

INAF



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS



PRIMA PARTE

**Piano triennale di Attività
2020-2022**

Introduzione del Presidente

L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) è l'Ente di Ricerca italiano focalizzato sullo studio dell'Universo. Il massimo impegno dell'Ente è per programmi scientifici e tecnologici di ambito astrofisico con un'attenzione speciale a progetti multidisciplinari. Con i suoi circa 1400 ricercatori e personale di amministrazione distribuiti in 17 sedi sul territorio nazionale l'INAF è un volano di innovazione per l'Italia. L'ambito di ricerca dell'INAF è infatti di straordinaria importanza: i segnali che arrivano dagli spazi siderali (dalle onde radio, alla luce rivelata con strumenti ottici fino ai raggi X e gamma) ci mettono a contatto con realtà fisiche fondamentali ed estreme legate all'origine ultima della materia e della vita nell'Universo. Fenomeni lontani studiati tramite una scienza vicina ai cittadini realizzata con progetti dal forte impatto conoscitivo e sociale.

L'INAF è ben equipaggiato per reggere l'urto: l'Ente è dotato di infrastrutture nazionali (telescopi radio e ottici, satelliti e strumenti per l'astrofisica di alta energia) ed è impegnato in molteplici collaborazioni internazionali per programmi osservativi sia da terra che dallo spazio. Il presente Piano Triennale 2020-2022 riflette la creatività e l'entusiasmo della comunità astrofisica dell'INAF e riassume la sua capacità di fare scienza e tecnologia a molteplici livelli. L'impatto sociale delle attività dell'INAF è multiforme: dal fascino per il Cosmo veicolato per aumentare la conoscenza, all'altissima qualità delle soluzioni tecnologiche sempre nuove trasferite al mondo industriale, alle applicazioni spesso imprevedute della ricerca astrofisica. Un'attenzione particolare è dedicata alla formazione e alle opportunità di lavoro per i giovani. Un Ente di ricerca essenziale per l'Italia.

INDICE

1	INAF e la sua Missione	5
1.1	Organizzazione e Governance dell'Ente.....	5
1.2	La Direzione Generale	6
1.3	La Direzione Scientifica	6
1.3.1	Struttura Tecnica della Direzione Scientifica:.....	7
1.3.2	Unità Scientifiche Centrali a Carattere Tematico Gestionali:.....	7
1.3.3	Unità Scientifiche Centrali:	8
2	Partecipazioni	8
2.1	Partecipazione ad Organizzazioni Internazionali da Trattato (IGO).....	8
2.1.1	European Southern Observatory (ESO)	8
2.1.2	Square Kilometer Array Observatory (SKAO)	9
2.2	Partecipazioni Societarie.....	10
2.2.1	LBT Corporation.....	10
2.2.2	SKA organisation LTD	10
2.2.3	CTA gGmbH	11
2.2.4	LSST Corporation	11
2.3	Partecipazione a Fondazioni.....	11
2.3.1	Fundacion Galileo Galilei.....	11
2.4	Altre forme di partecipazione.....	12
2.4.1	JIVE ERIC.....	12
2.4.2	LOFAR.....	12
2.4.3	IBIS.....	12
3	Le Risorse Umane	12
4	Le Risorse Finanziarie	13
5	Attività di Ricerca Scientifica e Tecnologica.....	14
5.1	Primo Pilastro: La Ricerca Scientifica.....	14
1.1.1	Galassie e Cosmologia	15
5.1.2	Astrofisica Stellare	23
5.1.3	Il Sole e il Sistema Solare	32
5.1.4	Astrofisica Relativistica e Particellare	40
5.1.5	Tecnologie Astronomiche	48
5.2	Secondo Pilastro: La Ricerca Istituzionale	62
5.2.1	Le Infrastrutture di Ricerca	62
5.2.2	Space Weather	83

5.2.3	SST-SSA-NEO	85
5.3	Terzo Pilastro: La Terza Missione	88
5.3.1	Innovazione Tecnologica.....	88
5.3.2	Biblioteche, Archivi Storici e Musei.....	90
5.3.3	Alta Formazione.....	94
5.3.4	Public Engagement.....	96

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. Si svolgono in INAF ricerche nei campi più svariati afferenti a questi settori, dalla cosmologia, alla ricerca ed alla caratterizzazione dei pianeti extrasolari e alla 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 16 Strutture distribuite sul territorio nazionale 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

Il ruolo e le funzioni della Direzione Generale sono definiti dall'articolo 16 del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, dall'articolo 13 dello Statuto e dall'articolo 13 del Regolamento di Organizzazione e Funzionamento in via di approvazione.

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

L'assetto organizzativo della Direzione Generale può prevedere un massimo di tre Uffici di livello dirigenziale. La responsabilità degli Uffici può essere attribuita esclusivamente ad unità di personale in possesso della qualifica di dirigente.

In sede di definizione dell'assetto organizzativo della Amministrazione Centrale possono essere, inoltre, costituiti appositi Servizi di Staff, per lo svolgimento di specifiche funzioni, sia tecniche che specialistiche, a supporto sia del Direttore Generale che dei Dirigenti. Il numero complessivo dei Servizi di Staff al Direttore Generale non può essere superiore ad otto.

Nel corso del 2020 INAF porterà in approvazione al Ministero vigilante il nuovo Regolamento di Organizzazione e Funzionamento che recepisce i principi contenuti nello Statuto dell'Ente recentemente riformato.

A seguito della approvazione del nuovo Regolamento di Organizzazione e Funzionamento il Direttore Scientifico elaborerà una nuova articolazione della Direzione Scientifica e la porterà in approvazione al Consiglio di Amministrazione. La nuova articolazione verrà descritta nell'aggiornamento 2021-2023 del Piano Triennale di Attività.

1.3 La Direzione Scientifica

Il ruolo e le funzioni della Direzione Scientifica sono disciplinati dall'articolo 15 dello Statuto e dall'articolo 16 del Regolamento di Organizzazione e Funzionamento in fase di approvazione. Il Direttore Scientifico è responsabile, in via esclusiva, della gestione scientifica dell'Ente e di tutte le attività amministrative e contabili ad essa strumentali.

L'assetto organizzativo della Direzione Scientifica può prevedere un massimo di otto Unità Scientifiche, delle quali alcune possono avere carattere "*tematico gestionale*". In generale le "*Unità Scientifiche Centrali*" sono preposte al coordinamento e al controllo di specifiche aree di competenza. Le "*Unità Tematico Gestionali*" hanno inoltre la funzione primaria di agevolare l'accesso della comunità alle grandi infrastrutture e ai dati, e di curarne la gestione e lo sviluppo.

Le attività di coordinamento delle risorse economiche, umane e strumentali allocate in differenti Strutture di Ricerca, che concorrono alla realizzazione, allo sviluppo e alla gestione di grandi programmi e progetti di ricerca, di grandi infrastrutture, di strumentazioni di supporto alle grandi infrastrutture o di strumentazioni spaziali, vengono svolte dai Responsabili delle "Unità Tematico Gestionali" di riferimento.

La Direzione Scientifica incorpora una propria "Struttura Tecnica" a supporto delle attività della Direzione Scientifica e delle Unità Tematico Gestionali. La "Struttura Tecnica" della Direzione Scientifica è composta da esperti in specifici settori di interesse scelti indifferentemente tra i dipendenti della Amministrazione Centrale e delle Strutture di Ricerca, in ossequio ai principi di amministrazione e gestione diffusa.

Al fine di espletare con efficienza le competenze amministrativa attribuite alla Direzione Scientifica, la stessa è dotata di una "Struttura di Supporto Amministrativo". La "Struttura di Supporto Amministrativo" della Direzione Scientifica è composta da figure professionali in servizio presso la Amministrazione Centrale assegnate alla Direzione Scientifica o di figure professionali in servizio presso le Strutture di Ricerca, in applicazione dei principi di amministrazione e gestione diffusa, secondo l'approccio, logico, giuridico e metodologico proprio dei "procedimenti amministrativi", delle "procedure" e dei "processi".

La Direzione Scientifica è correntemente organizzata in una Struttura Tecnica, un Supporto Amministrativo, 4 unità tematico gestionali (UTG) e tre unità scientifiche centrali (USC) articolate come di seguito.

1.3.1 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(Information and Communication Technologies) 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.

1.3.2 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.

1.3.3 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.).

Nel corso del 2020 INAF porterà in approvazione al Ministero vigilante il nuovo Regolamento di Organizzazione e Funzionamento che recepisce i principi contenuti nello Statuto dell’Ente recentemente riformato.

A seguito della approvazione del nuovo Regolamento di Organizzazione e Funzionamento il Direttore Scientifico elaborerà una nuova articolazione della Direzione Scientifica e la porterà in approvazione al Consiglio di Amministrazione. La nuova articolazione verrà descritta nell’aggiornamento 2021-2023 del Piano Triennale di Attività.

2 Partecipazioni

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

2.1 Partecipazione ad Organizzazioni Internazionali da Trattato (IGO)

2.1.1 European Southern Observatory (ESO)

L’ESO (European Southern Observatory) è la più avanzata organizzazione intergovernativa da trattato nel campo dell’Astronomia in Europa. ESO offre infrastrutture di ricerca all’avanguardia

agli astronomi di tutto il mondo ed è correntemente sostenuto da Austria, Belgio, Repubblica Ceca, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Irlanda, Italia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Spagna, Svezia, Svizzera, Regno Unito e il Cile che ospita le infrastrutture. Altre nazioni hanno espresso l'interesse ad aderire alla organizzazione.

La mission dell'ESO, descritta nella Convenzione redatta e sottoscritta dai paesi fondatori nel 1962, è di offrire infrastrutture di ricerca all'avanguardia ad astronomi ed astrofisici consentendo loro di fare ricerca scientifica di punta nelle migliori condizioni possibili.

Il contributo annuale all'ESO da parte degli stati membri è approssimativamente di 198 M€, ESO impiega circa 700 persone.

Costruendo ed operando una collezione di telescopi astronomici da terra tra le più performanti del mondo che abilita ad importanti scoperte scientifiche, ESO offre numerose possibilità di trasferimento e spin-off di tecnologia oltre che l'opportunità di contratti industriali ad alto contenuto tecnologico, costituendo una eccellente vetrina per l'industria Europea.

L'Italia ha aderito ad ESO nel 1962 e da allora contribuisce alla costruzione ed operazione delle infrastrutture installate nei tre siti osservativi di La Silla, Paranal e Chajnantor nel deserto di Atacama in Cile. Una descrizione dettagliata delle infrastrutture, della strumentazione e dei programmi scientifici che INAF svolge presso l'ESO è fornita nelle prossime sezioni del documento.

INAF, su nomina del MAECI dietro indicazione del MUR, esprime il membro votante nel Council di ESO e ne partecipa quindi alla Governance.

2.1.2 Square Kilometer Array Observatory (SKAO)

Nel 1993 la International Union of Radio Science (URSI) ha costituito un gruppo di lavoro denominato Large Telescope per iniziare un dibattito a livello mondiale teso alla definizione di obiettivi scientifici e specifiche tecnologiche per un osservatorio radio di nuova generazione.

Nel 1997 otto istituzioni da sei paesi (Australia, Canada, Cina, India, Olanda ed USA) hanno firmato un Memorandum of Agreement per cooperare in un programma di studio tecnologico per la costruzione di un radio-telescopio molto grande.

Nel 2000 i rappresentanti di undici nazioni (Australia, Canada, Cina, Germania, India, Italia, Paesi Bassi, Polonia, Svezia, Regno Unito e Stati Uniti) hanno firmato un Memorandum of Understanding per la costituzione di un Square Kilometer Array Steering Committee (ISSC). Un nuovo Agreement di collaborazione internazionale per il programma SKA entra in vigore nel 2008 firmato dai Consortia SKA in Europa, USA, Canada, Australia, Sudafrica Cina ed India.

Il progetto è correntemente guidato dalla SKA Organisation, una compagnia no-profit di diritto inglese costituita nel 2011 per formalizzare le relazioni tra i partners internazionali e centralizzare la guida del progetto. Il Project Office di SKA dal 2012 è situato presso l'Osservatorio di Jodrell Bank in Ceshire (Regno Unito).

Il 12 Marzo 2019 a seguito di una intensa attività preparatoria condotta da INAF per conto del governo italiano, è stato firmato al MIUR il trattato internazionale per la costituzione dello SKA Observatory (SKAO). Hanno aderito al trattato oltre all'Italia (che ha tenuto la presidenza del negoziato) Australia, Cina, Paesi Bassi, Portogallo, Sudafrica e Regno Unito. Si sono uniti all'evento

rappresentanti di India, Svezia e Nuova Zelanda, Paesi che hanno partecipato attivamente a tutte le fasi negoziali, oltre che di Canada, Francia, Corea del Sud, Malta, Spagna, Stati Uniti e Svizzera, nazioni interessate al progetto e impegnate a tracciare il percorso per una futura partecipazione allo Ska Observatory.

