolabio virtuale" per i visitatori del museo; ricerca sulla storia dell'astronomia da Monte Mario e valorizzazione della linea del primo meridiano (collocamento dello strumento dei passaggi di Bamberg nella cabina dove è stato utilizzato fino agli anni '60 del secolo scorso); collaborazioni di ricerca storica per lo studio e la valorizzazione del patrimonio comune tra Museo Astronomico e Copernicano e Università Gregoriana, Biblioteca Nazionale di Roma, CRA-CMA, Biblioteca Casanatense, Istituto Massimo; recupero e restauro di alcune opere di elevato valore storico (Globo celeste di Coronelli, Codice manoscritto del XIV sec.).

OA Abruzzo. Museo aperto al pubblico. Il Museo possiede una collezione scientifica di circa 40 strumenti e l'attuale allestimento è stato progettato e realizzato nel 2014, anno della sua riapertura dopo la chiusura forzata a causa del sisma del 2009. Tutto il materiale è stato restaurato e catalogato all'interno del database nazionale, consultabile sul Portale dei Beni Culturali INAF. Per ogni strumento è stata anche redatta una scheda descrittiva. Tutte queste schede sono confluite in un unico catalogo museale consultabile dal visitatore anche on-line sul sito: www.oa-teramo.inaf.it/museo.htm. Il Museo è parte integrante del nuovo Laboratorio Didattico realizzato nel 2014, dove sono state sviluppate tecnologie per la didattica e la divulgazione dell'Astronomia: quadrisfera, schermo immersivo, sala dei pianeti, sala delle cosmologie antiche e sala 3D. L'allestimento del museo suggerisce al visitatore un percorso da seguire attraverso un ordinamento scientifico continuo, mettendo in rilievo le specificità di ogni strumento esposto. Questa organizzazione spaziale e funzionale crea un senso di immediata comunicazione tra l'oggetto esposto ed il visitatore, suscitando l'interesse di quest'ultimo. A tale scopo si è fatto ricorso alle moderne tecniche comunicative integrando l'ausilio di didascalie efficaci e di pannelli esplicativi con l'utilizzo di sistemi multimediali QR-Code, AR+ (Augmented Reality) e sviluppando una specifica App scaricabile dalle principali piattaforme (iOS e ANDROID). Ciò permette al visitatore di spostarsi

a differenti livelli d'approfondimento e d'interattività, fornendogli così un'informazione più esauriente ed efficace.

OA Trieste. Collezione. Possiede circa 25 strumenti, esposti con allestimento tematico assieme a una quarantina di testi storici al piano terreno della cupola principale della Stazione osservativa di Basovizza (Specola Margherita Hack).

Nella tabella che segue sono dettagliatamente riportati il numero di giorni di apertura all'anno, gli spazi dedicati in metri quadrati, il budget impegnato per la gestione dell'attività nell'anno, l'ammontare totale dei finanziamenti esterni ottenuti per la gestione del polo museale nell'anno ed il numero dei visitatori (dati riferiti al 2015). Si segnala infine come le attività di ricerca legate alle collezioni scientifiche sono alla base di una serie di pubblicazioni specializzate.

In alcune delle Strutture INAF che conservano collezioni scientifiche si è allestito anche un vero e proprio museo aperto al pubblico, per lo più sfruttando proprio gli ambienti storici che furono interessati dall'attività di ricerca degli astronomi Sette e Ottocenteschi. Le Strutture che hanno una sezione museale sono gli Osservatori Astronomici di Brera, Capodimonte, Padova, Palermo, Roma-Monte Porzio e Abruzzo, cui si aggiunge la collezione di Trieste, che è accessibile da tutti i visitatori che effettuano le visite didattiche in cupola. Ad eccezione di Palermo, il cui Museo è stato chiuso nel corso del 2015 per adeguamento alla normativa antincendio, i restanti sono aperti al pubblico. Nel corso del 2018 si prevede aprano al pubblico, ove le risorse lo permettano, anche il museo di Cagliari e quello di Roma-Monte Mario.

5.3.2.2 La Pianificazione

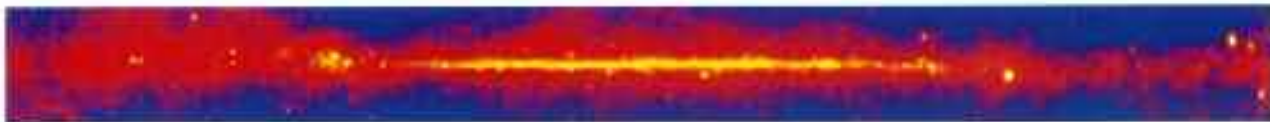
Nel corso del 2019 ed in prospettiva nel successivo biennio l'Ente ha pianificato nella propria programmazione i seguenti obiettivi nel settore delle Collezioni e dei musei scientifici:

- Aumentare il numero di poli museali disponibili dagli attuali 7 (è prevista l'apertura del polo di Cagliari e del polo di Roma Monte Mario).

- Mantenere l'attuale livello medio di aperture al pubblico dei poli museali (attualmente 260 giorni per i poli più grandi e 50-100 per i poli più piccoli)
- Mantenere e possibilmente aumentare l'attuale livello di superficie espositive (1400 mq circa) complessiva fruibile dal pubblico
- Mantenere il corrente livello di investimento (circa 140 k€/annui) attraverso la ricerca continua di fonti di finanziamento esterne all'ente
- Perfezionare il sistema di rilevazione delle presenze in essere che risulta ancora essere incompleto e non esteso a tutti poli del sistema museale.
- Mantenere o aumentare l'attuale numero annuale dei visitatori dei poli del sistema museale (attualmente circa 22000 dei quali 7500 paganti).

5.3.3 Alta Formazione

Il numero complessivo di ricercatori appartenenti ad Università o ad altri Enti e associati all'INAF è di circa 460 unità, di cui circa 300 appartenenti ad Università. Astronomi ed astrofisici sono presenti in molte Università. In particolare, vi sono Dipartimenti di Fisica e Astronomia nelle Università di Bologna, Padova e Catania. Gruppi di ricerca in astrofisica sono presenti anche in diversi Dipartimenti di Fisica, fra cui Torino, Milano, Milano Bicocca, Como-Insubria, Pavia, Trieste, Trieste-SISSA, Ferrara, Firenze, 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, Cosenza, e Palermo. 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. In diversi casi i rapporti di collaborazione e scambio tra l'INAF e le Università sono regolati da appositi accordi, stipulati nell'ambito di una convenzione quadro con la CRUI. Il personale scientifico universitario ha accesso alle infrastrutture supportate da INAF alla stessa stregua del personale dell'Istituto stesso.



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, inclusi quelli dei progetti premiali MIUR o specifici progetti di formazione post-laurea, spesso a valere su risorse FSER. Ricercatori e tecnologi dell'INAF hanno svolto 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.

A partire dal 2009 l'INAF aveva dovuto ridurre drasticamente a 1-2 per anno il numero di nuove borse di Dottorato finanziate con i fondi di funzionamento ordinario. Diversi dottorandi sono stati comunque supportati su fondi esterni assegnati ai progetti di ricerca (fondi ASI, PRIN-MIUR, premiali, ecc.). A partire dal 2014, INAF ha deciso di invertire tale tendenza. Pertanto INAF ha attivato, per il triennio 2014-2016, 3 dottorati in Astronomia ed in Astrofisica in convenzione con le Università di Bologna, Padova e con il consorzio fra la I Università di Roma, La Sapienza e la II Università di Roma, Tor Vergata e nel contempo ha accresciuto il numero di borse di studio finanziate presso dottorati generalisti in Fisica, Fisica ed Astrofisica, etc.

Per l'anno 2017 INAF ha ulteriormente aumentato il proprio supporto ai Dottorati di indirizzo Astrofisico presso diverse università italiana finanziando o co-finanziando 19 borse di studio presso 9 Università Italiane, 9 delle quali nel contesto di scuole strutturate di Dottorato in astrofisica a Bologna, Padova e Roma.

Nel corso del 2014 è stato presentato alla UE un programma di borse post-doc biennali cofinanziate dalla UE riservate a favorire la mobilità di ricercatori italiani e stranieri residenti all'estero che mira a

continuare un analogo programma nominato ASTROFIT avviato negli anni precedenti. Il nuovo programma è stato approvato e finanziato dalla UE e, nel corso del 2015, esso è entrato nella fase di implementazione con l'emissione del primo bando per 9 borse di studio e la selezione dei borsisti che si è conclusa nel 2016. Il secondo bando per ulteriori 9 borse di studio è stato pubblicato e la selezione conclusa nel corso del 2017. I Borsisti ASTROFIT continueranno la loro attività nel triennio sino ad esaurimento delle loro borse.

Nel corso del 2017 l'INAF, utilizzando fondi di specifici progetti, ha emesso svariate decine di bandi per il conferimento di borse di studio e di assegni di ricerca su un ampio spettro di tematiche. Attualmente operano presso INAF circa 70 borsisti e 250 assegnisti di ricerca.

Ricercatori e Tecnologi dell'INAF hanno nel corso del 2017 partecipato ad attività di formazione professionale continua rivolti i) all'aggiornamento di personale docente della scuola secondaria, ii) alla formazione di volontari di Servizio Civile Nazionale, iii) alla formazione di personale specializzato nel campo dell'ICT.

5.3.3.1 Pianificazione

In relazione alla formazione universitaria e post-universitaria l'Ente ha inserito i seguenti obiettivi per il 2018 nella propria programmazione.

- Mantenere il Numero totale di corsi di didattica universitaria e post-universitaria (corsi di laurea, master e corsi di dottorato, scuole nazionali di dottorato, altri corsi in percorsi di alta formazione) erogati in toto o in parte (attualmente circa 70).
- Mantenere il Numero totale di ore di didattica universitaria e post-universitaria complessivamente erogate (attualmente circa 3500)
- Aumentare il Numero di ricercatori e tecnologi complessivamente coinvolti (attualmente circa 50)
- Mantenere un numero ragionevole di dottorati in convenzione commisurato al numero di

possibili aderenti a livello nazionale (attualmente 3)

- Sostenere un numero ragionevole di studenti di dottorato attivi nell'anno (con tutor o co-tutor dell'INAF) commisurato al numero dei possibili aderenti a livello nazionale (attualmente circa 90)
- Erogare un Numero di borse di dottorato finanziate dall'Ente commisurato ai sopra citati punti.

In relazione alla formazione continua e permanente l'Ente ha inserito i seguenti obiettivi per il 2018 nella propria programmazione.

- Mantenere o aumentare il Numero totale di corsi erogati (Attualmente circa 10)
- Mantenere o aumentare il Numero totale di ore di didattica assistita complessivamente erogate (attualmente circa 80)
- Mantenere o aumentare il Numero totale di partecipanti (attualmente circa 250)
- Mantenere o aumentare il Numero di ricercatori e tecnologi complessivamente coinvolti (attualmente 3)
- Mantenere o aumentare il Numero di organizzazioni esterne coinvolte come utilizzatrici dei programmi (attualmente circa 20)

5.3.4 Public Engagement

L'astronomia è una delle scienze che più affascina i media e il grande pubblico. Per la curiosità e il fascino che suscita nei giovani in particolare, l'Astronomia rappresenta 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 come sia anche un efficace terreno di dialogo fra persone di culture e credo diverse, ponendosi il cosmo come patrimonio comune riconosciuto.

L'astronomia rappresenta infine, per ragioni simili, un eccellente strumento di inclusione sociale

Le competenze scientifiche di punta, le tecnologie di avanguardia e i metodi che la ricerca astronomica contribuisce a sviluppare costituiscono un ottimo esempio del progresso culturale e industriale di paesi a sviluppo avanzato come vorrebbe essere l'Italia.

L'INAF persegue i suoi obiettivi in questo settore attraverso una rete di ricercatori e tecnologi diffusa nelle sedi (rete D&D), coordinata dal Settore D della Struttura di Presidenza per la Comunicazione. Nel medio termine, si intende continuare a operare con i seguenti obiettivi, in continuità con il triennio precedente:

- promuovere e coordinare un'immagine unitaria dell'INAF a livello nazionale;
- stabilire un dialogo sempre più efficace con i cittadini, attraverso una intensa presenza territoriale, al di là del terreno puramente scientifico;
- promuovere la consapevolezza dell'importanza della cultura scientifica e del metodo che la produce;
- promuovere presso i cittadini pensiero critico e metodo di analisi e gestione della complessità;
- promuovere, coordinare e capitalizzare a livello nazionale le iniziative di diffusione delle conoscenze astronomiche a livello locale;
- rafforzare le collaborazioni internazionali nel settore del Public Engagement;
- 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 2018-2020, si pianifica inoltre il coinvolgimento di INAF in programmi di respiro europeo da presentare in risposta alle specifiche call del programma H2020 della UE.

Nel seguito indichiamo gli obiettivi specifici legati alle attività di Public Engagement, suddivisi in due pilastri fondamentali: attività di outreach dedicate a segmenti di pubblico generico e attività di education, dedicate al mondo della scuola.

5.3.5 Outreach

Per lo sviluppo sempre più armonico e consapevole delle competenze di cittadinanza, cioè di quell'insieme di competenze che permettono al cittadino di esprimersi nelle scelte del Paese a sostegno della democrazia, l'INAF ha sviluppato modalità di coinvolgimento in linea con l'eccellenza della ricerca che esprime.

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.

Nel prossimo triennio, intende, in continuità con il triennio precedente:

- rafforzare il dialogo con le realtà culturali e produttive dei territori, ponendosi come interlocutore qualificato e autorevole;
- sviluppare, accanto agli incontri più classici, nuove attività di citizen science, che permettono al cittadino un maggiore coinvolgimento, producendo nel contempo risultati utili ai ricercatori;
- rafforzare quelle modalità di comunicazione che avvicinano il cittadino, come per esempio spettacoli teatrali, mostre interattive, giochi di ruolo, forum di discussioni, attività di tinkering e di making;
- rafforzare le collaborazioni internazionali nel settore del Public Engagement;
- 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.

5.3.6 Education

La specificità dell'astrofisica le consente inoltre 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 permette innumerevoli applicazioni didattiche.

In continuità con quanto realizzato nel triennio precedente, le attività di education dell'INAF punteranno a:

- facilitare l'insegnamento previsto dalle indicazioni ministeriali;
- programmare, coordinare e promuovere, anche a livello ministeriale, l'attività di didattica astronomica nelle scuole;
- promuovere e valorizzare la funzione docente riconoscendo le proposte didattiche di qualità certificata anche attraverso la pubblicazione su rivista online astroEDU;
- promuovere l'utilizzo a fini didattici di strumentazione astronomica presso le strutture INAF;
- promuovere e proporre presso i docenti le migliori attività italiane del settore, attraverso la piattaforma online edu.inaf.it;
- promuovere l'utilizzo a fini didattici degli archivi di dati astronomici presenti online;
- sviluppare, accanto agli incontri più classici, nuove attività di school science, che permettono agli studenti un maggiore coinvolgimento, producendo nel contempo risultati utili ai ricercatori;

6 Valutazione dell' INAF

6.1 Valutazione Interna

La Ricerca Scientifica nel settore dell'Astrofisica, nella attuale fase moderna, è per sua natura affidata a grandi collaborazioni e viene condotta mediante l'uso di grandi infrastrutture internazionali alle quali il ricercatore accede per una valutazione di merito della propria proposta osservativa. Una prima e rilevante metrica valutativa interna della qualità della ricerca è proprio il successo dei ricercatori INAF

nell'ottenere tempo osservativo presso le grandi infrastrutture internazionali.

Sempre nel nuovo statuto è previsto un processo di valutazione interna della qualità della ricerca affidato ai Comitati Scientifici Nazionali (CSN che sostituiranno le Macroaree) nell'esercizio del loro ruolo di consulenza al Presidente ed al Consiglio di Amministrazione.

6.2 Confronto Internazionale

L'Astrofisica è una tematica di ricerca a capillare diffusione nella maggioranza della Nazioni sviluppate del mondo. L'Astrofisica osservativa, in particolare, richiedendo accesso a Infrastrutture di grande rilevanza economica, è tradizionalmente condotta in grandi progetti consortili internazionali che favoriscono la cooperazione ed al tempo stesso la competizione tra ricercatori, Istituti, Paesi. Si deve aggiungere che l'accesso alle grandi infrastrutture di ricerca avviene nella maggioranza dei casi in modo competitivo, attraverso la sottomissione di proposte giudicate da appositi comitati scientifici. Lo stimolo competitivo a produrre nuove idee è pertanto condizione necessaria per avere accesso alle infrastrutture, acquisire i propri dati ed infine condurre e pubblicare la propria ricerca.

Il ranking di produttività scientifica effettuato dalla rivista Nature per gli Enti di Ricerca ed Università Italiane dal 01.01 al 31.12. 2016 (figura seguente), mostra che nel contesto Italiano l'INAF occupa **saldamente il primo posto, nell'ambito delle scienze fisiche**, in entrambi gli indicatori principali (Indice AC - numero di Pubblicazioni indipendente dal numero di autori - ed indice WC - numero di pubblicazioni pesato per il numero di autori)², staccando di lunghezze altre Università ed Enti di Ricerca di riconosciuta eccellenza.

Institution	AC	FC	WFC
1. National Institute for Astrophysics (INAF)	1086	270.84	56.96
2. National Institute for Nuclear Physics (INFN)	790	137.23	113.74
3. University of Bologna (UNIBO)	354	29.86	10.81
4. Sapienza University of Rome	340	29.07	20.16
5. University of Padova (UNIPD)	333	28.81	12.80
6. National Research Council (CNR)	258	55.07	52.84
7. University of Rome Tor Vergata	215	10.36	5.41
8. University of Milan (UNIMIL)	213	14.57	9.86
9. University of Pisa (UNIPD)	213	9.21	7.51
10. University of Naples Federico II (UNINA)	181	6.42	5.08
11. University of Genoa	180	4.40	4.25
12. University of Turin (UNITO)	179	12.48	7.90

Nel contesto Europeo INAF occupa il **quarto posto** dietro grandi organizzazioni come il CNRS francese ed il Max Planck tedesco e davanti a Università prestigiose come Cambridge ed Oxford

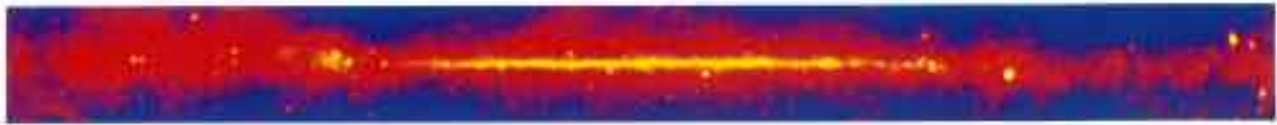
Institution	AC	FC	WFC
1. French National Centre for Scientific Research (CNRS)	2770	428.03	280.06
2. Max Planck Society	2124	541.85	298.39
3. Spanish National Research Council (CSIC)	1248	156.18	77.10
4. National Institute for Astrophysics (INAF)	1086	270.84	56.96
5. Pierre and Marie Curie University (UPMC) - Paris 6	1060	79.56	47.12
6. University of Cambridge	913	242.28	147.81
7. Paris Diderot University (Paris 7)	812	49	21.58
8. Atomic Energy and Alternative Energies Commission (CEA)	807	74.93	54.83
9. National Institute for Nuclear Physics (INFN)	790	137.23	113.74
10. Helmholtz Association of German Research Centres	781	173.05	159.39
11. Russian Academy of Sciences (RAS)	706	144.29	92.48
12. University of Oxford	643	144.19	101.78

Nel contesto mondiale INAF occupa il **sesto posto** a poche lunghezze da Università prestigiose come Harvard.

Institution	AC	FC	WFC
1. French National Centre for Scientific Research (CNRS)	2808	431.21	281.82
2. Max Planck Society	2158	547.06	302.13
3. Chinese Academy of Sciences (CAS)	1832	558.16	391.80
4. Spanish National Research Council (CSIC)	1312	156.26	77.11
5. Harvard University	1177	236.08	160.14
6. National Institute for Astrophysics (INAF)	1097	270.93	57
7. California Institute of Technology (Caltech)	1093	203.40	106.53
8. Pierre and Marie Curie University (UPMC) - Paris 6	1052	79.57	47.14
9. National Aeronautics and Space Administration (NASA)	1047	158.89	44.26
10. University of Cambridge	914	242.28	147.81
11. University of California Berkeley (UC Berkeley)	888	171.87	113.14
12. Massachusetts Institute of Technology (MIT)	822	227.55	190.96

² L'Indice WFC che include un fattore riequilibrante per le pubblicazioni di Astronomia ed Astrofisica nel contesto di Enti di ricerca generalisti

non può essere considerato attendibile per un Ente tematico che si occupa solamente di queste discipline.



7 Appendici

7.1 Tavole Sinottiche di Programmi e Progetti per la Ricerca Scientifica

7.1.1 Cosmologia

Strumento	Tecnica/Area	Periodo	Risultati attesi	Partecipazione italiana
Strumenti operanti durante il periodo				
SKA Precursors (ASKAP MeerKAT uGMRT)	Crescita della LSS Spettroscopia e imaging in riga e continuo nel cm	2018-	Proprietà della DE e DM Formazione ed evoluzione di galassie EoR	Partecipazione INAF ai programmi di Galactic Plane Surveys EMU ed early science (ASKAP) e MeerGAL (MeerKAT) proposal individuali in open time.
VLA Low & High frequency	Continuo e righe atomiche e molecolari	2018-	Campo magnetico in stelle, stelle attive, flares, struttura di dischi, proprietà della polvere, trancianti di temperatura e densità, masers	INAF è PI di diverse proposte e collabora in large programmes di EU PI-ship
ALMA	Emissione sub-mm. Continuo e righe atomiche e molecolari	2018-	EoR Formazione ed evoluzione di galassie	INAF è PI di diverse proposte e collabora in programmi di US, EA ed EU PI-ship
IRAM-NOEMA-30m	Emissione sub-mm. Continuo e righe atomiche e molecolari	2018-	EoR Formazione ed evoluzione di galassie	INAF è PI di diverse proposte e collabora in large programmes di EU PI-ship
APEX	Emissione sub-mm. Continuo e righe atomiche e molecolari del mezzo interstellare	2018-	Surveys di struttura, temperatura, dinamica e chimica di regioni di formazione stellare. Calibrazione di diagnostica evolutiva.	INAF è PI di diverse proposte e collabora in large programmes di EU PI-ship
VLT UVES X-shooter MUSE VIMOS	Dinamica di galassie, gruppi e ammassi Segnale di strong e weak lensing Tomografia IGM Surveys di galassie	2018-	Proprietà della DM e DE Parametri cosmologici Calibrazione delle Snc come candele standard	Osservazioni GTO e GO
VST	Surveys di galassie Imaging	2018-	Parametri cosmologici Condizioni iniziali dell'Universo	ESO/INAF. PI-ships
VISTA	Surveys di galassie Imaging IR	2018-	Parametri cosmologici Condizioni iniziali dell'Universo	ESO
SDSS	Surveys di galassie e QSOs BAO RSD	2018-	Parametri cosmologici Condizioni iniziali dell'Universo	SDSS collaboration

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

LBT LBC MOD LUCI	Dinamica di galassie, gruppi e ammassi Segnale di strong e weak lensing Surveys di galassie	2018-	Natura della DM DE EoR Condizioni iniziali dell'Universo	INAF con contributi altri partner LBT
NTT Dolores NICS	Sne come candele standard, osservazioni di galassie e QSO Imaging, spettri	2018-	Parametri cosmologici Natura della DE Formazione ed evoluzione di galassie	Infrastruttura INAF
Planck	Fluttuazioni e polarizzazione del CMB Gravitational lensing	2018-	Condizioni iniziali dell'Universo Test della fisica fondamentale EoR	ESA. Forte impegno italiano
HST	Immagini-Spettroscopia NUV, ottico e NIR ad alta risoluzione spaziale/ Segnale di strong e weak lensing	2018-	Natura della DM DE EoR	Collaborazione INAF con esponenti EU e US
Gaia	Dinamica delle Dwarf galaxies Scala delle distanze /Astrometria	2018-2020 (+2)	Natura della DM. Calibrazione, tramite parallassi, dei principali indicatori di distanza primari (Cefeidi, RR Lyrae, LPV), misura di moti propri	ESA. Forte impegno italiano
Chandra	Distribuzione dei barioni ICM vs DM Sorgenti X	2018-	Natura della DM (SM)BH primordiali	NASA PI e co-I INAF di numerosi proposals
XMM	Distribuzione dei barioni ICM vs DM Sorgenti X	2018-	Natura della DM (SM)BH primordiali	ESA Contributo INAF:Co-I EPIC, Calibrazioni, PI e co-I di numerosi proposals
FERMI	Emissione da annichilazione di DM	2018-	Natura della DM	NASA-INAF-INFN Contributo INAF: analisi ed interpretazione dati, software
HPC	Tecniche numeriche N-corpi e idrodinamiche	2018-	Formazione ed evoluzione di galassie, clusters di galassie e LSS Galassie e BH primordiali, EoR Modelli cosmologici Predizioni per strumentazione e surveys future	Call competitive presso CINECA Infrastrutture EU PRACE
Strumenti futuri				
SKA	Crescita delle perturbazioni Survey di galassie a grande campo Sandage Test Spettroscopia e imaging in riga e continuo nel cm. HI intensity mapping	2020-	Proprietà della DE e DM, EoR Parametri cosmologici Condizioni iniziali dell'Universo Variazioni delle costanti fondamentali Formazione ed evoluzione di galassie	Partecipazione italiana. Partecipazione INAF ai WP – SKA 'Our Galaxy' e 'Cradle of Life'
VLT ESPRESSO	Assorbitori QSO Tomografia IGM/	2018-	Natura della DM e DE Parametri cosmologici	ESO. Col-ship italiana

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

	Spettroscopia alta risoluzione.		Variazioni costanti fondamentali	
VL MOONS	Crescita della LSS Spettroscopia multi- object	2019-	Proprietà della DM e DE, EoR Condizioni iniziali dell'Universo	Forte coinvolgimento INAF
E-ELT MAORY MICADO	Segnale di strong e weak lensing/ Immagini	2024-	Proprietà della DE Formazione ed evoluzione di galassie	ESO. PI-ship italiana MAORY
E-ELT - HIRES	Spettroscopia IGM Sandage Test/ Spettroscopia alta risoluzione.	2026-	Natura della DM e DE Parametri cosmologici Variazioni costanti fondamentali	ESO. PI-ship italiana (Università di Firenze)
NTT SOXS	Immagini/spettri	2019-	Studio Snc: caratterizzazione fisica del fenomeno e del progenitore.	INAF/ESO
WHT WEAVE	Galactic Archaeology; Stellar, Circumstellar and Interstellar Physics; Stellar populations; Galaxy clusters; QSOs 1000 spettri per FOV	2019-	Formazione ed evoluzione di galassie e clusters di galassie Reionization BAO	Forte coinvolgimento INAF
LSST	Segnale di strong e weak lensing / Immagini	2021-	Proprietà della DM e DE Condizioni iniziali dell'Universo	NSF-DOE- LSST Corp. INAF partecipa con 15 PI/progetti
CTA	Emissione da annichilazione di DM, LIV, propagazione anomala di fotoni Imaging gamma/TeV	2019	Proprietà della DM Test della fisica fondamentale	Forte impegno italiano INAF-INFN
JWST	Immagini, Spettri nel NIR e MIR ad alta risoluzione/ Segnale di strong e weak lensing	2019-	Proprietà della DM Formazione ed evoluzione di galassie EoR	Collaborazione INAF con NASA-ESA.
Euclid	Segnale di strong e weak lensing Crescita delle perturbazioni BAO RSD	2020-	Proprietà della DE e DM, EoR Condizioni iniziali dell'Universo Formazione ed evoluzione di galassie	ESA. Forte impegno italiano
Athena	Distribuzione barioni ICM Distribuzione dei clusters Emissione da annichilazione di DM Sorgenti X	2028-	Natura della DM e DE (SM)BH primordiali	ESA. Forte impegno italiano

7.1.2 Astrofisica Stellare

Strumento	Tecnica/Area	Periodo	Risultati attesi	Partecipazione italiana
Strumenti operanti durante il periodo				

mg *all*

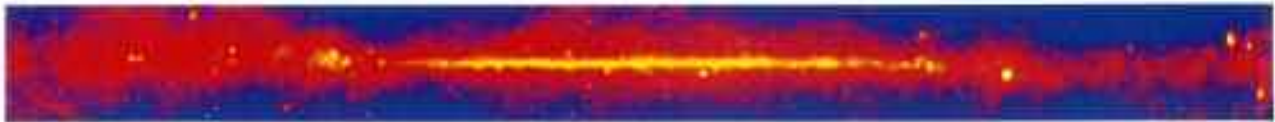
INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

Kepler 2	asterosismologia	2018-19	Caratterizzazione di stelle brillanti	NASA
VLT – SPHERE/ X-Shooter	Immagini,Spettri/Caratterizzazione	2018-	Statistica e caratterizzazione esopianeti, protopianeti, dischi protoplanetari., Jets/outflows. YSOs, supernovae/transienti, progenitori.	ESO. INAF nel GTO di Sphere, ha PI-ship GTO di X-Shooter +survey GO
VLT- FLAMES/ MOONS	Spettri / velocità radiali/ abbondanze chimiche	2018-	Chimica Galattica. Gaia Follow-up di stelle Galattiche, ammassi, Cefeidi ed RR Lyrae, popolazioni stellari risolte.	ESO, Partecipazione Italiana. INAF PI-ship di Gaia-ESO
VLT – CRIRES+ ESPRESSO	Alta ris. Spettroale Vel. Radiali/ Atmosfere	2018-	Statistica Terre e super-Terre. Caratterizzazione di: atmosfere pianeti giganti in transito, YSOs, jets, outflows	ESO e INAF INAF partecipa al GTO di Espresso
VISTA e VST	Immagini VIS/NIR	2018-	Pop stellari risolte e stelle variabili.	ESO/INAF. PI-ships
WHT-WEAVE	Spettroscopia	2018-	Gaia Follow-up di stelle nella Galassia: velocità radiali, abbondanze chimiche	Consorzio Europeo, contributo INAF
LBT –LMIR /LUCI / SHARK/PEPSI	Immagini,Spettri/Caratterizzazione	2018-	Statistica e caratterizzazione esopianeti, protopianeti, dischi protoplanetari, Jets/outflows,YSOs stelle Galattiche,	INAF con contributi altri partner LBT
LBT-LBC	Immagini	2018-	Popolazioni stellari e variabili pulsanti	INAF, partner LBT
Asiago-AFOSC / Loiano-BFOSC	Immagini/Spettri	2018-	Sne/transienti: caratterizzazione e progenitori. Follow-up Gaia (alerts)	INAF
GTC-OSIRIS	Spettri	2018-	Sne/transienti e progenitori	INAF
TNG – HARPS-N e GIARPS	Vel. Radiali/ Alta ris. Spettroale/	2018-	Caratterizzazione e statistica pianeti extrasolari, YSOs , jets/outflows. Caratterizzazione chimica di stelle.	INAF
TNG-LRS e NICS	Immagini/spettri	2018-	Sne/transienti e progenitori	INAF
Swift	Immagini/spettri	2018-	Sne/transienti e progenitori	NASA-ASI
NTT-EFOSC/SOFI	Immagini/spettri	2018-	Sne/transienti e progenitori	INAF
NTT-SOXS NOT-NTE	Immagini/spettri	2019-	Studio supernovae/transienti: caratterizzazione e progenitori.	INAF/ESO
CHEOPS	Transiti/Proprietà	2018-	Caratterizzazione pianeti in transito	ESA-CH-ASI
TESS	Transiti/Detezione	2018-	Pianeti di stelle vicine. Asterosismol.	NASA. Dati pubbl
HST	Immagini/Spettroscopia NUV, ottico e NIR ad alta ris.	2018-	Caratterizzazione di: popolazioni e ammassi stellari, stelle variabili, Jets da stelle giovani. Scala distanze.	NASA.Collaborazione INAF con esponenti EU e US
ALMA low & high – frequency long baselines & compact array polarizzazione/ VLBI/ Single Dish	Emissione sub-mm. Continuo e righe atomiche e molecolari di nubi e filamenti molecolari, clumps, protostelle e	2018-	Evoluzione polvere, massa dischi gassosi in YSOs, brown dwarfs. Formazione pianeti. Struttura e chimica dischi circumstellari, crescita grani di polvere, frammentazione nubi molecolari. Dinamica accrescimento. Campo magnetico in dischi e jets. Interazione	INAF è PI di diverse proposte e collabora in programmi di US, EA ed EU PI-ship