A seguito dei processi di ratifica del trattato internazionali nei vari paesi l'inizio delle operazioni della IGO SKAO è previsto per la fine del 2020. INAF esprimerà il membro votante al Council della organizzazione nominato dal MAECI su indicazione del MUR.

2.2 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.

2.2.1 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.

2.2.2 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 tasle 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.

2.2.3 CTA gGmbH

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 500.000 €.

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 2020, porteranno alla formazione di un ERIC con sede in Italia che assorbirà gli asset attualmente sotto il controllo della CTA GmbH.

2.2.4 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.

2.3 Partecipazione a Fondazioni

2.3.1 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 Fundacion participa all'amministrazione delle installazioni comuni nell'ORM (Observatorio del Roque de los Muchachos).

2.4 Altre forme di partecipazione

2.4.1 JIVE ERIC

JIV ERIC coordina le operazioni delle antenne radio europee che partecipano allo European VLBI Network (EVN), per osservazioni interferometriche a lunghissima base (Very Long Baseline Interferometry), i cui dati vengono raccolti e correlati presso il Joint Institute for VLBI (JIVE) in Olanda. INAF partecipa all'EVN in misura eccezionale con tre radiotelescopi. JIVE aveva la forma giuridica di una fondazione di diritto olandese ed è stata trasformata in un ERIC nel 2014. L'Italia sottoscrive annualmente un MoU con la JIVE-ERIC come partecipante esterno alle attività dell'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.

2.4.2 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.

2.4.3 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 1087 dipendenti distribuiti nei ruoli previsti dalla contrattazione come nella tabella che segue.

Profilo Professionale	Unità
Dirigente Amm. II Fascia	2
Ricercatori (livelli I-III)	371
Tecnologi (Livelli I-III)	182
Astronomi (vecchio ordinamento)	156
Amministrativi (livelli IV-VIII)	134
Tecnici (livelli IV-VIII)	239
EP (vecchio ordinamento)	3
Totale	1087

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)	50
Tecnologi (Livelli I-III)	36
Amministrativi (livelli IV-VIII)	10
Tecnici (livelli IV-VIII)	14
Totale	110

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	201
Borsisti	38
Co.Co.Co.	3
Dottorandi	115
Personale Universitario Associato	405
Totale	762

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	94.572.966,00
Attività Internazionale	12.850.000,00
Attività Straordinaria	2.000.000,00
Progettualità a carattere continuativo	600.000,00
Totale	110.002.966,00

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 2020 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.

1.1.1 Galassie e Cosmologia

Una frontiera per comprendere l'Universo primordiale, la crescita delle strutture cosmiche e la formazione ed evoluzione delle galassie.

Una delle sfide fondamentali dell'astrofisica moderna è capire l'evoluzione dell'Universo dal Big Bang al giorno d'oggi. Questo include numerosi processi fisici che coprono diversi ordini di grandezza in scala temporale e fisica: le primissime fasi di espansione esponenziale dell'Universo; lo sviluppo e la fisica delle perturbazioni primordiali; la formazione delle prime stelle e proto-galassie e il loro ruolo nel processo di re-ionizzazione dell'Universo; la formazione stellare nelle galassie, la sintesi dei metalli e l'arricchimento del mezzo interstellare e intergalattico; la formazione di buchi neri massicci al centro delle galassie, la loro fase attiva e l'impatto di questa sulla successiva evoluzione delle galassie; la formazione della struttura a larga scala dell'Universo, delle galassie e delle loro diverse componenti barioniche, anche in funzione dell'ambiente in cui vivono; la posizione che la nostra Galassia occupa nell'Universo.

Gli sforzi osservativi, teorici e computazionali profusi nell'esplorare le diverse componenti dell'Universo hanno ricadute importanti non solo nell'ambito della cosmologia e dell'astrofisica di galassie, ammassi, e buchi neri, ma anche per la formazione stellare, l'astrofisica delle alte energie, e la fisica fondamentale (teorie della gravità e altre interazioni fondamentali).

5.1.1.1 Le Domande Fondamentali

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

Il paradigma vigente è dominato da un modello cosmologico "di concordanza", che con soli sei parametri liberi riesce non solo a descrivere con efficacia, ma anche a predire il valore di molteplici osservabili. Il modello prevede una componente dominante (69.2%) di energia oscura, rappresentabile in termini di una costante cosmologica (Λ), una significativa componente (26.0%) di materia non barionica di natura tuttora ignota, detta oscura (*cold dark matter*, CDM), e solo una piccola componente di materia barionica (4.8%). Questo modello cosmologico lascia aperte domande basilari sulla natura delle sue componenti oscure e sulle loro implicazioni nel contesto del Modello Standard delle particelle e delle teorie di gravità. Esempi di importanti questioni aperte sono il problema del valore non naturale della Costante Cosmologica; la tensione tra misure dello spettro di potenza estrapolato dall'epoca della ricombinazione e misurato localmente dalla distribuzione di galassie; la tensione fra differenti misure della costante di Hubble; la possibile variazione di costanti fondamentali della fisica a diverse epoche cosmiche.

In questo contesto cosmologico, le fluttuazioni di densità vengono amplificate, a partire da solo qualche parte su un milione all'epoca del disaccoppiamento radiazione-materia "fotografata" dalla radiazione cosmica di fondo a microonde (*cosmic microwave background*, CMB), fino a dare origine alle prime strutture a larga scala (**large scale structure, LSS**) già visibili nell'epoca della reionizzazione. La successiva evoluzione, guidata dalla gravità, porta alla formazione degli ammassi di galassie, gli oggetti gravitazionalmente legati più massicci dell'Universo. Le proprietà della materia all'interno di questi sistemi sono determinate da meccanismi complessi che comprendono il trasporto e la dissipazione di energia associata ai moti della materia su grande scala e il *feedback* dovuto a galassie e nuclei galattici attivi (AGN). Questi processi danno anche origine alle componenti non-termiche osservate negli ammassi (e.g. campi magnetici, elettroni relativistici). Le frontiere della ricerca scientifica, in questo ambito, sono: lo studio della natura delle perturbazioni primordiali, la caratterizzazione della LSS a varie epoche cosmiche, l'analisi del legame tra la LSS e le proprietà fisiche dell'Universo, lo studio delle proprietà delle diverse componenti della materia negli ammassi e della loro interazione.

L'origine e l'evoluzione delle galassie è uno dei capitoli più complessi dell'astrofisica extragalattica. La formazione delle prime stelle e proto-galassie coincide con l'avvio del processo di re-ionizzazione e della sintesi dei metalli che vengono poi espulsi, attraverso venti galattici, nel mezzo interstellare e intergalattico. Buchi neri massicci si formano al centro delle galassie attraverso l'accrescimento del gas circostante, raggiungendo in alcuni casi masse pari a miliardi di masse solari anche in poche centinaia di milioni di anni. Una forte correlazione si osserva tra la massa dei buchi neri e quella della componente sferoidale delle galassie ospiti, ma i dettagli di questa "vita in comune" non sono ancora chiari. Le ultime fasi dell'evoluzione stellare e l'accrescimento su buchi neri rilasciano enormi quantità di energia nel mezzo interstellare (sotto forma di radiazione, venti, shocks e getti), con ripercussioni importanti sulle proprietà fisiche e strutturali delle galassie. Il mezzo interstellare, che ha una complessa struttura multi-fase (gas ionizzato, neutro, molecolare), è arricchito di metalli sintetizzati nelle stelle, viene espulso in fontane galattiche, getti, *outflows*, viene scaldato dinamicamente, strappato e disperso dall'attrito con il mezzo intergalattico. Questi e altri processi possono rallentare o addirittura prevenire il raffreddamento del mezzo interstellare e la sua condensazione in dense nubi molecolari, nelle quali avviene la formazione di nuove stelle. La dinamica interna delle galassie e l'ambiente in cui esse vivono ricoprono, a loro volta, un ruolo importante nel processo di evoluzione galattica. Il "ciclo barionico" delle galassie è dunque basato su una complessa rete di azioni, reazioni e auto-regolazioni: l'accrescimento di gas dall'IGM, la sua trasformazione in stelle, l'arricchimento chimico determinato dall'evoluzione delle popolazioni stellari, l'effetto dovuto alle fasi finali dell'evoluzione stellare e alla presenza di buchi neri centrali, l'eventuale espulsione e poi re-accrescimento di gas. Comprendere come i diversi processi fisici in gioco operino, e quale sia la loro importanza relativa a diverse epoche cosmiche e in diversi ambienti, rappresenta una delle sfide principali dell'astrofisica moderna.

5.1.1.2 *Gli Strumenti di Indagine*

Materia oscura ed energia oscura sono componenti elusive a tecniche di osservazione dirette. Il loro studio si affida a osservazioni indirette di quantità ad esse correlate. Queste includono: le curve di rotazione delle galassie a spirale, gli effetti gravitazionali della massa totale delle galassie e/o degli ammassi di galassie (*lensing*), la dinamica delle galassie di ammasso, i campi di velocità peculiari delle galassie, le anisotropie della CMB, e la crescita della LSS. I dati osservativi attualmente disponibili sono consistenti con la teoria secondo cui l'Universo ha subito un'espansione esponenziale (la cosiddetta *inflazione*) nei primi 10^{-32} secondi di vita dell'Universo.

La caratterizzazione statistica delle perturbazioni primordiali scalari e tensoriali tramite studi di CMB può porre importanti vincoli sui modelli inflazionari. La generazione di onde gravitazionali durante l'inflazione può essere vincolata dallo studio dei B-modes nella polarizzazione del CMB; la recente rilevazione di onde gravitazionali collegate a collisioni di stelle binarie e/o buchi neri apre un'opportunità sulla possibilità di rilevare controparti gravitazionali generate durante l'inflazione.

Gli strumenti diagnostici maggiormente utilizzati per la caratterizzazione della **LSS** sono basati sullo studio della distribuzione delle galassie e degli ammassi di galassie, utilizzati come traccianti della massa. Tipici strumenti di indagine sono le misure delle funzioni di correlazione delle galassie e degli effetti, su queste osservabili, delle oscillazioni acustiche barioniche (BAOs) e delle distorsioni dovute al redshift. I limiti più stringenti sulla stima dei parametri cosmologici sono ottenuti tipicamente combinando le informazioni dal CMB e dalla LSS. La partecipazione di INAF, spesso in ruolo chiave e/o di guida, in importanti survey spettroscopiche di galassie e l'ampio e approfondito lavoro di preparazione per la missione ESA Euclid, contribuiscono ad assegnare all'ente un ruolo di leadership nello studio della LSS e delle sue implicazioni cosmologiche. A redshift=2-6, un importante strumento diagnostico per lo studio della cosmologia è fornito dal mezzo intergalattico (IGM) che permea le strutture cosmiche a grande scala e che, a questi redshift, rappresenta circa il 90% della materia barionica. Lo studio dell'IGM, attraverso dati spettroscopici di media/alta risoluzione, permette di stimare in particolare la temperatura della materia oscura a piccole scale e in generale la struttura cosmica in un intervallo di redshift altrimenti difficilmente accessibile. In futuro, la possibilità di usare il segnale della riga a 21cm e la sua distribuzione di intensità con SKA e strumenti precursori, anche in combinazione con dati Euclid, offrirà nuovi e più stringenti vincoli sull'evoluzione della LSS e proprietà dell'IGM. Grazie a nuove missioni dallo spazio (come XRISM e Athena), diventerà inoltre possibile studiare il mezzo intergalattico riscaldato da shocks a temperature dell'ordine del milione di gradi Kelvin a redshift tra 0 e 2.

Importanti risultati in ambito cosmologico, cui INAF ha dato un forte contributo, sono stati recentemente ottenuti anche grazie al satellite Planck. In particolare, la caratterizzazione statistica delle perturbazioni primordiali ha permesso di vincolare in modo significativo diverse classi di modelli inflazionari. L'ampia copertura in frequenza e la buona sensibilità per la misura dell'effetto Sunyaev-Zeldovich (SZ) termico hanno, inoltre, consentito di realizzare mappe accurate a tutto cielo dei segnali astrofisici (di *foreground*) galattici ed extragalattici nel millimetrico e sub-millimetrico, e la costruzione di cataloghi di ammassi selezionati in base al segnale SZ. I dati Planck hanno, inoltre, rivelato una tensione significativa tra il valore della misura della costante di Hubble ottenuto dal CMB rispetto a quello ottenuto dagli indicatori di distanza (vedi sezione 5.1.2), o da tecniche indipendenti come lo studio dei ritardi temporali di sorgenti variabili le cui immagini sono amplificate per effetto del *lensing*. Se gli effetti sistematici possono essere trascurati, questa tensione potrebbe indicare la presenza di dettagli che alterano assunzioni fondamentali dell'attuale paradigma cosmologico, cioè indicano una nuova fisica.

Gli **ammassi di galassie** sono un argomento di ricerca in cui INAF riveste un ruolo centrale in diversi ambiti. Oltre ad essere importanti strumenti di diagnostica per la cosmologia, gli ammassi rappresentano laboratori ideali per studiare come i barioni tracciano le condizioni iniziali del collasso gravitazionale dell'alone di materia oscura e le variazioni dell'ambiente che avvengono durante la loro formazione. Il mezzo intra-cluster (ICM) è caratterizzato attraverso osservazioni nell'X e attraverso l'effetto SZ in banda millimetrica. Le proprietà osservabili chiave dell'ICM includono la pressione, la temperatura, la densità del gas e la sua metallicità e consentono di studiare come l'energia gravitazionale che governa la dinamica su grande scala venga convertita

in energia dell'ICM e come i metalli depositati nell'ICM vengano trasportati dai moti del gas. Lo studio delle altre componenti degli ammassi (le galassie e la materia oscura) attraverso misure di cinematica e *lensing*, è fondamentale per la comprensione dell'evoluzione delle strutture cosmiche e della proprietà della materia oscura. Per esempio, la determinazione dei profili di massa totale e barionica degli ammassi permette da un lato di investigare l'importanza di diversi processi (frizione dinamica, contrazione adiabatica, AGN *feedback*) e dall'altro di sottoporre a verifica osservativa modelli non standard di materia oscura e di gravità modificata.

Sviluppi importanti per comprendere la fisica ed evoluzione dell'ICM si attendono da programmi osservativi che selezionano ammassi in banda X e in SZ. Un contributo significativo è atteso, in particolare, dalle survey programmate SPT-3G e con il satellite eROSITA (lanciato nel 2019) e, su tempi più lunghi, dalle nuove missioni CMB S4, XRISM (lancio previsto nel 2022) e poi Athena (>2030) che ci permetteranno di studiare la turbolenza dell'ICM dal profilo delle righe di emissione. Athena ci permetterà anche di studiare in dettaglio composizione chimica e cinematica nelle regioni più esterne degli ammassi, fino ai "filamenti" che li connettono, consentendo una "tomografia" di questo mezzo attraverso l'assorbimento della radiazione X emessa da quasar di background. Negli ultimi anni, si è avuto un notevole sviluppo nello studio delle componenti non-termiche degli ammassi grazie agli interferometri di nuova generazione come JVLA, uGMRT, e soprattutto LOFAR che ha aperto una nuova finestra di osservazione alle basse frequenze radio. La scoperta di emissione radio da "ponti" fra ammassi ha evidenziato la presenza di campi magnetici, particelle e verosimilmente turbolenza su scale maggiori di quelle degli ammassi stessi. Oltre che da LOFAR (e LOFAR 2.0), nei prossimi anni un contributo fondamentale in questo settore è atteso dai precursori di SKA (MeerKAT, ASKAP). Particolarmente interessante è, in questo contesto, lo studio attraverso SZ e in bande radio e X dei filamenti intorno agli ammassi di galassie e degli ammassi ad alto redshift.

L'origine e l'evoluzione delle galassie viene studiata utilizzando tecniche di osservazione diretta delle componenti stellari, delle componenti di gas sia interne alle galassie che esterne (*inter- e circum-galactic medium*) e della polvere, per ricavarne informazioni sul ciclo barionico nel cosmo. A tale scopo, è utile e necessario combinare osservazioni dettagliate di galassie vicine con diverse stime delle proprietà globali (nel prossimo futuro anche risolte) di galassie a epoche cosmiche precedenti, e confrontare il variegato quadro empirico che se ne ricava con previsioni ottenute da sofisticati modelli teorico-numeriche della formazione ed evoluzione delle strutture cosmiche.

Ai redshift più alti accessibili con la strumentazione oggi disponibile, il censimento delle popolazioni di galassie è incompleto e la caratterizzazione delle stesse poco accurata. Significativi passi avanti si stanno compiendo utilizzando l'attuale strumentazione del VLT e LBT e con dati millimetrici ottenuti con ALMA. Lo studio delle sorgenti in grado di reionizzare l'Universo a redshift $z \sim 6-11$ è al centro degli sforzi di INAF volti a: (i) caratterizzare la natura delle popolazioni stellari e il contenuto di gas e polveri delle prime galassie; (ii) comprendere i meccanismi che permettono alla radiazione ionizzante di uscire dalla galassia in cui viene prodotta e di raggiungere il mezzo intergalattico; (iii) analizzare il livello di formazione stellare nel regime di bassa luminosità nel primo miliardo di anni dell'Universo, per comprendere i primi episodi di formazione stellare; (iv) studiare la demografia degli AGN nelle prime epoche cosmiche. Gli strumenti principali di indagine utilizzati in questo ambito sono le grandi survey fotometriche e spettroscopiche in grado di rivelare la natura di queste sorgenti. Nel futuro, un contributo importante agli studi dell'epoca della reionizzazione verrà dalla caratterizzazione del segnale a 21 centimetri, originato dall'interazione tra il segnale del CMB e l'idrogeno neutro diffuso, con l'utilizzo di interferometri radio (SKA potrà osservare direttamente l'idrogeno neutro fino a redshift ~ 30). Ricercatori INAF sono già coinvolti

in osservazioni del segnale a 21 cm con strumenti come HERA, LEDA, e REACH. Significativi passi in avanti sono attesi anche dalla strumentazione a bordo di telescopi dallo spazio e da terra attualmente in costruzione (JWST, ELT, Athena). Un contributo importante in questo ambito potrà venire anche dalla scoperta di Gamma Ray Bursts (GRBs) ad alto redshift con missioni future (Theseus) e successivo studio delle galassie ospiti.

La nostra comprensione della storia evolutiva delle galassie non può prescindere dallo studio dell'Universo a redshift intermedi, e in particolare attorno al "cosmic noon" (redshift $z=1-3$). Si tratta infatti del periodo di massima formazione stellare cosmica, quando si è formata circa metà delle stelle osservate oggi. Nello stesso periodo, si osserva anche un picco della storia di accrescimento sui buchi neri massicci nell'Universo, e la virializzazione dei primi ammassi di galassie. Questa fase di incredibile fermento cosmico rappresenta un terreno di indagine impareggiabile per capire come i diversi meccanismi che regolano la formazione ed evoluzione delle galassie contribuiscano a modellare l'Universo che conosciamo. Esiste evidenza di una evoluzione dell'efficienza di formazione stellare, o del contenuto di gas delle galassie durante il cosmic noon? Qual è la connessione fra la crescita dei buchi neri e la formazione stellare nelle galassie ospiti? Come evolve la composizione chimica del mezzo interstellare e delle popolazioni stellari? Qual è il ruolo di questi diversi elementi nel ciclo barionico delle galassie e degli ammassi? Molti ricercatori di INAF sono impegnati a rispondere a queste domande, sfruttando facilities a tutte le lunghezze d'onda: dai raggi X (con tecniche fotometriche e spettroscopiche, per determinare demografia e proprietà degli AGN), all'ottico e vicino infrarosso (con survey fotometriche e spettroscopiche di galassie; spettroscopia a campo integrale; osservazioni in ottica adattiva e dallo spazio), dall'infrarosso (sfruttando l'eredità di Spitzer e Herschel) alle bande (sub-)millimetriche (studio delle polveri calde e fredde; studio del mezzo interstellare); fino alle bande radio. L'attività dei ricercatori INAF è anche volta a porre le basi per sfruttare al meglio la prossima generazione di facilities per questi studi (e.g. MOONS, WEAVE, JWST e Euclid nel futuro prossimo; E-ELT, Athena e SPICA nel futuro più lontano; VLBI ad alta frequenza).

Per oggetti vicini, numerosi sono stati i progressi resi possibili dall'utilizzo di spettrografi a campo integrale (VLT/MUSE, CALAR-ALTO/PMAS-PPAK, AAT/SAMI, SDSS/MANGA), che permettono di costruire mappe ad alta risoluzione spaziale di diverse regioni delle galassie. La combinazione di osservazioni dedicate a diverse lunghezze d'onda (VLT-APEX, ALMA, JVLA, Chandra, UVIT) è, infine, essenziale per tracciare le diverse componenti coinvolte nel ciclo barionico connesso all'evoluzione delle galassie e dei loro buchi neri centrali. Il lavoro dei ricercatori INAF coinvolti in questo campo di ricerca ha portato a importanti risultati sulla variazione spaziale delle proprietà delle popolazioni stellari, della formazione ed evoluzione di nubi molecolari, e delle condizioni fisiche del mezzo interstellare (metallicità, densità e grado di ionizzazione), nonché sull'impatto su queste proprietà dell'interazione con l'ambiente circostante e di outflows di gas generati da feedback stellare o da AGN. Questo tipo di studi ha permesso di ampliare notevolmente la comprensione dei processi fisici che regolano l'evoluzione delle galassie e di come questa sia collegata all'ambiente circostante. Importante è anche il contributo di osservazioni multifrequenza, in riga e in continuo, a diverse risoluzioni spaziali/angolari nelle bande radio (per es. GBT, ALMA, eMERLIN, VLBA, EVN) che ha permesso di studiare la fisica e la dinamica del gas nelle regioni nucleari degli AGN, fornendo importanti informazioni sui meccanismi di eiezione e accrescimento del gas da/sui buchi neri centrali.

Come anticipato, tutti gli studi fin qui discussi richiedono un accurato e continuo confronto con previsioni di complessi modelli teorici che, attraverso tecniche semi-analitiche e numeriche, descrivano la formazione e l'evoluzione delle strutture cosmiche a partire dalle condizioni iniziali

date dal CMB. Tali modelli sono dunque da considerarsi parte integrante degli strumenti diagnostici utilizzati per tutte le ricerche relative alla cosmologia e all'astrofisica extra-galattica. La comunità INAF ricopre, in questo ambito, un ruolo di rilievo in particolare nello sviluppo di simulazioni numeriche (anche idealizzate, per. es simulazioni N-body/idrodinamiche di dischi isolati e di galaxy mergers), modellistica semi-analitica di formazione ed evoluzione delle galassie, modelli di evoluzione spettrofotometrica e chimica di avanguardia, modelli di trasporto radiativo. Non va trascurata, infine, l'importanza dell'astrofisica teorica come strumento di indagine, anche in termini di nuova fisica, non necessariamente collegata a schemi predefiniti (per es. un modello cosmologico di concordanza).

5.1.1.3 Gli Obiettivi Strategici

Nel prossimo triennio importanti progressi sono attesi in tutti i campi di ricerca discussi, grazie a diversi programmi osservativi in corso o in preparazione, a guida o con importante partecipazione di ricercatori INAF, e all'ulteriore sviluppo dei modelli teorici a disposizione.

Numerosi sforzi sono in corso con l'obiettivo di chiarire la natura della materia oscura, attraverso la rilevazione dell'emissione derivante dal decadimento o dall'annichilazione delle particelle di cui essa è composta (usando e.g. CTA e *Fermi*, vedi sezione 5.1.4). Per quanto riguarda, invece, la misura di parametri cosmologici e la possibilità di vincolare la natura della materia e dell'energia oscura, l'INAF è tra i promotori iniziali e ampiamente coinvolto nella missione ESA Euclid, il cui lancio è previsto per il 2022. Euclid osserverà più di un terzo dell'intero cielo nel visibile e nel vicino infrarosso, con una combinazione senza precedenti di nitidezza, sensibilità ed area. Queste osservazioni saranno combinate con una misura precisa del redshift (informazione spettroscopica) per diverse decine di milioni di galassie con righe di emissione. Lo sfruttamento scientifico dei dati si baserà principalmente sull'uso di due tecniche complementari per mappare la LSS (il *weak lensing* e il *galaxy clustering*), e si avvantaggerà inoltre di tecniche alternative basate sulla distribuzione di galassie e ammassi di galassie. Sarà ovviamente importante integrare questi dati con quelli provenienti da altri progetti in corso o che verranno completati nel prossimo futuro: per es. il *Dark Energy Spectroscopic Instrument* la cui fase di *commissioning* è stata completata recentemente; il *Vera C. Rubin Observatory* (precedentemente LSST) cui INAF partecipa; e diversi progetti (anche di *follow-up*) con un forte coinvolgimento da parte della comunità INAF, proposti per nuovi spettrografi multi-oggetto che entreranno in funzione nei prossimi anni come WEAVE, MOONS e 4MOST. Per quanto concerne, infine, le condizioni iniziali dell'Universo, importanti risultati sono attesi da progetti per lo studio del CMB cui INAF partecipa (programma COSMOS, finanziato da ASI). In particolare, LiteBIRD, atteso per il 2027, studierà fluttuazioni e polarizzazione delle anisotropie del fondo cosmico a microonde al fine di ottenere informazioni sulle condizioni iniziali dell'Universo e test della fisica fondamentale.