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

	dischi circumstellari		disco-stella-jet. Mapping a grande scala di filamenti. Masers e outflow.	
IRAM-NOEMA-30m	Emissione sub-mm. Continuo e righe atomiche e molecolari	2018-	Formazione di molecole prebiotiche in regioni di formazione stellare. Surveys di jets molecolari protostellari e dischi circumstellari.	INAF è PI di diverse proposte e collabora in large programmes di EU PI-ship
VLA Low & High frequency	Continuo e righe atomiche e molecolari	2018-	Campo magnetico in stelle, stelle attive, flares, struttura di dischi, proprietà della polvere, trancianti di temperatura e densità, masers	INAF è PI di diverse proposte e collabora in large programmes di EU
APEX	Emissione sub-mm. Dei continuo, righe atomiche e molec, mezzo interstellare	2018-	Surveys di struttura, temperatura, dinamica e chimica di regioni di formazione stellare. Calibrazione di diagnostica evolutiva.	INAF è PI di diverse proposte e collabora in large programmes di EU
Herschel	Continuo e righe atomiche/molecolari nel far-IR	2018-	Formazione stellare globale nella Galassia (template $z=0$). Energetica e dinamica outflows molecolari.	INAF è PI di diverse proposte e large programmes
Gaia	Astrometria/Rivelazione/Fotometria/Spettroscopia.	2018-2020 (+2)	Scala distanz. Struttura 3D Via Lattea. Formazione ed evoluzione pop. Stellari Galattiche e Gruppo Locale. Transienti. Scoperta e statistica pianeti giganti. Membership, moto 3D stelle. Tomo-grafia 3D polvere in ISM diffuso, nubi.	ESA. Forte impegno italiano
JWST	Immagini, Spettri nel NIR e MIR ad alta risoluzione/Caratterizzazione	2019-	Caratterizzazione di: atmosfere pianeti in transito, gas caldo in sistema disco/jet, protoclusters Galattici, shock e outflows, popolazioni stellari, stelle spulsanti, transienti. Scala distanze	Collaborazione INAF con NASA-ESA. Programmi ERS e GO
SKA Precursors (ASKAP/MeerKAT)	Spettroscopia e imaging in riga e continuo nel cm	2016-	Surveys Galattiche a grande scala in continuo e riga per studio dell'ISM ionizzato diffuso e in SFRs	INAF coinvolta nelle Surveys EMU e MeerGAL
Strumenti futuri				
PLATO / ARIEL	Transiti/Spettri/Atmosfere	2025-	Pianeti in transito attorno a stelle brillanti. Caratterizzazione atmosfere pianeti e stelle, archeologia Galattica.	ESA. Forte impegno italiano
WFIRST-AFTA	Immagini/Caratterizzazione	2025-	Scoperta e caratterizzazione pianeti. Pop. Stellari nel bulge Galattico e in regioni di formazione stellare, funzione di luminosità, cinematica di stream stellari nel Gruppo Locale.	NASA Possibile partecipazione ESA
VLT-ERIS	Immagini	2020-	Indicatori distanza stellari secondari fino ~300 Mpc. Formazione stellare, dischi e jets	ESO. PI-ship italiana per AO
E-ELT HIRES/MOS	Vel. Radiali/Atmosfere. Spettroscopia alta risoluzione.	2026-	Atmosfere di esopianeti terrestri. Caratterizzazione e statistica accrescimento e dinamica di jets e outflows in oggetti sub-stellari.	ESO. PI-ship e partecipazione italiana

MB *Alles*



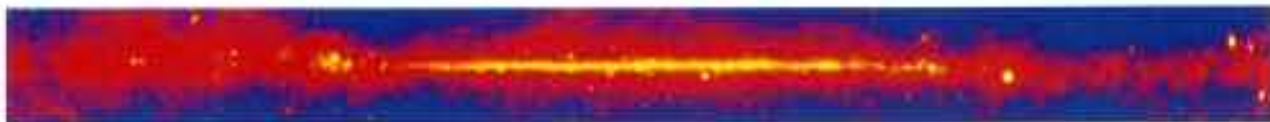
INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

			Popolazioni stellari nel Gruppo Locale e oltre.	
E-ELT – EPICS	Immagini, Spettri/Caratterizzazione	2028-	Scoperta e caratterizzazione pianeti fino a super-Terre	ESO. Forte impegno INAF
E-ELT -MICADO/MAORY	Imaging ad alta risoluzione	2024-	Indicatori distanza secondari fino a $z \sim 0.3$ e calibrazione diretta scala distanze con Cefeidi. Storia formazione stellare galassie vicine; astrometria in regioni affollate. Detezione di pianeti in dischi protoplanetari, jets vicino a stelle giovani e connessione con accrescimento. IMF e frazione di dischi in regioni a bassa metallicità	ESO. PI-ship italiana MAORY. Partecipazione INAF al consorzio MAORY e prep. Casi scientifici per White Book.
LSST	Immagini	2021-	Struttura 3D Via Lattea e Universo fino alto redshift. Indicatori distanza geometrici primari/secondari. Transienti	NSF-DOE- LSST Corporation INAF partecipa con 15 PI/progetti
4MOST	spettri	2021	Gaia follow-up, caratterizzazione di stelle Galattiche	ESO+consorzio Europeo
SKA	emissione radio/X. Spettroscopia e imaging in riga e continuo nel cm.	2020-	Origine campi magnetici e legame con "attività" stellare. Molecole prebiotiche, dischi/jets in regioni di formazione stellare. Grandi surveys Galattiche (in continuo e riga).	Partecipazione INAF anche ai WP – SKA Our Galaxy' e 'Cradle of Life' e alla preparazione casi scientifici.
CTA	Imaging gamma		Caratterizzazione del "dark gas" in ISM e relazione fra flusso di raggi cosmici e <i>star formation rate</i> .	

7.1.3 Sole e Sistema Solare

Missione/Strumento	Tecnica/Area (partecipazione INAF)	Periodo	Risultati attesi	Partecipazione italiana
Missioni e strumenti operanti durante il periodo				
CLUSTER (ESA)	Misura della componente ionica del plasma	2000-2018	Caratterizzazione delle strutture tridimensionali del plasma spaziale	
Mars Express	Immagini, Spettri, radar/	2004-	Studio di Marte	PI-ship INAF (PFS, MARSIS)
Mars Reconnaissance Orbiter	Radar	2005-	Studio di Marte	Partecipazione INAF (SHARAD)
DUSTER	Piattaforma stratosferica	2004-	Raccolta materiale extraterrestre	Realizzazione italiana
Dawn (NASA)	Spettrometria a immagine	2007-2019	Composizione superficie di Cerere	PI-ship INAF (VIR)
Juno (NASA)	Spettrometria a immagine	2011-2019	Studio aurore e atmosfera di Giove	PI-ship INAF (JIRAM)

mg *cler*



INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

GAIA (ESA)	Astrometria, fotometria e spettroscopia nel visibile	2013-2020	Proprietà fisiche degli asteroidi	Partecipazione INAF nel processamento e analisi dati (DPAC)
ExoMars (ESA)	Immagini, spettrometria	2016-2022	Studio di Marte	Co-Piship INAF (CASSIS, NOMAD, Dust Complex); PI-ship INAF (DREAMS, MaMISS)
OSIRIS-REX (NASA)	Immagini, Spettri	2016-2023	Caratterizzazione della superficie di un asteroide	Partecipazione all'analisi dei dati e dei campioni
IBIS	Immagini, Spettri/ polarimetria.	2018-2020	Emerione ed evoluzione delle regioni magnetiche solari in fotosfera e cromosfera. Diagnostica eventi esplosivi.	INAF con contributi altri partner universitari
SOHO-UVCS	Spettro-coronografia UV di regioni sorgente del vento solare	2018-2020 analisi dati in corso	Diagnostica dei processi di riscaldamento ed accelerazione del vento solare. Indagine sui processi energetici che caratterizzano i CME	INAF con contributi altri partner universitari
Hayabusa 2 (JAXA)	Immagini Spettroscopia IR Analisi Sample Return	2018-2024	Caratterizzazione Asteroide NEA Ryugu e landing + sampling site Analisi campioni riportati a Terra	INAF Co-I-ship
Missioni e strumenti futuri				
BepiColombo (ESA-JAXA)	Immagini, Spettri, accelerometria, misurazione di particelle neutre e cariche	2018	Caratterizzazione superficie ed ambiente particellare (esosfera e magnetosfera) di Mercurio e proprietà geofisiche.	PI-ship INAF (SIMBIOSYS, SERENA, ISA) e italiana (MORE)
SCORE – Herschel	Imaging coronografico VL, UV e EUV (programma sub-orbitale)	2018	Proprietà fisiche corona esterna. Abbondanza elio coronale.	NASA. INAF PI-ship, Impegno ricercatori INAF in collaborazione con NRL-USA.
Solar Orbiter (ESA)	Imaging coronografico VL e UV Indagine in-situ del plasma del vento solare	2020	Proprietà delle regioni sorgente del vento solare. Origine, evoluzione e propagazione dei CME. Cinetica del plasma	ESA. Forte impegno italiano: PI-ship (METIS) Università di Firenze associato INAF e CoPI-ship (SWA)
ASPIICS – Proba3	Coronografia ad altissima risoluzione con satellite in formazione	2020	Spettropolarimetria della corona solare estesa per la mappatura dei campi magnetici coronali e della dinamica del vento solare	ESA. Lead CO-I-ship Impegno ricercatori INAF
JUICE (ESA)	Immagini, Spettrometria a immagine	2022	Studio del sistema di Giove. Caratterizzazione superfici ed esosfere dei satelliti galileiani e della atmosfera di Giove.	Co PI-ship INAF (JANUS, MAJIS)



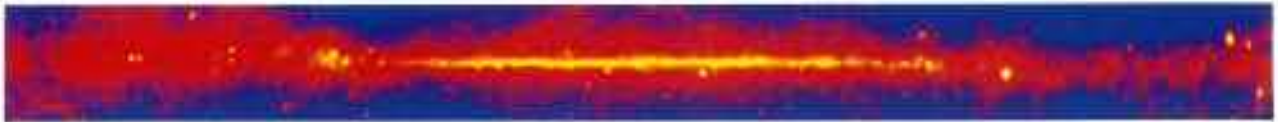
INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

EST	Osservazioni spettropolarimetri che dal vicino IR al vicino UV	2026	Conoscenza dettagliata delle proprietà termiche, dinamiche e magnetiche del plasma della nostra stella, dalla base della fotosfera all'alta cromosfera.	Consorzio europeo EAST, con partecipazione italiana
-----	--	------	---	---

7.1.4 Astrofisica Relativistica e Particellare

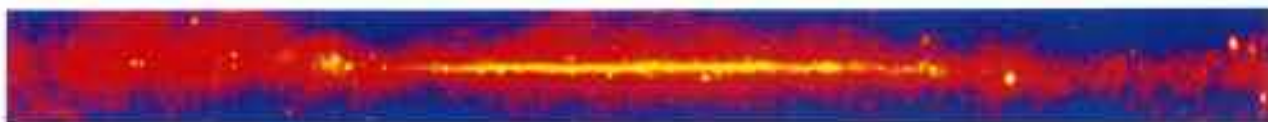
Strumento	Tecnica/Area	Periodo	Risultati attesi	Partecipazione italiana
Strumenti operanti durante il periodo				
SRT	Radio	2018-	Pulsars, radio-galassie, blazars, FRBs, GWs, transienti radio, XRBs	INAF
VLBI	Radio	2018-	Pulsars, radio-galassie, blazars, FRBs, GWs, transienti radio, XRBs, fisica e monitoraggio di radiogalassie e blazars, follow-up, localizzazione di FRBs, GWs, supernovae, transient radio	INAF
ALMA	millimetric	2018-	GRB mm afterglows e galassie ospiti; radio-galassie	ESO
HST	Ottico, UV, IR	2018-	Follow-up accurato di sorgenti transienti deboli e loro galassie ospiti	NASA-ESA
REM	Tele. robotico – imaging ottico/NIR	2018-	Follow-up transienti, monitoraggio di sorgenti	INAF
VLT – FORS e XS	Immagini, Spettri/ Caratterizzazione	2018-	Identificazione di sorgenti di alta energia, controparti di GRB e GW	ESO Partecipazione INAF al GTO
LBT	Immagini, Spettri/ Caratterizzazione	2018-	Identificazione di sorgenti di alta energia, controparti di GRB e GW	INAF con contributi altri partner LBT
TNG+NOT	Immagini, Spettri/ Caratterizzazione	2018-	Identificazione di sorgenti di alta energia, controparti di GRB e GW	INAF
JWST	Immagini, Spettri/ Caratterizzazione	2018-	Ricerca di Supernovae, galassie ospiti di GRB, statistica di AGN	NASA-ESA
Chandra	X-rays	2018-	Osservazioni ad alta sensibilità di sorgenti X deboli, studio di getti, surveys; Ricerca e follow-up di transienti X	NASA PI e co-I INAF di numerosi proposals
XMM	X-rays, UV-opt	2018-	Osservazioni ad alta sensibilità di sorgenti X deboli, studi spazialmente e temporalmente risolti, surveys; Ricerca e follow-up di transienti X	ESA Contributo INAF: Co-I EPIC, Calibrazioni, PI e co-I di numerosi proposals

mg *day*



INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

Swift	X-rays, UV-opt	2018-	Ricerca e follow-up di transienti X e controparti ottico-UV;	NASA-UK-ASI Contributo INAF: XRT-BAT software e data analisi
NuSTAR	Hard X-rays	2018-	Osservazioni accurate in hard X di sorgenti di alta energia e righe di emissione nucleari in novae, SNe	NASA Partecipazione INAF a calibrazioni e data analysis SW
ASTROSAT	Timing e spettroscopia X	2018-	Analisi temporale e spettrale a larga banda di sorgenti galattiche ed extragalattiche	India Partecipazione INAF: analisi dati
HXMT	X-ray	2018-2020	Analisi temporale e spettroscopia di sorgenti X tra 0.1-250 keV. Survey (E>20 keV)	Cina.Coinvolgimento INAF: calibrazioni, partecipazione come Co-I a diverse proposte scientifiche
INTEGRAL	Imaging e spettroscopia hard X	2018-	Ricerca, caratterizzazione e studio di sorgenti di alta energia, incluse GW inclusi GRB, controparti e.m. di GW, neutrini. Astronomia Multi-messenger	ESA Partecipazione INAF:PI IBIS e co-I di ISDC e SPI, PI e co-I INAF di numerosi proposals Guest Observer
AGILE	Astronomia gamma MeV-GeV e hard X-rays	2018-	Monitoraggio di blazars e sorgenti galattiche, TGF, GRBs, controparti e.m. GW	ASI-INAF-INFN
FERMI	Astronomia MeV-GeV	2018-	Studio sorgenti galattiche ed extragalattiche, studio di popolazioni, funzioni di luminosità. GRB, ricerca di dark matter	NASA-INAF-INFN Contributo INAF: analisi ed interpretazione dati, software
MAGIC	Astronomia TeV	2018-	Rivelazione e follow-up di sorgenti TeV, ricerca di controparti TeV di GRB e GW	INFN-INAF come parte del consorzio
Strumenti futuri				
SKA	radio	2025-	Osservazioni profonde di radiosorgenti deboli a grandissimo campo; controparti radio di transienti; pulsars	INAF come parte del consorzio
ATHENA	Spettroscopia X	2025-	Spettri di sorgenti di alta energia, riga del ferro, BHs, cosmologia	ESA. Partecipazione INAF:Co-I di X-IFU, working group scientifici
SVOM	Imaging hard X	2020-	GRB e sorgenti di alta energia	CAS (Cina)-CNES(Francia). Contributo INAF: follow-up di GRB
CTA	Astronomia TeV	2025-	Rivelazione e follow-up di sorgenti TeV, ricerca di controparti TeV di GRB e GW	INAF (è parte del consorzio)
ASTRI-Mini Array	Astronomia TeV	2022	Rivelazione e follow-up di sorgenti TeV con particolare riferimento ai Pevatroni. Ricerca di Controparti TeV di GRB e GW	Progetto INAF con la collaborazione della Università di Sao Paulo (Brasile) e la Northwestern



INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

				University (Sudafrica)
IXPE	Satelliti per polarimetria X	2020-	Polarimetria X di sorgenti non termiche, temporalmente e spazialmente risolta	NASA, INAF
eXTP	Imaging, spettroscopia a bassa risoluzione e polarimetria X	2025-	Spettroscopia, polarimetria e timing X di sorgenti di alta energia	ESA, ASI, INAF
EUCLID	Ottico-IR	2025-	Determinazione del redshift di una quantità enorme di transienti dal radio all'X fino a $z = 2$	ESA Coinvolgimento INAF: Co-I
HERMES	X-ray	n.d.	Sciame di microsatelliti per triangolazione e positioning di eventi transienti (keV-MeV).	INAF, ASI, collaborazione internazionale
THESEUS	Dai raggi X soffici ai raggi gamma (lobster-eye cameras con SDD+scintillatori); telescopio IR e spacecraft fast slewing.	n.d.	Rivelazione, localizzazione, misura del redshift e caratterizzazione multi-banda di GRB e transienti X/Gamma. Grande impatto sullo studio dell'Universo primordiale sfruttando i GRB lunghi ad altissimo redshift e sull'astrofisica time-domain e multi-messenger. Sinergie con le grandi facilities osservative future (ELT, SKA, CTA, ATHENA, ET, Km3Net, ...)	INAF, leadership del consorzio internazionale, PI di uno dei tre strumenti, coordinamento scientifico
STROBE X	X-ray	n.d.	Spettroscopia e timing X di sorgenti di alta energia (0.2-30 keV)	NASA, partecipazione INAF

7.1.5 Tecnologie Astronomiche

I progetti e la strumentazione in ambito astronomico in fase di realizzazione a conduzione e/o partecipazione INAF in fase design, sviluppo o di realizzazione per il triennio 2019-2021 sono riportati nelle seguenti tabelle.

Strumento/ Progetto	Area Scientifica/ Tecnica Osservativa	Facility di Riferimento	Ruolo INAF	Industria di Riferimento	Milestones 2019-2021
ESPRESSO	Spettroscopia VIS/NIR ad alta risoluzione	ESO-VLT	Istituto CoPI	ALCA TECHNOLOG Y S.r.l., LABORATORI OTTICO COLOMBO, DELL'ORO MAURO S.r.L.	Completamento commissioning 2019
ERIS	Imaging NIR/ MIR ad alta risoluzione spaziale	ESO-VLT	Istituto Col		Commissioning e delivery 2018-19



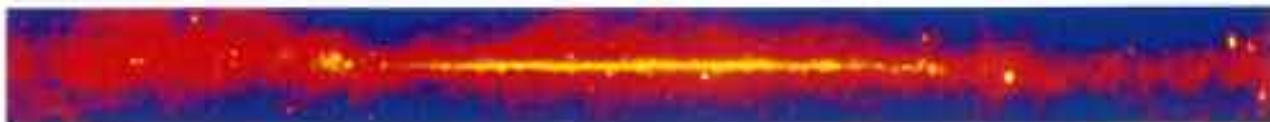
INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

MOONS	Spettroscopia multi-oggetto VIS/NIR a media/alta risoluzione	ESO-VLT			
SOXS	Spettroscopia VIS/NIR a media risoluzione	ESO-NTT	Istituto PI		Inizio Costruzione
MAORY	Modulo adattivo MCAO di prima luce	ESO-EELT	Istituto PI		Fase B 2019 PDR
MICADO	Imaging NIR ad alta risoluzione spaziale di prima luce	ESO-EELT	Istituto Col		Fase B 2018-2019 PDR
HIRES	Spettroscopia VIS/NIR ad alta risoluzione	ESO-EELT	PI Università di Firenze Associato INAF		Fase A
M4 E-ELT	Specchio adattivo del treno ottico di E-ELT	ESO-EELT	Subcontractor	MICROGATE S.p.A.	2018 FDR
ARGOS	Correzione adattiva per il ground layer basato su laser Rayleigh	LBT	Istituto Col		Commissioning
LINC-NIRVANA	Imaging NIR ad alta risoluzione spaziale con potenziale capacità interferometrica	LBT	Istituto Col		Commissioning
SHARK VIS	Imaging coronografico VIS ad alta risoluzione spaziale	LBT	Istituto PI		FDR
SHARK NIR	Imaging coronografico NIR ad alta risoluzione spaziale	LBT	Istituto PI		FDR
GIARPS	Spettroscopia VIS/NIR ad alta risoluzione	TNG	Istituto PI	N/A	Commissioning
ALTA	Previsione di turbolenza atmosferica e parametri atmosferici per astronomia dal suolo	LBT	Istituto PI	N/A	Durata progetto 2015-2020
WEAVE	Spettroscopia multi-oggetto VIS a media/alta risoluzione	WHT			Commissioning 03/2018 Prima Luce
NTE	Imaging/ Spettroscopia VIS/NIR	NOT			
LSPE/STRIP	Osservazione del fondo cosmico e foregrounds alle microonde e onde millimetriche	TEIDE	Telescope System Engineer; System Engineer, AIV manager, WP leader PM per la fase di commissioning, osservazioni e		Installazione 2019 / 2020 Campagna Osservativa : 2020 - 2023

Handwritten signatures and initials in blue ink.

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

			decommissioning		
Q band Multifeed	Ricevitore Multibeam banda Q	SRT			Commissioning 2019
S band Multifeed	Ricevitore Multibeam banda S	SRT			Commissioning 2018 Installazione 2018/19
C band Monofeed	Ricevitore monofeed banda C (4.2-5.6 GHz)	SRT			Commissioning 2019
SARDARA	Spettroscopia radio larga banda multi beam	SRT			Commissioning modalità multi beam
ESCAPE-CorMag	Coronografo solare VIS/NIR spettro polarimetrico	Dome C	Istituto PI		
Ku band receiver	Ricevitore 12 – 18 GHz	Medicina RT			commissioning 2019
SXL receiver	Ricevitore bande L , S e X per VLBI	Noto RT			Commissioning 2018
CTA ed ASTRI Mini-Array	Telescopi della classe SST per il sito sud di CTA. Fornitura specchi telescopi della classe MST. Software di controllo dell'Array CTA.Data Management. Realizzazione di un precursore denominato ASTRI-Mini-Array.	CTA	Istituto PI Partecipazione WP leader	MEDIALARIO FLABEG FE EIE GALBIATI	Produzione di un mini-array di 9 precursori 2022. Installazione di SST CTA al sud 2025
ALMA BANDA 2 (*)	Astronomia millimetrica	ALMA observatory	WP leader		CDR: 2020 Pre-produzione: 2021 Produzione: 2022-2023
SKA-DC	Consorzio Dish (SKADC)	SKA	Leader per Local Monitor and Control (LMC)		
SKA - CSP	Consorzio Central Signal Processor	SKA	Attività di Correlator and Central Beam Former, Non-Imaging processor e Local Monitor and Control.		
SKA-TMC	Consorzio Telescope Manager	SKA	Local Monitoring and Control. System Engineering e Observation Management.		
SKA-AADC	Consorzio Aperture Array Design	SKA	Leader per il Receiver		



INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

EST	Osservatorio Solare	EST	Partecipazione	N/A	Installazione 2026
-----	---------------------	-----	----------------	-----	--------------------

(*) proposta in fase di valutazione da parte di ESO

Strumento/ Progetto	Area Scientifica/ Tecnica Osservativa	Agenzia Missione	Ruolo INAF	Partner Industriale	Milestones 2019-2021
SERENA	Sensore per atomi neutri e ioni	ESA BEPI COLOMBO	Istituto PI		Lanciato 2018
SIMBIO-SYS	Immagini alta risoluzione, immagini stereo, spettroscopia Vis-NIR	ESA BEPI COLOMBO	Istituto PI	LEONARD O S.p.A.	Lanciato 2018
ISA	Misura del campo gravitazionale di Mercurio, accelerazioni non gravitazionali, Accelerometro a tre assi ad elevata sensibilità	ESA BEPI COLOMBO	Istituto PI	THALES ALENIA SPACE	Lanciato 2018
METIS	Coronografo UV e VIS Polarimetrico	ESA SOLAR ORBITER	P Università di Firenze associato INAF	THALES ALENIA SPACE	Lancio previsto 2020
MA MISS	Spettrometro IR miniaturizzato studi sotto la superficie	ESA EXOMARS	Istituto PI	LEONARD O S.p.A.	Lancio 2020
CHEOPS	Fotometria di altissima precisione per caratterizzazione di pianeti extrasolari	ESA	Responsabile progettazione realizzazione installazione elementi ottici	LEONARD O S.p.A.	Lancio 2019
ASPIICS	Studio della corona solare interna tramite eclissi artificiali con 2 satelliti: "occultatore" e "coronografo" in formazione di volo	ESA PROBA-3	Istituto Lead-Col Responsabile Metrologia per la formazione di volo; filtri a stretta banda passante spettrale	Optec	Lancio 2021
EUCLID	Cosmologia, studio materia ed energia oscura/Imaging a grande campo di vista nel visibile (strumento VIS); spettro-fotometria nel vicino IR (strumento NISP)	ESA	Progettazione e realizzazione dei sistemi di controllo e di acquisizione dati di VIS e NISP. Responsabilità dello Science Ground Segment	OHB Italia	Lancio 2021
IXPE	Studio della polarizzazione lineare nella banda X in Astronomia	NASA	Istituto italiano PI Tecnologia abilitante e Responsabilità Piano Focale	OHB CGS	Lancio 2020

Handwritten signatures and initials in blue ink.

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

PLATO	Fotometria di altissima precisione a grande campo di vista per la scoperta e caratterizzazione di pianeti extrasolari	ESA	Responsabile progettazione realizzazione delle 26 TOUs e P/L ICU	LEONARD O S.p.A., MEDIALAR IO THALES ALENIA SPACE KAYSER ITALIA	Lancio 2026 PDR 2018-2019
JANUS	Imager VIS per la mappatura dei satelliti di Giove	ESA JUICE	Istituto PI	LEONARD O S.p.A.	Lancio 2022
MAJIS	Spettrometro IR	ESA JUICE	Istituto CoPI	LEONARD O S.p.A.	Lancio 2022
X-IFU/ATHENA	Alte energie/Anticoincidenza Criogenica basata su TES e relativa elettronica di readout; Filtri termici criogenici per raggi-X	ESA	Istituto CoPI	N/A	Adozione 2021 Lancio 2031
WFI/ATHENA	Alte energie / X-ray-Optical filters	ESA	Istituto Col	N/A	Adozione 2021 Lancio 2031
TOMOX	Planetologia: tomografia a raggi X per determinare composizione ed età in situ.	ASI	WP leader		
CAM/CAMLab	2017-2019: Misure da pallone mediante volo tecnologico	ESA	PI	Kaiser Italia	Sviluppo modello da volo, Sviluppo modello per Camere Ambientali (termovuoto)
HERMES	Studio e localizzazione di Gamma Ray Bursts attraverso una costellazione di cubesat	ASI	Istituto PI	N/A	Primo lancio 2020

Le attività di ricerca e sviluppo in ambito tecnologico a conduzione e/o partecipazione INAF per il triennio 2019-2021 sono riportate nella seguente tabella.

Attività R&D	Obiettivi	Ente finanziatore / Progetto di riferimento	Ruolo INAF	Milestones 2019-2021
LCI Range finder	Sviluppo range finder in interferometria a bassa coerenza per applicazioni in metrologia per	INAF- UIT	PI	Sviluppo prototipo

mf *all*

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

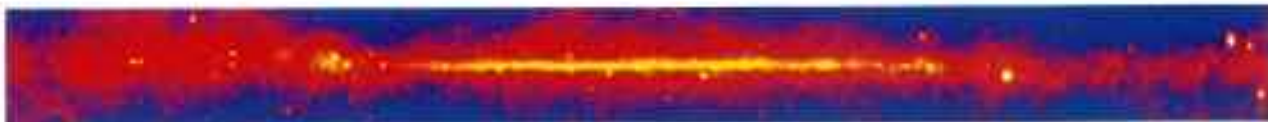
	telescopi (sia nel radio che nel visibile) e strumentazione astronomica			dimostratore entro il 2019
Space debris	Sviluppo telescopio per monitoraggio space-debris	TELESPAZIO / ESA	Consulente	
HERMES	Prototipo rivelatore hard X / gamma (20 keV-10 MeV) per micro e mini satelliti: studio ad alta risoluzione della struttura temporale di gamma ray bursts per localizzazione e studi di quantum-gravity. Rivelatori a scintillazione con lettura basata su SDD e/o SiPM.	TECNO-ASI / HERMES	Col, Responsabilità sviluppo detector	Febbraio 2019: Riunione Finale
PixDD	Sistema integrato 32x32 Multi-pixel (300 µm pitch), single-photon, Silicon Drift Detector per raggi X di bassa energia (0.5-10 keV) – read-out ASIC per per spectral-timing ad alto throughput	TECNO-ASI / eXTP (CNSA), EP (CAS)	PI	Febbraio 2019: Riunione Finale
ADAM	Progetto Premiale ASI 2015 mirato allo sviluppo di 3 tecnologie per la rivelazione di raggi X: microcalorimetri criogenici (Athena), PixDD (vedi sopra) e Gas Pixel Detector.	Progetto Premiale ASI (2015)	PI	Kick-off Luglio 2018, Riunioni di avanzamento a 6, 12 e 18 mesi. Riunione Finale Luglio 2020
Space Debris	Tecniche radar per monitoraggio detriti spaziali	ASI/Horizon2020	PI	
PHAROS2	Upgrade del Phased Array Feed criogenico PHAROS operante in banda C (4-8 GHz) con 24 antenne attive a singola polarizzazione.	SKA Italia SKA	Col	Installazione in antenna, 2019. Sviluppo e test di un nuovo phased array feed criogenico, 2020
SAD	Sardinia aperture Array demonstrator (SKA-LOW)	LR7/2007 Sardegna /TECNO	PI	Commissioning Test calibrazione. Basic Science.
iALMA	Contributo Italiano allo sviluppo del Ricevitore ALMA 67-116 GHz	Premiale MIUR 2013; finanziamenti ESO	PI (iALMA), WP leader (ESO), PM locale	Termine previsto per metà 2019
Geant4	Sviluppo di un simulatore user-friendly basato su Geant4	ESA CTP/AREMBES	PI	Presentazione finale risultati 2019
Micro calorimetri TES	Analisi critica su sviluppo anticoincidenza criogenica basata su TES	ESA CTP/optimization of 104 European TES array	WP leader	Presentazione finale risultati 2019

mg *Allen*

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

Micro calorimetri TES	Soluzioni per lo sviluppo di anticoincidenza criogenica basata su TES oltre la baseline di ATHENA	UE H-2020/AHEAD	PI	Presentazione finale risultati 2019
NTD Ge Micro-calorimeter Detectors	Test di rivelatore di raggi X a microcalorimetro per lancio su pallone stratosferico	ASI	PI	
High performance 3D Cadmium-Zinc-Telluride Spectro-imager for X and gamma-ray applications	Prototipo innovativo di rivelatore segmentato 3D basato su CdZnTe orientato a rivelatore di piano focale per lenti di Laue.	INFN		Termine 2019
Athena: large area high-performance optical filter for X-ray instrumentation	Sviluppo e caratterizzazione di prototipi di filtri sottili di grande area per gli strumenti scientifici a bordo della missione ATHENA	ESA, HS FOILS	Subcontrattore con Università degli Studi di Palermo	Termine 2019
OPTICON	Sviluppo di VPHG di grandi dimensioni e loro produzione a livello industriale; sviluppo di specchi deformabili a controllo ottico (PCDM)	EU Horizon 2020	PI JRA7	Standardizzazione della produzione di VPHG; definizione di nuovi materiali per olografia; specchi PCDM
COSMITO	Sviluppo di sistemi di osservazione multi spettrali di nuova generazione con tecnologia compressive sampling	Regione Lombardia	Co-PI (progetto a partecipazione industriale)	Realizzazione di prototipo per VIS-NIR imaging multispettrale.
AHEAD	Facilities per Astrofisica delle Alte Energie	EU Horizon 2020	Coordinamento	2018-2020: Continuazione del programma di accesso alle facilities sperimentali/ tests su ottiche, filtri e micro-calorimetri/ sviluppo di nuove

mg *Alle*



				facilities per Athena
HEMERA	Supporto a programma di voli su pallone	EU Horizon 2020	leader WP6 e sviluppo di prototipo di rivelatore a scintillazion e per misure in alta atmosfera (WP11)	2018-2020: Misure da pallone mediante volo tecnologico

7.2 Analisi Dettagliata delle Risorse Umane

7.2.1 Organico

La Dotazione Organica dell'Istituto, alla data del **31 dicembre 2018**, è pari a **1.214 unità**.

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 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 professionali del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione.

Con riferimento al personale inquadrato nella qualifica di "**Astronomo**", si fa presente 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 del personale con la qualifica di astronomo, i relativi posti andranno ad incrementare l'organico dei rispettivi livelli di ricercatore e/o tecnologo, secondo le disposizioni della vigente contrattazione collettiva integrativa...".

Al riguardo, è, altresì, opportuno precisare che la tabella di equiparazione tra le qualifiche proprie del ruolo degli "**Astronomi**" ed i profili 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, prevede 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**".

Le unità di personale con rapporto di lavoro subordinato a tempo indeterminato, in servizio di ruolo alla data del **31 dicembre 2018**, sono pari a **1.097 unità**, così articolate:

- **Dirigenti di seconda fascia: 2 unità**
- **Ricercatori: 525 unità** (di cui numero **361** unità sono inquadrare nei profili professionali del "**personale di ricerca**" individuati dal sistema di classificazione del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione e numero **164** unità sono inquadrare nelle qualifiche proprie del ruolo degli "**Astronomi**")

- Tecnologi: 179 unità
- Personale Tecnico: 251 unità
- Personale Amministrativo: 140 unità (di cui numero 3 unità sono inquadrare nella Categoria delle "Elevate Professionalità" (EP), ruolo ad esaurimento)

Il personale con rapporto di lavoro subordinato a tempo determinato, in servizio di ruolo alla data del **31 dicembre 2018**, è pari a **76 unità**, così articolate:

- numero **2** unità, con oneri a carico del "**Fondo di Funzionamento Ordinario**";
- numero **74** unità, con oneri a carico di "**Finanziamenti Esterni**".

La **Tabella 1**, come di seguito riportata, suddivide le predette unità di personale per profili professionali e livelli:

Tabella 1 Organico			
Profilo Professionale	Livello	Personale in servizio a tempo indeterminato al 31-12-2018	Personale in servizio a tempo determinato al 31-12-2018
Dirigente di prima fascia	n.d.	-	-
Dirigente di seconda fascia	n.d.	2	-
Dirigente di ricerca	I	39	1
Primo ricercatore	II	78	3
Ricercatore	III	244	30
Dirigente tecnologo	I	1	-
Primo tecnologo	II	22	-
Tecnologo	III	156	28
Astronomo Ordinario	n.d.	13	-
Astronomo Associato	n.d.	38	-
Ricercatore Astronomo	n.d.	113	-
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	99	-
Collaboratore tecnico degli Enti di Ricerca	V	54	-
Collaboratore tecnico degli Enti di Ricerca	VI	38	11
Operatore tecnico	VI	37	-
Operatore tecnico	VII	11	-
Operatore tecnico	VIII	12	-
Funzionario di amministrazione	IV	23	-
Funzionario di amministrazione	V	18	2
Collaboratore di amministrazione	V	52	-
Collaboratore di amministrazione	VI	13	-
Collaboratore di amministrazione	VII	14	1
Operatore di amministrazione	VII	12	-
Operatore di amministrazione	VIII	5	-
Categoria Elevate Professionalità (ruolo ad esaurimento)		3	-
Totale		1097	76

Al fine di promuovere la ricerca e di offrire ai giovani occasioni di crescita curriculare e professionale, lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" si avvale anche di altro personale, non strutturato, costituito prevalentemente da titolari di assegni per lo svolgimento di attività di ricerca, titolari di borse di studio e da dottorandi, ossia da coloro che frequentano Corsi di Dottorato di Ricerca, nonché, in minima parte, da titolari di contratti di collaborazione coordinata e continuativa e da personale che appartiene ad altre Pubbliche Amministrazioni, collocato in posizione di comando.

Ai sensi dell'articolo 27, comma 2, del vigente Statuto, lo "Istituto Nazionale di Astrofisica" promuove "...forme di associazione del personale di ricerca con università, enti e organismi di ricerca pubblici e privati secondo modalità definite dal regolamento di associatura...".

Al riguardo, i commi 1, 2 e 4 dell'articolo 17 del "Regolamento del Personale", come innanzi richiamato, prevedono, a loro volta, che:

- per "...il raggiungimento dei propri fini istituzionali, lo "Istituto Nazionale di Astrofisica" si avvale anche di personale delle Università o di altri Enti Pubblici e Privati, nazionali ed internazionali, nonché di personale proveniente dal mondo dell'impresa, associato alle proprie attività...";
- possono "...essere associati alle attività dello "Istituto Nazionale di Astrofisica" anche dipendenti in quiescenza provenienti da Università o altri Enti Pubblici, purché in possesso di elevata e comprovata qualificazione professionale, nonché laureandi, dottorandi, borsisti e assegnisti di ricerca...".

Pertanto, ai sensi delle vigenti norme statutarie e regolamentari, la "associatura" può essere attribuita, a titolo gratuito, anche al personale che abbia svolto o svolga attività di ricerca o attività tecnico-scientifica di rilevante interesse per i fini istituzionali dell'Ente.

La **Tabella 2**, come di seguito riportata, contiene un elenco delle predette tipologie di personale che, alla data del **31 dicembre 2018**, svolgono, a vario titolo, la loro attività lavorativa e/o scientifica presso le "Strutture di Ricerca" dello "Istituto Nazionale di Astrofisica"

Tabella 2 Altro personale

Altro Personale	Personale in servizio al 31-12-2018 impiegato in attività di ricerca	Personale in servizio al 31-12-2018 non impiegato in attività di ricerca
Titolari di assegni per lo svolgimento di attività di ricerca	177	-
Titolari di borse di studio	57	-
Titolari di contratti di collaborazione coordinata e continuativa	3	-
Comandi in entrata	-	1
Dottorandi	112	-
Personale associato Attivo (esclusi i dottorandi)	375	-
Personale associato Quiescente	118	-

7.2.2 Fabbisogno di personale per il triennio 2019-2021

A) Normativa che disciplina il reclutamento ordinario

Il "regime assunzionale" degli "Enti Pubblici di Ricerca" è attualmente disciplinato dal Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, entrato in vigore il 10 dicembre 2016, che contiene disposizioni in materia di "Semplificazione delle attività degli enti pubblici di ricerca ai sensi dell'articolo 13 della legge 7 agosto 2015, n. 124".

In particolare, l'articolo 9 del Decreto Legislativo innanzi richiamato prevede che:

- gli "Enti di Ricerca", nell'ambito "...della loro autonomia, in conformità con le linee guida enunciate nel "Programma Nazionale della Ricerca" di cui all'articolo 1, comma 2, del Decreto Legislativo 5 giugno 1998, numero 204, tenuto conto delle linee di indirizzo definite dal Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca e dei compiti e delle responsabilità previsti dalla normativa vigente,

mf *cel*

adottano un "**Piano Triennale di Attività**", aggiornato annualmente, con il quale determinano anche la consistenza e le variazioni dell'organico e del "**Piano di Fabbisogno del Personale**", nel rispetto dei limiti derivanti dalla legislazione vigente in materia di spesa per il personale...".

- lo "...indicatore del limite massimo delle spese di personale è calcolato rapportando le spese complessive per il personale di competenza dell'anno di riferimento alla media delle entrate complessive dell'Ente come risultante dai bilanci consuntivi dell'ultimo triennio...";
- negli "...Enti tale rapporto non può superare l'80 per cento...";
- la "...Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, il Ministero della Economia e delle Finanze, Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato, e il Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca operano, entro il mese di maggio di ciascun anno, il monitoraggio dell'andamento delle assunzioni e dei livelli occupazionali che si determinano per effetto delle disposizioni contenute nel presente articolo e nel successivo articolo 12...";
- nel "...caso in cui dal monitoraggio si rilevino incrementi di spesa che possono compromettere gli obiettivi e gli equilibri di bilancio dei singoli Enti con riferimento alle risorse previste a legislazione vigente, la Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, invita l'Ente, con specifici rilievi, a fornire una circostanziata relazione in merito agli incrementi di spesa entro trenta giorni dalla richiesta...";
- decorso "...il termine di novanta giorni dalla acquisizione della relazione, qualora l'Ente non abbia fornito idonei elementi a dimostrazione che gli incrementi di spesa rilevati non compromettono gli obiettivi e gli equilibri di bilancio, il Ministro per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione, di concerto con il Ministro della Economia e delle Finanze e con il Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca, adotta misure correttive volte a preservare o a ripristinare gli equilibri di bilancio anche mediante la ridefinizione del predetto limite...";
- il "...calcolo delle spese complessive del personale è dato dalla somma algebrica delle spese di competenza dell'anno di riferimento, comprensive degli oneri a carico dell'amministrazione, al netto di quelle sostenute per il personale con contratto di lavoro a tempo determinato la cui copertura sia stata assicurata da finanziamenti esterni di soggetti pubblici o privati...";
- le "...entrate derivanti da finanziamenti esterni di soggetti pubblici e privati destinate al finanziamento delle spese per il personale a tempo determinato devono essere supportate da norme, accordi o convenzioni approvati dagli Organi di Vertice, che dimostrino la capacità di sostenere gli oneri finanziari assunti...";
- con riferimento al limite innanzi specificato, si "...applicano i seguenti criteri:
 - a) gli Enti che, alla data del 31 dicembre dell'anno precedente a quello di riferimento riportano un rapporto delle spese di personale pari o superiore all'80 per cento, non possono procedere alla assunzione di personale;
 - b) gli Enti che, alla data del 31 dicembre dell'anno precedente a quello di riferimento, riportano un rapporto delle spese di personale inferiore all'80 per cento possono procedere alla assunzione di personale con oneri a carico del proprio bilancio per una spesa media annua pari a non più del margine a disposizione rispetto al limite dell'80 per cento;
 - c) ai fini di cui alle lettere a) e b) e del monitoraggio previsto dal presente articolo, per ciascuna qualifica di personale assunto dagli Enti, è definito dal Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca un costo medio annuo, prendendo come riferimento il costo medio della qualifica del dirigente di ricerca...".

L'articolo 20, comma 3, del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, ha, inoltre, disposto l'abrogazione delle disposizioni contenute nell'articolo 3, comma 2, del Decreto Legge 24 giugno 2014, numero 90, convertito, con modificazioni, dalla Legge 11 agosto 2014, numero 114, e nell'articolo 66, comma 14, del Decreto Legge 25 giugno 2008, numero 112, convertito, con modificazioni, dalla Legge 6 agosto 2008, numero 133, le quali prevedevano, per gli "**Enti di Ricerca**", la possibilità di assumere personale con

rapporto di lavoro a tempo indeterminato nel rispetto del limite finanziario costituito dai risparmi relativi alle cessazioni intervenute nell'anno precedente a quello di riferimento.

Con la Circolare del 13 aprile 2017, numero 18, il Ministero della Economia e delle Finanze, Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato, ha fornito alcune indicazioni operative per il calcolo dell'indicatore delle spese di personale previsto dall'articolo 9, comma 6, del Decreto Legislativo 25 maggio 2016, numero 218, e, conseguentemente, per la individuazione delle "**facoltà assunzionali**" degli "**Enti Pubblici di Ricerca**", specificando, al riguardo, che, per "*...la definizione del predetto indicatore, relativamente all'anno 2017, è necessario fare riferimento alla media delle entrate complessive che risulta dai bilanci consuntivi del triennio 2014-2016 e, per quanto attiene alla spesa di personale di competenza dell'anno di riferimento, alla spesa che risulta dal bilancio consuntivo dell'anno 2016...*";

Con la Circolare del 23 marzo 2018, numero 14, Il Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero della Economia e delle Finanze ha confermato le indicazioni contenute nella Circolare del 13 aprile 2017, numero 18, precisando, altresì, che, per "*...la determinazione delle "**capacità assunzionali**", il legislatore ha escluso gli "**Enti Pubblici di Ricerca**" dal regime generale del "**turn-over**", introducendo uno specifico indicatore delle spese di personale, da calcolare rapportando le spese complessive per il personale di competenza dell'anno di riferimento alla media delle entrate complessive dell'ente, come risultante dai bilanci consuntivi dell'ultimo triennio...*".

Inoltre, con la Circolare del 13 dicembre 2017, numero di protocollo 72298, registrata nel protocollo generale in data 18 dicembre 2017 con il numero progressivo 6138, la Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, Ufficio per la Organizzazione ed il Lavoro Pubblico, di concerto con il Ministero della Economia e delle Finanze, Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato, ha definito, ai sensi dell'articolo 9, comma 6, del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, il "**costo medio annuo**" del personale degli Enti di Ricerca, distinto per profili e livelli professionali.

Infine, l'articolo 12 del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218:

- al comma 1, ha previsto l'abrogazione delle disposizioni contenute nell'articolo 35, comma 4, del Decreto Legislativo 3 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, le quali prevedevano, per gli "**Enti di Ricerca**", la possibilità di avviare le procedure concorsuali previa apposita autorizzazione rilasciata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, e dal Ministero della Economia e delle Finanze, Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato, in sede di approvazione del "**Piano Triennale di Attività**" e del "**Piano di Fabbisogno di Personale**", nonché della "**consistenza dell'organico**";
- al comma 4, ha espressamente disposto che "*...la facoltà degli Enti di reclutare il personale corrispondente al proprio fabbisogno, nei limiti stabiliti dall'articolo 9, non è sottoposta ad ulteriori vincoli...*".

B) Normativa che disciplina le procedure di stabilizzazione

Ai fini della definizione del "**fabbisogno di personale**" rileva, peraltro, anche la normativa che disciplina la "**stabilizzazione**" del personale precario.

In particolare, l'articolo 20, comma 1, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, che contiene alcune "**Modifiche ed integrazioni del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, ai sensi degli articoli 16, commi 1, lettera a), e 2, lettere b), c), d) ed e) e 17, comma 1, lettere a), c), e), f), g), h), i), m), n), o), q), r), s) e z), della Legge 7 agosto 2015, n. 124, in materia di riorganizzazione delle amministrazioni pubbliche**", prevede, con il preciso scopo di "*...superare il precariato nelle pubbliche amministrazioni, di ridurre il ricorso ai contratti a termine e di valorizzare la professionalità acquisita dal personale con rapporto di lavoro a tempo determinato...*", che le "*...Amministrazioni possono, nel triennio 2018-2020, in coerenza con il "**Piano Triennale di Attività**" e con l'indicazione della relativa copertura finanziaria, assumere, con rapporto di lavoro a tempo indeterminato, personale non dirigenziale...*" che sia in possesso di determinati requisiti.

Secondo le disposizioni normative innanzi richiamate, possono accedere al "**processo di stabilizzazione**" tutte le unità di personale che:

- a) risultino "...in servizio successivamente alla data di entrata in vigore della Legge 7 agosto 2015, numero 124, con contratti a tempo determinato presso l'amministrazione che procede all'assunzione...";
- b) siano state reclutate con "...rapporto di lavoro a tempo determinato, in relazione alle medesime attività svolte, con procedure concorsuali anche espletate presso amministrazioni pubbliche diverse da quella che procede all'assunzione...";
- c) abbiano "...maturato, al 31 dicembre 2017, alle dipendenze dell'amministrazione che procede all'assunzione almeno tre anni di servizio, anche non continuativi, negli ultimi otto anni...";

Il comma 2 del medesimo articolo 20, dispone, a sua volta, che, nell'arco dello stesso triennio, le Amministrazioni possono attivare, in coerenza "...con il "**Piano Triennale di Attività**" e ferma restando la garanzia dell'adeguato accesso dall'esterno, previa indicazione della relativa copertura finanziaria, procedure concorsuali riservate, in misura non superiore al cinquanta per cento dei posti disponibili, al personale non dirigenziale..." che sia in possesso di determinati requisiti.

Secondo le disposizioni normative innanzi richiamate, possono accedere alle "**procedure concorsuali riservate**" tutte le unità di personale che:

- a) siano "...titolari, successivamente alla data di entrata in vigore della legge 7 agosto 2015, numero 124, di un contratto di lavoro flessibile presso l'amministrazione che bandisce il concorso...";
- b) abbiano "...maturato, alla data del **31 dicembre 2017**, almeno tre anni di contratto, anche non continuativi, negli ultimi otto anni, presso l'amministrazione che bandisce il concorso...".

Con la "**Circolare**" del 23 novembre 2017, numero 3, il "**Ministro per la Semplificazione e la Pubblica amministrazione**" ha definito gli "**indirizzi operativi per la valorizzazione della esperienza professionale del personale con contratto di lavoro flessibile e per il superamento del precariato**" ed ha, pertanto, fornito alcune indicazioni operative sulla "...applicazione della disciplina contenuta nell'articolo 20 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75...".

Con le disposizioni contenute nei commi 668, 669, 670, 671 e 674 dell'articolo 1 della Legge 27 dicembre 2017, numero 205, che approva il "**Bilancio Annuale di Previsione dello Stato per l'Esercizio Finanziario 2018 e il Bilancio Pluriennale per il Triennio 2018-2020**", il legislatore ha, inoltre, stabilito che:

- al fine di avviare "...**un graduale percorso di stabilizzazione del personale in servizio presso gli enti pubblici di ricerca di cui al Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, ad esclusione del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi della Economia Agraria (CREA) e dell'Istituto Nazionale per l'Analisi delle Politiche Pubbliche (INAPP), ai quali si applicano, rispettivamente, i commi 673 e 811, da operare ai sensi dell'articolo 20 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, sono destinati ad un apposito fondo, costituito presso il Ministero della Economia e delle Finanze, 13 milioni di euro per l'anno 2018 e 57 milioni di euro annui a decorrere dall'anno 2019...**";
- la "...autorizzazione di spesa di cui all'articolo 1, comma 365, lettera b), della Legge 11 dicembre 2016, numero 232, è ridotta di 10 milioni di euro per l'anno 2018 e di 50 milioni di euro annui a decorrere dall'anno 2019...";
- nell'articolo 20, comma 9, del Decreto legislativo 25 maggio 2017, numero 75, dopo "... il terzo periodo, è inserito il seguente: "**Per i predetti enti pubblici di ricerca il comma 2 si applica anche ai titolari di assegni di ricerca in possesso dei requisiti ivi previsti**" ...";
- con "...Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione, di concerto con il Ministro della Economia e delle Finanze e con i Ministri vigilanti, da adottare entro sessanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, sono individuati i criteri per l'attribuzione delle predette risorse e gli "**Enti Pubblici di Ricerca**" che ne sono beneficiari...";

- gli **"Enti Pubblici di Ricerca"** che sono **"...beneficiari del predetto finanziamento destinano alle assunzioni di cui al comma 668 risorse proprie aventi carattere di certezza e stabilità e, comunque, nel rispetto dell'articolo 9 del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, in misura pari ad almeno il 50 per cento dei finanziamenti ricevuti..."**;
- al fine di **"...consentire la realizzazione delle procedure di cui ai commi 668 e 673, gli **"Enti di Ricerca"** di cui al Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, nei limiti delle risorse disponibili a legislazione vigente, possono prorogare i contratti di lavoro a tempo determinato e flessibili in essere alla data del 31 dicembre 2017 fino alla conclusione delle procedure di cui all'articolo 20 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75..."**.

Con la **"Circolare"** del 22 gennaio 2018, numero 1, il **"Ministro per la Semplificazione e la Pubblica amministrazione"** ha integrato, alla luce delle disposizioni contenute nella Legge 27 dicembre 2017, numero 205, le indicazioni operative contenute nella **"Circolare"** del 23 novembre 2017, numero 3.

Con la nota del 25 gennaio 2018, numero di protocollo 6046, registrata nel protocollo generale in data 26 gennaio 2018 con il numero progressivo 443, la Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, Ufficio per la Organizzazione ed il Lavoro Pubblico:

- ha rammentato che la **"...legge finanziaria per l'anno 2018 ha previsto l'assegnazione di risorse aggiuntive agli enti di ricerca per le finalità di cui all'articolo 20 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75..."**;
- ha fatto presente che i predetti **"...fondi saranno assegnati con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, su proposta del Ministro per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione, di concerto con il Ministro della Economia e delle Finanze e con i Ministri vigilanti..."**;
- al fine di **"...avviare l'istruttoria necessaria per l'attuazione del predetto Decreto..."**, ha invitato gli **"Enti di Ricerca"** a fornire una serie di dati e informazioni mediante la compilazione di apposito modulo, da restituire **"...entro il 31 gennaio 2018 al seguente indirizzo segreteriaulp@funzionepubblica.it..."**.

Con la nota del 31 gennaio 2018, numero di protocollo 541, la Direzione Generale ha trasmesso il predetto modulo, debitamente compilato, alla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, Ufficio per la Organizzazione ed il Lavoro Pubblico.

Con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'11 aprile 2018, registrato alla Corte dei Conti il 10 maggio 2018, sono state ripartite, tra gli **"Enti di Ricerca"**, le **"...risorse di cui all'articolo 1, comma 668, della Legge 27 dicembre 2017..."**, da destinare **"...ad assunzioni di personale a tempo determinato, in aggiunta alle **"facoltà assunzionali"** previste dalla legislazione vigente..."**.

Nella **"Tabella"** allegata al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'11 aprile 2018, sono indicati gli importi assegnati a ciascun **"Ente di Ricerca"**.

In particolare, allo **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** sono stati assegnati i seguenti importi:

- **€ 1.047.138**, per l'anno 2018;
- **€ 4.591.298**, a decorrere dall'anno 2019.

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'11 aprile 2018 prevede, tra l'altro, che:

- gli **"Enti di Ricerca"** ai quali **"...sono state assegnate le predette risorse, come indicati nella **"Tabella"** allegata, sono tenuti a trasmettere, entro e non oltre il 31 dicembre 2018, per le necessarie verifiche, alla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per la Funzione Pubblica, Ufficio per la Organizzazione ed il Lavoro Pubblico, e al Ministero della Economia e delle Finanze, Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato, Ispettorato Generale per gli Ordinamenti del Personale e le Analisi dei Costi del Lavoro Pubblico, i dati concernenti il personale assunto e la spesa annua lorda a regime effettivamente da sostenere per il trattamento economico complessivo, tenuto conto del costo medio annuo, per ciascuna qualifica di personale assunto dagli Enti, come definito dal Ministro vigilante ai sensi dell'articolo 9, comma 6, lettera c), del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218..."**;
- il **"...Ministro della Economia e delle Finanze, in esito alle verifiche svolte dalle amministrazioni competenti, è autorizzato ad apportare le occorrenti variazioni di bilancio..."**;

- qualora "...dai dati comunicati emergessero economie per mancato o parziale utilizzo di risorse da parte di alcuni **"Enti di Ricerca"**, la Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per la Funzione Pubblica, Ufficio per la Organizzazione ed il Lavoro Pubblico, e il Ministero della Economia e delle Finanze, Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato, Ispettorato Generale per gli Ordinamenti del Personale e le Analisi dei Costi del Lavoro Pubblico, provvederanno alla ripartizione delle suddette economie tra i restanti enti beneficiari del fondo, secondo il medesimo regime di proporzionalità risultante, in attuazione dei criteri di cui in premessa, nella allegata **"Tabella"**..."

C) Normativa che disciplina il reclutamento di giovani ricercatori e tecnologi

La Legge 27 dicembre 2017, numero 205, approva il **"Bilancio Annuale di Previsione dello Stato per l'Esercizio Finanziario 2018 e il Bilancio Pluriennale per il Triennio 2018-2020"**.

In particolare, l'articolo 1, comma 633, della Legge 27 dicembre 2017, numero 205, dispone che:

- al fine di "...sostenere l'accesso dei giovani alla ricerca, il fondo ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca, di cui all'articolo 7 del Decreto Legislativo 5 giugno 1998, numero 204, è incrementato di 2 milioni di euro per l'anno 2018 e di 13,5 milioni di euro annui a decorrere dall'anno 2019 per l'assunzione di ricercatori negli enti pubblici di ricerca...";
- la "...assegnazione dei fondi è effettuata con Decreto del Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca...";
- ai fini del "...riparto dei fondi alle singole istituzioni si fa riferimento, per gli enti pubblici di ricerca, ai criteri di riparto del fondo ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca di cui all'articolo 7 del Decreto Legislativo 5 giugno 1998, numero 204...";
- la "...quota parte delle risorse eventualmente non utilizzata per le finalità di cui ai periodi precedenti rimane a disposizione, nel medesimo esercizio finanziario, per le altre finalità del fondo ordinario per gli enti e le istituzioni di ricerca..."

Il Decreto del Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca del 28 febbraio 2018, numero 163, prevede e disciplina la **"Assunzione di giovani ricercatori e tecnologi negli Enti Pubblici di Ricerca"**.

In particolare, l'articolo 1 del Decreto del Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca del 28 febbraio 2018, numero 163, dispone che:

- le "...risorse di cui all'articolo 1, comma 633, della Legge 27 dicembre 2017, numero 205, pari a 2 milioni di euro per l'anno 2018 e a 13,5 milioni di euro a decorrere dall'anno 2019, per l'assunzione di ricercatori e tecnologi negli **"Enti Pubblici di Ricerca"**, sono attribuite a ciascun ente in base alla assegnazione ordinaria dello scorso anno...";
- le "...modalità di calcolo e la conseguente determinazione delle assegnazioni delle predette somme sono contenute nella tabella all'uopo predisposta, allegata al presente Decreto Ministeriale per formarne parte integrante...";
- le "...assunzioni a valere sulle risorse destinate a tale scopo sono da considerare come posizioni al di fuori della dotazione organica approvata con il **"Piano Triennale di Attività"** e possono essere effettuate, oltre che con le ordinarie procedure di selezione, utilizzando le graduatorie vigenti relative alle procedure attuate ai sensi del Decreto Ministeriale 26 febbraio 2016, numero 105, per analogia di finalità e di disposizione legislativa, nel qual caso le assunzioni sono cofinanziate da parte dell'Ente per assicurare la copertura delle somme occorrenti per i contratti, oltre il finanziamento assegnato con il presente Decreto Ministeriale...";
- ogni Ente "...utilizza, anche in cofinanziamento, le risorse assegnate per l'assunzione a tempo indeterminato di ricercatori e tecnologi, nei tre livelli di profilo, dando priorità all'ingresso di giovani di elevato livello scientifico e tecnologico che non facciano già parte dei ruoli di ricercatore e tecnologo a tempo indeterminato degli **"Enti di Ricerca"**, fatta salva la possibilità per i titolari di contratto a tempo determinato di accedere alle procedure di selezione...";

- per "...giovani si intendono i soggetti che abbiano conseguito un Dottorato di Ricerca da non più di cinque anni o che abbiano maturato esperienza e competenza tecnologica equivalente e documentata da non più di otto anni dal diploma di laurea o di laurea specialistica...";
- al fine di "...favorire la competitività del sistema della ricerca italiana a livello internazionale, i criteri di merito per la selezione dei candidati previsti nei bandi sono determinati valorizzando prioritariamente la qualità della produzione scientifica, l'aver ottenuto particolari riconoscimenti nazionali o internazionali, l'aver diretto, coordinato o partecipato con ruolo di responsabilità a progetti e programmi di ricerca e industriali competitivi, nazionali o internazionali, l'aver maturato almeno tre anni di esperienza, a qualsiasi titolo, in centri di ricerca, enti, organismi e istituzioni, nazionali o internazionali, pubblici o privati...";
- le "...risorse assegnate e non utilizzate, totalmente o parzialmente, secondo quanto riportato nella Tabella allegata al presente Decreto Ministeriale restano, per l'anno 2018, nella disponibilità di ciascun Ente come assegnazione ordinaria dell'anno...";
- a "...decorrere dal **1° maggio 2019**, gli enti dovranno aver attivato tutti i contratti di cui sono stati destinatari di assegnazione...";
- oltre "...tale data, le risorse assegnate e non utilizzate per le predette finalità saranno compensate con le assegnazioni ordinarie del **"Fondo Ordinario per gli Enti e le Istituzioni di Ricerca"** e, conseguentemente, per le finalità dell'articolo 1, comma 633, della Legge 27 dicembre 2017, numero 205, attribuite, in misura proporzionale alle assegnazioni ricevute col presente Decreto Ministeriale, agli altri Enti che alla medesima data hanno completato le assunzioni attribuite...".