L'analisi del segnale di *strong* e *weak lensing* (usando dati HST, VLT, LBT, e in futuro anche dati da JWST, Euclid, LSST), e il confronto fra la distribuzione relativa della materia oscura e dei barioni (grazie a mappe di ammassi di galassie osservati attualmente in banda X con Chandra e XMM e nel futuro più lontano con Athena - missione alla quale INAF partecipa), fornirà nuovi vincoli sul budget di massa oscura e barionica dell'Universo e sulla LSS. Ulteriori informazioni su quest'ultima verranno, infine, dalla tomografia dell'IGM studiato in emissione (con VLT/MUSE) e in assorbimento lungo la linea di vista di sorgenti brillanti di *background* (usando VLT/UVES, VLT/X-SHOOTER e presto anche VLT/ESPRESSO - la cui costruzione ha coinvolto numerosi ricercatori INAF). Lo studio dell'IGM a redshift più basso sarà possibile anche in banda X, grazie ad Athena.

Dati spettroscopici ad alta risoluzione con strumenti di ultima generazione come ALMA, VLT/ESPRESSO e nel futuro più lontano ELT/HIRES (per la cui costruzione INAF è coinvolto come “lead technical Institute”), permetteranno infine di misurare con altissima precisione possibili variazioni delle costanti fondamentali.

Osservazioni in banda X (con gli strumenti XMM-Newton, Chandra, Swift-XRT) e sub-mm (Planck, SPT) di ammassi permettono di caratterizzare questi oggetti fino alle loro periferie e di utilizzarli anche come strumenti precisi per la cosmologia. I nuovi cataloghi di ammassi basati su eROSITA e sui follow-up nel millimetrico con ALMA, IRAM 30m e altri telescopi, offriranno un’inedita possibilità di ampliare gli studi degli ammassi di galassie in regioni dello spazio dei parametri finora inesplorate. La combinazione di osservazioni in banda radio (con (J)VLA, (u)GMRT, LOFAR, MeerKAT, ASKAP) e nei raggi gamma (AGILE, Fermi, MAGIC e in futuro CTA) permette di studiare fenomeni energetici che avvengono in ammassi di galassie e che sono legati alle fasi più violente della loro evoluzione e al *feedback* da parte degli AGN. Uno degli obiettivi strategici di INAF in questo campo è quello di comprendere la fisica dell’ICM e la connessione tra componenti termiche e non termiche. LOFAR - cui INAF partecipa da circa 2 anni - ha permesso di studiare il segnale radio da ammassi e filamenti con sensibilità senza precedenti, consentendo passi in avanti importanti nella comprensione dell’origine ed evoluzione delle componenti non termiche e della loro connessione con la dinamica degli ammassi. Un significativo balzo in avanti nella comprensione della fisica dell’ICM è atteso dall’utilizzo di microcalorimetri a bordo della missione spaziale, con partecipazione ESA, XRISM (e più a lungo termine di Athena). Questi permetteranno, per la prima volta, di caratterizzare i moti e la microfisica del gas negli ammassi tramite lo studio delle righe di emissione in banda X.

Gli obiettivi prioritari nel campo della **formazione ed evoluzione delle strutture galattiche** possono essere riassunti in due filoni: (1) lo studio dell’Universo ad alto redshift e la formazione delle prime stelle e galassie, 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 i primi AGN; (2) la comprensione dei meccanismi che governano le proprietà e l’evoluzione delle galassie e dei buchi neri centrali, e l’influenza dell’ambiente e del *feedback* sia stellare che da AGN sull’evoluzione delle galassie, sia attraverso osservazioni e modelli ad alta risoluzione del mezzo interstellare in galassie vicine che tramite censimenti delle proprietà delle galassie a diverse epoche cosmiche.

I ricercatori INAF sono coinvolti in diversi programmi osservativi focalizzati sullo studio delle varie fasi del gas, a diversi redshift e con diversa risoluzione spaziale, per determinare il contributo di accrescimento ed espulsione del gas (*inflow* e *outflow*) all’evoluzione delle galassie, in connessione sia con la presenza e le proprietà di buchi neri centrali che con le proprietà del mezzo intergalattico e circum-galattico. In tutti questi ambiti, l’utilizzo di strumenti già operativi (ALMA, VLT/MUSE, JVLA, IRAM NOEMA, LBT) e di osservazioni ad altissima risoluzione radio (a frequenze fino a 100 GHz) anche con le antenne italiane (VLBI Italiano e Internazionale con EVN ed EAVN) è determinante. Altrettanto importanti saranno le informazioni che si otterranno in futuro grazie alle facilities ottiche/IR e radio che sono attualmente in costruzione e cui INAF partecipa (Euclid, VLT/ERIS, ELT, SKA). Nell’immediato futuro, strumenti come SHARK (strumento INAF che sfrutterà il sistema di ottica adattiva che equipaggia LBT per fornire immagini ad alta risoluzione in ottico e NIR) permetteranno di studiare la morfologia e l’impatto del *feedback* sulla polvere e sul gas nelle regioni centrali degli AGN vicini. L’enorme guadagno nel più lungo termine, in sensibilità e risoluzione di ELT permetterà, in particolare, di ottenere informazioni spettroscopiche risolte per centinaia di galassie massicce fino ad alto redshift, fornendo informazioni sulle loro età, metallicità, tassi di formazione stellare, stato dinamico. Fondamentale è anche il coinvolgimento della

comunità INAF in radiotelescopi precursori/pathfinder di SKA, quali LOFAR e MeerKAT. Di fatto, le prossime survey radio saranno così sensibili da permettere un censimento completo della formazione stellare e degli AGN fino ad alto redshift, senza problemi di assorbimento. La comunità INAF è, infine, fortemente coinvolta nello studio della componente della polvere, responsabile dell'emissione nelle bande infrarosse, che sarà possibile studiare in grande dettaglio grazie a JWST e, nel futuro più lontano, a SPICA (progetto di collaborazione tra l'ESA e la JAXA, cui INAF partecipa, che è tra i tre candidati alla fase A della ESA Cosmic Vision 2015-2025).

Uno degli obiettivi strategici dell'INAF è quello di tracciare in modo omogeneo e continuo l'evoluzione delle galassie, colmando il divario osservativo esistente tra galassie vicine e lontane. Questo diventerà possibile attraverso osservazioni spettroscopiche profonde di galassie lontane con spettrografi multi-oggetto e a campo integrale (IFU), e osservazioni assistite da tecniche di ottica adattiva (AO). Questo tipo di osservazioni permetteranno di caratterizzare le proprietà fisiche e chimiche delle popolazioni stellari e del gas ionizzato (sia integrate che risolte) per campioni rappresentativi di galassie in diversi ambienti e a diverse epoche cosmiche, consentendo di studiare la storia di formazione stellare delle galassie e le loro proprietà dinamiche e strutturali dall'Universo locale fino a redshift intermedio-alto. In questa prospettiva, è fondamentale la partecipazione dei ricercatori INAF a progetti quali WEAVE e MAVIS. Ricercatori dell'INAF sono, inoltre, alla guida di grandi survey spettroscopiche (condotte finora e nel prossimo futuro principalmente con telescopi ESO quali VLT e con WHT/WEAVE) e fotometriche (con il VST e LBT) volte a caratterizzare le proprietà integrate delle galassie (redshift, massa stellare, formazione stellare attuale e passata, metallicità, presenza di AGN, ambiente a piccola e larga scala, etc.) in funzione del loro tempo cosmico.

Uno sfruttamento scientifico ottimale dei dati spettroscopici e fotometrici qui descritti richiede, parallelamente allo sforzo osservativo, lo sviluppo e l'ottimizzazione di strumenti e tecniche di estrazione dei parametri fisici dai dati. Diversi ricercatori INAF sono coinvolti in questo sforzo che va dallo sviluppo di modelli di sintesi di popolazione stellare, di evoluzione chimica, di assorbimento ed emissione della polvere a sofisticate tecniche di interpretazione e decomposizione delle distribuzioni spettrali di energia e delle proprietà spettrofotometriche delle galassie. Per ottenere progressi significativi in tutti gli ambiti discussi sopra è, infine, necessario accompagnare i risultati delle osservazioni con un confronto sistematico ed accurato con risultati di modelli teorici della formazione delle strutture cosmiche. Questi possono essere utilizzati, da un lato per ottimizzare le strategie osservative e/o per la definizione di specifici casi scientifici, dall'altro per condurre dettagliati confronti con i dati osservativi volti a testare specifiche assunzioni sui processi fisici in gioco. Il quadro osservativo sempre più dettagliato e complesso che si sta costruendo richiede lo sviluppo di modelli sempre più sofisticati. Gli obiettivi principali per il prossimo triennio, in questo ambito, includono: (1) Simulazioni (anche basate su metodi approssimati) a grande scala di modelli cosmologici alternativi a quello standard, allo scopo di identificare le migliori possibili diagnostiche di nuova fisica dalle survey cosmologiche che saranno avviate nei prossimi anni; (2) Modelli dettagliati (sia idrodinamici che semi-analitici) della formazione delle galassie e dei buchi neri centrali, dall'epoca di formazione delle prime galassie e su scale cosmologiche, in grado di fornire previsioni teoriche per strumenti di prossima generazione (JWST, SKA, Athena, SPICA). Allo scopo di massimizzare lo sfruttamento scientifico dei dati, queste simulazioni dovranno contenere una descrizione accurata della polvere e della interazione tra la radiazione e il mezzo intergalattico; (3) Sviluppo di codici di simulazioni innovativi, che includono esplicitamente la trattazione di processi fisici e microfisici complessi (quali turbolenza, feedback, conduzione, etc.), e in grado di sfruttare appieno la potenza di calcolo ad alte prestazioni disponibili nel prossimo futuro, con infrastrutture di classe "exa-scale". Tali simulazioni saranno cruciali in tutti gli ambiti della cosmologia e

dell'astrofisica della formazione delle galassie per fornire predizioni teoriche e/o interpretare osservazioni con strumenti futuri (es. SKA e precursori, Athena, etc.).

L'enorme quantità di dati a disposizione e la prevedibile crescita esponenziale dell'informazione, nonché la complessità dello spazio dei parametri da analizzare nel contesto della maggior parte dei progetti sopra menzionati, determinano infine l'esigenza di avvalersi delle odierne metodologie di *data mining* e *machine learning*, afferenti alle discipline emergenti dell'Astroinformatica e Astrostatistica (vedi sezione 5.1.5).

5.1.2 Astrofisica Stellare

La formazione, l'evoluzione, la fine delle stelle e lo studio dei loro sistemi planetari. Le popolazioni stellari come traccianti della storia chemodinamica delle galassie. La Via Lattea come prodotto della fisica fondamentale dell'Universo.

Le problematiche dell'astrofisica stellare si sviluppano dallo studio del singolo oggetto stellare fino a alle popolazioni stellari, all'origine della Via Lattea e a quella delle galassie esterne ed è possibile organizzarle in cinque ambiti principali: formazione stellare, evoluzione stellare, sistemi planetari extrasolari, archeologia Galattica e scala delle distanze e transienti.

Le questioni poste richiedono un approccio multidisciplinare che metta insieme osservazioni, modelli ed esperimenti di laboratorio. La varietà delle tematiche affrontate e l'ampia gamma di scale spaziali coinvolte richiedono l'utilizzo di metodologie diversificate.

Oggi l'INAF ha accesso agli strumenti più sofisticati disponibili e ha un consolidato ruolo di leadership internazionale conducendo ricerche di eccellenza con metodologie innovative e ottenendo risultati di grande impatto. I ricercatori dell'Istituto hanno sviluppato un'ampia rete di collaborazioni internazionali e sono protagonisti nello sviluppo di modelli teorici e nei principali progetti scientifici e tecnologici, da Terra e dallo Spazio, sia in corso sia programmati per il prossimo futuro.

5.1.2.1 Le Domande Fondamentali

Formazione stellare:

- *Leggi generali che determinano la formazione stellare nella Galassia:* l'impatto sull'evoluzione della Via Lattea attraverso l'analisi della distribuzione della formazione stellare nella Galassia
- *Processi che guidano la formazione delle stelle:* come le diverse condizioni ambientali danno luogo a diverse distribuzioni di oggetti stellari e come si svolge il processo dalle prime fasi del collasso fino all'ingresso sulla sequenza principale, al variare della massa.
- *Condizioni iniziali della formazione planetaria:* proprietà ed evoluzione dei dischi circumstellari come luogo di nascita dei pianeti.

Evoluzione stellare:

- *Processi fisici stellari:* ruolo della convezione, della rotazione e del campo magnetico sulle proprietà fisiche e chimiche nel tempo, vincoli osservativi e ruolo delle oscillazioni stellari come strumento diagnostico per la struttura interna delle stelle.