E' in corso di emanazione un Decreto Ministeriale che differisce il predetto termine di scadenza dal **1° maggio 2019 al 30 novembre 2019**.

D) Atti e provvedimenti adottati ai fini del reclutamento di "personale tecnologo" e del "personale di ricerca"

Con la Delibera del 20 febbraio 2018, numero 12, il Consiglio di Amministrazione ha:

- a) adottato il **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"**, comprensivo del **"Piano delle Attività Scientifiche e di Ricerca"**, della **"Consistenza dello Organico"**, del **"Piano di Fabbisogno del Personale"** e del **"Piano di Reclutamento e di Assunzioni"** che, al suo interno, prevede e definisce anche il **"Piano delle Stabilizzazioni"**, come predisposto dal Dottore **Filippo Maria ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**:
 - di intesa con il Dottore **Gaetano TELESIO**, nella sua qualità di Direttore Generale dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**;
 - tenendo conto:
 - delle indicazioni contenute nella **"Relazione"** predisposta dal Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, che definisce alcuni **"principi di indirizzo"** e individua alcune **"azioni propedeutiche al reperimento di risorse aggiuntive"** ai fini della predisposizione del nuovo **"Piano di arruolamento di personale con rapporto di lavoro a tempo indeterminato"**, approvata dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 21 dicembre 2017;
 - dei precedenti **"Piani Triennali di Attività"**, ai quali non è stata data ancora piena attuazione;
 - delle **"raccomandazioni"** contenute nella nota del 7 febbraio 2018, numero di protocollo 730, con la quale il Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca, Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca, Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca, Ufficio V, ha, tra l'altro, comunicato la definitiva approvazione del **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2017-2019"**;
 - delle disposizioni legislative, statutarie e regolamentari vigenti in materia;

- delle risorse finanziarie disponibili;
 - in conformità alle direttive impartite dal Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**";
 - sulla base delle indicazioni ricevute dal "**Collegio dei Direttori di Struttura**";
- b) dato mandato al Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", di trasmettere il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020**", con i relativi allegati, al Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca per la sua approvazione, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 7, comma 2, del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218.

Con la nota del 20 febbraio 2018, numero di protocollo 1062, il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020**", con i relativi allegati, è stato trasmesso al Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca per la sua approvazione.

Al fine di avviare con la massima tempestività possibile le procedure di attuazione del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020**" e nelle more della sua approvazione, il Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha predisposto una "**Relazione**" che definisce alcuni "**indirizzi operativi**":

- per "...accelerare il processo istruttorio..." di tutto il "**Piano di arruolamento del personale in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo indeterminato per il triennio 2018-2020**", a "...valle degli approfondimenti effettuati con i consiglieri, con la Direzione Generale e con la Direzione Scientifica...";
- per favorire "...l'ampliamento del parco di unità di personale a tempo indeterminato nell'ambito delle attività spaziali svolte dallo **Istituto Nazionale di Astrofisica**" ...".

La predetta "**Relazione**" si conclude con due distinte proposte di Delibera, con le quali il Consiglio di Amministrazione è stato chiamato a pronunciarsi in merito alla approvazione, rispettivamente:

- degli "**Indirizzi operativi per l'attuazione del Piano di arruolamento del personale in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo indeterminato per il triennio 2018-2020**";
- degli "**Indirizzi operativi per l'ampliamento del parco di unità di personale a tempo indeterminato nell'ambito delle attività spaziali svolte dallo Istituto Nazionale di Astrofisica**";

Con la Delibera del 23 marzo 2018, numero 31, il Consiglio di Amministrazione ha, tra l'altro:

- approvato, nel suo complesso, la "**Relazione**" predisposta dal Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", come innanzi richiamata;
- approvato, specificatamente, sia gli "**Indirizzi operativi per l'attuazione del Piano di arruolamento del personale in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo indeterminato per il triennio 2018-2020**" che gli "**Indirizzi operativi per l'ampliamento del parco di unità di personale a tempo indeterminato nell'ambito delle attività spaziali svolte dallo Istituto Nazionale di Astrofisica**", come definiti nella predetta "**Relazione**";
- affidato al Dottore **Gaetano TELESIO**, nella sua qualità di Direttore Generale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", e al Dottore **Filippo Maria ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico del medesimo "**Istituto**", l'incarico di promuovere, ciascuno nell'ambito delle rispettive competenze e degli obiettivi loro assegnati, tutte le azioni necessarie a dare piena attuazione agli "**indirizzi operativi**" innanzi specificati e di adottare gli atti connessi e conseguenti.

Il Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha successivamente predisposto un'altra "**Relazione**", che:

- nel rispetto del "**Piano delle Attività Scientifiche e di Ricerca**" e del "**Piano di Fabbisogno del Personale**", adottati dal Consiglio di Amministrazione, nell'ambito del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020**", con Delibera del 20 febbraio 2018, numero 12;
- in conformità agli "**Indirizzi operativi per l'attuazione del Piano di arruolamento del personale in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo indeterminato per il triennio 2018-2020**" e agli "**Indirizzi operativi per l'ampliamento del parco di unità di personale a tempo indeterminato nell'ambito delle**

attività spaziali svolte dallo Istituto Nazionale di Astrofisica", approvati dal Consiglio di Amministrazione con Delibera del 23 marzo 2018, numero 31;

- sulla base degli esiti delle azioni già promosse dal Direttore Generale e dal Direttore Scientifico, ciascuno nell'ambito delle rispettive competenze, in attuazione della Delibera assunta dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 23 marzo 2018, come innanzi richiamata;
- tenendo conto delle risorse assegnate allo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" con il Decreto del Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca del 28 febbraio 2018, numero 163, e destinate alla "...assunzione a tempo indeterminato di ricercatori e tecnologi, nei tre livelli di profilo...", con "...priorità all'ingresso di giovani di elevato livello scientifico e tecnologico...";
- tenendo conto delle risorse assegnate allo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'11 aprile 2018 e destinate alla copertura finanziaria delle assunzioni che verranno effettuate a seguito dell'espletamento delle "**procedure di stabilizzazione**" previste e disciplinate dall'articolo 20, commi 1 e 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75,

definisce un "**Piano di arruolamento di personale in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo determinato per il reclutamento complessivo di duecento Ricercatori e Tecnologi di Terzo Livello**".

Con la Delibera del 24 aprile 2018, numero 33, il Consiglio di Amministrazione ha:

- 1) approvato, nel suo complesso, la "**Relazione**" predisposta dal Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", che definisce un "**Piano di arruolamento di personale in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo determinato per il reclutamento complessivo di duecento Ricercatori e Tecnologi di Terzo Livello**";
- 2) stabilito che:
 - a) tutte "...le procedure di reclutamento attivate a valle della definitiva approvazione del "**Piano di arruolamento di personale in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo determinato per il reclutamento complessivo di duecento Ricercatori e Tecnologi di Terzo Livello**" dovranno essere coerenti con le effettive e concrete esigenze di fabbisogno di personale, articolato in base alle principali "**tematiche di ricerca**" e secondo criteri di "**distribuzione territoriale**", già definite, in linea di massima, nei documenti programmatici precedentemente approvati e/o adottati dal Consiglio di Amministrazione e meglio specificate nelle direttive impartite all'esecutivo nei successivi articoli della presente Delibera...";
 - b) in "...relazione al "**fabbisogno**" di cui alla precedente lettera a), nel corrente anno, lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**":
 - i) adotterà lo strumento normativo introdotto dall'articolo 20, comma 1, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, per la "**immissione diretta**" nei ruoli a tempo indeterminato di unità di personale da inquadrare nei Profili di Ricercatore e di Tecnologo di Terzo Livello in possesso dei requisiti richiesti dal medesimo comma 1;
 - ii) adotterà lo strumento normativo introdotto dall'articolo 20, comma 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, per la "**immissione competitiva**" nei ruoli a tempo indeterminato di unità di personale da inquadrare nei Profili di Ricercatore e di Tecnologo di Terzo Livello in possesso dei requisiti richiesti dal medesimo comma 2;
 - iii) garantirà un adeguato "**accesso dall'esterno**" previsto dallo stesso comma 2 del citato articolo 20, attraverso il bilanciamento, ritenuto congruo, del 50% fra la quota di riserva e la quota aperta delle procedure selettive di cui al punto precedente;
 - iv) provvederà all'arruolamento di "**giovani ricercatori**", in base alle disposizioni contenute nel Decreto Ministeriale del 28 febbraio 2018, numero 163, tramite procedure selettive e/o scorrimento delle graduatorie del concorso espletato, per le medesime finalità, nell'anno 2016...";

- c) a "...valle del completamento delle procedure indicate nella precedente lettera b), da espletare nel corso del corrente anno, e della verifica della disponibilità di ulteriori risorse finanziarie, utilizzabili nel biennio 2019-2020, sarà valutata la possibilità di soddisfare, in base agli stessi modelli di arruolamento, l'intero fabbisogno indicato nel **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica"** per il triennio di riferimento...";
- 3) approvato, specificatamente, la **"proposta di delibera"** con la quale il Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, ha concluso la sua **"Relazione"**, come di seguito riportata:
- a) il "...Consiglio di Amministrazione dà mandato alla Direzione Generale di verificare la copertura di bilancio e in che misura i dati di bilancio richiedono il ricorso alla copertura con finanziamenti della **"Agenzia Spaziale Italiana"**, la cui disponibilità di cassa dipende dalla finalizzazione di alcuni accordi attuativi...";
- b) il "...Consiglio di Amministrazione dà mandato alla Direzione Generale di verificare con il personale gli elenchi dei commi 1 e 2 dell'articolo 20 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, di trasmetterne copia alle Organizzazioni Sindacali insieme alle Tabelle essenziali del **"Piano di Arruolamento"** oggetto della **"Relazione"** del Presidente e di convocare, di concerto con il Presidente, una riunione con le medesime Organizzazioni per la stipula del cosiddetto **"atto interno"**...";
- c) contestualmente, la "...Direzione Generale chiederà al personale che ha titolo a partecipare alle procedure previste e disciplinate dall'articolo 20, comma 1, del predetto Decreto Legislativo la conferma del loro interesse alla stabilizzazione e, in caso di rinunce, provvederà a produrre i dati di bilancio per un eventuale ampliamento delle posizioni a disposizione per la selezione competitiva...";
- d) il "...Consiglio di Amministrazione dà mandato alla Direzione Scientifica di acquisire l'afferenza alle Macroaree e alle Tematiche del personale che ha titolo a partecipare alle procedure di stabilizzazione previste e disciplinate sia dal comma 1 che dal comma 2 del citato articolo 20 e che non abbia già registrato i suoi dati...";
- e) il "...Consiglio di Amministrazione dà mandato alla Direzione Scientifica di confezionare attraverso le sue sotto-macroaree una proposta di distribuzione per tematiche ed, eventualmente, per profili, in base ai criteri illustrati nella **"Relazione"** del Presidente...";
- f) sulla "...base dei dati di cui ai due punti precedenti, la Direzione Scientifica elaborerà una prima proposta da discutere in una prima riunione del Collegio dei Direttori il giorno **11 maggio 2018**...";
- g) in "...una seconda riunione del Collegio, da effettuare entro l'ultima settimana di maggio, la Direzione Scientifica, sentito il Collegio dei Direttori, formulerà una proposta di distribuzione, per sedi e per tematiche e/o per profili, di tutti i posti da mettere a concorso e degli eventuali scorrimenti delle graduatorie del concorso per giovani ricercatori espletato nell'anno 2016, ponendo attenzione alla necessità di operare un riequilibrio territoriale a seguito della distribuzione a priori che risulta dalle stabilizzazioni del personale che rientra nel citato comma 1 e in base ai criteri indicati nella **"Relazione"** del Presidente...";
- h) la "...proposta sarà sottoposta all'esame del Consiglio di Amministrazione, a cura della Direzione Scientifica, in una seduta da convocare nei primi giorni del mese di giugno...";
- i) il "...Presidente acquisirà il parere del Consiglio Scientifico sul piano elaborato dalla Direzione Scientifica e lo porterà all'attenzione del Consiglio di Amministrazione nella predetta seduta...";
- j) nella "...seduta di giugno, il Consiglio di Amministrazione approverà la proposta di distribuzione, per sedi e tematiche e/o per profili, delle 60+60 posizioni di ruolo da mettere a bando o potrà rimodularne i contenuti...";

- k) nella "...stessa seduta, il Consiglio di Amministrazione approverà i possibili scorrimenti di graduatorie del concorso per giovani ricercatori espletato nell'anno 2016, che andranno in sottrazione ai ventiquattro posti resi disponibili con il nuovo Decreto Ministeriale, e approverà la proposta di distribuzione, per sedi e tematiche e/o per profili, delle posizioni residue da mettere a bando o potrà rimodularne i contenuti...";
 - l) nella "...stessa seduta, la Direzione Generale comunicherà la tempistica per la presa di servizio delle cinquantasette unità di personale da inquadrare, ai sensi del comma 1 del citato articolo 20, nei Profili di Ricercatore di Terzo Livello e delle tre unità di personale da inquadrare, ai sensi del medesimo comma, nei Profili di Ricercatore di Primo e di Secondo Livello, di cui verrà data informativa formale ai soggetti interessati...";
 - m) fatte salve "...diverse decisioni assunte dal Consiglio di Amministrazione nella seduta programmata per il mese di giugno, il bando per le posizioni residue di giovani ricercatori e il bando per le 60+60 posizioni di ruolo saranno inviati al Ministero della Giustizia per la pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana entro la prima metà del mese di giugno e dovranno contenere, rispettivamente, adeguati punteggi per la "**giovane età**" (bando giovani ricercatori) e per la "**anzianità curriculaire**" e la "**esperienza maturata**" (bando per le 60 + 60 posizioni di ruolo)...";
- 4) affidato "...al Dottore **Gaetano TELESIO**, nella sua qualità di Direttore Generale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", e al Dottore **Filippo Maria ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico del medesimo "**Istituto**", l'incarico di promuovere, ciascuno nell'ambito delle rispettive competenze e degli obiettivi loro assegnati, tutte le azioni necessarie a dare piena attuazione alla presente Delibera e di adottare tutti gli atti connessi e conseguenti...".

Con la Delibera del 4 luglio 2018, numero 60, il Consiglio di Amministrazione, tenendo conto delle sue precedenti determinazioni, di tutti gli ulteriori, successivi sviluppi e degli atti conseguenti, ha:

- 1) approvato, in relazione al "**piano generale di amulamento del personale**", i seguenti "**principi generali**":
- con riferimento al Paragrafo 3.2.2 della Circolare del "**Ministro per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione**" del 23 novembre 2017, numero 3, il Consiglio di Amministrazione afferma che lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" non dispone solo di soggetti in possesso dei requisiti previsti dal comma 1 dell'articolo 20 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, ma registra una situazione molto più variegata;
 - in relazione al proprio fabbisogno tematico e per sedi e alle risorse disponibili, l'Ente, pertanto, stabilisce "...di:
 - adottare, per tutto il triennio 2018-2020, un utilizzo bilanciato dei modelli assunzionali disponibili (assunzione nominativa ai sensi del comma 1 del Decreto Legislativo innanzi richiamato, assunzione tramite selezioni riservate ai sensi del comma 2 del medesimo Decreto Legislativo e, in pari misura, assunzioni tramite selezioni aperte);
 - adottare come criterio preferenziale per la stabilizzazione tramite assunzione nominativa l'essere vincitore di un concorso per la copertura di una posizione di ricercatore o tecnologo a tempo determinato ed avere maturato una anzianità minima in questo ruolo di almeno tre anni...";
 - pertanto, per l'anno 2018, l'Ente:
 - stabilizzerà "...tramite assunzione nominativa i soggetti che hanno maturato almeno tre anni di anzianità con rapporto di lavoro a tempo determinato alla data del 31 dicembre 2017, operazione che risulta coerente con il dettato del comma 1 dell'articolo 20 del Decreto Legislativo più volte citato...";
 - in parallelo, procederà "...con selezioni riservate e selezioni aperte, secondo lo schema più dettagliato di seguito riportato;

- coerentemente "...con questi principi, l'Ente, negli anni 2019 e 2020, compatibilmente con le risorse che saranno accertate e in base al fabbisogno, utilizzerà lo strumento dell'assunzione nominativa per i soggetti che hanno raggiunto tre anni di anzianità ai sensi del combinato disposto del comma 1 dell'articolo 20 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, e della Circolare del 23 novembre 2017, numero 3, come innanzi richiamata, con le modalità che, secondo il parere dell'Avvocatura Generale dello Stato, parrebbero coerenti con la data di censimento del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, laddove vengano recepite le indicazioni contenute nella predetta Circolare, procedendo in parallelo con un adeguato bilanciamento di selezioni riservate e di selezioni aperte...";
 - allo scopo di "...mantenere alto il tenore competitivo che caratterizza un Ente di Ricerca, come peraltro raccomanda il Consiglio Scientifico, l'Istituto si aspetta un'ampia partecipazione alle procedure selettive previste per l'anno 2018, e, in particolare, si aspetta, per le procedure riservate, l'adesione di tutti gli aventi titolo a partecipare, anche allo scopo di anticipare, su base competitiva, eventuali assunzioni nominative attualmente rinviate al periodo 2019-2020, e, per le quali, deve essere ancora accertato il budget disponibile...";
- 2) approvato lo **"Atto Interno relativo alle procedure di stabilizzazione per il triennio 2018-2020"**, con l'annesso **"Elenco dei soggetti che sono in possesso dei requisiti di cui all'articolo 20, commi 1 e 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75"**, come perfezionato nell'incontro con le Organizzazioni Sindacali di Comparto maggiormente rappresentative a livello nazionale del **3 luglio 2018**, il cui testo finale si riporta di seguito integralmente:
- "Premesse.** A seguito del parere richiesto all'Avvocatura Generale dello Stato riguardo all'applicazione rigorosa dell'articolo 20, comma 1, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, n. 75, o a quella ritenuta più estensiva delle successive circolari della Funzione Pubblica, le conclusioni dell'Avvocatura sono quelle di seguito riportate:
- Sebbene **"...non si possano negare dubbi interpretativi circa la normativa in oggetto e ferma restando l'autonomia dello "Istituto" in ordine alle determinazioni che riterrà di adottare, derivante dalla forma verbale "possono", utilizzata al comma 1, parrebbe conforme alle circolari emanate dal Ministro per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione, e non esclusa dalla norma primaria, una interpretazione di quest'ultima nel senso che, ai fini del possesso del requisito di cui all'articolo 20, comma 1, lettera c), si tenga conto anche della attività svolta come assegnista di ricerca..."**.
- Alla luce del predetto parere, che non risolve la questione in termini giuridicamente inequivocabili, ma che ribadisce l'autonomia **"...dell'Istituto in ordine alle determinazioni che intende adottare..."**, il Consiglio di Amministrazione dell'Istituto Nazionale di Astrofisica ha stabilito, nell'ambito di un Piano triennale di stabilizzazioni (2018-2020), di procedere in una prima fase come segue:
- a) definire, prioritariamente, un elenco, in ordine alfabetico, di tutti i soggetti che sono in possesso dei requisiti di cui all'articolo 20, commi 1 e 2, del Decreto legislativo 25 maggio 2017, numero 75, specificando, per ciascuno di essi, se hanno titolo alla procedura di stabilizzazione ai sensi del comma 1 del citato articolo 20, ovvero ai sensi del combinato disposto dello stesso comma 1 e della Circolare del 23 novembre 2017, numero 3, emanata dal Ministero per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione, ovvero ai sensi del comma 2 del medesimo articolo 20;
 - b) immettere immediatamente nei ruoli a tempo indeterminato, tramite procedura di stabilizzazione con assunzione nominativa, in relazione al fabbisogno tematico e per sede dell'Ente, tutti i soggetti inseriti nell'elenco di cui alla precedente lettera a), titolari di un rapporto di lavoro a tempo determinato e che abbiano maturato un'anzianità di almeno tre anni con contratti di lavoro a tempo determinato;

- c) immettere nei ruoli con rapporto di lavoro a tempo indeterminato, tramite concorso riservato speciale, in relazione al fabbisogno tematico e per sede dell'Ente, gli altri soggetti inseriti nell'elenco di cui alla precedente lettera a);
- d) procedere, in base al fabbisogno tematico e per sedi dell'Ente, alla attivazione di procedure concorsuali aperte, per un numero di posizioni pari a quelle che si intendono coprire con i concorsi riservati di cui al punto c).

A fronte del fabbisogno di 280 unità di personale di III Livello, indicato nel Piano Triennale di Attività 2018-2020, il Consiglio di Amministrazione, alla luce delle risorse certe e stabili accertate e disponibili per il 2018, ha deliberato pertanto di scaglionare temporalmente le procedure come segue.

1. Anno 2018

Le risorse certe e stabili utilizzabili per la prima annualità (il 2018) sono pari a circa 10 Milioni di Euro (4.6 milioni di euro assegnati all'Istituto dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri emanato per tale finalità, 2.3 milioni di euro di proprie risorse che l'Istituto ha reso disponibili per il cofinanziamento previsto dal predetto DPCM, ulteriori 3.0 milioni di euro a titolo di risorse aggiuntive sempre a carico del bilancio dell'Istituto), che garantiscono la copertura finanziaria di circa 190 posizioni di Ricercatore/Tecnologo di Terzo Livello.

In coerenza coi principi enunciati e verificato il fabbisogno tematico e per sedi, per la prima tornata di assunzioni da attivare nel 2018, le risorse disponibili sono state distribuite come segue:

- fino a 52 assunzioni dirette fra i nominativi presenti nell'elenco di cui alla lettera b) delle premesse;
- almeno 70(*) posizioni, da coprire mediante l'attivazione di concorsi riservati ai nominativi presenti nell'elenco di cui alla lettera c) delle premesse;
- almeno 70(*) posizioni, da coprire mediante l'attivazione di procedure concorsuali aperte di cui alla lettera d) delle premesse;

(*) il numero esatto delle posizioni sarà definito sulla base delle effettive assunzioni dirette e, comunque, fino ad un massimo di **192** posizioni totali, fra assunzioni con chiamata dirette, posizioni da coprire con concorsi riservati e posizioni da coprire con concorsi aperti.

Livelli I e II. Eventuali unità di personale che hanno maturato i requisiti per l'accesso alle procedure di stabilizzazione mediante assunzione nominativa con contratti di Ricercatore/Tecnologo di Primo e di Secondo Livello saranno inquadrati nel medesimo livello del ruolo di inquadramento. Questo comporta un lieve incremento del budget ma che rientra comunque nei margini di arrotondamento degli stanziamenti da utilizzare per tali finalità.

Concorsi riservati. L'amministrazione procederà, entro la fine del mese di luglio del corrente anno, alla emanazione di un bando per la copertura di almeno 70 posizioni attraverso procedure concorsuali speciali riservate alle unità di personale inserite nell'elenco di cui al punto c) delle premesse.

Il bando sarà suddiviso per macroaree e articolazioni (in linea con il fabbisogno scientifico dell'ente indicato dalla Direzione Scientifica, sentiti i Direttori di Struttura), per ognuna delle quali sarà indicato l'elenco delle possibili sedi di assegnazione. I candidati potranno accedere ad un massimo di 2 diverse sotto-macroaree. La procedura concorsuale speciale prevederà la valutazione dei "curricula" dei candidati e colloqui integrativi.

Al termine delle procedure concorsuali le sedi di servizio dei vincitori saranno assegnate dal Consiglio di Amministrazione fra quelle previste dal bando, su proposta della Direzione Scientifica, sentiti i vincitori e i Direttori di Struttura.

Concorsi aperti. L'amministrazione attiverà, a distanza di poche settimane dalla conclusione delle procedure concorsuali riservate, come descritte nel precedente paragrafo, procedure concorsuali aperte per la copertura di almeno 70 posizioni di Ricercatore e di Tecnologo di Terzo Livello.

Saranno procedure di assunzione ordinarie il cui obiettivo è quello di coprire le posizioni previste nel fabbisogno scientifico dell'ente che non sono state coperte con le assunzioni effettuate a seguito delle procedure di stabilizzazione già concluse.

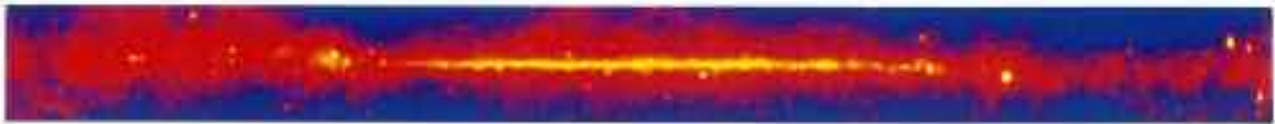
2. Biennio 2019-2020

III Livelli. Per gli anni 2019 e 2020, l'amministrazione intende utilizzare le ulteriori risorse certe e stabili che il Consiglio di Amministrazione riterrà possibile destinare alla ulteriore implementazione del Piano di arruolamento, con l'obiettivo di soddisfare l'intero fabbisogno indicato nel Piano Triennale di Attività 2018-2020, pari a 280 III Livelli, applicando i principi enunciati di coerenza con il fabbisogno tematico e per sedi e di bilanciamento tra i tre "**canali assunzionali**" disponibili, (ulteriori assunzioni nominative, concorsi riservati e concorsi aperti), anche valutando gli esiti delle procedure espletate nel 2018.

In particolare, verrà data priorità alla stabilizzazione, tramite assunzione nominativa, ai soggetti che ne hanno titolo, ai sensi del combinato disposto dello stesso comma 1 e della Circolare del 23 novembre 2017, numero 3, emanata dal Ministero per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione, che non siano già stati inquadrati nei ruoli dell'Istituto a seguito del superamento del concorso riservato speciale di cui alla precedente lettera c).

Livelli IV-VIII. Tenuto conto che 14 unità di personale IV-VIII sono già state stabilizzate, per gli anni 2019 e 2020 l'amministrazione intende utilizzare le ulteriori risorse certe e stabili che il Consiglio di Amministrazione riterrà possibile destinare alla ulteriore implementazione del Piano di arruolamento, con l'obiettivo di soddisfare l'intero fabbisogno di personale tecnico ed amministrativo (Livelli IV-VIII) indicato nel Piano Triennale di Attività 2018-2020, applicando i principi enunciati di coerenza con il fabbisogno tematico e per sedi e di bilanciamento tra i tre "**canali assunzionali**" disponibili (ulteriori assunzioni nominative, concorsi riservati e concorsi aperti)";

- 3) approvato, conseguentemente e specificatamente, le procedure e le tempistiche definite nello "**Atto Interno relativo alle procedure di stabilizzazione per il triennio 2018-2020**", come perfezionato nell'incontro con le Organizzazioni Sindacali di Comparto maggiormente rappresentative a livello nazionale del **3 luglio 2018**;
- 4) approvato "...la "**Relazione**" predisposta dalla Direzione Scientifica, che definisce la programmazione generale per la copertura, mediante le procedure di reclutamento previste, per il corrente anno, dallo "**Atto Interno relativo alle procedure di stabilizzazione per il triennio 2018-2020**", di **192** posizioni di Ricercatori e di Tecnologi di Terzo Livello...";
- 5) affidato al Dottore **Gaetano TELESIO**, nella sua qualità di Direttore Generale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**":
 - a) l'incarico "...di sottoporre al Collegio dei Revisori dei Conti, esclusivamente ai fini della certificazione delle risorse certe e stabili destinate allo scopo e del perfezionamento delle variazioni di bilancio relative alle risorse non ancora incamerate, la tabella del "**budget**" già preventivamente accertato e indicato nello "**Atto Interno relativo alle procedure di stabilizzazione per il triennio 2018-2020**", da utilizzare per le procedure di reclutamento di personale che devono essere attivate e/o concluse nel corso del corrente anno...";
 - b) subordinatamente alla conclusione delle attività di competenza del Collegio dei Revisori dei Conti, come specificate nella precedente lettera a), l'incarico "...di adottare i provvedimenti che autorizzano la assunzione nominativa di coloro che hanno maturato, al 31 dicembre 2017, i tre anni di anzianità con rapporto di lavoro a tempo determinato e di notificarli ai diretti interessati, fermo restando che la loro effettiva presa di servizio potrà essere differita anche ad un momento successivo alla data della loro assunzione, ma dovrà essere comunque programmata entro la fine del corrente anno...";
 - c) l'incarico "...di emanare, entro la fine del mese di luglio del corrente anno, i bandi dei concorsi riservati per la copertura di almeno **71** posizioni di Ricercatori e di Tecnologi di Terzo Livello, che saranno selezionati fra tutte le posizioni ancora disponibili nella programmazione di **192** posizioni per tematiche e sedi in seguito alle assunzioni di cui alla precedente lettera b), nel rispetto di quanto previsto dallo "**Atto Interno relativo alle procedure di stabilizzazione per il triennio 2018-**



2020", che consisteranno in una valutazione dei titoli prodotti dai candidati e in un colloquio integrativo, secondo i criteri e i sub-criteri all'uopo fissati dalla Direzione Scientifica...";

- d) l'incarico "...di emanare, successivamente all'espletamento delle procedure concorsuali riservate di cui alla precedente lettera c), le procedure concorsuali aperte per la copertura di almeno **71** posizioni di Ricercatori e di Tecnologi di Terzo Livello rimanenti nella programmazione di **192** posizioni a valle delle assunzioni di cui alle precedenti lettere b) e c), nel rispetto di quanto previsto dallo **"Atto Interno relativo alle procedure di stabilizzazione per il triennio 2018-2020"**, definite per tematiche e per sedi, che consisteranno nella valutazione dei titoli prodotti dai candidati e nell'espletamento di prove di esame, secondo i criteri e i sub-criteri all'uopo fissati dalla Direzione Scientifica...",

fermo restando che il numero esatto delle posizioni indicate nelle precedenti lettere c) e d) "... sarà definito sulla base delle effettive assunzioni dirette e, comunque, fino ad un massimo di **192** posizioni totali fra assunzioni con chiamata dirette, posizioni da coprire con concorsi riservati e posizioni da coprire con concorsi aperti...";

- 6) affidato "...al Dottore **Filippo ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, l'incarico di definire con apposita **"Relazione"**, da sottoporre all'esame del Consiglio di Amministrazione nella seduta del 30 luglio 2018, le esigenze scientifiche e le sedi relative alla copertura di 24 posizioni riservate ai **"giovani ricercatori"**, nel rispetto di quanto previsto dal Decreto del Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca del 28 febbraio 2018, numero 163..."

In attuazione di quanto previsto dalla Delibera del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60:

- con la Determina Direttoriale del 23 luglio 2018, numero 210:
 - è stata autorizzata, ai sensi dell'articolo 20, comma 1, del Decreto legislativo 25 maggio 2017, numero 75, la "...assunzione nominativa di numero cinquanta unità di personale, con inquadramento nei Profili di **"Ricercatore"** o di **"Tecnologo"** e con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, in quanto rientrano nella categoria dei soggetti che hanno vinto un concorso per la copertura di una posizione di ricercatore o di tecnologo con rapporto di lavoro a tempo determinato ed hanno maturato una anzianità minima in questo ruolo di almeno tre anni...";
 - è stato approvato "...l'elenco delle unità di personale che, a decorrere dal **31 agosto 2018**, sono state assunte in servizio di ruolo presso lo **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, ai sensi dell'articolo 20, comma 1, del Decreto legislativo 25 maggio 2017, numero 75, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, nel quale sono specificati, per ognuna di esse, gli inquadramenti nei predetti Profili e nei relativi Livelli Professionali e le sedi di prima assegnazione...";
- con la Determina Direttoriale del 30 luglio 2018, numero 228, è stato indetto, ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, e nel rispetto delle disposizioni contenute negli articoli 80, 81 e 82 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto Istruzione e Ricerca per il Triennio Normativo 2016-2018"**, sottoscritto il 19 aprile 2018, un concorso pubblico riservato, per titoli e colloquio integrativo, ai fini del reclutamento di numero quarantacinque **"Ricercatori"**, Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per **"macroaree tematiche"** e **"articolazioni"**, come indicate e specificate nel **"Prospetto"** all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al **"Bando di Concorso"** per formarne parte integrante;
- con la Determina Direttoriale del 30 luglio 2018, numero 229, è stato indetto, ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, e nel rispetto delle disposizioni contenute negli articoli 80, 81 e 82 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto Istruzione e Ricerca per il Triennio Normativo 2016-2018"**, sottoscritto il 19 aprile 2018, un

concorso pubblico riservato, per titoli e colloquio integrativo, ai fini del reclutamento di numero ventisei "**Tecnologi**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per "**settori tecnologici**" e "**articolazioni**", come indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al "**Bando di Concorso**" per formarne parte integrante.

Con la Delibera del 30 luglio 2018, numero 72, il Consiglio di Amministrazione dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" ha:

- approvato "...la **"Relazione istruttoria per il reclutamento di giovani ricercatori e tecnologi"** predisposta dal Direttore Scientifico, che definisce le esigenze scientifiche ed individua le sedi relative alla copertura di **24** posizioni riservate ai **"giovani ricercatori e tecnologi"**, nel rispetto di quanto previsto dal Decreto del Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca del 28 febbraio 2018, numero 163...";
- dato "...mandato al Direttore Generale, nell'ambito delle proprie competenze, a compiere tutte le azioni necessarie a dare piena attuazione a quanto previsto dalla **"Relazione istruttoria per il reclutamento di giovani ricercatori e tecnologi"** per le finalità innanzi specificate e ad adottare tutti gli atti connessi e conseguenti...";

In particolare, la "**Relazione istruttoria per il reclutamento di giovani ricercatori e tecnologi**", come predisposta dal Direttore Scientifico ed approvata dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 30 luglio 2018, prevede il reclutamento di ventitre "**Ricercatori**" e di un "**Tecnologo**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, di cui dodici "**Ricercatori**" mediante scorrimento delle graduatorie finali di merito dei concorsi pubblici, per titoli ed esami, espletati dallo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" ai sensi dell'articolo 1 del Decreto Ministeriale 26 febbraio 2016, numero 105, e undici "**Ricercatori**" ed un "**Tecnologo**" mediante l'attivazione di nuove procedure concorsuali.

Con la nota del 3 agosto 2018, numero di protocollo 4346, il "**Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca**" del Ministero della Istruzione della Università e della Ricerca ha comunicato che il "**Piano di Attività per il Triennio 2018-2020**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" è stato approvato ed ha formulato, nel merito, le stesse "**Raccomandazioni**" che hanno riguardato il "**Piano**" precedente.

Con la Determina Direttoriale del 27 settembre 2018, numero 248, in attuazione della Delibera del Consiglio di Amministrazione del 30 luglio 2018, numero 72:

- è stato autorizzato lo scorrimento delle graduatorie finali di merito dei concorsi pubblici, per titoli ed esami, espletati dallo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" ai sensi dell'articolo 1 del Decreto Ministeriale 26 febbraio 2016, numero 105, ai fini del reclutamento di numero dodici "**Ricercatori**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, in attuazione di quanto previsto dal Decreto del Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca del 28 febbraio 2018, numero 163, e secondo le indicazioni contenute nella "**Tabella**" riportata nella parte finale della "**Relazione istruttoria per il reclutamento di giovani ricercatori e tecnologi**", predisposta dalla Direzione Scientifica ed approvata dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera innanzi richiamata;
- è stato "...approvato l'elenco dei candidati utilmente collocati nelle predette graduatorie finali di merito...", con "...le relative assegnazioni alle sedi in cui dovranno prestare la loro attività lavorativa...", che, a "...decorrere dal **15 ottobre 2018**, verranno assunte in servizio di ruolo presso lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno e con inquadramento nel Profilo di "**Ricercatore**", Terzo Livello Professionale...", in attuazione di quanto previsto dal Decreto del Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca del 28 febbraio 2018, numero 163, e secondo le indicazioni contenute nella "**Tabella**" riportata nella parte finale della "**Relazione istruttoria per il reclutamento di giovani ricercatori e tecnologi**", predisposta dalla Direzione Scientifica ed approvata dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera innanzi richiamata;

- è stato autorizzato "...l'ulteriore scorrimento delle graduatorie finali di merito dei concorsi pubblici..." innanzi specificati, nel "...rispetto di quanto previsto dall'articolo 8 dei rispettivi **"Bandi"**, qualora:
 - a) i candidati utilmente collocati nelle predette graduatorie, assunti con la presente Determina Direttoriale e chiamati a prendere servizio il **15 ottobre 2018**, dichiarino di voler rinunciare all'instaurazione del rapporto di lavoro con lo **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**;
 - b) per qualsiasi altra causa, non sia possibile addivenire alla stipula, con i medesimi candidati, del relativo contratto individuale di lavoro...";
- sono stati delegati "...alla sottoscrizione dei contratti di lavoro, secondo lo **"schema tipo"** predisposto e trasmesso a cura della Direzione Generale, i Direttori **"pro tempore"** delle **"Strutture di Ricerca"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** alle quali i medesimi candidati sono stati assegnati...";
- è stata autorizzata "...la spesa relativa alle assunzioni delle predette unità di personale, sia con riferimento al trattamento economico fisso e continuativo che al trattamento economico accessorio, che graverà sui pertinenti capitoli del Bilancio di Previsione dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**...";
- è stato disposto che "...l'amministrazione si riserva di adottare, in un momento successivo, eventuali, ulteriori provvedimenti finalizzati a modificare lo **"status"** giuridico ed economico delle unità di personale che con la presente Determina sono state assunte nei ruoli dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** con contratto di lavoro a tempo indeterminato, anche ai fini del riconoscimento della anzianità di servizio maturata, alla data del **15 ottobre 2018**, con rapporti di lavoro a tempo determinato, della attribuzione della corrispondente fascia stipendiale e della indicazione della anzianità utile per l'accesso alla fascia stipendiale successiva...".

Il procedimento di scorrimento delle graduatorie finali di merito dei concorsi pubblici, per titoli ed esami, espletati dallo **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** ai sensi dell'articolo 1 del Decreto Ministeriale 26 febbraio 2016, numero 105, è stato definitivamente concluso con la assunzione in servizio di ruolo di numero dodici **"Ricercatori"**, Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, in attuazione di quanto previsto dal Decreto del Ministro della Istruzione, della Università e della Ricerca del 28 febbraio 2018, numero 163, e secondo le indicazioni contenute nella **"Tabella"** riportata nella parte finale della **"Relazione istruttoria per il reclutamento di giovani ricercatori e tecnologi"**, predisposta dalla Direzione Scientifica ed approvata dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 30 luglio 2018, numero 72.

Successivamente:

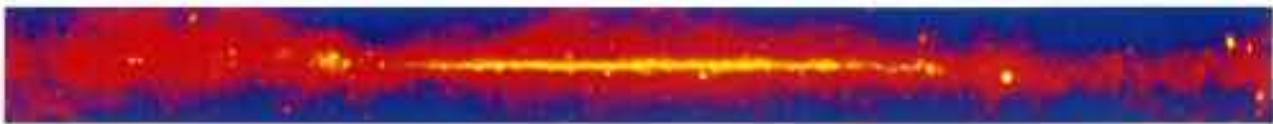
- a) con la Determina Direttoriale del 15 novembre 2018, numero 301:
 - sono stati approvati, nell'ambito del concorso pubblico riservato, per titoli e colloquio integrativo, indetto con la Determina Direttoriale del 30 luglio 2018, numero 228, ai fini del reclutamento di numero quarantacinque **"Ricercatori"**, Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per **"macroaree tematiche"** e **"articolazioni"**, come indicate e specificate nel **"Prospetto"** all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al **"Bando di Concorso"** per formarne parte integrante, gli atti delle singole procedure di selezione, come trasmessi dai **"Segretari delle Commissioni Esaminatrici"**, nonché **"Responsabili del Procedimento"**;
 - sono state approvate le **"graduatorie di merito"** del concorso pubblico riservato, per titoli e colloquio integrativo, indetto con la Determina Direttoriale del 30 luglio 2018, numero 228, come innanzi specificato, le quali sono state:
 - predisposte per ciascuna delle **"articolazioni"** che concorrono a definire, al loro interno, le diverse **"macroaree tematiche"**, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 1, comma 3, del **"Bando di Concorso"**;
 - formulate secondo l'ordine decrescente del punteggio complessivo riportato da ciascun candidato, calcolato sommando i punteggi attribuiti al colloquio integrativo e ai titoli valutabili, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 6, comma 6, del medesimo **"Bando"**;

- integralmente riportate in apposito "**Prospetto**";
- b) con la Determina Direttoriale del 15 novembre 2018, numero 304:
 - sono stati approvati, nell'ambito del concorso pubblico riservato, per titoli e colloquio integrativo, indetto con la Determina Direttoriale del 30 luglio 2018, numero 228, ai fini del reclutamento di numero ventisei "**Tecnologi**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per "**settori tecnologici**" e "**articolazioni**", come indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al "**Bando di Concorso**" per formarne parte integrante, gli atti delle singole procedure di selezione, come trasmessi dai "**Segretari delle Commissioni Esaminatrici**", nonché "**Responsabili del Procedimento**";
 - sono state approvate le "**graduatorie di merito**" del concorso pubblico riservato, per titoli e colloquio integrativo, indetto con la Determina Direttoriale del 30 luglio 2018, numero 229, come innanzi specificato, le quali sono state:
 - predisposte per ciascuna delle "**articolazioni**" che concorrono a definire, al loro interno, i diversi "**settori tecnologici**", nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 1, comma 3, del "**Bando di Concorso**";
 - formulate secondo l'ordine decrescente del punteggio complessivo riportato da ciascun candidato, calcolato sommando i punteggi attribuiti al colloquio integrativo e ai titoli valutabili, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 6, comma 6, del medesimo "**Bando**";
 - integralmente riportate in apposito "**Prospetto**".

L'articolo 3 di entrambe le predette Determinazioni Direttoriali autorizza, inoltre, la assunzione, a decorrere dal **1° dicembre 2018**, dei vincitori delle singole procedure di selezione, come individuati nelle predette "**graduatorie di merito**", e degli idonei utilmente collocati nelle medesime "**graduatorie**", laddove si verificano le condizioni previste dal successivo articolo 4, fermo restando "*...che le relative assegnazioni alle rispettive sedi di servizio verranno stabilite dal Consiglio di Amministrazione con propria Delibera o, tenuto conto dei tempi assai stringenti entro i quali è necessario concludere l'intero procedimento, con Decreto del Presidente, adottato in via d'urgenza, da sottoporre all'esame del Consiglio di Amministrazione nella prima seduta utile per la ratifica...*".

Gli articoli 4, 5 e 6 di entrambe le Determinazioni Direttoriali innanzi richiamate prevedono, a loro volta, che:

- nel rispetto delle "**linee di indirizzo in materia di assunzioni di personale in esito a procedure concorsuali**" definite ed approvate dal Consiglio di Amministrazione con Delibera dell'11 gennaio 2018, numero 2:
 - 1) qualora, in una procedura concorsuale, abbia conseguito l'idoneità un candidato che ha diritto ad una riserva di posti, ai sensi delle vigenti disposizioni legislative in materia, e lo stesso sia stato legittimamente inserito nella relativa graduatoria di merito, lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" procederà, qualora concorrano le condizioni previste nel successivo punto 3, alla assunzione sia del candidato che risulti, a seguito dell'espletamento della predetta procedura, l'effettivo vincitore della stessa, che alla assunzione del candidato che risulti essere soltanto idoneo, ma che sia, comunque, in possesso di un titolo di riserva;
 - 2) qualora risulti vincitore di più procedure concorsuali:
 - il candidato sarà chiamato ad esercitare il diritto di opzione per una sola delle posizioni da coprire entro il termine indicato dall'amministrazione;
 - in caso di mancato esercizio del diritto di opzione, sarà l'amministrazione a decidere per quale posizione il candidato verrà assunto;
 - con l'esercizio del diritto di opzione il candidato rinuncia automaticamente a coprire le posizioni diverse da quella scelta e l'amministrazione procederà alla loro copertura con lo scorrimento delle pertinenti "**graduatorie di merito**";



- 3) lo "Istituto Nazionale di Astrofisica" potrà procedere ad entrambe le assunzioni previste dal precedente punto 1, soltanto dopo avere accertato la presenza dei relativi posti nel "**Piano Triennale di Attività**" e la loro copertura finanziaria;
- sono delegati alla sottoscrizione dei contratti di lavoro con le unità di personale che risultano vincitori delle singole procedure concorsuali, secondo lo "**schema tipo**" trasmesso a cura della Direzione Generale, i Direttori "**pro tempore**" delle "**Strutture di Ricerca**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" alle quali le predette unità verranno assegnate con successivo provvedimento;
 - la Direzione Generale si riserva, in un momento successivo:
 - a) di adottare i provvedimenti di esclusione dalle singole procedure concorsuali dei candidati privi dei requisiti richiesti dal "**Bando di Concorso**", tenendo conto delle proposte formulate in tal senso dai "**Segretari delle Commissioni Esaminatrici**", nonché "**Responsabili del Procedimento**", e previa ulteriore verifica effettuata dalla "**struttura tecnica di supporto**", costituita con Determina Direttoriale del 15 maggio 2018, numero 141;
 - b) di apportare, conseguentemente, le necessarie modifiche alle "**graduatorie di merito**" già approvate.

Le Determine Direttoriali del 15 novembre 2018, numeri 301 e 304, sono state pubblicate, in data 16 novembre 2018, sul "**Sito Web**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", Sezione "**Lavora con noi**", Sottosezioni "**Ricercatori a tempo indeterminato**" e "**Tecnologi a tempo indeterminato**".

Della predetta "...pubblicazione è stata data notizia mediante avviso pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "**Concorsi ed Esami**"..."

Nel frattempo, alcuni candidati hanno prodotto i titoli di preferenza, regolarmente dichiarati nelle domande di ammissione alle procedure concorsuali alle quali essi hanno partecipato, in conformità a quanto previsto dai relativi "**Bandi di Concorso**".

Pertanto, successivamente alla approvazione degli atti delle predette procedure concorsuali e delle relative "**graduatorie di merito**", sono intervenute alcune variazioni che hanno sostanzialmente determinato un incremento, pari a due unità, del numero complessivo dei posti da coprire.

La Direzione Generale ha, quindi, verificato che le risorse disponibili fossero sufficienti a garantire la copertura finanziaria per il reclutamento complessivo di settantatre unità di personale, anziché di settantuno, così articolate:

- quarantasei "**Ricercatori**";
- ventisette "**Tecnologi**".

Ai sensi dell'articolo 4 sia della Determina Direttoriale del 15 novembre 2018, numero 301, che della Determina Direttoriale del 15 novembre 2018, numero 304, è stato, inoltre, possibile procedere allo scorrimento delle pertinenti "**graduatorie di merito**" senza la necessità di adottare ulteriori provvedimenti.

Sempre in attuazione della Delibera del Consiglio di Amministrazione del 30 luglio 2018, numero 72:

- con la Determina Direttoriale del 15 novembre 2018, numero 302, è stato indetto, nel rispetto delle disposizioni contenute negli articoli 80, 81 e 82 del "**Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto Istruzione e Ricerca per il Triennio Normativo 2016-2018**", sottoscritto il 19 aprile 2018, un concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, ai fini della copertura di numero undici posti di "**Ricercatore**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per "**macroaree tematiche**" e "**articolazioni**", come indicate e specificate nella "**Tabella**" riportata nella parte finale della "**Relazione istruttoria per il reclutamento di giovani ricercatori e tecnologi**", predisposta dalla Direzione Scientifica, approvata dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera innanzi richiamata ed allegata al relativo "**Bando**" per formarne parte integrante;
- con la Determina Direttoriale del 23 novembre 2018, numero 313, è stato indetto, nel rispetto delle disposizioni contenute negli articoli 80, 81 e 82 del "**Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto Istruzione e Ricerca per il Triennio Normativo 2016-2018**", sottoscritto il 19

aprile 2018, un concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, ai fini del reclutamento di un **"Tecnologo"**, Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, per il **"Settore Tecnologico"** denominato **"Tecnico - Scientifico"**, la **"Articolazione"** denominata **"Tecnologie per il Sole e la Esplorazione del Sistema Solare"** e il **"Profilo"** denominato **"Sviluppo e test sensori per la misura diretta della polvere nell'ambito di missioni spaziali"**, come, peraltro, indicati e specificati nella **"Tabella"** riportata nella parte finale della **"Relazione istruttoria per il reclutamento di giovani ricercatori e tecnologi"**, predisposta dalla Direzione Scientifica, approvata dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera innanzi richiamata ed allegata al relativo **"Bando"** per formarne parte integrante.

Alla luce sia delle Delibere assunte dal Consiglio di Amministrazione successivamente alla sua adozione, con particolare riferimento a quelle del 4 luglio 2018, numero 60, e del 30 luglio 2018, numero 72, che dei numerosi provvedimenti adottati al fine di dare alle predette Delibere piena e completa attuazione, è stato, altresì, necessario rimodulare, nell'ambito del **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"**, sia il **"Piano di Fabbisogno del Personale"** che il **"Piano di Reclutamento e di Assunzioni"**, che comprendono anche il **"Piano delle Stabilizzazioni"**.

Pertanto, con Delibera del 20 novembre 2018, numero 98:

- è stato approvato il **"Documento"** con il quale il Direttore Generale, di concerto con il Direttore Scientifico, ha, tra l'altro, rimodulato, nell'ambito del **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"**, sia il **"Piano di Fabbisogno del Personale"** che il **"Piano di Reclutamento e di Assunzioni"**, che comprendono anche il **"Piano delle Stabilizzazioni"**, nel testo allegato alla Delibera per formarne parte integrante;
- è stato dato mandato al Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, di trasmettere, per opportuna conoscenza, il predetto **"Documento"** al Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca.

Con nota del 27 novembre 2018, numero di protocollo 6797, il **"Documento"** approvato dal Consiglio di Amministrazione con Delibera del 20 novembre 2018, numero 98, è stato trasmesso, per opportuna conoscenza, al Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca, Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca.

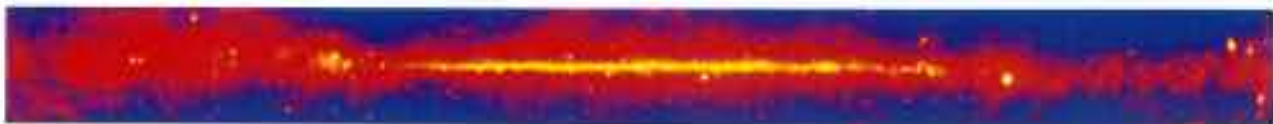
Con la Delibera del 20 novembre 2018, numero 104:

- sono state, altresì, approvate le proposte con le quali il Direttore Scientifico, sentiti i vincitori delle procedure concorsuali e i Direttori delle **"Strutture di Ricerca"**, ha individuato, per ciascuno di essi, le sedi alle quali devono essere assegnati contestualmente alla loro assunzione in servizio, fissata per il **1° dicembre 2018**, con specifico riguardo sia al reclutamento di quarantasei **"Ricercatori"** che al reclutamento di ventisette **"Tecnologi"**, Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, nel rispetto di quanto espressamente previsto sia dagli atti di indirizzo che da quelli amministrativi e gestionali più volte richiamati e innanzi citati;
- Il Direttore Generale e il Direttore Scientifico sono stati autorizzati, ciascuno nell'ambito delle rispettive competenze, ad adottare tutti gli atti connessi e conseguenti.

Ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, nel rispetto delle indicazioni contenute e delle modalità definite dalla **"Circolare"** del **"Ministero per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione"** del 23 novembre 2017, numero 3, e in attuazione di quanto previsto dalla Delibera del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, sono state avviate le procedure per l'attivazione dei concorsi pubblici **"aperti"**, finalizzati alla copertura di un numero di posizioni pari a quello delle posizioni coperte con i concorsi pubblici **"riservati"**.

In particolare, è stata avviata la procedura per l'attivazione di due distinti concorsi pubblici **"aperti"**, per titoli ed esami, per la copertura complessiva di numero **73** posizioni, così articolate:

- numero quarantasei posizioni di **"Ricercatore"**, Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno;



- numero ventisette posizioni di "**Tecnologo**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno.

Il "**Documento**" predisposto dal Direttore Generale, di concerto con il Direttore Scientifico, ed approvato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 20 novembre 2018, numero 98, che rimodula, nell'ambito del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020**", sia il "**Piano di Fabbisogno del Personale**" che il "**Piano di Reclutamento e di Assunzioni**", i quali comprendono, tra l'altro, anche il "**Piano delle Stabilizzazioni**", prevede, tra l'altro, la copertura complessiva, mediante concorso pubblico "**aperto**", di numero **73** posizioni, con la medesima articolazione innanzi riportata.

Ai fini della attivazione dei predetti concorsi, la Direzione Scientifica ha predisposto appositi "**Prospetti**", che indicano e specificano:

- a) relativamente al reclutamento, mediante concorso pubblico "**aperto**", per titoli ed esami, di numero quarantasei "**Ricercatori**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, le "**macroaree tematiche**", le "**articolazioni**" e i "**profili**";
- b) relativamente al reclutamento, mediante concorso pubblico "**aperto**", per titoli ed esami, di numero ventisette "**Tecnologi**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, i "**settori tecnologici**", le "**articolazioni**" e i "**profili**".

Con la Delibera del 19 dicembre 2018, numero 111, il Consiglio di Amministrazione ha:

- autorizzato l'attivazione di due distinti concorsi pubblici "**aperti**", per titoli ed esami, per la copertura complessiva di numero **73** posizioni, così articolate:
 - numero quarantasei posizioni di "**Ricercatore**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno;
 - numero ventisette posizioni di "**Tecnologo**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno;
- approvato i "**Prospetti**" all'uopo predisposti dalla Direzione Scientifica, allegati alla Delibera per formarne parte integrante, che indicano e specificano:
 - a) relativamente al reclutamento, mediante concorso pubblico "**aperto**", per titoli ed esami, di numero quarantasei "**Ricercatori**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, le "**macroaree tematiche**", le "**articolazioni**" e i "**profili**";
 - b) relativamente al reclutamento, mediante concorso pubblico "**aperto**", per titoli ed esami, di numero ventisette "**Tecnologi**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, i "**settori tecnologici**", le "**articolazioni**" e i "**profili**";
- dato mandato al Direttore Scientifico e al Direttore Generale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ognuno nell'ambito delle rispettive competenze, a dare piena attuazione a quanto previsto dalla Delibera e ad adottare tutti gli atti connessi e conseguenti.

Successivamente:

- a) con la Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 352, è stato indetto, ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, nel rispetto delle indicazioni contenute e delle modalità definite dalla "**Circolare**" del "**Ministero per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione**" del 23 novembre 2017, numero 3, in conformità alle disposizioni contenute negli articoli 80, 81 e 82 del "**Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto Istruzione e Ricerca per il Triennio Normativo 2016-2018**", sottoscritto il 19 aprile 2018, e in attuazione di quanto previsto dalle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, e del 19 dicembre 2018, numero 111, un concorso pubblico "**aperto**", per titoli ed esami, ai fini del reclutamento di numero quarantasei "**Ricercatori**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per "**macroaree tematiche**" e

- "**articolazioni**", come indicate e specificate nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al "**Bando**" per formarne parte integrante;
- b) con la Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 353, è stato indetto, ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, nel rispetto delle indicazioni contenute e delle modalità definite dalla "**Circolare**" del "**Ministero per la Semplificazione e la Pubblica Amministrazione**" del 23 novembre 2017, numero 3, in conformità alle disposizioni contenute negli articoli 80, 81 e 82 del "**Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto Istruzione e Ricerca per il Triennio Normativo 2016-2018**", sottoscritto il 19 aprile 2018, e in attuazione di quanto previsto dalle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, e del 19 dicembre 2018, numero 111, un concorso pubblico "**aperto**", per titoli ed esami, ai fini del reclutamento di numero ventisette "**Tecnologi**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per "**settori tecnologici**" e "**articolazioni**", come indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al "**Bando**" per formarne parte integrante;
- c) con la Determina Direttoriale del 27 dicembre 2018, numero 359:
- il termine di scadenza per la presentazione della domande di partecipazione al concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, ai fini della copertura di undici posti di "**Ricercatore**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, indetto con la Determina Direttoriale del 15 novembre 2018, numero 302, è stato prorogato dal **27 dicembre 2018 al 30 gennaio 2019**;
 - è stato, inoltre, disposto che *"...restano valide le domande di partecipazione al concorso già regolarmente presentate e pervenute, fermo restando che coloro che le hanno trasmesse, qualora lo ritengano necessario, potranno, entro il nuovo termine di scadenza all'uopo fissato, ovvero il **30 gennaio 2019**, e comunque nel rispetto delle modalità stabilite dal relativo "**Bando**", modificarle, integrarle o sostituirle..."*;
 - al fine di dare la massima diffusione possibile alla predetta proroga, è stata autorizzata la pubblicazione di apposito "**avviso**":
 - in data **27 dicembre 2018**, sul "**Sito Web**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", al seguente indirizzo "**www.inaf.it**", Sezione "**Lavora con noi**", Sottosezione "**Ricercatori a tempo indeterminato**";
 - in data **15 gennaio 2019**, nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "**Concorsi ed Esami**".
- d) con la Determina Direttoriale del 27 dicembre 2018, numero 360:
- il termine di scadenza per la presentazione della domande di partecipazione al concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, ai fini del reclutamento di un "**Tecnologo**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, indetto con la Determina Direttoriale del 23 novembre 2018, numero 313, è stato prorogato dal **27 dicembre 2018 al 30 gennaio 2019**;
 - è stato disposto che *"...restano valide le domande di partecipazione al concorso già regolarmente presentate e pervenute, fermo restando che coloro che le hanno trasmesse, qualora lo ritengano necessario, potranno, entro il nuovo termine di scadenza all'uopo fissato, ovvero il **30 gennaio 2019**, e comunque nel rispetto delle modalità stabilite dal relativo "**Bando**", modificarle, integrarle o sostituirle..."*;
 - al fine di dare la massima diffusione possibile alla predetta proroga, è stata autorizzata la pubblicazione di apposito "**avviso**":
 - in data **27 dicembre 2018**, sul "**Sito Web**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", al seguente indirizzo "**www.inaf.it**", Sezione "**Lavora con noi**", Sottosezione "**Tecnologi a tempo indeterminato**";

- in data **15 gennaio 2019**, nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "**Concorsi ed Esami**";
- e) con la Determina Direttoriale del 17 gennaio 2019, numero 7:
 - è stata approvata la modifica dell'articolo 2, comma 1, lettera a), del "**Bando**" relativo al concorso pubblico "**aperto**", per titoli ed esami, ai fini del reclutamento di numero ventisette "**Tecnologi**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, indetto con la Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 353, inserendo, nell'ambito dei titoli di studio richiesti ai fini dell'ammissione alla procedura concorsuale, le tipologie di Diplomi di Laurea e di Lauree Specialistiche e Magistrali inizialmente omesse;
 - sono stati rettificati gli errori materiali presenti nel predetto "**Bando**" e nei relativi "**Allegati**";
 - è stato prorogato dal **27 gennaio 2019** al **28 febbraio 2019** il termine di scadenza fissato per la presentazione delle domande di partecipazione alla procedura concorsuale;
 - è stato disposto che *"...restano valide le domande di partecipazione al concorso già regolarmente presentate e pervenute, fermo restando che coloro che le hanno trasmesse, qualora lo ritengano necessario, potranno, entro il nuovo termine di scadenza all'uopo fissato, ovvero il **28 febbraio 2019**, e comunque nel rispetto delle modalità stabilite dal relativo "**Bando**", modificarle, integrarle o sostituirle..."*;
 - al fine di dare la massima diffusione possibile sia alla modifica del "**Bando**" che alla proroga del termine di scadenza fissato per la presentazione delle domande di partecipazione alla procedura concorsuale, è stata autorizzata la pubblicazione di apposito "**avviso**":
 - in data **17 gennaio 2019**, sul "**Sito Web**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", al seguente indirizzo "**www.inaf.it**", Sezione "**Lavora con noi**", Sottosezione "**Tecnologi a tempo indeterminato**";
 - in data **8 febbraio 2019**, nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "**Concorsi ed Esami**".

Il **30 gennaio 2019** è scaduto il termine per la presentazione delle domande di partecipazione ai concorsi pubblici indetti con le Determina Direttoriali del 15 novembre 2018, numero 302, e del 23 novembre 2018, numero 313, come specificati nelle precedenti lettere c) e d).