- *Evoluzione e destino finale delle stelle:* contributo dei venti stellari e/o esplosioni di supernova all'arricchimento chimico del mezzo interstellare e in generale alla materia oscura barionica dell'universo.

Sistemi planetari extrasolari:

- *Caratterizzazione e origine delle diverse architetture dei sistemi esoplanetari:* storia della loro formazione ed evoluzione orbitale, collocazione del Sistema Solare in tale contesto.
- *Proprietà fisiche degli esopianeti:* struttura interna e composizione chimica, caratteristiche chimico-fisiche delle atmosfere, correlazioni con le proprietà stellari, interazione fra stella e pianeta, effetti ambientali.
- *Condizioni di abitabilità:* proprietà strutturali degli esopianeti di tipo terrestre e proprietà fisico-chimiche delle atmosfere, ruolo dell'interazione fra stella e pianeta, identificazione di traccianti di processi biologici.

Archeologia Galattica:

- *Formazione delle strutture su scala sub-galattica sia nella Via Lattea sia nell'Universo Locale:* formazione da fusione di strutture primordiali o con formazione stellare già in corso. L'origine di alone, bulge, disco, e il ruolo della gravità e della materia oscura nelle strutture del Volume Locale.
- *Processi fisici nella storia della formazione stellare negli ammassi stellari della Via Lattea e nelle galassie del Gruppo Locale:* meccanismo di formazione stellare continua e spazialmente uniforme o episodica e disomogenea. Ruolo dell'interazione tra gas e stelle.
- *Evoluzione chimico-dinamica della Via Lattea* attraverso lo studio delle proprietà delle popolazioni stellari, dagli ammassi alle galassie del Gruppo locale.
- *La Galassia e i suoi satelliti come prodotto cosmologico:* la Via Lattea nel contesto delle galassie e come test delle teorie della gravità.

Scala delle distanze e transienti:

- *Determinazione accurata delle distanze,* per ottenere la distribuzione tridimensionale della galassie, studiare le popolazioni stellari e caratterizzare le proprietà fisiche di stelle e galassie.
- *Ruolo delle Supernovae e Kilonovae* come indicatori di distanza secondari e per indagare la natura fisica dell'energia oscura. Di fondamentale importanza la recente scoperta di una nuova classe di Supernovae super-luminose visibili a distanze ulteriori.
- *Stima dei parametri cosmologici fondamentali come la costante H_0 di Hubble-Lemaitre* basata su un'accurata calibrazione di indicatori di distanza primari e secondari e comprensione della differenza attualmente esistente con quella basata sulla misura della radiazione cosmica di fondo.

5.1.2.2 *Gli Strumenti di Indagine*

Formazione stellare. La distribuzione di stelle giovani su scala galattica si studia con Gaia e con grandi survey spettroscopiche da terra. La distribuzione della polvere interstellare, la fisica e la chimica delle nubi molecolari, su tutte le scale, sono investigate con osservazioni a lunghezze

d'onda dal radio al lontano infrarosso con SRT, IRAM-30m, NOEMA, ALMA, VLA, EVN, VLBA, EATING VLBI e in futuro SKA e JWST. Esperimenti di chimica di laboratorio sono di complemento a tali studi. I sistemi già formati stella-disco-jet si studiano con ALMA e con strumentazione in UV, ottico e IR, spesso ad alta risoluzione spaziale e spettrale. Da Terra si usano strumenti come X-Shooter, SPHERE, GIARPS@TNG, e in futuro CRIRES+ e MOONS presso il VLT, le camere LBC e LMIRcam e in futuro SHARK presso il LBT, LSST, SOXS e, in prospettiva, HIRES presso EELT. Dallo spazio si osserva con HST, Chandra, XMM/Newton e prossimamente con JWST. I modelli teorici relativi alla fisica e chimica delle nubi e dei dischi protoplanetari sono sviluppati con studi analitici e simulazioni numeriche elaborati in INAF e in collaborazione con Università italiane ed europee. In collaborazione con i laboratori di ENEA e INFN si studiano fenomeni ad alta energia che simulano l'attività nella magnetosfera stellare.

Evoluzione Stellare. La comunità INAF ricopre un ruolo internazionale di primo piano nel campo della modellistica stellare, grazie all'utilizzo di codici evolutivi sempre più complessi e aggiornati. Gli studi più recenti hanno registrato notevoli progressi nella descrizione delle fasi finali della vita delle stelle, le più rilevanti per l'arricchimento chimico del mezzo interstellare: la fase di ramo asintotico, per stelle di piccola massa, e le esplosioni di supernovae (SNe). Le ricerche sulle proprietà delle stelle riceveranno un notevole impulso dalla strumentazione osservativa di ultima generazione: il problema dell'assorbimento della radiazione elettromagnetica da polveri interstellari nel piano galattico, di cui soffrono le osservazioni nell'ottico, è superabile nelle bande infrarosse e radio, con strumenti quali ASKAP, MeerKAT ed ALMA e, in futuro, SKA. Un contributo di primo piano verrà fornito dagli studi di carattere asterosismologico sia nella popolazione di campo sia in ammassi, che sulla base dei dati dei satelliti CoRoT, Kepler, TESS e, in futuro, della missione Plato, consentiranno di stimare masse, raggi ed età di stelle distanti, e di determinare la loro struttura interna. La sinergia di questi studi consentirà di superare le attuali criticità che limitano il potere predittivo dei modelli, quali il trattamento della convezione, la perdita di massa ed il ruolo di rotazione e campi magnetici.

Sistemi planetari extrasolari. Le osservazioni necessarie per lo studio dei sistemi planetari includono misure fotometriche, spettroscopiche, astrometriche e di rilevazione diretta sia da Terra sia dallo Spazio. Gli strumenti principali utilizzati sono HARPS-N@TNG, ESPRESSO@VLT, GIARPS, CRIRES+ e in futuro HIRES@ELT per la spettroscopia da Terra; HST, e in futuro JWST e ARIEL per la spettroscopia dallo spazio; TESS, CHEOPS e in futuro PLATO per la fotometria; SPHERE, SHARKS, ERIS, ERIS+SPIFFIER e in futuro SPHERE+ per le osservazioni a immagine e la spettroscopia da immagini ad alto contrasto; Gaia per l'astrometria e ALMA e SPHERE per le interazioni tra pianeti e dischi; Chandra e XMM/Newton e in futuro ATHENA nei raggi X e HST per la banda UV/FUV. Le osservazioni sono analizzate con sofisticate tecniche che richiedono lo sviluppo di modelli di segnali planetari che saranno coadiuvati da esperimenti di laboratorio mirati.

Archeologia Galattica. Le grandi survey dallo Spazio (con tutti i prodotti della missione Gaia in corso, EUCLID in realizzazione), quelle future da Terra sia fotometriche (LSST attualmente in fase di commissionamento e WFIRST in futuro) sia spettroscopiche (WEAVE e 4MOST in ottico, e MOONS in infrarosso), le più avanzate strumentazioni attualmente accessibili (e.g. HST, ESO-VLT, LBT, TNG) e quelle che inizieranno ad essere disponibili nei prossimi tre anni (compresi JWST e EELT) garantiscono lo sviluppo dell'archeologia galattica, permettendo di identificare i possibili componenti primordiali dispersi nelle varie sottostrutture Galattiche (alone, disco e bulge), di caratterizzarne le principali proprietà (età, chimica e massa) e di tracciare i principali processi di formazione ed evoluzione attraverso gli ammassi stellari aperti e globulari.

Lo sviluppo di modelli dinamici che introducono fenomeni di non-equilibrio e dell'astrometria relativistica rivestono un ruolo importante per la corretta derivazione dei parametri osservativi, come anche il costante aggiornamento dei sistemi di riferimento celesti, necessari alla derivazione di parallassi (distanze), moti propri e velocità radiali assoluti. Questo fornirà la chiave per un accurato confronto con modelli teorici e simulazioni di evoluzione cosmologica in grado di produrre in dettaglio galassie simili alla Via Lattea e di affrontare problematiche di Cosmologia Locale.

Scala delle distanze e transienti. Gli indicatori di distanza stellari che formano la scala delle distanze extragalattiche sono costituiti anzitutto da quelli primari, quali le variabili pulsanti Cefeidi Classiche e RR Lyrae, che a loro volta vengono utilizzati per calibrare indicatori secondari, come per esempio le SNe, la funzione di luminosità degli ammassi globulari e le fluttuazioni di brillantezza superficiale (SBF) che permettono di raggiungere distanze di interesse cosmologico.

L'utilizzo di modelli teorici pulsazionali, in grado di riprodurre le proprietà osservate delle variabili, e i risultati di Gaia che sta ottenendo distanze con una precisione senza precedenti per un altissimo numero di Cefeidi ed RR Lyrae nella Via Lattea consentiranno una nuova e più accurata calibrazione delle relazioni che rendono queste variabili candele standard per la misura delle distanze.

Per quanto riguarda il ruolo delle SNe come indicatori di distanza e per indagare sulla natura fisica dell'Energia Oscura, occorrono osservazioni spettrofotometriche con un campionamento temporale frequente, ampio range spettroscopico e buona risoluzione spettrale. Importanti risultati potranno essere ottenuti grazie a strumenti quali SOXS sviluppato appositamente per i transienti e esperimenti quali DES, Euclid, LSST, WFIRST che abatteranno drasticamente sia gli errori statistici sia quelli sistematici. Nei prossimi anni lo studio delle Kilonovae avrà potenzialmente un impatto sempre più importante tra gli indicatori di distanza, grazie alle sinergie congiunte di survey osservative (GRAWITA ed ENGRAVE) e campagne per la ricerca di onde gravitazionali (VIRGO/LIGO/KAGRA).

5.1.2.3 *Gli Obiettivi Strategici*

Gli obiettivi su tempo scala del triennio sono descritti nelle sezioni seguenti. Contemporaneamente, in prospettiva di una strategia a lungo termine, è molto importante rafforzare la partecipazione dei ricercatori dell'INAF alla preparazione scientifica dei progetti in fase di studio e della strumentazione sia da Terra sia dallo Spazio in fase di costruzione o disegno. In tal modo l'INAF potrà mantenere un ruolo di primo piano nello sfruttamento scientifico soprattutto degli investimenti a cui l'INAF stesso ha dedicato importanti risorse finanziarie e umane.

Formazione Stellare: Nel triennio gli obiettivi dello studio si articoleranno in tre aree principali:

- *La determinazione di uno scenario globale di formazione stellare nella Via Lattea e l'impatto di questa sull'ambiente locale circostante (soprattutto intorno a stelle di alta massa), come paradigma per lo studio della formazione stellare nelle altre galassie.* I tempi di evoluzione delle nubi molecolari nelle quali avrà luogo la formazione stellare sono determinati dall'interazione fra gravità, campo magnetico, turbolenza e instabilità dinamiche indotte dai bracci di spirale. In questo quadro il progetto H2020 ECOGAL, a co-guida INAF, è finalizzato a capitalizzare l'informazione dai vasti dataset per il piano Galattico, dal visibile al radio, già disponibili o ottenibili nel triennio con SRT, GBT, IRAM e con gli interferometri a lunga linea di base come l'EVN, il VLBA e l'EATING VLBI. Il confronto con le distanze di milioni di oggetti stellari giovani fornite da Gaia (vedi il Catalogue of Nearby Stars, GCNS) produrrà, per mezzo di tecniche di inversione, una mappatura 3D del mezzo interstellare senza precedenti. Le proprietà globali delle stelle appena nate saranno studiate da

grandi survey in ottico e IR come 4MOST o WEAVE, e nei raggi X da un *large programme* Chandra a guida italiana.

- *L'analisi dei processi fisici e chimici nella formazione della protostella alle varie masse*, dalla frammentazione dei filamenti all'insorgere dell'accrescimento sull'oggetto formato. Per le fasi iniziali il progetto ALMAGAL osserverà oltre mille condensazioni con l'interferometria ALMA: avvalendosi di una così ampia statistica, si studieranno le condizioni che determinano la frammentazione, con particolare riguardo alla presenza di core di alta massa. Per le fasi evolutive più avanzate si progettano ampie survey di siti galattici nel MIR con JWST e SPICA. I primi segnali di outflow si cercheranno nel radio come radiazione di free-free termico nei jet. Parallelamente, si studierà l'astrochimica nelle varie fasi di formazione, indagando l'evoluzione della complessità molecolare dalle semplici specie presenti nell'ISM alle molecole organiche e pre-biotiche nel disco protoplanetario. Questo aspetto sarà esaminato dai large program FAUST con ALMA a leadership INAF, e SOLIS con NOEMA a forte partecipazione INAF. In questo quadro si studierà anche la generazione e propagazione di radiazione energetica e di raggi cosmici ionizzanti, di fondamentale importanza per seguire correttamente l'evoluzione chimica del mezzo. La configurazione del campo magnetico, elemento chiave nella dinamica del processo di formazione, sarà analizzata con la polarimetria nel submillimetrico, finalmente possibile con ALMA, e nel centimetrico attraverso lo studio della polarimetria maser tramite osservazioni con interferometri a lunga linea di base. La distribuzione delle sorgenti maser darà inoltre informazioni sulla presenza e configurazione di dischi e venti intorno a stelle di alta massa ancora immerse nella nube di formazione.