Pertanto:

- con la Determina Direttoriale del 25 febbraio 2019, numero 46, sono state nominate le "**Commissioni Esaminatrici**" dei candidati che hanno presentato la domanda di partecipazione al concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, che è stato indetto con la Determina Direttoriale del 15 novembre 2018, numero 302, ai fini della copertura di numero undici posti di "**Ricercatore**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per "**macroaree tematiche**" e "**articolazioni**", come indicate e specificate nella "**Tabella**" riportata nella parte finale della "**Relazione istruttoria per il reclutamento di giovani ricercatori e tecnologi**", predisposta dalla Direzione Scientifica, approvata dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera innanzi richiamata ed allegata al relativo "**Bando**" per formarne parte integrante;
- con la Determina Direttoriale del 25 febbraio 2019, numero 47, è stata nominata la "**Commissione Esaminatrice**" dei candidati che hanno presentato la domanda di partecipazione al concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, che è stato indetto con la Determina Direttoriale del 23 novembre 2018, numero 313, ai fini del reclutamento di un "**Tecnologo**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, per il "**Settore Tecnologico**" denominato "**Tecnico - Scientifico**", la "**Articolazione**" denominata "**Tecnologie per il Sole e la Esplorazione del Sistema Solare**" e il "**Profilo**" denominato "**Sviluppo e test sensori per la misura diretta della polvere nell'ambito di missioni spaziali**".

I due concorsi sono in fase di espletamento e dovrebbero essere conclusi, con le assunzioni dei vincitori, entro il **1° settembre 2019**.

Il **27 gennaio 2019** è scaduto il termine per la presentazione delle domande di partecipazione al concorso pubblico indetto con la Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 352, come specificato nella precedente lettera a).

Il **28 febbraio 2019** è scaduto il termine per la presentazione delle domande di partecipazione al concorso pubblico indetto con la Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 353, come specificato nella precedente lettera b).

Sono in fase perfezionamento i provvedimenti di nomina delle "**Commissioni Esaminatrici**".

Questi due concorsi dovrebbero essere, invece, conclusi, con le assunzioni dei vincitori, entro il **1° dicembre 2019**.

E) Atti e provvedimenti adottati ai fini del reclutamento di "personale tecnico ed amministrativo" inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo

Con riferimento al personale tecnico ed amministrativo inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo, si rammenta, innanzitutto, che il Consiglio di Amministrazione, nella seduta del 25 luglio 2017, ha approvato, su proposta del Presidente, un "**Atto di indirizzo**" per la definizione sia del "**Piano di Reclutamento**" che del "**Piano delle Progressioni Economiche e di Carriera**" del predetto personale, con il quale, tra l'altro, viene "...dato mandato al Direttore Scientifico ed al Direttore Generale di effettuare, con la collaborazione dei Direttori e dei Responsabili Amministrativi delle "**Strutture di Ricerca**", degli Uffici della "**Amministrazione Centrale**", delle "**Unità Organizzative**" della Direzione Scientifica e dei Responsabili dei più importanti progetti di ricerca, un "**excursus**" di tutte le attività scientifiche, tecnologiche ed amministrative dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ivi comprese quelle derivanti da obblighi di Legge, che si ritiene che abbiano sofferto negli ultimi anni di disfunzioni e/o rallentamenti dovuti alla carenza di personale di supporto tecnico-amministrativo...".

Al fine di dare piena attuazione al predetto "**Atto di indirizzo**", il Direttore Generale ed il Direttore Scientifico, con nota dell'8 agosto 2017, numero di protocollo 3856, hanno avviato una ricognizione delle esigenze delle "**Strutture di Ricerca**" ai fini del reclutamento di personale tecnico ed amministrativo inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo nel corso del Triennio 2018-2020.

La predetta indagine ricognitiva è stata conclusa con la definizione, nell'ambito del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020**", già richiamato nel precedente paragrafo, sia del "**Piano di Fabbisogno**" che del "**Piano di Reclutamento e di Assunzioni**" del predetto personale, secondo le "**Tabelle**" di seguito riportate:

Tabella 3-B del
PTA 2018-20

Fabbisogno del personale inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo per
il triennio 2018-2020

POSIZIONI	2018	Costo medio annuo	2019	Costo medio annuo	2020	Costo medio annuo
Funzionario di Amministrazione	9	459.749	4	204.333	3	153.250
Collaboratore di Amministrazione	6	244.929	6	244.929	6	244.929
Operatore di Amministrazione	2	73.975	1	36.987	1	36.987
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	21	959.079	7	319.693	9	411.033
Operatore Tecnico	7	258.909	7	258.909	7	258.909
Totale	45	1.996.641	25	1.064.851	16	1.105.108
Gran Totale						4.166.600

Tabella 4-B del PTA 2018-20 Posizioni di personale inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo livello attivabili sulla base delle risorse disponibili*

POSIZIONI	2018	Costo medio annuo	2019	Costo annuo lordo	2020	Costo annuo lordo
Funzionario di Amministrazione	6	306.499	4	204.333	3	153.250
Collaboratore di Amministrazione	2(2)*	81.643	1	40.821	0	0
Operatore di Amministrazione	1	36.987	0	0	0	0
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	14(8)*	639.386	1	45.670	0	0
Operatore tecnico	8(6)*	295.899	0	0	0	0
Totale	31	1.360.414	6	290.824	3	153.250
Gran Totale						1.804.488

*tra parentesi la quota del numero indicato riservata alle stabilizzazioni previste dall'articolo 20 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75

Con il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020**" è stato, altresì, stabilito che "...la ripartizione delle risorse umane tra la "**Amministrazione Centrale**" e le varie "**Strutture di Ricerca**", con riferimento sia al "**Piano di Fabbisogno**" che al "**Piano di Reclutamento**", verrà effettuata..." tenendo conto non solo delle richieste pervenute, ma anche:

➤ dello "**Atto di Indirizzo**" del Presidente, approvato dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 28 settembre 2017, il cui testo si riporta di seguito integralmente:

"I principi generali dell'organizzazione saranno ispirati all'efficacia dei processi, così da renderli celeri, moderni, tracciabili, trasparenti ed efficaci in ordine al perseguimento della missione dell'Ente.

*Il parametro basilare per la definizione della organizzazione delle "**Strutture di Ricerca**" sarà la percentuale di "**full-time equivalent**" ("**FTE**"), necessaria per assolvere ad una determinata funzione di supporto, e non la replica in ogni "**Struttura**" di un "**tipico**" organigramma, cosa che potrebbe essere ragionevole solo laddove le predette "**Strutture**" fossero esse stesse delle repliche in termini di dimensioni, di capitale umano e di impegni, ma che, invece, potrebbe risultare ridondante e non necessariamente applicabile nel quadro attuale delle "**Strutture di Ricerca**", che si configurano come "**articolazioni organizzative**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**".*

*Il parametro di riferimento sarà quantificato congiuntamente dal Direttore Scientifico e dal Direttore Generale in base alla statistica delle attività delle singole "**Strutture**" degli ultimi anni e per tutte le funzioni di supporto, sia tecnico-scientifiche che amministrative, e portato all'attenzione del Presidente, il quale predisporrà, a sua volta, uno schema generale di organizzazione da sottoporre all'esame del Consiglio di Amministrazione.*

Il parametro di riferimento dovrà adeguatamente mediare l'efficacia dei flussi e dei processi da attivare, il benessere lavorativo dei dipendenti e la possibilità di lasciare adeguato spazio alle attività formative e di crescita del personale.

*Questa attività istruttoria dovrà essere funzionale alla riduzione di incarichi ridondanti in termini di "**full-time equivalent**" ("**FTE**") necessarie all'assolvimento di una determinata funzione e terrà conto anche del principio di "**amministrazione diffusa**", già più volte affermato, per garantire, ad esempio, la erogazione di servizi di supporto che, in una particolare "**Struttura**", non sono abituali (grandi appalti, eventi pubblici o congressuali di particolare rilevanza, ecc).*

Dovranno essere, invece, specificatamente individuate in questo processo di ottimizzazione delle risorse di supporto le figure professionali previste dalle norme statutarie (per esempio, il Responsabile Amministrativo, che di norma deve essere un funzionario o un tecnologo), o le figure professionali previste da disposizioni legislative (per esempio, il Responsabile del Servizio di Prevenzione e

Protezione, il Referente della "**Local Area Network**" e dei Servizi di Calcolo che utilizzano la "**RETE GARR**", ecc.), da indicare esplicitamente nello schema organizzativo di ogni "**Struttura**", ma che in molti casi potranno comunque condividere il loro incarico con altre funzioni all'interno della stessa "**Struttura**", o anche in altre "**Strutture**", nell'ottica della "**amministrazione diffusa**".

Tenuto conto dell'auspicabile crescita della dimensione e degli impegni delle "**Strutture**" più piccole, che andrà armonizzata anche in un'ottica di pari opportunità territoriali e di crescita professionale "**diffusa**", il quadro generale dell'organizzazione sarà rivisto periodicamente in fase di predisposizione degli aggiornamenti del "**Piano Triennale di Attività**".

Il parametro di riferimento individuato per ogni funzione di supporto sarà adottato periodicamente come fattore di normalizzazione dell'assetto organizzativo delle "**Strutture di Ricerca**" e dei loro organigrammi";

- del "**Piano Integrato**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" per il Triennio 2017-2019, approvato dal Consiglio di Amministrazione con Delibera del 22 maggio 2017, numero 32, il quale prevede, tra gli "**Obiettivi Strategici**" assegnati alla Direzione Generale, anche quello di "...attuare il principio della "**amministrazione diffusa**" con il coinvolgimento di tutto il personale, sia a livello centrale che a livello territoriale, nei più importanti processi amministrativi e contabili che riguardano le attività istituzionali dell'ente (gestione delle procedure di gara per l'affidamento di lavori pubblici o di pubbliche forniture di beni e servizi, gestione del patrimonio immobiliare, gestione del personale, strutturato e non strutturato, gestione del sistema di contabilità, ecc.)..."

E' opportuno precisare che il "**Fabbisogno di personale tecnico ed amministrativo inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo**", come specificato nella **Tabella 3-B**, tiene conto delle esigenze di tutte le "**articolarioni organizzative**" della "**Direzione Generale**", della "**Direzione Scientifica**" e delle "**Strutture di Ricerca**".

Il predetto "**Fabbisogno**" comprende, inoltre, anche alcune posizioni, non ancora coperte, già previste dai precedenti "**Piani Triennali di Attività**".

Pertanto, relativamente alle predette posizioni, come di seguito elencate e specificate, è possibile attivare immediatamente le relative procedure concorsuali:

- numero **2** unità di personale da inquadrare nel Profilo di Operatore Tecnico, Ottavo Livello Professionale
- numero **6** unità di personale da inquadrare nel Profilo di Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca, Sesto Livello Professionale.

Lo "**Atto di indirizzo**" approvato dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 25 luglio 2017 ha previsto anche che il personale tecnico ed amministrativo in possesso dei requisiti previsti dall'articolo 20, comma 1, lettere a), b) e c), del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, possa essere assunto nominativamente, tramite procedure di "**stabilizzazione**", atteso che:

- il "...personale tecnico ed amministrativo, in numero decrescente a causa del limitato "**turn-over**", ha comunque garantito un accettabile livello di supporto solo grazie al personale precario, nonostante l'incremento del personale di ricerca, che, tenuto conto delle figure a tempo determinato o con altre forme di contratto flessibile, è stato in costante crescita...";
- il "...personale tecnico amministrativo precario può essere, pertanto, considerato parte integrante della struttura tecnico-amministrativa e quindi essere oggetto di stabilizzazione per consolidare l'attuale livello di risorse a supporto delle attività dell'Ente..."

In attuazione di quanto previsto dal predetto "**Atto di Indirizzo**", con Determina Direttoriale del 24 maggio 2018, numero 154:

- è stata autorizzata l'assunzione in servizio di ruolo presso lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", mediante chiamata diretta e con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, delle unità di personale tecnico ed amministrativo in possesso dei requisiti previsti dall'articolo 20, comma 1, lettere a), b) e c), del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75;

- sono state, pertanto, assunte "...in servizio di ruolo presso lo **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, mediante chiamata diretta e con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, complessivamente numero **15** unità di personale tecnico ed amministrativo...", delle quali quattordici unità a decorrere dal **1° giugno 2018** ed una unità a decorrere dal **1° ottobre 2018**;
- sono stati definiti, per ciascuna di esse, i rispettivi "...inquadramenti nei Profili e nei Livelli e la sede di prima assegnazione...";
- sono stati delegati alla sottoscrizione dei contratti di lavoro con le predette unità di personale tecnico ed amministrativo, secondo lo "**schema tipo**" predisposto e trasmesso a cura della Direzione Generale, i Direttori "**pro tempore**" delle "**Strutture di Ricerca**" dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** alle quali le predette unità sono state assegnate;
- è stata autorizzata la relativa spesa, sia con riferimento al trattamento economico fisso e continuativo che al trattamento economico accessorio, che grava sui pertinenti capitoli del Bilancio di Previsione dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**.

La Direzione Generale e la Direzione Scientifica hanno avviato ma non hanno ancora concluso lo studio propedeutico alla acquisizione degli elementi di valutazione necessari per dare attuazione alle indicazioni contenute nello **"Atto di Indirizzo"** del Presidente, approvato dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 28 settembre 2017, al fine di definire una articolata proposta di ripartizione, tra le diverse "**articolazioni organizzative**" della **"Amministrazione Centrale"** e delle "**Strutture di Ricerca**", dei posti di personale tecnico ed amministrativo inquadrato nei profili e nei livelli professionali compresi tra il quarto e l'ottavo previsti, nell'ambito del **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"**, sia dal **"Piano di Fabbisogno del Personale"** che dal **"Piano di Reclutamento e di Assunzioni"**.

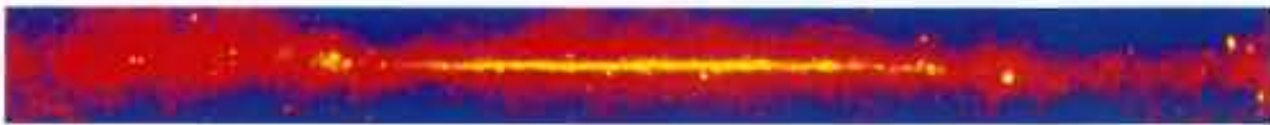
Nel corso della riunione congiunta dei Direttori e dei Responsabili Amministrativi delle Strutture di Ricerca del 26 novembre 2018, è stata, pertanto, avanzata la proposta di costituire una **"Commissione Istruttoria"** composta dai sei membri della **"Struttura Tecnica di Supporto"** alla Direzione Generale, nominata con Determina Direttoriale del 15 maggio 2018, numero 141, e da un pari numero di Direttori di Struttura scelti tra le **"Strutture di Ricerca"** che non sono presenti, per il tramite dei loro Responsabili Amministrativi, nella predetta **"Struttura Tecnica di Supporto"**, con il compito di:

- a) formulare una ipotesi di ripartizione tra le diverse "**articolazioni organizzative**" dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, che comprendono sia la **"Amministrazione Centrale"** che le **"Strutture di Ricerca"**, dei posti di personale tecnico ed amministrativo con inquadramento nei profili e nei livelli professionali compresi tra il quarto e l'ottavo previsti dal **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"**;
- b) formulare una ipotesi di definizione del fabbisogno del medesimo personale nell'ambito del **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021"**.

Nel corso della medesima riunione, sono stati designati quali componenti della predetta **"Commissione Istruttoria"**, in rappresentanza dei Direttori di Struttura:

- la Dottoressa **Bianca GARILLI**, Direttrice dello **"Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano"**;
- la Dottoressa **Marcella MARCONI**, Direttrice dello **"Osservatorio Astronomico di Capodimonte"**;
- il Dottore **Gianpiero TAGLIAFERRI**, Direttore dello **"Osservatorio Astronomico di Brera"**;
- il Dottore **Andrea COMASTRI**, Direttore dello **"Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna"**;
- il Dottore **Giancarlo CUSUMANO**, Direttore dello **"Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo"**;
- il Dottore **Roberto RAGAZZONI**, Direttore dello **"Osservatorio Astronomico di Padova"**.

Con Determina dell'8 gennaio 2019, numero 2, il Direttore Generale e il Direttore Scientifico hanno, congiuntamente, nominato una **"Commissione Istruttoria"**, composta:



- dal Dottore **Gaetano TELESIO** e dal Dottore **Filippo ZERBI**, nelle loro rispettive qualità di Direttore Generale e di Direttore Scientifico dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**";
- dai sei membri della "**Struttura Tecnica di Supporto**" alla Direzione Generale, nominata con Determina Direttoriale del 15 maggio 2018, numero 141, come di seguito elencati:
 - 1) Dottoressa **Renata SCHIRRU**, Responsabile Amministrativo dello "**Osservatorio Astronomico di Cagliari**";
 - 2) Dottoressa **Laura FLORA**, Responsabile Amministrativo dello "**Osservatorio Astronomico di Trieste**";
 - 3) Dottoressa **Monia ROSSI**, Responsabile Amministrativo dello "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma**";
 - 4) Dottoressa **Serena DONATI**, Responsabile Amministrativo dello "**Osservatorio Astrofisico di Arcetri**";
 - 5) Dottore **Riccardo MONTI**, Responsabile Amministrativo dello "**Osservatorio Astronomico di Roma**";
 - 6) Dottore **Giuseppe SALEMI**, Responsabile Amministrativo dello "**Osservatorio Astronomico di Palermo**";
- da sei Direttori di Struttura scelti tra le "**Strutture di Ricerca**" che non sono presenti, per il tramite dei loro Responsabili Amministrativi, nella predetta "**Struttura Tecnica di Supporto**", come designati nella riunione congiunta dei Direttori e dei Responsabili Amministrativi delle predette Strutture del 26 novembre 2018 e di seguito elencati:
 - 1) Dottoressa **Bianca GARILLI**, Direttrice dello "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano**";
 - 2) Dottoressa **Marcella MARCONI**, Direttrice dello "**Osservatorio Astronomico di Capodimonte**";
 - 3) Dottore **Gianpiero TAGLIAFERRI**, Direttore dello "**Osservatorio Astronomico di Brera**";
 - 4) Dottore **Andrea COMASTRI**, Direttore dello "**Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna**";
 - 5) Dottore **Giancarlo CUSUMANO**, Direttore dello "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo**";
 - 6) Dottore **Roberto RAGAZZONI**, Direttore dello "**Osservatorio Astronomico di Padova**",con il compito di:
 - a) formulare una ipotesi di ripartizione tra le diverse "**articolarioni organizzative**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", che comprendono sia la "**Amministrazione Centrale**" che le "**Strutture di Ricerca**", dei posti di personale tecnico ed amministrativo con inquadramento nei profili e nei livelli professionali compresi tra il quarto e l'ottavo previsti dal "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020**";
 - b) formulare una ipotesi di definizione del fabbisogno del medesimo personale nell'ambito del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**".

La predetta "**Commissione Istruttoria**" ha concluso la prima fase dei suoi lavori il **30 aprile 2019**, proponendo una "**Ipotesi**" sia di "**Piano di Fabbisogno del Personale**" che di "**Piano di Reclutamento e di Assunzioni**" del predetto personale, da inserire nel "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**".

F) "Piano di Fabbisogno del Personale" e "Piano di Reclutamento e di Assunzioni"

Tanto premesso, lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", tenendo conto delle procedure concorsuali ancora in itinere e delle Delibere assunte dal Consiglio di Amministrazione lo scorso anno, intende procedere, anche al fine di dare ulteriore attuazione alle procedure di "**stabilizzazione**" già programmate, al reclutamento, nel corso dell'anno 2019, di un numero complessivo di **94** unità di "**personale tecnologo**" e di "**personale di**

ricerca", come specificate nella **Tabella 4-A**, e di un numero complessivo di **44** unità di personale tecnico ed amministrativo inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo, come specificate nella **Tabella 4-B**.

Ai fini del calcolo del costo medio annuo relativo al "**Fabbisogno del personale tecnologo e di ricerca**" è stato utilizzato come riferimento il costo del Profilo di "**Ricercatore**", calcolato sulla base della Circolare del 18 dicembre 2017, numero di protocollo 6138, che comprende anche la spesa prevista per il "**Trattamento di Fine Rapporto**".

Si riportano di seguito le **Tabelle 3-A, 3-B, 4-A e 4-B**

Tabella 3-A Fabbisogno del Personale I-III livello per il triennio 2019-2021

POSIZIONI	2019	Costo medio annuo	2020	Costo medio annuo	2021	Costo medio annuo
I LIVELLO	7	789.366	7	789.366	7	789.366
II LIVELLO	20	1.686.987	20	1.686.987	20	1.686.987
III LIVELLO*	90	5.206.431	60	3.470.954	20	1.156.985
Totale	117	7.682.784	107	5.947.307	87	3.633.338
Gran Totale						17.263.429

* Il numero di posizioni di III livello consente potenzialmente l'assunzione in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo indeterminato di tutto il personale in possesso dei requisiti richiesti dall'articolo 20, commi 1 e 2, del Decreto Legislativo 20 maggio 2017, numero 75, attraverso i canali assunzionali all'uopo previsti (assunzione diretta, concorsi riservati, concorsi aperti).

Tabella 3-B Fabbisogno del Personale IV-VIII livello per il triennio 2019-2021

POSIZIONI	2019	Costo medio annuo	2020	Costo medio annuo	2021	Costo medio annuo
Funzionario di Amministrazione	24	1.225.998	15	766.249	7	357.583
Collaboratore di Amministrazione	15	612.322	16	653.144	17	693.965
Operatore di Amministrazione	2	73.975	2	73.975	1	36.987
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	22 (3*)	1.004.750	29	1.324.443	23	1.050.420
Operatore Tecnico	8	295.899	5 (1*)	184.937	6	221.925
Totale	71	3.212.944	67	3.002.748	54	2.360.880
Gran Totale						8.576.572

*Quota del numero indicato riservata alle stabilizzazioni ex art. 20 D.Lgs 75/2017

Tabella 4-A Posizioni di I-III livello attivate o da attivare nel 2019 sulla base delle risorse disponibili

POSIZIONI	N.	Costo medio annuo	
Dirigente di Ricerca	1	112.767	Procedura di reclutamento da avviare – Delibera CdA n. 99/2018
Dirigente Tecnologo	1	115.022	Procedura di reclutamento da avviare – Delibera CdA n. 99/2018
Primo Tecnologo	4	341.006	Procedura di reclutamento in corso - Det. D.G. n. 51/2019

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

Ricercatore	57	3.297.406	Procedura di reclutamento in corso - Det. D.G. n. 302/2018 e e 352/2018
Tecnologo	33	1.849.484	Procedura di reclutamento in corso - Det. D.G. n. 140/2017, 313/2018 e 353/2018
TOTALE	96	5.715.685	
Tabella 4-B Posizioni di IV-VIII livello attivate o da attivare nel 2019 sulla base delle risorse disponibili			

POSIZIONI 2019	Concorsi/ scorrimenti	Progressioni (art.22 comma 15)	Assunzioni obbligatorie	Concorsi riservati comma 2	Costo medio annuo
Funzionario di Amministrazione	11	4	4		807.296
Collaboratore di Amministrazione			8		326.572
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	12			3	685.057
Operatore tecnico/amministrazione			3		110.962
TOTALE	23	4	15	3	1.929.887

La **Tabella 4-A** rappresenta il piano assunzionale previsto per l'anno 2019, ai fini della copertura dei posti già autorizzati, e in alcuni casi già messi a concorso, previsti dai precedenti Piani Triennali di Attività.

Per i posti di seguito specificati già esiste, pertanto, l'autorizzazione a procedere all'espletamento delle relative procedure concorsuali, l'autorizzazione a procedere alle conseguenti assunzioni, la necessaria copertura finanziaria e il criterio di assegnazione delle sedi di servizio.

La **Tabella 4-B** rappresenta il piano assunzionale previsto per l'anno 2019 per il personale tecnico-amministrativo, che tiene conto delle esigenze prioritarie segnalate dai Direttori delle Strutture di Ricerca.

Il predetto piano trova piena copertura nelle risorse derivanti dal turn-over.

La spesa di personale è stata quantificata tenendo conto del costo medio annuo per ciascun profilo professionale, calcolato secondo le indicazioni contenute nella Circolare del 18 dicembre 2017, numero di protocollo 6138, emanata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, Ufficio per la Organizzazione ed il Lavoro Pubblico, di concerto con il Ministero della Economia e delle Finanze, Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato, come innanzi richiamata.

In relazione alla quantificazione economica delle risorse derivanti dal "**turn-over**" relativo agli anni 2020 e 2021, è doveroso precisare che la stima della disponibilità si basa sul risparmio effettivo derivante dal collocamento in quiescenza del personale prevedibile alla data di redazione del presente "**Piano Triennale di Attività**".

La stima è, quindi, necessariamente approssimativa dal momento che non tiene conto di dimissioni volontarie o di cessazioni dal servizio per forza maggiore, trasferimenti all'estero, etc.

Tabella S-A Risorse da turnover 2019-2021	
Turnover disponibile dal 1/1/2019 (cessazioni 2018)	€ 1.952.575
Turnover disponibile dal 1/1/2020 (cessazioni 2019)	€ 1.678.251

me *cees*

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

Turnover disponibile dal 1/1/2021 (cessazioni 2020)	€ 1.570.181
TOTALE TRIENNIO	€ 5.201.007

Tabella 5-B	Spesa effettiva per il personale - storico anni precedenti		
	2016	2017	2018
Spesa complessiva per il personale TI*	58.516.940	60.366.091	62.925.064
Spesa per il personale a TD (FOE+Progetti)*	4.797.974	6.840.094	7.367.221
Altre spese relative al personale**	10.409.147,72	7.086.577,16	8.718.036,99
Totale	73.724.061,75	74.292.762,08	79.010.322,53

* è compreso la quota TFR di competenza dell'anno, e le ulteriori spese connesse.

**Sono compresi gli Assegni di Ricerca, le Borse di Studio e le Collaborazioni Coordinate e a Progetto (incluso relativo IRAP)

Il Piano di reclutamento e di assunzioni di personale, come innanzi specificato, rientra nei limiti finanziari previsti dall'articolo 9, comma 6, lettera b), del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, in relazione all'indicatore di cui al comma 2, calcolato secondo i criteri stabiliti dal comma 4 del medesimo articolo 9, ovvero facendo riferimento alla media delle entrate complessive del triennio 2016-2018, come risultanti dai bilanci consuntivi degli anni di riferimento, ed alla spesa di personale dell'anno 2018, come risultante dal bilancio consuntivo* relativo all'esercizio finanziario 2018, determinata considerando la somma algebrica delle spese di competenza del predetto esercizio finanziario, al lordo degli oneri riflessi.

L'indicatore è stato calcolato sia al lordo che al netto della spesa per il personale a tempo determinato, la cui copertura finanziaria sia garantita da fondi esterni, provenienti sia da soggetti pubblici che privati.

* I costi del personale 2018 sono definitivi ma si riferiscono al pre-consuntivo, essendo il conto consuntivo in fase di approvazione al momento della stesura del presente Piano.

Il predetto indicatore è riportato nella seguente **Tabella**:

Tabella 6-A	Indicatore di cui all'articolo 9, comma 2 e comma 6, lettera b), del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218	
Media delle entrate complessive del triennio 2016-2018		€ 133.519.423
Spesa complessiva su FOE (TI+TD) per il personale al 31/12/2018		€ 63.286.441
Rapporto spesa di personale FOE e media delle entrate del triennio 2016-2018		47,41%
Spesa complessiva personale TI+TD (incluso fondi esterni) al 31/12/2018		€ 70.292.285
Rapporto spesa complessiva personale e media delle entrate del triennio 2016-2018		52,65%

Ai fini della sostenibilità del Piano Assunzionale e della pianificazione delle attività future risulta molto utile per l'Istituto valutare l'impatto del monte stipendi in relazione al Fondo di Funzionamento Ordinario del corrente anno.

Partendo quindi dalla spesa effettiva che grava sul predetto Fondo alla data del 31/12/2018, è essenziale valutare l'impatto economico delle assunzioni effettuate nel corso dell'anno 2018, con particolare riferimento alla differenza tra il costo medio a regime, da considerare nella previsione di spesa nell'anno 2019, e il costo effettivo sostenuto nell'anno 2018 (**Tabella 6-B**).

Se a questo valore viene sommato il costo medio annuo complessivo del Piano Assunzionale per l'anno 2019 e vengono sottratte le risorse che derivano dal turn-over relativo agli anni 2018 e 2019, si ottiene una stima della spesa complessiva per il personale che grava a regime sul Fondo di Funzionamento Ordinario che può essere comparata con il medesimo Fondo assegnato all'Ente per l'annualità 2019 (**tabella 6-C**), comprensivo del finanziamento ministeriale per il reclutamento dei "**giovani ricercatori**", della quota denominata "**ex**

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

Premialità", interamente destinata al processo di stabilizzazione, e della quota destinata alla medesima finalità e assegnata con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'11 aprile 2018.

Non sono invece incluse nel conteggio le spese relative alle progressioni economiche e di carriera del personale inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo, in quanto i relativi procedimenti autorizzativi sono ancora in itinere.

Tabella 6-B		Riepilogo assunzioni 2018		
Assunzioni 2018	N.	Stima Costo effettivo 2018	Costo medio annuo	Tipologia e data di assunzione
Dirigente di Ricerca	7	-	225.533*	scorrimento graduatoria, 31/12/2018
Primo Ricercatore	12	-	168.699*	scorrimento graduatoria, 31/12/2018
Ricercatore/Tecnologo comma1	49	1.181.088	2.834.612	assunzione diretta, 1/08/2018
Ricercatore/Tecnologo comma2	73	351.916	4.222.994	concorso riservato, 1/12/2018
Ricercatore/Tecnologo giovani	12	144.623	694.191	scorrimento graduatoria, 15/10/2018
C.T.E.R. - VI livello comma 1	7	186.488	319.693	assunzione diretta, 1/06/2018
Coll. Amm. - VII livello comma 1	1	23.813	40.821	assunzione diretta, 1/06/2018
Operatore - VIII livello comma 1	6	129.456	221.925	assunzione diretta, 1/06/2018
TOTALE	167	2.017.384	8.728.468	

* Corrispondente al costo medio annuo assegnato agli scorrimenti, pari a 2 unità di personale, a cui è seguita l'assunzione del numero indicato di unità già dipendenti dell'ente.

Tabella 6-C		Spesa del personale a regime e rapporto col FOE
Spesa effettiva su FOE (TI+TD) per il personale al 31/12/2018		€ 63.286.441
Stima spesa complessiva su FOE per il 2019 considerando costo medio annuo (da Tabella 6b)		€ 69.997.525
Costo medio annuo per le assunzioni di personale nell'anno 2019 (da Tabelle 4A e 4B)		€ 7.645.572
Turnover 2018 e 2019 (da Tabella 5a)		€ 3.630.826
Stima spesa complessiva su FOE a regime considerando costo medio annuo		€ 74.012.271
FOE 2019 senza destinazione d'uso o con destinazione Personale*		€ 88.768.506
Rapporto		83,3%

*include FOE 2019 + Premialità + DPCM Stabilizzazioni + Giovani Ricercatori

L'Ente intende, qualora la relativa copertura finanziaria si renda disponibile, procedere allo scorrimento delle graduatori vigenti per il profilo di ricercatore e tecnologo di II livello sino al loro esaurimento.

G) Assunzioni obbligatorie ai sensi della Legge 12 marzo 1999, numero 68

In ottemperanza a quanto disposto dalla Legge 12 marzo 1999, numero 68, e successive modifiche ed integrazioni, ai fini della verifica del rispetto dei prescritti "**oneri assunzionali**", è stata effettuata la ricognizione annuale del personale disabile e di quello che appartiene alle categorie protette, ai sensi degli articoli 1 e 18 della Legge innanzi richiamata, in servizio con rapporto di lavoro a tempo indeterminato alla data del **31 dicembre 2018**, tramite la compilazione del prospetto informativo previsto dall'articolo 9, comma 6, della medesima Legge, sull'apposito portale telematico del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali. Dal "**Riepilogo Nazionale**" generato dal predetto portale telematico sono risultate, alla data del 31 dicembre 2018, numero **39** scoperture relative al personale disabile e numero **7** scoperture relative alle categorie protette, rispettivamente ai sensi dell'articolo 1 e dell'articolo 18 della Legge 12 marzo 1999, numero 68.

Al riguardo, si fa presente che, a seguito della stipula di una apposita Convenzione, in data **13 maggio 2015**, con il Dipartimento III della Città Metropolitana di Roma Capitale, ai sensi dell'articolo 11 della Legge 12 marzo 1999 numero 68, lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" si è impegnato a realizzare un "**programma assunzionale**" ai fini della copertura della quota d'obbligo per l'ambito di competenza della ex Provincia di Roma ovvero della Città Metropolitana di Roma Capitale.

Nell'ambito del predetto "**programma**", l'Ente ha attivato una procedura concorsuale riservata ai soggetti disabili per il reclutamento di numero **5 unità** di personale con il Profilo di Collaboratore di Amministrazione, Settimo Livello Professionale, che è ancora in corso di espletamento, ed ha assunto, nell'anno 2017, numero **1 unità** di personale con il Profilo di Operatore di Amministrazione, Ottavo Livello professionale, tramite avviamento a selezione.

Premesso che, come chiarito dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, nelle Note Circolari che contengono alcune direttive in merito al reclutamento di personale, le predette assunzioni, nel solo limite della copertura della quota d'obbligo, non rientrano nel regime di limitazione delle assunzioni, lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" ha richiesto ai Centri per l'Impiego territorialmente competenti di stipulare apposite convenzioni, sempre ai sensi dell'articolo 11 della Legge più volte citata, al fine di definire una programmazione delle assunzioni dei soggetti disabili e dei soggetti appartenenti alle categorie protette da effettuare nel triennio, che tenga conto delle rilevate esigenze di personale e degli effettivi fabbisogni delle "**Strutture di Ricerca**".

Con riferimento alle nuove scoperture rilevate alla data del 31/12/2018, per l'ambito di competenza della Città Metropolitana di Roma Capitale, lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" provvederà ad integrare la Convenzione stipulata in data **13 maggio 2015**.

Per quanto riguarda le categorie protette di cui all'articolo 18 della Legge 12 marzo 1999, numero 68, l'Ente procederà mediante richiesta di avviamento numerico ai Centri per l'impiego per i profili professionali per i quali è richiesto il possesso della scuola dell'obbligo, mentre con riferimento alle categorie per le quali l'articolo 35, comma 2, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, prevede l'assunzione tramite chiamata diretta nominativa, si procederà all'assunzione tramite una procedura riservata alle predette categorie ed indetta mediante avviso pubblico.

Tanto premesso, tenuto conto delle procedure di reclutamento ancora in itinere, si riportano di seguito le "**Tabelle**" che riassumono, schematicamente, le "**assunzioni obbligatorie**" programmate nel triennio 2019-2021.

Queste assunzioni sono incluse nel Piano di Fabbisogno previsto per il triennio (**Tabella 3-B**) e le posizioni assegnate nell'anno 2019 sono previste nel relativo Piano Assunzionale (**Tabella 4-B**):

Tabella 7-A		Posizioni di IV-VIII Livello: Assunzioni obbligatorie ai sensi dell'articolo 1 della Legge 12 marzo 1999, numero 68				
POSIZIONI	2019	Costo medio annuo lordo	2020	Costo medio annuo lordo	2021	Costo medio annuo lordo
Funzionario di Amministrazione V livello	4	204.333	2	102.166	2	102.166
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca VI livello	-	-	4	182.682	4	182.682
Collaboratore di Amministrazione VII livello	8*	326.572	3	122.464	3	122.464
Operatore di Amministrazione/ Operatore Tecnico VIII livello	3	110.962	3	110.962	3	110.962
Totale	15	641.867	12	518.274	12	518.274
Gran Totale: 39						1.678.416

Tabella 7-B		Posizioni di IV-VIII livello: Assunzioni obbligatorie ai sensi dell'articolo 18 della Legge 12 marzo 1999, numero 68				
POSIZIONI	2019	Costo medio annuo lordo	2020	Costo medio annuo lordo	2021	Costo medio annuo lordo
Operatore di Amministrazione/ Operatore Tecnico - VIII livello	-	-	4	147.950	3	110.962
Totale	-	-	4	147.950	3	110.962
Gran Totale: 7						258.911

*Procedura concorsuale per 5 unità in itinere.

H) Progressioni di carriera e progressioni economiche del personale tecnico ed amministrativo inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo

In merito alle "progressioni economiche" ed alle "progressioni di livello nei profili di inquadramento" del personale tecnico ed amministrativo inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo, è necessario riportare di seguito i passaggi essenziali delle azioni già avviate dallo "Istituto Nazionale di Astrofisica" e ancora in itinere, ma ormai in fase di conclusione, e di quelle ulteriori già intraprese e che dovranno, invece, essere concluse nel periodo temporale di riferimento del presente "Piano di Attività".

1) Relativamente alle azioni già avviate e ancora in itinere, ma ormai in fase di conclusione, si fa presente quanto segue.

E' innanzitutto opportuno rammentare che la Direzione Generale:

- tenuto conto che:

- nel Verbale del 15 dicembre 2016, numero 27, il "Collegio dei Revisori dei Conti" dello "Istituto Nazionale di Astrofisica", in merito alle Ipotesi degli "Accordi Integrativi" sottoscritti il 30 dicembre 2013, che riguardano sia le "progressioni economiche" che le "progressioni di livello nei profili di inquadramento" del personale tecnico ed amministrativo inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo, ai sensi, rispettivamente, degli articoli 53 e 54 del "Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999", sottoscritto il 21 febbraio 2002, ha ritenuto "...utile ribadire..." quanto "....già rilevato con il Verbale del 13 settembre 2016, numero 20, e con il Verbale del 13 ottobre 2016, numero 22, ovvero che, alla luce di quanto chiarito dal Ministero della Economia e delle Finanze e dalla Agenzia per la Rappresentanza Negoziabile delle Pubbliche Amministrazioni, non è

possibile retrodatare le suddette progressioni anteriormente al primo gennaio dell'anno in cui risulta approvata la graduatoria delle stesse...";

- con il "**Verbale di intesa**", sottoscritto nella seduta di Contrattazione Collettiva Integrativa del 29 dicembre 2016, le Parti, in "...considerazione del rilievo avanzato dal **"Collegio dei Revisori dei Conti"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** relativamente all'impossibilità di procedere alla attuazione delle Ipotesi degli Accordi Integrativi sottoscritti il 30 dicembre 2013, con le quali era stato previsto l'espletamento delle procedure relative alle **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** ex articolo 54 del Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed alle **"progressioni economiche"** ex articolo 53 del medesimo Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro con decorrenza dal **1° gennaio 2013** e preso atto del conseguente blocco delle opportunità di sviluppo professionale per il personale inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo...", hanno ritenuto "...di dover prevedere dei meccanismi di recupero delle predette opportunità tramite l'indizione di procedure straordinarie ex articoli 53 e 54 del Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro più volte citato, oltre a quelle ordinarie previste contrattualmente, con decorrenza dal 1° gennaio 2017...",

- ha avviato, nelle more:

- della sottoscrizione delle Ipotesi dei Contratti Collettivi Integrativi che quantificano i fondi per il trattamento economico accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo per gli anni 2015, 2016 e 2017 e definiscono le relative modalità di utilizzo;
- della certificazione delle predette Ipotesi da parte del **"Collegio dei Revisori dei Conti"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**;
- del perfezionamento del procedimento di controllo, con esito positivo, previsto dall'articolo 40-bis, commi 1 e 2, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, con conseguente rilascio del nulla osta alla sottoscrizione dei predetti Contratti da parte sia del Ministero della Economia e delle Finanze, Ragioneria Generale dello Stato, che della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica;
- della autorizzazione alla definitiva sottoscrizione dei Contratti Collettivi Integrativi innanzi specificati, rilasciata dal Consiglio di Amministrazione unitamente alla autorizzazione della relativa spesa;
- della definitiva sottoscrizione dei Contratti Collettivi Integrativi relativi agli anni 2015, 2016 e 2017,

due distinte procedure di selezione, delle quali una riservata alle **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale tecnico e amministrativo, ai sensi dell'articolo 54 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, sottoscritto il 21 febbraio 2002, e l'altra riservata alle **"progressioni economiche"** del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli apicali dei profili, ai sensi dell'articolo 53 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, come innanzi richiamato.

L'effettivo riconoscimento, sia sotto il profilo giuridico che sotto il profilo economico, delle predette **"progressioni"**, sia **"economiche"** che di **"livello nei profili di inquadramento"**, con decorrenza dal **1° gennaio 2017**, è comunque subordinato al perfezionamento, con esito positivo, dell'intero procedimento innanzi specificato.

Pertanto:

- con la Determina Direttoriale del 30 agosto 2017, numero 203, è stata indetta una procedura di selezione, ai sensi dell'articolo 53 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo**

1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999", sottoscritto il 21 febbraio 2002, per la copertura di **centottantanove** posti complessivi per le **"progressioni economiche"** del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli apicali dei singoli profili, ripartiti, per ciascun profilo, nel modo seguente:

Profilo professionale	Livello	numero posti
Funzionario di Amministrazione	IV	17
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	88
Collaboratore di Amministrazione	V	42
Operatore di Amministrazione	VII	9
Operatore Tecnico	VI	33

- con la Determina Direttoriale del 30 agosto 2017, numero 204, è stata indetta una procedura di selezione, ai sensi dell'articolo 54 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, sottoscritto il 21 febbraio 2002, per la copertura di **quarantasei** posti complessivi per le **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale tecnico e amministrativo, ripartiti, per ciascun profilo e livello, nel modo seguente:

Profilo professionale	Livello	numero posti
Funzionario di Amministrazione	IV	6
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	18
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	V	2
Collaboratore di Amministrazione	V	4
Collaboratore di Amministrazione	VI	3
Operatore di Amministrazione	VII	4
Operatore Tecnico	VII	1
Operatore Tecnico	VI	8

- con la Delibera del Consiglio di Amministrazione del 20 ottobre 2017, numero 92, assunta in via telematica e ratificata con la Delibera del 31 ottobre 2017, numero 102, è stato adottato il **"Piano di Attività per il Triennio 2017-2019"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, comprensivo del **"Piano delle Attività Scientifiche e di Ricerca"**, della **"Consistenza dell'Organico"** e del **"Piano di Fabbisogno del Personale"**;
- il **"Piano di Attività per il Triennio 2017-2019"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, comprensivo del **"Piano delle Attività Scientifiche e di Ricerca"**, della **"Consistenza dell'Organico"** e del **"Piano di Fabbisogno del Personale"**, prevede, tra l'altro:
 - la copertura di **centottantanove** posti complessivi per le **"progressioni economiche"** del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli apicali dei singoli profili, secondo la articolazione riportata nell'articolo 1 della Determina Direttoriale del 30 agosto 2017, numero 203;
 - un incremento da quarantasei a novantacinque dei posti complessivi previsti per le **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale tecnico e amministrativo ripartiti, per ciascun profilo e livello, nel modo seguente:

Profilo professionale	Livello	numero posti
Funzionario di Amministrazione	IV	11
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	34

Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	V	19
Collaboratore di Amministrazione	V	8
Collaboratore di Amministrazione	VI	7
Operatore di Amministrazione	VII	4
Operatore Tecnico	VII	4
Operatore Tecnico	VI	8

- con la Determina Direttoriale del 22 dicembre 2017, numero 329, sono state approvate le graduatorie di merito della procedura di selezione indetta, ai sensi dell'articolo 53 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, sottoscritto il 21 febbraio 2002, con la Determina Direttoriale del 30 agosto 2017, numero 203, per la copertura di **centottantanove** posti complessivi per le **"progressioni economiche"** del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli apicali dei singoli profili;
- con la Determina Direttoriale del 06 aprile 2018, numero 109, a seguito di alcune istanze di riesame, le predette graduatorie di merito sono state parzialmente modificate;
- con la Determina Direttoriale del 22 dicembre 2017, numero 330, sono state approvate le graduatorie di merito della procedura di selezione indetta, ai sensi dell'articolo 54 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, sottoscritto il 21 febbraio 2002, con la Determina Direttoriale del 30 agosto 2017, numero 204, per la copertura di **novantacinque** posti complessivi per le **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale tecnico e amministrativo;
- con la Determina Direttoriale del 18 aprile 2018, numero 124, a seguito di alcune istanze di riesame, le predette graduatorie di merito sono state parzialmente modificate;
- con la nota del 7 febbraio 2018, numero di protocollo 730, il Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca, Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca, Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca, Ufficio V, ha, tra l'altro, fatto presente che:
 - ✓ i **"Piani di Attività per il Triennio 2017-2019"**, come *"...predisposti dagli enti di ricerca vigilati dal predetto Dicastero, sono stati valutati da un "Comitato di Esperti" nominato con Decreto Direttoriale del 10 maggio 2017, numero 1090..."*;
 - ✓ in merito al **"Piano di Attività per il Triennio 2017-2019"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, il predetto **"Comitato"** ha *"...formulato alcune importanti raccomandazioni..."*;
 - ✓ gli **"Organi di Vertice"** dello **"Istituto"** devono *"...tenere nella massima considerazione le predette raccomandazioni, anche ai fini della elaborazione dei nuovi documenti di programmazione della propria attività a medio e a lungo termine..."*;
 - ✓ ai sensi dell'articolo 7, comma 2, del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, il **"Piano di Attività per il Triennio 2017-2019"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** è stato, comunque, definitivamente approvato.

Successivamente, è stato avviato il procedimento finalizzato:

- alla sottoscrizione delle Ipotesi dei Contratti Collettivi Integrativi che quantificano i fondi per il trattamento economico accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo per gli anni 2015, 2016 e 2017 e definiscono le relative modalità di utilizzo;
- alla certificazione delle predette Ipotesi da parte del **"Collegio dei Revisori dei Conti"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**;

mg *ally*

- al perfezionamento del procedimento di controllo, con esito positivo, previsto dall'articolo 40-bis, commi 1 e 2, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, con conseguente rilascio del nulla osta alla sottoscrizione dei predetti Contratti da parte sia del Ministero della Economia e delle Finanze, Ragioneria Generale dello Stato, che della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica;
- alla autorizzazione alla definitiva sottoscrizione dei Contratti Collettivi Integrativi innanzi specificati, rilasciata dal Consiglio di Amministrazione unitamente alla autorizzazione della relativa spesa;
- alla definitiva sottoscrizione dei Contratti Collettivi Integrativi relativi agli anni 2015, 2016 e 2017.

Pertanto:

- con la Determina Direttoriale del 5 settembre 2018, numero 235, è stato costituito, per l'anno **2015**, il **"Fondo per il trattamento economico accessorio del personale inquadrato nei "livelli" compresi tra il quarto e l'ottavo"**;
- con la Determina Direttoriale del 21 settembre 2018, numero 245, è stato costituito, per l'anno **2016**, il **"Fondo per il trattamento economico accessorio del personale inquadrato nei "livelli" compresi tra il quarto e l'ottavo"**;
- con la Determina Direttoriale del 21 settembre 2018, numero 246, è stato costituito, per l'anno **2017**, il **"Fondo per il trattamento economico accessorio del personale inquadrato nei "livelli" compresi tra il quarto e l'ottavo"**;
- con i Verbali del 17 ottobre 2018, numero 2, e del 27 novembre 2018, numero 5, il Collegio dei Revisori dei Conti ha formulato alcuni rilievi in merito alla costituzione dei **"Fondi per il trattamento economico accessorio del personale inquadrato nei "livelli" compresi tra il quarto e l'ottavo"** per gli anni **2015, 2016 e 2017** e, pertanto, non li ha **"certificati"**;
- con la Determina Direttoriale del 27 febbraio 2019, numero 52, è stato nuovamente costituito il **"Fondo per il trattamento economico accessorio riservato al personale inquadrato nei "livelli" compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** relativo all'anno **2015**, che è stato rideterminato:
 - a) nel rispetto delle disposizioni contenute nei Contratti Collettivi Nazionali di Lavoro del Comparto **"Istituzioni ed Enti di Ricerca e Sperimentazione"** attualmente in vigore, delle disposizioni normative vigenti in materia e degli indirizzi interpretativi ed applicativi definiti dal Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero della Economia e delle Finanze e dalla **"Agenzia per la Rappresentanza Negoziabile delle Pubbliche Amministrazioni"** con le circolari e i pareri richiamati nelle premesse della predetta Determina;
 - b) tenendo conto dei rilievi formulati dal Collegio dei Revisori dei Conti nella seduta del 27 novembre 2018,
- il predetto Fondo, a seguito della sua rideterminazione, ammonta complessivamente ad **€ 4.470.762,00**;
- con la Determina Direttoriale del 27 febbraio 2019, numero 53, è stato nuovamente costituito il **"Fondo per il trattamento economico accessorio riservato al personale inquadrato nei "livelli" compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** relativo all'anno **2016**, che è stato rideterminato:
 - a) nel rispetto delle disposizioni contenute nei Contratti Collettivi Nazionali di Lavoro del Comparto **"Istituzioni ed Enti di Ricerca e Sperimentazione"** attualmente in vigore, delle disposizioni normative vigenti in materia e degli indirizzi interpretativi ed applicativi definiti dal Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero della Economia e delle Finanze e dalla **"Agenzia per la Rappresentanza Negoziabile delle Pubbliche Amministrazioni"** con le circolari e i pareri richiamati nelle premesse della predetta Determina;
 - b) tenendo conto dei rilievi formulati dal Collegio dei Revisori dei Conti nella seduta del 27 novembre 2018,
- il predetto Fondo, a seguito della sua rideterminazione, ammonta complessivamente ad **€ 4.402.806,00**;

- con la Determina Direttoriale del 19 marzo 2019, numero 73, è stato nuovamente costituito il "**Fondo per il trattamento economico accessorio riservato al personale inquadrato nei "livelli" compresi tra il Quarto e l'Ottavo**" relativo all'anno 2017, che è stato rideterminato:
 - a) nel rispetto delle disposizioni contenute nei Contratti Collettivi Nazionali di Lavoro del Comparto "**Istituzioni ed Enti di Ricerca e Sperimentazione**" attualmente in vigore, delle disposizioni normative vigenti in materia e degli indirizzi interpretativi ed applicativi definiti dal Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero della Economia e delle Finanze e dalla "**Agenzia per la Rappresentanza Negoziabile delle Pubbliche Amministrazioni**" con le circolari e i pareri richiamati nelle premesse della predetta Determina;
 - b) tenendo conto dei rilievi formulati dal Collegio dei Revisori dei Conti nelle sedute del 17 ottobre 2018 e del 27 novembre 2018;
- il predetto Fondo, a seguito della sua rideterminazione, ammonta complessivamente ad € **4.402.806,00**;
- i "**Fondi per il trattamento economico accessorio riservato al personale inquadrato nei "livelli" compresi tra il Quarto e l'Ottavo**" relativi agli anni 2015, 2016 e 2017 costituiti, rispettivamente, con le Determinazioni Direttoriali del 27 febbraio 2019, numero 52, del 27 febbraio 2019, numero 53, e del 19 marzo 2019, numero 73, sono stati nuovamente sottoposti all'esame del Collegio dei Revisori dei Conti per la prescritta "**certificazione**";
- con Verbale del 20 marzo 2019, numero 11, il Collegio dei Revisori dei Conti ha espresso "**parere favorevole**" in merito ai nuovi "**Fondi per il trattamento economico accessorio riservato al personale inquadrato nei "livelli" compresi tra il Quarto e l'Ottavo**" relativi agli anni 2015 e 2016, costituiti con le Determinazioni Direttoriali del 27 febbraio 2019, numeri 52 e 53;
- con Verbale del 28 marzo 2019, numero 12, il Collegio dei Revisori dei Conti ha espresso "**parere favorevole**" in merito al nuovo "**Fondo per il trattamento economico accessorio riservato al personale inquadrato nei "livelli" compresi tra il Quarto e l'Ottavo**" relativo all'anno 2017, costituito con la Determina Direttoriale del 19 marzo 2019, numero 73;
- in data **5 aprile 2019**, la Delegazione di Parte Pubblica e la Delegazione Sindacale hanno sottoscritto le "**Ipotesi**" dei "**Contratti Collettivi Nazionali Integrativi che definiscono le modalità di utilizzo del trattamento economico accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo**" per gli anni 2015, 2016 e 2017;
- in particolare, il "**Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definisce le modalità di utilizzo del trattamento economico accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo**" per l'anno 2017 destina una parte del relativo "**Fondo**" alla copertura:
 - di **centottantanove** posti complessivi per le "**progressioni economiche**" del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli apicali dei singoli profili, ripartiti, per ciascun profilo, nel modo seguente:

Profilo professionale	Livello	numero posti
Funzionario di Amministrazione	IV	17
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	88
Collaboratore di Amministrazione	V	42
Operatore di Amministrazione	VII	9
Operatore Tecnico	VI	33

- di **novantacinque** posti complessivi previsti per le "**progressioni di livello nei profili di inquadramento**" del personale tecnico e amministrativo ripartiti, per ciascun profilo e livello, nel modo seguente:

Profilo professionale	Livello	numero posti
Funzionario di Amministrazione	IV	11
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	34
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	V	19
Collaboratore di Amministrazione	V	8
Collaboratore di Amministrazione	VI	7
Operatore di Amministrazione	VII	4
Operatore Tecnico	VII	4
Operatore Tecnico	VI	8

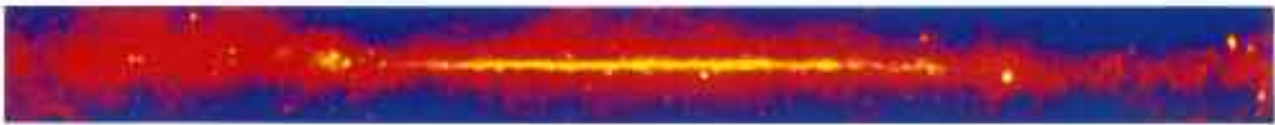
- gli oneri delle "**progressioni economiche**" e delle "**progressioni di livello nei profili di inquadramento**", che trovano la loro copertura finanziaria nel predetto "**Fondo**", sono riportati nelle seguenti "**Tabelle**":

Livello	Profilo	Costo unitario delle progressioni economiche	Numero delle progressioni economiche	TOTALE ONERI
IV	Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	1198,18	88	105.439,84
IV	Funzionario di Amministrazione	1198,18	17	20.369,06
V	Collaboratore di Amministrazione	1040,66	42	43.707,72
VII	Operatore di Amministrazione	792,76	9	7.134,84
VI	Operatore Tecnico	911,55	33	30.081,15
			189	206.732,61

Livello	Profilo	Numero delle progressioni di livello nei profili di inquadramento	TOTALE ONERI
V	Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	19	65.341,79
IV	Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	34	110.972,09
IV	Funzionario di Amministrazione	11	35.902,74
V	Collaboratore di Amministrazione	8	27.512,33
VI	Collaboratore di Amministrazione	7	22.302,86
VII	Operatore di Amministrazione	4	9.604,34
VII	Operatore Tecnico	4	9.604,34
VI	Operatore Tecnico	8	25.488,98
	TOTALE UNITA'	95	306.729,47

Nella riunione del 2 maggio 2019, il Collegio dei Revisori dei Conti ha "**certificato**" le predette ipotesi, che saranno, pertanto, inviate al Ministero della Economia e delle Finanze, Ragioneria Generale dello Stato, e

me *cel*



INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

alla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, ai fini del controllo previsto dall'articolo 40-bis, commi 1 e 2, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni.

2) Relativamente alle azioni ulteriori già intraprese e che dovranno, invece, essere concluse nel periodo temporale di riferimento del presente "Piano di Attività", si fa presente quanto segue.

Con la Delibera del 20 febbraio 2018, numero 12, il Consiglio di Amministrazione ha:

- a) adottato il **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"**, comprensivo del **"Piano delle Attività Scientifiche e di Ricerca"**, della **"Consistenza dello Organico"**, del **"Piano di Fabbisogno del Personale"** e del **"Piano di Reclutamento e di Assunzioni"** che, al suo interno, prevede e definisce anche il **"Piano delle Stabilizzazioni"**, come predisposto dal Dottore **Filippo Maria ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**:
- di intesa con il Dottore **Gaetano TELESIO**, nella sua qualità di Direttore Generale dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**;
 - tenendo conto:
 - delle indicazioni contenute nella **"Relazione"** predisposta dal Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, che definisce alcuni **"principi di indirizzo"** e individua alcune **"azioni propedeutiche al reperimento di risorse aggiuntive"** ai fini della predisposizione del nuovo **"Piano di arruolamento di personale con rapporto di lavoro a tempo indeterminato"**, approvata dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 21 dicembre 2017;
 - dei precedenti **"Piani Triennali di Attività"**, ai quali non è stata data ancora piena attuazione;
 - delle **"raccomandazioni"** contenute nella nota del 7 febbraio 2018, numero di protocollo 730, con la quale il Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca, Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca, Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca, Ufficio V, ha, tra l'altro, comunicato la definitiva approvazione del **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2017-2019"**;
 - delle disposizioni legislative, statutarie e regolamentari vigenti in materia;
 - delle risorse finanziarie disponibili;
 - in conformità alle direttive impartite dal Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**;
 - sulla base delle indicazioni ricevute dal **"Collegio dei Direttori di Struttura"**;
- b) dato mandato al Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, di trasmettere il **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"**, con i relativi allegati, al Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca per la sua approvazione, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 7, comma 2, del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218.

Con la nota del 20 febbraio 2018, numero di protocollo 1062, il **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"**, con i relativi allegati, è stato trasmesso al Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca per la sua approvazione.

Con la nota del 3 agosto 2018, numero di protocollo 4346, il **"Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca"** del Ministero della Istruzione della Università e della Ricerca ha comunicato che il **"Piano di Attività per il Triennio 2018-2020"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** è stato approvato ed ha formulato, nel merito, le stesse **"Raccomandazioni"** che hanno riguardato il **"Piano"** precedente.

Nella riunione di Contrattazione Collettiva Nazionale Integrativa del 12 novembre 2018, la Delegazione di Parte Pubblica ha ribadito l'impegno dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** di attivare, entro la fine

dell'anno, una "...ulteriore **"tomata"** sia delle **"progressioni economiche"** che delle **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale tecnico e amministrativo, con decorrenza dal **1° gennaio 2019**, nel rispetto delle stesse condizioni e del medesimo iter procedurale previsto per quelle già espletate...", concordando con le Organizzazioni Sindacali la necessità di avviare, a tal fine, nuove procedure di selezione. Pertanto, nell'ambito del procedimento di rimodulazione del **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"** ed, in particolare, del **"Piano di Fabbisogno del Personale"** e del **"Piano di Reclutamento e di Assunzioni"**, è stata ridefinita anche la **"programmazione"** delle **"progressioni economiche e di carriera"** del personale tecnico ed amministrativo sulla base dei dati e delle informazioni contenute nella nota del 13 novembre 2018, numero di protocollo 6445, trasmessa dalla Dottoressa **Valeria SAURA**, nella sua qualità di Dirigente Responsabile dello Ufficio I **"Gestione delle Risorse Umane"**.

Con **"Documento"** all'uopo predisposto dal Direttore Generale, di concerto con il Direttore Scientifico, è stato rimodulato, nell'ambito del **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"**, sia il **"Piano di Fabbisogno del Personale"** che il **"Piano di Reclutamento e di Assunzioni"**, i quali comprendono anche la **"programmazione"** delle **"progressioni economiche e di carriera"** del personale tecnico ed amministrativo, previste dagli articoli 53 e 54 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, sottoscritto il 21 febbraio 2002.

Con la Delibera del 20 novembre 2018, numero 98, il Consiglio di Amministrazione ha approvato il predetto **"Documento"**.

Il **"Documento"** con il quale il Direttore Generale, di concerto con il Direttore Scientifico, ha rimodulato, nell'ambito del **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"**, sia il **"Piano di Fabbisogno del Personale"** che il **"Piano di Reclutamento e di Assunzioni"** prevede, tra l'altro, l'attivazione, entro il **31 dicembre 2018**, di due nuove, distinte procedure di selezione, nel rispetto delle stesse condizioni e del medesimo iter previsto per quelle già espletate, come precedentemente specificato, per la copertura:

- di **quarantacinque** posti complessivi per le **"progressioni economiche"** del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli apicali dei singoli profili
- di **sessanta** posti complessivi per le **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale tecnico e amministrativo.