- *La caratterizzazione del sistema stella-disco-venti nel corso della fase di pre-sequenza*. Per determinare la configurazione iniziale della formazione planetaria è cruciale studiare le proprietà e l'evoluzione del disco. Quest'indagine viene condotta in IR con ottica adattiva (ad esempio con VLT/SPHERE) e con survey interferometriche con ALMA (a guida INAF). Combinando osservazioni e studi teorici basati su simulazioni numeriche si analizzeranno la distribuzione di polvere e gas e il loro rapporto in massa, le sottostrutture come spirali e gap (che potrebbero essere legate alla presenza di pianeti), l'evoluzione chimica, l'aggregazione della polvere e la formazione di planetesimi, i fenomeni di migrazione. I tassi di accrescimento sulla stella e l'effetto sul disco della radiazione prodotta dallo shock di accrescimento saranno analizzati con survey spettroscopiche multi-banda, e in particolare con GIARPS e MOONS (GTO program "Young clusters" a guida INAF). Lo studio dei jet e dei venti, cruciale per il loro feedback dinamico e chimico sul disco, si baserà su eai fenomeni di accrescimento e quindi all'evoluzione del disco, e la produzione locale di radiazione energetica e raggi cosmici dagli shock interni ai jet, che influenzano la fisica e la chimica alla superficie del disco. L'impatto dei burst di accrescimento sulla distribuzione finale di massa delle stelle verrà studiato grazie a grandi survey fotometriche (LSST) e spettroscopiche (SOXS).

Evoluzione stellare. Per migliorare la comprensione dell'evoluzione delle stelle ci proponiamo di studiare l'efficienza di processi fisici tuttora poco conosciuti e non descrivibili sulla base di principi primi, quali la perdita di massa e i meccanismi che determinano un cambiamento significativo nelle proprietà superficiali delle stelle (luminosità, temperatura efficace e soprattutto composizione chimica), in particolare l'efficienza della convezione e della rotazione, il ruolo del campo magnetico, nonché gli eventi di mescolamento tra strati interni ed esterni in stelle giganti. A tal riguardo, le interazioni tra materiale espulso da un'esplosione stellare e materiale circumstellare preesistente (visibili come emissione X, UV e radio) sono cruciali per tracciare la storia recente di perdita di massa delle stelle. Tra le stelle di grande massa, assumono particolare importanza le Luminous Blue Variables, per le quali ci si aspetta un notevole incremento di dati, grazie alle survey

profonde a grande campo con elevata cadenza temporale nel visibile (LSST) ed a alta sensibilità e risoluzione angolare nel radio (precursori SKA). Nell'ambito delle stelle di massa piccola e intermedia, la perdita di massa e la sua evoluzione temporale in stelle di Red Giant Branch (RGB) e Asymptotic Giant Branch (AGB) saranno caratterizzate da osservazioni spettrofotometriche nelle bande infrarosse, sub-millimetriche, millimetriche e radio.

Un notevole impulso alla comprensione dei meccanismi fisici ancora poco conosciuti, che incidono sulla struttura delle stelle, sarà dato dallo sviluppo dell'asterosismologia, applicata a tutte le stelle osservate in quantità considerevoli da CoRoT, Kepler, TESS, e presto dalla missione spaziale PLATO, comprese le nane bianche. Queste osservazioni potranno fornire importanti informazioni sull'efficienza dei processi convettivi, del trasporto del momento angolare e sul ruolo della rotazione lungo le diverse fasi dell'evoluzione stellare. Lo sviluppo di tali competenze è fondamentale per poter sfruttare pienamente l'ampio database che sarà fornito da PLATO.

Il recente sviluppo dell'Astronomia "multi-messenger" ha determinato un notevole interesse verso l'evoluzione delle stelle massicce. Rilevazioni dirette di onde gravitazionali emesse dalla coalescenza e fusione di buchi neri hanno rivelato l'esistenza di oggetti compatti con massa dell'ordine delle decine di masse solari, mettendo in luce problematiche sulla relazione tra la massa iniziale della stella e la massa finale dell'oggetto compatto rimanente. D'altra parte, gli intervalli di massa iniziale che competono ai diversi tipi di esplosioni di SNe, e la loro variazione sistematica con la metallicità, sono tuttora soggetti a notevoli incertezze. Nei prossimi tre anni sarà possibile determinare quali sono le stelle che evolvono in buchi neri, quale è l'impatto della rotazione ed il ruolo della interazione tra stelle in sistemi binari o multipli. Le survey attuali stanno scoprendo un'inattesa varietà di esplosioni stellari, dai vari sotto-tipi di esplosioni SNe, alle eruzioni non terminali di stelle massicce giunte alle ultime fasi della loro evoluzione. Altrettanto importanti sono gli episodi di coalescenza tra stelle di neutroni (dei quali è fondamentale conoscere l'evoluzione precedente), che portano al fenomeno delle kilonovae (il cui andamento temporale è modulato dalla presenza di elementi pesanti appena sintetizzati). Le future campagne osservative forniranno ampia statistica sulle esplosioni dei diversi tipi, e intendiamo sfruttare appieno i dati con strumenti di analisi che stiamo approntando. In questo settore un contributo fondamentale verrà dato dallo strumento SOXS per ESO-NTT, del quale INAF detiene la PI-ship. Allo stesso tempo è necessario sviluppare un quadro teorico completo di riferimento, in particolare per gli stadi finali dell'evoluzione delle stelle più massicce.

Per quanto riguarda le stelle di massa piccola e intermedia, nei prossimi anni ci si propone di sfruttare il notevole bagaglio conoscitivo fin qui sviluppato in ambito INAF per approfondire la conoscenza delle fasi evolutive avanzate, in particolare delle fasi di ramo asintotico (AGB) e successivo (post-AGB e nebulose planetarie). I prossimi studi in questo ambito saranno mirati a definire il ruolo di primaria importanza che queste stelle svolgono come agenti inquinanti del mezzo interstellare, per determinare la composizione chimica del gas che riversano nell'ambiente circostante e per caratterizzare la produzione di elementi pesanti, prodotti attraverso il processo di cattura neutronica lenta (processo s). Una componente importante di questa ricerca riguarderà la produzione di polvere da parte delle stelle AGB (i principali produttori di polvere nell'Universo), al fine di determinarne la mineralogia e la quantità che si forma nei loro venti. Tali studi consentiranno, in un ambito più generale, di determinare il feedback da parte di queste stelle sulla galassia ospite e il ruolo svolto nel ciclo di vita.

Sistemi planetari extrasolari. Lo studio dei sistemi extrasolari vedrà nei prossimi anni in tutto il mondo un notevole sviluppo in cui i ricercatori dell'INAF avranno un ruolo di primo piano. Gli obiettivi per il triennio sono:

- *Determinazione della diversità delle architetture e della dinamica dei sistemi planetari* tramite campagne osservative coordinate con gli strumenti più sofisticati disponibili. Si passerà dalla rivelazione di un singolo pianeta alla ricerca sistematica e per quanto possibile completa di sistemi planetari multipli, allo scopo di determinare la frequenza delle diverse configurazioni, le condizioni in cui una certa tipologia di sistema si forma e come si colloca il Sistema Solare nel contesto dei sistemi planetari. Occorre notare che la comprensione della formazione dei sistemi planetari richiede un'adeguata comprensione del contesto in cui questa avviene, cioè la formazione stellare. In particolare, la formazione dei pianeti nei dischi non può prescindere da una comprensione della formazione dei sistemi binari stretti che costituiscono quindi un meccanismo in parte competitivo con la formazione dei pianeti.

Allo scopo di esplorare differenti regioni dei sistemi esoplanetari si utilizzeranno gli strumenti alla cui realizzazione INAF ha contribuito in modo significativo (ad es. HARPS-N@TNG, ESPRESSO@VLT, SPHERE@VLT e SHARK@LBT che sarà operativo nel triennio in questione). Inoltre, la terza release completa di Gaia, che sarà disponibile verso la metà del 2022, permetterà un'analisi statistica dei pianeti massicci a distanze orbitali intermedie attorno alle stelle di tutti i tipi spettrali, età e composizione chimica. Speciale attenzione sarà dedicata ai sistemi planetari attorno a stelle giovani, molto importanti per la comprensione della formazione ed evoluzione dei sistemi planetari e che è uno degli obiettivi dei programmi in corso o in programmazione con ALMA, SPHERE, ERIS (per il quale c'è disponibilità di GTO), di SHARKs e del Large Project GAPS2 approvato per 5 anni con la configurazione GIARPS (HARPS-N+GIANO) al TNG a guida italiana. Tecniche combinate di analisi permetteranno di studiare la demografia dei sistemi planetari su tutti gli intervalli di separazione e massa, nonché le correlazioni con le proprietà delle stelle centrali.

- *Misura della massa dei pianeti transitanti*, specialmente di quelli di piccola dimensione scoperti da Kepler, da K2 e soprattutto da TESS e CHEOPS, con gli spettrografi HARPS, HARPS-N e ESPRESSO, per determinare le densità. I risultati saranno confrontati con modelli di strutture planetarie per determinare la natura dei pianeti. Di particolare importanza sono i pianeti di massa minore di 10 masse terrestri che hanno una distribuzione bimodale dei raggi. La relazione fra la densità planetaria e le proprietà stellari come la radiazione, temperatura o attività magnetica permetterà di capire l'origine della bimodalità. In questo contesto è importante la preparazione scientifica alla missione PLATO, che riuscirà a osservare pianeti terrestri attorno a stelle come il Sole.

- *Determinazione della composizione chimica delle atmosfere dei pianeti gioviani* per mezzo di osservazioni spettroscopiche ad alta e bassa risoluzione, da Terra e dallo Spazio, in banda ottica (HARPS, HARPS-N e ESPRESSO, HST) e infrarossa (GIANO, CRIRES+, JWST). A questo scopo sarà necessario lo sviluppo di tecniche sofisticate per l'analisi congiunta di spettri ad alta e bassa risoluzione, che forniscono informazioni complementari, per determinare la struttura atmosferica in pressione-temperatura insieme alle abbondanze delle molecole principali. Queste tecniche saranno poi utilizzabili anche per le super-Terre che saranno osservate da ARIEL. L'attività sarà coadiuvata dallo sviluppo di modelli atmosferici autoconsistenti con capacità predittive da utilizzare per l'interpretazione delle osservazioni.

- *Studio della fenomenologia e delle condizioni in cui si manifestano interazioni mareali e magnetiche fra stella e pianeta.* Studi dettagliati di spettri di atmosfere di pianeti in rotazione sincrona con la

stella e analisi degli effetti dell'attività magnetica stellare e della sua variabilità a vari tempi scala sulle atmosfere planetarie (ad es. riscaldamento, evaporazione, effetti chimici). Eventuali effetti di feedback sulla stella stessa (accrescimenti, momento angolare, perturbazioni gravitazionali). Questi studi richiedono l'utilizzo di indicatori spettroscopici ottici/IR (come diagnostiche delle interazioni) insieme a osservazioni in varie bande, dai raggi X al radio, che permettano di stabilire l'intensità e l'energia della radiazione incidente sul pianeta. Sarà necessario lo sviluppo di modelli di trasporto radiativo dettagliati che includano i processi fisici rilevanti, inclusi eventuali effetti di non equilibrio. L'obiettivo sarà la determinazione di varie diagnostiche misurabili con gli strumenti attuali nelle diverse bande, ma anche con gli strumenti futuri come ARIEL o HIRES@ELT. Gli studi in oggetto beneficeranno di esperimenti di laboratorio in cui varie miscele di gas, che simulano diversi tipi di atmosfere, sono irradiati da sorgenti di diversa energia e intensità, simulando la radiazione stellare (progetto "Atmosfere in provetta").

- Verranno identificati i pianeti che potrebbero avere le condizioni fisiche adatte allo sviluppo della vita. Sarà quindi rilevante la determinazione della densità media di pianeti di tipo terrestre che si trovano nella fascia di abitabilità delle stelle di piccola massa con HARPS-N ed ESPRESSO. Nei casi in cui sarà possibile, si determineranno le proprietà dell'atmosfera e in particolare la temperatura alla superficie e la composizione atmosferica per mezzo di osservazioni spettrali (ad esempio con ESPRESSO o con JWST) da interpretare con l'aiuto di modelli sviluppati appositamente. Uno degli aspetti che sarà sviluppato in questo contesto è la identificazione di alcune molecole traccianti di processi biologici (*bio-signatures*) e la realizzazione di simulazioni realistiche in atmosfere di pianeti terrestri temperati e studi della rivelabilità dei *bio-signatures* con HIRES/ELT.

Archeologia Galattica. La combinazione dei risultati ottenuti da Gaia e da una larga serie di campagne osservative, sia spettroscopiche (WEAVE, 4MOST, MOONS) sia fotometriche (LSST, VST), condotte da Terra produrrà una rivoluzione nella nostra comprensione della formazione ed evoluzione della Via Lattea.

Tra gli obiettivi primari vi sono l'indagine sui meccanismi di formazione della nostra Galassia e la validazione del modello standard cosmologico attraverso lo studio delle popolazioni stellari più antiche della Via Lattea (alone e disco spesso). Su scala Galattica infatti possiamo rivelare i residui fossili dei processi di formazione avvenuti 8-10 miliardi di anni fa che la teoria standard cosmologica prevede essersi formata per fusione gerarchica di galassie. Attraverso l'analisi delle imminenti data release di Gaia, EDR3 (2020) e DR3 (2021), in sinergia con le grandi survey spettroscopiche ad alta risoluzione da Terra sarà possibile: (a) identificare nuovi stream e meglio risolvere quelli noti al fine di ricostruire il numero e l'entità dei sottosistemi accresciuti, (b) confrontare le proprietà chemocinematiche osservate con quelle predette da simulazioni cosmologiche di galassie a disco simili alla Via Lattea, per caratterizzare i satelliti progenitori (in termini di massa, età, orbite, ecc.), ricostruire l'evoluzione chimica dell'alone-disco spesso-disco sottile, (c) sfruttare il contributo degli ammassi aperti come traccianti della formazione ed evoluzione del disco e, infine, (d) confrontare i risultati trovati per la Via Lattea con quelli derivati da studi in popolazioni stellari sia risolte sia non risolte in galassie nel Volume Locale. Un ulteriore obiettivo è comprendere la natura dinamica delle strutture della nostra Galassia, anche quelle non asimmetriche (ad esempio il warp, i bracci di spirale e la barra centrale) e quelle asimmetriche includendo i fenomeni che producono un disco fuori equilibrio, per mezzo di studi 6D (posizioni e velocità) di grandi campioni di stelle.

Le questioni più pressanti nello studio degli ammassi stellari, delle loro popolazioni e del loro ruolo come traccianti della formazione ed evoluzione delle galassie riguardano: i) il contributo alla formazione dell'alone e al bulge della Galassia; ii) la formazione degli ammassi globulari e quella

delle loro popolazioni multiple caratterizzate da differenti abbondanze di elementi leggeri (come Na, O, He) e i meccanismi fisici (come la rotazione) che ne determinano le proprietà; iii) il ruolo degli ammassi aperti nella formazione ed evoluzione della popolazione di disco, nel processo di formazione stellare, feedback tra evoluzione stellare e cinematica nelle fasi iniziali di vita. Rispondere in modo efficace a queste domande richiede la costruzione di un solido scenario osservativo e una profonda comprensione dell'evoluzione dinamica e chimica di questi sistemi attraverso lo sviluppo di adeguate tecniche osservative, di simulazioni N-body e di modelli chemo-dinamici realistici. Inoltre è necessario sviluppare un'accurata conoscenza delle condizioni iniziali di formazione e delle possibili variazioni in funzione del redshift, che richiedono osservazioni di precursori di ammassi globulari ad alto redshift, possibili con JWST e E-ELT nel prossimo futuro.

Un avanzamento dei modelli teorici per evoluzione stellare, nucleosintesi e dinamica a differenti scale (idrodinamici, N-body e Tree-SPH) e di quelli per la corretta generazione delle osservabili consistenti con la Relatività Generale (o teorie alternative della gravità) è fondamentale per la ricostruire l'evoluzione chimico-dinamica dei sistemi stellari su ampia scala. Occorre quindi potenziare in modo sinergico le strutture di calcolo, archivio e "data exploitation" già esistenti (ASDC, Cineca, DPCT) e completare quelle in sviluppo (TLS) per poter affrontare al meglio l'interpretazione dell'eccezionale qualità e quantità dei dati osservativi presenti e futuri ovvero, oltre ai prodotti Gaia (come il GCNS), le campagne spettroscopiche WEAVE, 4MOST, MOONS e fotometriche (LSST).

Un ruolo importante avrà la determinazione della tipologia e della quantità di polvere prodotta da stelle evolute di massa e composizione chimica differenti. Questo passo è fondamentale per l'interpretazione di future osservazioni di popolazioni stellari nel vicino e medio infrarosso con JWST, nella Galassia e nel Gruppo Locale, e per determinare il contributo di polvere delle sorgenti stellari nelle galassie, mirando a caratterizzare le sorgenti osservate e a stabilire una metodologia finalizzata alla ricostruzione della storia di formazione stellare e dell'evoluzione della relazione massa-metallicità delle galassie ospiti.

Uno studio di Cosmologia Locale ottenuto con il confronto diretto fra grandi moli di dati osservativi, codici di analisi numerica e modelli evolutivi stellari aggiornati consentirà di ricostruire la storia della formazione stellare reale in galassie di tutti i tipi morfologici. Questo permetterà di risolvere problematiche legate all'efficienza della formazione stellare nelle galassie nane e di valutare l'effetto della reionizzazione (radiazione UV di fondo), il ruolo della "schermatura", come anche la natura e l'efficienza di processi di smorzamento ("quenching") della formazione stellare.

L'implementazione avanzata dell'astrometria relativistica per il pieno sfruttamento dei risultati di Gaia renderà possibile testare la gravità e le teorie alternative della Relatività Generale nel contesto cosmologico. A questo fine si indagheranno gli effetti relativistici legati alla propagazione luminosa e del segnale di onde gravitazionali, nonché si valideranno i nuovi modelli relativistici con le curve di rotazione Galattica.

Scala delle distanze e transienti. La differenza esistente nelle stime di H_0 misurate nell'universo di oggi, ottenute dalla scala delle distanze e quelle misurate nell'universo primordiale, basate sulla misura delle fluttuazioni della radiazione cosmica di fondo, rappresenta uno degli argomenti più dibattuti in quanto implicherebbe una profonda revisione dei modelli cosmologici. È quindi cruciale un'adeguata comprensione dei possibili errori sistematici in gioco ed una loro minimizzazione che per quanto riguarda l'astrofisica stellare si basa su un'accurata revisione della calibrazione e una dettagliata comprensione fisica dei principali indicatori di distanza. Un contributo fondamentale sarà dato da Gaia che produrrà una "fotografia" senza precedenti della Via Lattea con informazioni

uniche sulle sue dimensioni spaziali e nel campo delle teorie dell'evoluzione e della pulsazione stellare. In particolare, i ricercatori INAF saranno ancora fortemente coinvolti per la terza release Gaia prevista presumibilmente per fine 2021 - inizio 2022 che permetterà di avere una stima delle distanze delle stelle della Via Lattea con un'accuratezza senza precedenti, ma anche misure molto accurate dell'energia emessa da ciascuna stella per un campione enorme ($> 10^7$) di stelle della Galassia.

La calibrazione Gaia degli indicatori di distanza primari aprirà una nuova era in termini di precisione e accuratezza della scala delle distanze extragalattiche e dunque nella conoscenza delle reali dimensioni spaziali dell'Universo. Questo lavoro verrà esteso alle altre galassie del Gruppo Locale grazie a LSST, una survey da Terra, la cui fase di "Science Verification" partirà a fine 2021. Si sta inoltre lavorando alla fase preparatoria per la scienza con MICADO@E-ELT per estendere le osservazioni delle Cefeidi Classiche anche in campi affollati fino all'ammasso di Coma, delle RR Lyrae anche nelle galassie ellittiche e nelle spirali giganti fino a circa 6 Mpc e si potrà estendere l'applicazione delle SBF da 150 a oltre i 300 Mpc.

L'osservazione dei diversi tipi di variabili pulsanti permette inoltre di ottenere mappe 3D delle popolazioni stellari nelle galassie ospiti e di caratterizzarne le proprietà intrinseche (età, composizione chimica) contribuendo sia alla ricostruzione della storia di formazione delle galassie, sia alla calibrazione diretta di vari indicatori secondari osservabili anche a distanze di interesse cosmologico.

Per la calibrazione assoluta della scala di distanza e per indagare sulla possibile evoluzione cosmica e sulla natura fisica dell'Energia Oscura occorre ampliare e perfezionare lo schema di classificazione, per caratterizzare anche spettroscopicamente la diversità delle curve di luce delle SNe di tipo Ia e dei nuovi tipi di esplosione stellare recentemente scoperti come ad esempio le SNe Super Luminose per estendere la scala di distanza delle SNe a redshift $z \sim 3-4$ grazie all'estensivo utilizzo del GTO di SOXS (in costruzione con PI INAF). Fondamentale sarà inoltre nei prossimi anni lo sviluppo di metodologie per la determinazione di distanza tramite onde gravitazionali che potrà aprire scenari fondamentali sia per la calibrazione degli indicatori che per l'impatto sulla cosmologia.

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 tra i vari corpi che ne fanno parte.

5.1.3.1 Le domande fondamentali

Lo studio del Sole e del Sistema Solare riguarda molti ambiti di ricerca, quali la fisica del Sole e dell'eliosfera e la planetologia. I ricercatori INAF sono impegnati a dare risposta alle seguenti domande fondamentali:

- Come si origina ed evolve il campo magnetico del Sole, quali sono i meccanismi fisici che determinano e regolano il riscaldamento della corona e l'accelerazione del plasma e delle particelle ad alta energia?
- Quali sono stati i processi che hanno determinato la formazione, l'evoluzione e le proprietà dei corpi del Sistema Solare?

- Quali sono stati i processi evolutivi che hanno permesso l'emergere della vita?

5.1.3.2 *Ambiti di ricerca*

Fisica del Sole e dell'eliosfera Il Sole consente 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, l'attività magnetica stellare. Lo studio delle sue interazioni con l'ambiente circumstellare e con i pianeti del sistema solare fornisce informazioni sull'impatto della variabilità solare sul clima della Terra e dei pianeti nonché sull'attuale riscaldamento globale. Queste informazioni ci consentono di comprendere come l'evoluzione del Sole ha affiancato lo sviluppo della vita sulla Terra e più in generale sugli altri sistemi planetari.

Negli ultimi anni 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. L'esposizione di innumerevoli infrastrutture critiche (reti per telecomunicazioni satellitari, navigazione aerea e marittima) agli effetti dell'attività solare ha reso lo studio dei processi solari ed eliofisici e il monitoraggio continuo del Sole, asset strategici dal punto di vista socio-economico.

In attesa di futuri telescopi solari da Terra e dallo spazio, che avranno un rilevante contributo INAF (quali **EST**, **PROBA-3**), la sfida appena cominciata è l'osservazione e lo studio del Sole tramite la strumentazione installata nei telescopi solari a Terra e a bordo del **Solar Orbiter**, la missione ESA/NASA lanciata nel febbraio 2020. I dati di questi telescopi e della missione Solar Orbiter consentiranno di studiare 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, e le cause delle esplosioni osservate e la propagazione dei loro effetti nell'eliosfera.

Lo studio delle proprietà del mezzo interplanetario, del vento solare e della loro interazione con gli ambienti planetari e circum-planetari si avvale di diversi strumenti di indagine. In primo luogo si utilizzano osservazioni sia dallo spazio per monitorare l'ambiente elettromagnetico e particellare dei diversi corpi, sia da terra per studiare la variabilità delle esosfere planetarie (e.g. l'emissione del sodio) con l'attività solare, e gli effetti sulla ionosfera causati dall'interazione del vento solare con la magnetosfera terrestre. Inoltre, modelli di dinamica delle magnetosfere, del plasma e delle esosfere planetarie sono utilizzati per interpretare e predire la risposta di tali ambienti al vento solare e al mezzo interplanetario. Tali modelli sono anche un utile strumento per valutare gli effetti della radiazione particellare sulla strumentazione a bordo delle missioni spaziali. Infine, ci si avvale anche dei risultati di esperimenti di laboratorio che simulano l'interazione dei plasmi con analoghi planetari.

L'analisi delle grandi moli di dati oggi disponibili richiede sempre di più lo sviluppo in corso di nuove metodologie per l'identificazione e la tracciatura automatica di fenomeni di origine solare, ad esempio sfruttando il machine learning. La modellizzazione numerica affianca l'analisi e l'interpretazione dei dati, permettendo la comprensione di fenomeni fisici di plasmi non riproducibili in laboratorio. Ad esempio, i fenomeni di riscaldamento impulsivo 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.