Pertanto:

- con la Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 349, è stata indetta una procedura di selezione, ai sensi dell'articolo 53 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, sottoscritto il 21 febbraio 2002, per la copertura di **quarantacinque** posti complessivi per le **"progressioni economiche"** del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli apicali dei singoli profili, ripartiti, per ciascun profilo, nel modo seguente:

Profilo professionale	Livello	numero posti
Funzionario di Amministrazione	IV	6
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	20
Collaboratore di Amministrazione	V	9
Operatore Tecnico	VI	7
Operatore di Amministrazione	VII	3

- gli oneri delle predette **"progressioni economiche"** sono riportati nella seguente **"Tabella"**:

Livello	Profilo	Costo unitario delle progressioni economiche	Numero delle progressioni economiche	TOTALE
---------	---------	--	--------------------------------------	--------

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

IV	Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	1198,18	20	23.963,60
IV	Funzionario di Amministrazione	1198,18	6	7.189,08
V	Collaboratore Amministrazione	1040,66	9	9.365,94
VII	Operatore di Amministrazione	792,76	3	2.378,28
VI	Operatore Tecnico	911,55	7	6.380,85
			45	49.277,75

- con la Determina Direttoriale del 21 dicembre 2018, numero 356, è stata indetta una procedura di selezione, ai sensi dell'articolo 54 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, sottoscritto il 21 febbraio 2002, per la copertura di **sessanta** posti complessivi per le **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale tecnico e amministrativo, ripartiti, per ciascun profilo e livello, nel modo seguente:

Profilo professionale	Livello	numero posti
Funzionario di Amministrazione	IV	6
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	22
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	V	13
Collaboratore di Amministrazione	V	5
Collaboratore di Amministrazione	VI	7
Operatore di Amministrazione	VII	0
Operatore Tecnico	VII	2
Operatore Tecnico	VI	5

- gli oneri delle predette **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** sono riportate nella seguente **"Tabella"**:

Livello	Profilo	Numero delle progressioni di livello nei profili di inquadramento	TOTALE Oneri
V	Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	13	45.618,06
IV	Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	22	72.609,35
IV	Funzionario di Amministrazione	6	19.802,55
V	Collaboratore di Amministrazione	5	17.545,41
VI	Collaboratore di Amministrazione	7	22.771,79
VII	Operatore di Amministrazione	0	0,00
VII	Operatore Tecnico	2	4.930,05
VI	Operatore Tecnico	5	16.265,56
TOTALE Unità		60	199.542,77

- successivamente alla attivazione delle predette procedure di selezione, sono pervenute numerose richieste di chiarimenti, avanzate sia dai dipendenti che dalle Organizzazioni Sindacali, ai fini della individuazione dei soggetti che hanno effettivamente interesse a partecipare alla **"seconda tornata"** sia delle **"progressioni economiche"** che delle **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"**;
- i dubbi sono nati, in particolare, dalla impossibilità, al momento della indizione delle predette procedure, di concludere quelle già indette con le Determine Direttoriali del 30 agosto 2017, numeri

me *ce*

203 e 204, con gli inquadramenti nei nuovi profili dei dipendenti utilmente collocati nelle rispettive graduatorie finali di merito, non essendosi ancora verificate le necessarie condizioni, sia di fatto che di diritto, come innanzi specificate;

- peraltro, questa situazione di incertezza avrebbe potuto indurre i dipendenti che risultano già vincitori delle precedenti procedure di selezione a presentare la domanda di partecipazione anche alle nuove procedure e ciò avrebbe potuto comportare, oltre ad un notevole aggravio del procedimento, anche il verificarsi di situazioni abnormi e paradossali, quali, a titolo esemplificativo, una diversa valutazione da parte delle nuove Commissioni Esaminatrici dei titoli da essi posseduti e una loro diversa collocazione nelle graduatorie di merito, con conseguenti, possibili e ingiustificate sperequazioni;
- per tali motivi:
 - con la Determina Direttoriale del 17 gennaio 2019, numero 10, è "...stata sospesa la efficacia della Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 349, con la quale è stata indetta, ai sensi dell'articolo 53 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, sottoscritto il 21 febbraio 2002, la procedura di selezione per la copertura di **quarantacinque** posti complessivi per le **"progressioni economiche"** del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli apicali dei singoli profili, per tutto il periodo di tempo necessario al definitivo perfezionamento, con i relativi inquadramenti, della procedura di selezione indetta, ai sensi dell'articolo 53 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, sottoscritto il 21 febbraio 2002, con la Determina Direttoriale del 30 agosto 2017, numero 203, per la copertura di **centottantanove** posti complessivi per le **"progressioni economiche"** del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli apicali dei singoli profili e, comunque, per un periodo complessivo non superiore a centottanta giorni...", che decorrono dalla stessa data di registrazione della Determina;
 - con la Determina Direttoriale del 17 gennaio 2019, numero 11, è "...stata sospesa la efficacia della Determina Direttoriale del 21 dicembre 2018, numero 356, con la quale è stata indetta, ai sensi dell'articolo 54 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, sottoscritto il 21 febbraio 2002, la procedura di selezione per la copertura di **sessanta** posti complessivi per le **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale tecnico e amministrativo, per tutto il periodo di tempo necessario al definitivo perfezionamento, con i relativi inquadramenti, della procedura di selezione indetta, ai sensi dell'articolo 54 del **"Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999"**, sottoscritto il 21 febbraio 2002, con la Determina Direttoriale del 30 agosto 2017, numero 204, per la copertura di **novantacinque** posti complessivi per le **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale tecnico e amministrativo e, comunque, per un periodo complessivo non superiore a centottanta giorni...", che decorrono dalla stessa data di registrazione della Determina;
- entrambe le Determine Direttoriali prevedono, inoltre, che:
 - Il termine di centottanta giorni potrà essere "...prorogato o differito per una sola volta, nonché ridotto per sopravvenute esigenze...", in conformità a quanto espressamente previsto dall'articolo 21, comma 2, della Legge 7 agosto 1990, numero 241, come modificato ed integrato dall'articolo 6, comma, 1 della Legge 7 agosto 2015, numero 124;
 - con apposite Determine Direttoriali, adottate successivamente al verificarsi della condizione all'uopo stabilita:

- a) verrà disposta la cessazione della sospensione della efficacia delle Determine Direttoriali del 20 dicembre 2018, numero 349, e del 21 dicembre 2018, numero 356, con le quali sono state indette, rispettivamente, le procedure di selezione per la copertura di **quarantacinque** posti complessivi per le "**progressioni economiche**" del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli apicali dei singoli profili e di **sessanta** posti complessivi per le "**progressioni di livello nei profili di inquadramento**" del medesimo personale;
- b) verranno nuovamente attivate le due procedure di selezione;
- c) verrà fissato un nuovo termine di scadenza per la presentazione delle domande di ammissione alle predette procedure.

Relativamente alle "**progressioni di livello nei profili di inquadramento**" del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo, è, altresì, necessario procedere alla previa quantificazione dell'apposito "**Fondo**" previsto dall'articolo 90 del "**Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto Istruzione e Ricerca per il Triennio Normativo 2016-2018**", sottoscritto il 19 aprile 2018.

Con Verbale del 23 gennaio 2019, numero 8, il Collegio dei Revisori, nel prendere atto della sospensione delle procedure di selezione per la copertura di **quarantacinque** posti complessivi per le "**progressioni economiche**" del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli apicali dei singoli profili e di **sessanta** posti complessivi per le "**progressioni di livello nei profili di inquadramento**" del medesimo personale, disposta con le Determine Direttoriali del 20 dicembre 2018, numero 349, e del 21 dicembre 2018, numero 356, ha invitato lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", anche "...alla luce di un ulteriore approfondimento della normativa introdotta dal Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro di Comparto sottoscritto il 19 aprile 2018...", a "...non dare ulteriore corso alle procedure di selezione da ultimo bandite in assenza della necessaria definizione delle risorse effettivamente disponibili per il finanziamento delle predette progressioni economiche e di livello e tenuto conto delle disposizioni contrattuali di riferimento che prevedono che le stesse siano attuate sulla base di criteri generali definiti in sede di contrattazione collettiva nazionale integrativa...", facendo, tra l'altro, presente che:

- a "...decorrere dall'annualità 2018, deve essere istituito, presso ciascun ente, il "**fondo per le progressioni economiche di livello**" nell'ambito dei profili IV-VIII, secondo le disposizioni contenute nell'articolo 90 del medesimo Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro, sottoscritto il 19 aprile 2018...";
- il predetto "**Fondo**" dovrà "...essere costituito dalle "risorse finanziarie certe e stabili già previsti dai precedenti Contratti Collettivi Nazionali di Lavoro del comparto Ricerca" esplicitamente individuate "al netto di quelle eventualmente già utilizzate per le progressioni economiche di cui all'articolo 53 del Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro, sottoscritto il 21 febbraio 2002...";
- allo "...stato, quindi, non essendo state individuate le risorse disponibili (costituzione del fondo) e in assenza della definizione dei criteri in sede di contrattazione decentrata, non è possibile individuare con certezza quali e quante progressioni economiche e di livello attivare, con il rischio, qualora le relative procedure dovessero andare avanti ed essere portate a conclusione, di esporre l'Istituto a futuri contenziosi con il personale dipendente..."

Con riferimento alle medesime "**progressioni**", il Collegio dei Revisori, con il Verbale del 2 maggio 2019 numero 14, ha ulteriormente precisato che "...le progressioni bandite con le Determine Direttoriali numeri 349 e 356 del 21 dicembre 2018 e attualmente sospese, rivolgendosi, di fatto, ai dipendenti che non risulteranno vincitori nelle selezioni per le progressioni economiche e di livello con decorrenza 2017, determinano l'attribuzione a tutti i potenziali aventi diritto del beneficio della progressione economica o di livello, mentre la disposizione normativa di cui all'articolo 23, comma 2, del Decreto Legislativo 27 ottobre 2009, numero 150, prevede che le progressioni economiche sono attribuite in modo selettivo ad una quota limitata di dipendenti..."

Alla luce di tutte le considerazioni finora svolte, qualora venga accertata, prima della scadenza del termine massimo fissato per la sospensione della efficacia delle Determine Direttoriali del 20 dicembre 2018, numero 349, e del 21 dicembre 2018, numero 356, comprensivo anche di una eventuale proroga, la impossibilità, per qualsiasi motivo, di riattivare, con le eventuali, necessarie modifiche, le procedure di selezione con le quali è stata indetta una **"seconda tornata"** sia delle **"progressioni economiche"** che delle **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale innanzi specificato, la Direzione Generale procederà al loro annullamento e prima di avviare eventuali nuove procedure, dovrà, in ogni caso:

- a) attendere la definitiva conclusione di quelle avviate due anni fa e ancora in itinere;
- b) verificare se le risorse finanziarie da destinare allo scopo sono sufficienti, in relazione ai nuovi posti che si intendono e/o che è possibile coprire;
- c) attivare il procedimento di **"rimodulazione"** e/o di **"aggiornamento"** del presente **"Piano Triennale di Attività"** qualora i numeri dei posti da coprire siano diversi da quelli indicati nel **"Piano"** precedente.

Al momento, in assenza di nuovi elementi di valutazione e fatte salve le verifiche in corso, vengono confermati, relativamente alla predette **"progressioni"**, i posti previsti nel **"Documento"** all'uopo predisposto dal Direttore Generale, di concerto con il Direttore Scientifico, con il quale è stato rimodulato, nell'ambito del **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020"**, sia il **"Piano di Fabbisogno del Personale"** che il **"Piano di Reclutamento e di Assunzioni"**.

l) Progressioni di livello del personale tecnologo e del personale di ricerca

Nelle Comunicazioni date al Consiglio di Amministrazione nella seduta del 29 marzo 2019 il Direttore Generale ha illustrato le procedure già avviate e quelle che verranno attivate in attuazione di quanto previsto dalla **"Relazione"** che ha predisposto, di concerto con la Direzione Scientifica, e che ha sottoposto all'esame del Consiglio di Amministrazione nella seduta del 28 febbraio 2019, nella quale vengono indicate le azioni propedeutiche alle **"progressioni"** dal Terzo al Secondo Livello Professionale e dal Secondo al Primo Livello Professionale sia del **"personale tecnologo"** che del **"personale di ricerca"**.

Relativamente al **"personale tecnologo"**, ai fini del censimento dei potenziali aventi diritto alle predette **"progressioni"**, è necessario svolgere una indagine ricognitiva preordinata al loro collocamento nei settori tecnologici, individuati ai fini concorsuali e, conseguentemente, alla definizione, per ogni settore, del numero delle posizioni che si intendono coprire.

A tal fine, è in corso di espletamento la seguente procedura:

- i **"Servizi Informatici per il Digitale"** predisporranno una lista di posta elettronica **"ad hoc"** per il **"personale tecnologo"** che non ha ancora scelto il settore tecnologico di afferenza primario;
- la **"Struttura Tecnica di Supporto"** alla Direzione Generale invierà una comunicazione a tutte le unità di personale inserite in questa lista chiedendo a queste ultime di rivolgersi alla amministrazione di appartenenza al fine di procedere alla corretta compilazione dei campi di loro interesse e assegnando un breve termine di scadenza per ottemperare a tale adempimento (tra i sette e i dieci giorni)
- i **"Servizi Informatici per il Digitale"** avvertiranno, contestualmente, gli operatori adibiti alla implementazione del Sistema Informatico **"H1"** i quali dovranno poi materialmente inserire nel predetto Sistema le afferenze del **"personale tecnologo"**, fermo restando che ogni operatore agirà limitatamente ai dipendenti interessati della propria sede di servizio.

E' opportuno, peraltro, precisare che, nel Sistema Informatico **"H1"**, è presente anche il campo relativo al **"Settore Tecnologico Secondario"**, al fine di consentire ai dipendenti interessati di indicarlo espressamente. E', inoltre, necessario rammentare, che, come già precisato nella **"Relazione"** sottoposta all'esame del Consiglio di Amministrazione nella seduta del 28 febbraio 2019, relativamente alle azioni propedeutiche alle **"progressioni"** dal Terzo al Secondo Livello Professionale e dal Secondo al Primo Livello Professionale del **"personale di ricerca"**, la Direzione Generale intende procedere:

- a) alla revisione del **"Regolamento del Personale"** ed, in particolare, dell'articolo 29, al fine di abrogare le norme che impediscono, attualmente, al personale che possiede la qualifica di **"astronomo"** di

esercitare il diritto di opzione per l'inquadramento nei profili propri del "**personale di ricerca**", secondo le "**Tabelle di Equiparazione**" approvate con il Contratto Collettivo Nazionale Integrativo sottoscritto il 18 gennaio 2008, e di inserire nel predetto "**Regolamento**" una disciplina che consenta al medesimo personale di esercitare, senza limitazioni temporali, il predetto diritto;

- b) alla successiva attivazione delle procedure di mobilità tra i profili di "**ricercatore**" e quelli di "**tecnologo**", ai sensi dell'articolo 65 del "**Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 1998-2001 ed il Biennio Economico 1998-1999**", sottoscritto il 21 febbraio 2002.

In tal modo, sarà possibile creare le condizioni propedeutiche alla equiparazione, sia sotto il profilo formale che sotto il profilo sostanziale, di tutto il "**personale di ricerca**" prima di procedere alle "**progressioni**" di "**livello**" e/o alla applicazione di altri istituti normativi o contrattuali.

In merito poi alla applicabilità o meno dell'articolo 15 del "**Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione per il Quadriennio Normativo 2002-2005 ed il Biennio Economico 2002-2003**", sottoscritto il 7 aprile 2006, sempre ai fini delle predette "**progressioni**", con riferimento sia al "**personale tecnologo**" che al "**personale di ricerca**", si fa presente che sia la "**Conferenza Permanente dei Direttori Generali degli Enti di Ricerca**" che la "**Consulta dei Presidenti degli Enti di Ricerca**" hanno formalmente avanzato al Dipartimento della Funzione Pubblica, a distanza di pochi mesi l'una dall'altra, due distinte richieste di parere.

Il Direttore Generale e il Presidente hanno incontrato, il giorno **10 aprile 2019**, il Consigliere **Maria BARILLA**, Direttore dell'Ufficio per l'Organizzazione e il Lavoro Pubblico del Dipartimento della Funzione Pubblica, per comprendere quale sia l'orientamento in materia del predetto Dipartimento.

La Dottoressa **Maria BARILLA** ha dato ampie assicurazioni sulla intenzione del Dipartimento della Funzione Pubblica di esprimere, sulla questione, il proprio parere, al fine di fugare, nei limiti del possibile, ogni dubbio interpretativo sulla applicazione delle disposizioni contrattuali innanzi richiamate o, in alternativa, di indicare un preciso iter normativo che consenta di garantire una loro corretta applicazione.

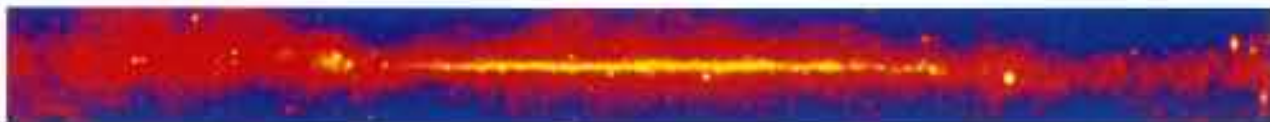
Nonostante le attuali incertezze sugli istituti giuridici utilizzabili ai fini delle "progressioni di livello" sia del "personale tecnologo" che del "personale di ricerca", gli Organi di Governo e di Vertice dello "Istituto Nazionale di Astrofisica" intendono manifestare con il presente "Piano Triennale di Attività" la loro espressa volontà di attivare le predette "progressioni" e, a tal fine, viene prevista la necessità di trovare copertura, nell'arco temporale di riferimento del "Piano", di numero cento posizioni, come articolate, in modo assolutamente indicativo, nella seguente "Tabella":

Profilo professionale	Livello	N. Posizioni	Costo medio
Dirigente di Ricerca	I	12	341.006
Dirigente Tecnologo	I	3	89.311
Primo Ricercatore	II	50	1.325.007
Primo Tecnologo	II	35	1.022.229
TOTALE		100	2.777.553

La platea degli aventi diritto alle predette "**progressioni**" è molto elevata.

Se, a titolo puramente indicativo, viene preso come parametro di riferimento l'80% dei potenziali aventi diritto del "**personale di ricerca**" e del "**personale tecnologo**" in servizio alla data del 31 dicembre 2018, si ottengono le seguenti misure percentuali:

Profilo professionale	Potenziali aventi diritto	Numero delle posizioni	Misura Percentuale delle progressioni effettuate
-----------------------	---------------------------	------------------------	--



INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

Dirigente di Ricerca	93	12	13%
Dirigente Tecnologo	18	3	17%
Primo Ricercatore	286	50	17%
Primo Tecnologo	125	35	28%

L) Fabbisogno di personale a tempo determinato

Il limite finanziario previsto dall'articolo 1, comma 187, della Legge 23 dicembre 2005, numero 266, come modificato dall'articolo 1, comma 538, della Legge 27 dicembre 2006, numero 296, e dall'articolo 3, comma 80, della Legge 24 dicembre 2007, numero 244, per le assunzioni a tempo determinato con oneri a carico del fondo di funzionamento ordinario (FOE) è pari, per l'Istituto Nazionale di Astrofisica, ad euro **294.356,00**. Tanto premesso, alla data del **31 dicembre 2018**, risultano in servizio con rapporto di lavoro a tempo determinato e con oneri a carico del Fondo di Finanziamento Ordinario, le seguenti unità di personale:

- Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale: numero **1** unità
- Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca, Sesto Livello Professionale: numero **1** unità

per una spesa complessiva annua lorda pari ad euro **93.657,00**.

Pertanto, ad oggi, è possibile ancora utilizzare, per le predette finalità, un budget pari a **200.699** che garantisce, a titolo esemplificativo, la copertura finanziaria per l'assunzione di:

- numero **4** unità di personale da inquadrare nel Profilo di Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale,

oppure, in alternativa:

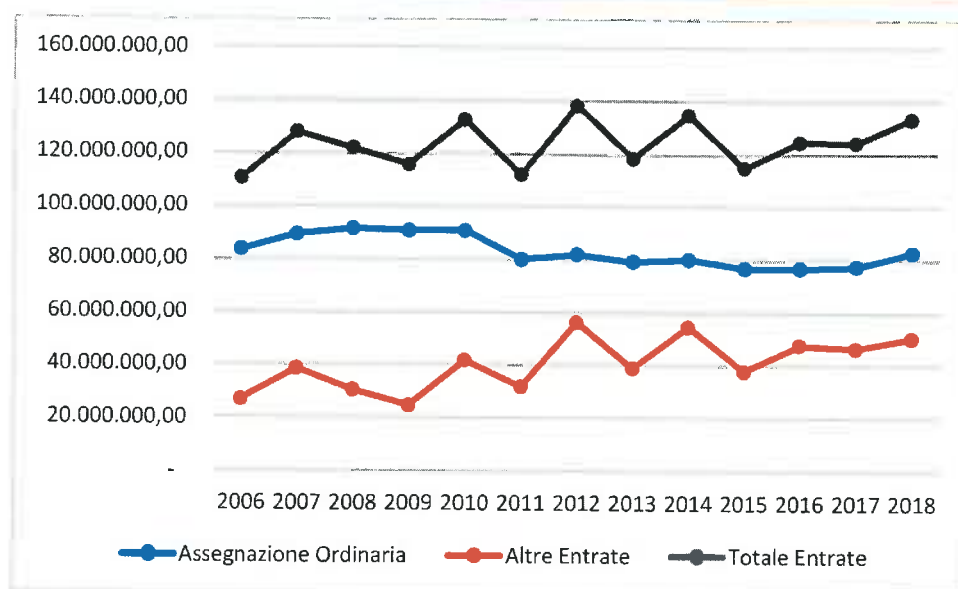
- numero **5** unità di personale da inquadrare nel Profilo di Collaboratore di Amministrazione, Settimo Livello Professionale.

Nel corso del triennio di riferimento l'INAF intende esplorare la possibilità di dotarsi di un meccanismo per il reclutamento del personale a tempo determinato, a valere su FOE o su progetti, in analogia all'istituto del RTD-B Universitario. Il TD-B INAF sarà bandito per profili e sedi da inserire in prospettiva in modo stabile nella programmazione dell'Ente e sarà attivato a fronte della individuazione preventiva di una posizione a tempo indeterminato con lo stesso profilo e sede.

7.3 Analisi Dettagliata delle risorse finanziarie

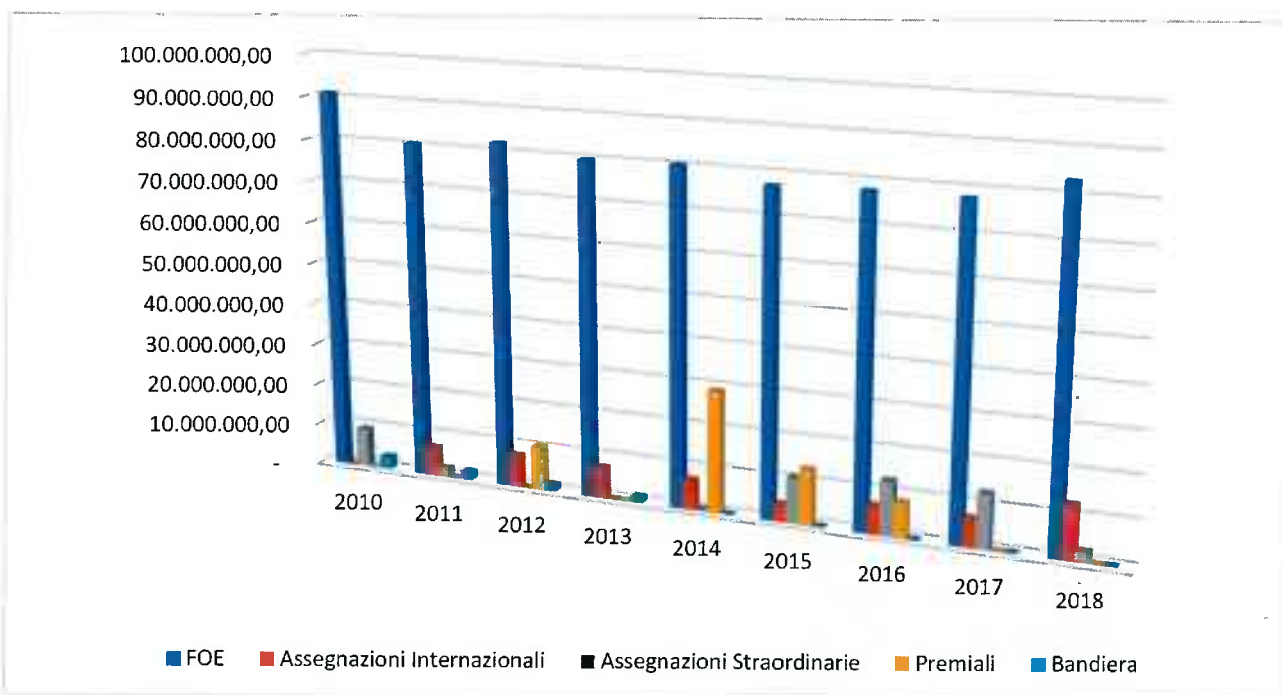
7.3.1 Evoluzione Storica del Bilancio INAF

La Figura sottostante illustra la serie storica decennale di dati tratti dai bilanci consuntivi dell'Istituto sino all'ultimo esercizio concluso (2006-2018) suddivisa in colori tra l'Assegnazione Ordinaria, altre entrate e ed entrate totali.



Le entrate totali nel decennio presentano un trend in aumento al netto di oscillazioni anno per anno per effetto della compensazione operata dalle entrate diverse sulla progressiva riduzione della assegnazione ordinaria. La media delle entrate correnti nell'ultimo triennio è pari a € **133.519.756,21**

Nella figura sottostante vengono raffigurate le diverse tipologie di entrate che concorrono alla formazione del bilancio dell'ente (serie storica dal 2010).



Si può notare nella figura come il progressivo calo della assegnazione ordinaria sia stato compensato dal

progressivo aumento delle altre entrate ottenute su base competitiva o per assegnazioni straordinarie non consolidate da parte del ministero vigilante.

7.3.2 Il Profilo Triennale Delle Risorse Disponibili e della spesa 2019-2021

7.3.2.1 Entrate Previste

Con D.M. 26 LUGLIO 2018, n. 569 il MIUR ha definito il piano di riparto del Fondo Ordinario per gli Enti di Ricerca (FOE) anno 2018 prevedendo un'assegnazione in favore di questo Istituto di Euro 83.107.736,00 a titolo di assegnazione ordinaria (comprensiva dell'importo di Euro 5.288.603,00 a titolo di "assegnazione ex premialità effettuata in proporzione alla assegnazione ordinaria 2017"), Euro 12.920.000,00 per Attività di ricerca a valenza internazionale ed Euro 2.500.000,00 per Progettualità di carattere straordinario, per un totale di Euro 98.650.778,00 (comprensivo dell'importo di Euro 123.042,00 a titolo di "assegnazione ex art.1 comma 4 lettera f) del D.M. 631/2016 e lettera d) del DM 608/2017").

Le principali entrate, escluse le partite di giro, sono pertanto:

1. Assegnazione Ordinaria: **€ 77.819.133,00**
2. trasferimenti correnti dallo stato con vincolo di destinazione: **15.420.000,00** così composte: - **€ 12.920.000,00** per Attività di ricerca a valenza internazionale, - **€ 2.500.000,00** per progettualità a carattere straordinario.
3. Assegnazione ex premialità effettuata in proporzione alla assegnazione ordinaria 2017: **€ 5.288.603,00**
4. Assegnazione ex art. 1 comma 4 lettera f) del DM 631/2016 e lettera d) del DM 608/2017: **€ 123.042,00**
5. Ulteriori entrate provenienti da finanziamenti programmi UE e finanziamenti ASI per progetti spaziali pari circa **€ 25.000.000,00**

7.3.2.2 Spese previste per l'Anno 2019

Le spese previste per l'anno 2019 sono state valutate sulla base storica degli ultimi anni per quanto riguarda il funzionamento delle strutture ed i fondi gestiti dalla Sede Centrale. Per quanto riguarda le attività di ricerca ci si è basati sullo stato dei progetti pluriennali in corso e sull'impatto dei nuovi progetti approvati. La spesa totale prevista per queste voci nel 2019 rimane sostanzialmente stabile rispetto all'anno passato. La spesa per la ricerca istituzionale risulta pari a circa **8 M€**, mentre quella su progetti vincolati (MIUR, ASI, Unione Europea, Finanziamenti Locali) si aggira attorno ai **30 M€**, confermando l'andamento in crescita degli ultimi anni, già discusso in precedenza.

7.3.2.2.1 Spese per Infrastrutture Internazionali

Una importante voce di spesa per la ricerca consiste nei contributi alle grandi infrastrutture internazionali attraverso le quali i ricercatori dell'INAF acquisiscono le osservazioni essenziali per la loro produzione scientifica. Quattro sono le infrastrutture che maggiormente incidono sul bilancio dell'Ente: E-ELT, LBT TNG e SRT-VLBI. Queste infrastrutture ed il loro utilizzo scientifico sono descritte nei capitoli di questo PTA.

Nella seguente tabella riportiamo lo storico delle spese per queste infrastrutture nel triennio precedente al corrente piano triennale

INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

Costo sostenuti per le infrastrutture di ricerca internazionale nel triennio precedente a questo piano triennale

	2016	2017	2018
E-ELT	3.254.000,00*	5.223.000,00	5.655.000,00
LBT	3.098.291,47	3.104.487,32	3.024.656,47
TNG	2.500.000,00	2.500.000,00	2.500.000,00
SRT e VLBI	2.500.000,00**	2.500.000,00**	4.500.000,00

*quota aggiuntiva di € 1.700.000,00 sostenuta in via eccezionale dal MAECI.

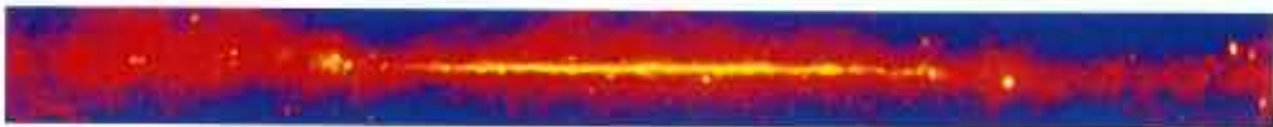
**insufficiente a coprire i costi di gestione, coperti ricorrendo alla premialità indivisa.

Sulla base dello storico le previsioni di spese per queste infrastrutture per il triennio oggetto di questo piano triennale sono elencate nella tabella seguente. Si noter  nella tabella un aumento progressivo della voce di E-ELT, dovuta all'impegno ad un incremento pari al 2% per anno della quota ordinaria di contribuzione ed una riduzione a partire dal 2019 della quota per TNG per il quale l'Ente ha avviato un piano di ristrutturazione.

Costo previsti per il sostegno alle infrastrutture di ricerca internazionale nel periodo oggetto di questo piano triennale.

	2019	2020	2021
E-ELT	6.300.000,00	6.600.000,00	6.900.000,00
LBT	3.000.000,00	3.000.000,00	3.000.000,00
TNG	2.500.000,00	2.400.000,00	2.100.000,00
SRT e VLBI	4.500.000,00	4.000.000,00	4.000.000,00
Totale	16.300.000,00	16.000.000,00	16.000.000,00

In relazione al finanziamento della ricerca libera e ad interventi assegnati secondo bandi competitivi nel corso del triennio di riferimento sono gi  stati stanziati gli importi indicati nella tabella seguente. In funzione dei risparmi di esercizio, con particolare riferimento ai costi del personale, questi importi saranno ulteriormente aumentati.



INAF Istituto Nazionale di Astrofisica. Piano Triennale 2019-2021

Investimenti in ricerca libera e bandi competitivi interni per il triennio di riferimento			
	2019	2020	2021
Distribuzione RL alle strutture	800	800	800
PRIN (inclusa tecnologia e divulgazione)	2410	tbd	tbd
Assegni di Ricerca Nazionali	250	250	tbd
Bandi per il trasferimento tecnologico	250	250	tbd
Totale	3750	1300	800

2019-2021