Planetologia Lo studio dei pianeti proseguirà con importanti missioni spaziali in operazione e che verranno lanciate nei prossimi due anni. A partire dai pianeti terrestri con la missione **BepiColombo**

verso Mercurio e il progetto **ExoMars** verso Marte, composto da un satellite già in orbita attorno al pianeta e uno che verrà lanciato nel 2022. Passando per l'esplorazione dei corpi minori con Comet Interceptor e **LICIACube** e arrivando ai pianeti giganti, con la missione **JUICE** che sarà lanciata nel 2022 verso il sistema gioviano.

La comunità INAF è tradizionalmente molto attiva anche nelle osservazioni da Terra dei piccoli corpi (asteroidi, comete e oggetti trans-nettuniani), di pianeti e satelliti. INAF è stata ed è coinvolta nel ruolo di PI e CoI-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. Le osservazioni da Terra, ivi comprese quelle di meteore brillanti (progetto PRISMA), rappresentano un mezzo insostituibile per fornire dati necessari all'investigazione teorica sull'origine e successiva evoluzione dei corpi planetari. Inoltre, consentono di studiare la popolazione di meteoroidi che impattano la Terra sotto forma di meteore brillanti e il loro recupero subito dopo la caduta, come nel caso della "meteorite di Capodanno" all'inizio del 2020.

La ricerca osservativa è affiancata da una ben consolidata ricerca teorica che si può riassumere nelle seguenti tematiche.

Evoluzione del disco protoplanetario e formazione di pianeti. Questi studi si concentrano 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 nello studio di sistemi planetari extrasolari. Inoltre, tematiche come la modellizzazione del clima e dell'abitabilità di pianeti di tipo terrestre contribuiscono ulteriormente ad aumentare le conoscenze sugli aspetti astrobiologici.

Modellistica geofisica e termofisica di piccoli corpi, sia rocciosi che ghiacciati. La modellistica è principalmente mirata agli asteroidi e ai 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. Per i corpi rocciosi più grandi si studia la stabilità della crosta e l'eventuale subduzione, il fenomeno della core dynamo e la generazione di campi magnetici.

Dinamica e fisica collisionale. Questi due filoni di ricerca si concentrano sull'evoluzione collisionale della fascia degli asteroidi studiando sia la popolazione asteroide nel suo complesso che i 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.

5.1.3.3 Obiettivi Strategici

Fisica del Sole e dell'eliosfera. Il conseguimento degli obiettivi scientifici avviene attraverso la partecipazione dei ricercatori dell'INAF a progetti internazionali dedicati allo studio e all'esplorazione del Sole, dell'eliosfera e del Sistema Solare finanziati da agenzie ed enti governativi (ASI, ESA, MIUR, MiSE, Regioni, Commissione Europea).

L'eccellenza tecnologica e scientifica della comunità eliofisica INAF, acquisita con lo sviluppo di coronografi solari innovativi (UVCS/SOHO, SCORE/HERSCHEL), consentirà di sfruttare appieno i dati scientifici del coronografo Metis, realizzato dall'INAF per la missione ESA Solar Orbiter, lanciata nel Febbraio 2020. 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. Il prossimo triennio vedrà, infatti, la fase di commissioning di Metis, l'acquisizione dei primi dati scientifici sia durante la fase di crociera (a partire dal giugno 2020) che durante la fase nominale (a partire dal dicembre 2021).

Sempre all'interno della missione Solar Orbiter la comunità eliofisica (Co-PIship INAF) ha contribuito 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 nel prossimo triennio 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.

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.

La comunità eliofisica italiana è stata chiamata a contribuire a proposte delle prossime missioni solari quali Solaris (missione solare polare NASA), Solar-C (missione solare JAXA/NASA) e Codex (coronografo NASA a bordo della International Space Station). In particolare nell'ambito della missione Solar-C l'INAF ha finanziato e guidato il contributo italiano alla definizione della scienza obiettivo della missione, e delle specifiche tecniche (sistema di fenditure) dello spettrometro UV/EUV di bordo per l'osservazione simultanea ad alta risoluzione dei plasmi coronali e cromosferici.

Nell'arco del triennio, sarà lanciata la missione ESA PROBA-3, i cui due satelliti in formazione di volo, con il coronografo ASPIICS a bordo di uno dei due e occultato dall'altro, creeranno eclissi artificiali per l'osservazione della corona interna, vicino al bordo solare. La comunità eliofisica INAF guida la partecipazione italiana al coronografo ASPIICS (Lead Co-I INAF). Tali attività sono condotte anche con il supporto dell'ASI e un notevole coinvolgimento dell'industria aerospaziale nazionale.

In questo contesto proseguirà il progetto ESCAPE-AntarctiCor, versione occultata internamente del coronografo ASPIICS, recentemente installato presso la base italo-francese Concordia in Antartide e finanziato dal Programma Nazionale Ricerche Antartide (PNRA). Nello stesso periodo, una versione di questo coronografo verrà adattato per voli da pallone stratosferico per i quali è stato selezionato nell'ambito dell'iniziativa HEMERA del programma H2020. Questa strumentazione polarimetrica e spettrografica permetterà la diagnostica dei parametri fisici del plasma coronale, quali il campo magnetico, la densità, temperature, velocità di flusso e composizione.

I processi MHD della fotosfera e cromosfera, responsabili dell'emersione e diffusione del plasma, della propagazione di onde e dell'evoluzione delle regioni magnetiche saranno l'oggetto di studio dello strumento INAF IBIS2.0 (Interferometric Bidimensional Spectrometer), una versione aggiornata di IBIS che ha operato fino al 2019 presso il Dunn Solar Telescope del National Solar Observatory (USA). IBIS2.0 sarà installato al fuoco del Vacuum Tower Telescope (VTT) per fornire un contributo importante all'osservazione ad alta risoluzione dell'atmosfera solare ed affinare quelle competenze utili alla realizzazione e gestione di uno strumento per futuri telescopi solari di nuova generazione.

Negli ultimi anni la comunità INAF ha partecipato attivamente allo sviluppo del progetto del Telescopio Solare Europeo (EST) promosso dalla comunità solare europea raccolta in EAST (European Association for Solar Telescopes) e incluso nella Roadmap 2016 ESFRI (European Strategy Forum for Research Infrastructures). Nel prossimo triennio proseguirà l'attività di supporto e collaborazione per la futura costruzione di questa importante infrastruttura di ricerca europea, anche attraverso la partecipazione di INAF al progetto. EST consentirà 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.

L'INAF vedrà un coinvolgimento crescente nell'ambito degli studi e delle attività connesse con lo Space Weather. Proseguiranno 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 migliorate con l'aggiornamento e l'ampliamento dell'attuale strumentazione. Le osservazioni dedicate allo Space Weather si avvarranno anche del telescopio SAMP (Solar Activity Monitor), un prototipo di telescopio robotico con filtri magneto-ottici per l'osservazione e il monitoraggio tomografico dell'atmosfera solare, nonché dello strumento VAMOS (Velocity And Magnetic Observations of the Sun) anch'esso basato sulla tecnologia dei filtri magneto-ottici ed operativo presso l'INAF-OACN.

Sempre in questo ambito 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), oltre che l'esplorazione di un possibile impiego di SKA. Si prevede, inoltre, 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.

Inoltre, INAF sarà coinvolta in Helianthus, uno studio di fattibilità dell'ASI per una missione di Space Weather oltre il punto Lagrangiano 1 su piattaforma a propulsione solare fotonica. Il ruolo di INAF è la definizione del payload di Space Weather sia in situ sia di remote-sensing, in quest'ultimo caso con lo sviluppo di prototipi di coronografi compatti.

Nell'ambito degli studi relativi all'interazione del vento solare e del mezzo interplanetario con gli ambienti planetari, la comunità nazionale proseguirà il suo coinvolgimento a livello di Co-I nella missione Cluster dell'ESA.

Gli effetti dell'attività solare e del vento solare sullo spazio circumterrestre saranno monitorati dai radar ionosferici Dome C East (DCE) e Dome C North (DCN) presso la base Concordia in Antartide (PI-ship INAF). I radar DCE e DCN sono Osservatori Permanenti di Climatologia Spaziale nell'ambito del PNRA e fanno parte della rete internazionale Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN), un programma decennale al quale partecipano dieci nazioni.

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. La comunità INAF contribuirà anche alla missione cinese CSES con la responsabilità dello strumento EFD-02, nell'ambito della collaborazione Limadou (CNSA-ASI) per studiare l'accoppiamento magnetosfero-ionosfera e la penetrazione dei raggi cosmici nell'ambiente terrestre.

Planetologia. Lo studio dei pianeti di tipo terrestre, 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 intrapreso percorsi evolutivi differenti. L'esplorazione dei pianeti del Sistema Solare con missioni spaziali è quindi un obiettivo strategico fondamentale.

Nell'2018 è stata lanciata la missione BepiColombo, "cornerstone" ESA e JAXA per lo studio di Mercurio con due moduli separati. Tra gli obiettivi scientifici principali della missione citiamo la morfologia e composizione della superficie, la struttura interna, l'esosfera, e la magnetosfera di Mercurio. L'INAF ha contribuito alla progettazione di tre strumenti realizzati dall'industria italiana. SERENA (PI-ship INAF) composto da 4 sensori tra i quali ELENA, che insieme al System Control Unit costituisce il contributo italiano, fornirà importanti informazioni su flussi e densità di particelle cariche e neutre attorno a Mercurio per lo studio dell'interazione tra il pianeta e l'ambiente esterno. SIMBIO-SYS (PI-ship INAF), una suite di strumenti composta da una camera ad alta risoluzione, una stereo-camera e uno spettrometro ad immagine nel visibile e vicino infrarosso, che fornirà la mappatura spettroscopica e in 3D del pianeta e sarà responsabile del 50% del volume di dati dell'intera missione. L'accelerometro ISA (PI-ship INAF) consente di rilevare le accelerazioni di origine non gravitazionale agenti sul satellite, e contribuisce all'esperimento di radio scienza per la fisica fondamentale. L'INAF ha anche il ruolo di InterDisciplinary Scientist nell'ambito della missione.

Marte è l'unico pianeta per il quale al momento si prevede una futura visita e un'eventuale colonizzazione da parte dell'uomo. La presenza di acqua liquida sotto la superficie e l'evidenza che in passato fosse presente anche in superficie rende questo pianeta rilevante dal punto di vista astrobiologico. Al momento tre missioni stanno fornendo dati su Marte: Mars Reconnaissance Orbiter (NASA), Mars Express (ESA) e ExoMars TGO (ESA, ROSCOMOS). Mars Reconnaissance Orbiter, missione NASA operativa dal 2005, vede una partecipazione scientifica INAF nell'esperimento a guida italiana SHARAD. La missione ESA Mars Express, operativa dal 2004, continua tuttora a raccogliere informazioni sull'atmosfera, della superficie e del sottosuolo, con PFS e MARSIS a PI-ship 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 2022 contenente come elementi primari di missione un Rover, con strumenti dedicati all'astrobiologia, 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 stereo camera (CASSIS) e lo spettrometro (NOMAD) a bordo del TGO hanno una Co-PIship INAF. La suite di sensori Dust Complex, a bordo della stazione fissa di ExoMars 2022, include anche MicroMED di responsabilità INAF. MicroMED misurerà, per la prima volta su Marte in modo diretto, la distribuzione dimensionale e l'abbondanza della polvere atmosferica in prossimità della superficie. Anche lo spettrometro miniaturizzato MaMISS, strumento completamente italiano inserito nel trapano a bordo del rover di ExoMars 2022, ha la PI-ship INAF. MaMISS 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. In sinergia con altri strumenti, fornirà indicazioni cruciali per prelevare campioni di forte interesse astrobiologico. MaMISS è l'unico strumento a bordo del Rover ExoMars2022 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 dalla futura missione Mars Sample Return della NASA con il contributo ESA.

I pianeti esterni del Sistema Solare sono importanti sia per la storia dei processi di formazione del nostro sistema che per altri sistemi solari in cui i pianeti giganti sono la maggioranza degli

esopianeti noti ad oggi. Inoltre alcuni satelliti dei pianeti esterni sono di rilevante interesse astrobiologico.

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: la sua atmosfera, la struttura interna, la composizione, il suo campo magnetico, ma anche la sua magnetosfera, la più grande del sistema solare. Juno è entrata nell’orbita di Giove nel Luglio del 2016 e sarà operativa almeno fino al 2022. L’INAF ha la PI-ship di JIRAM, lo spettrometro a immagine nel vicino e medio infrarosso, che nel prossimo triennio continuerà lo studio delle aurore, della composizione e circolazione dell’atmosfera gioviana.

L’ESA lancerà nel 2022 la missione JUICE, che esplorerà il sistema gioviano, con particolare enfasi per Ganimede, Callisto ed Europa, dove esistono strati sottosuperficiali di acqua mantenuta allo stato liquido su tempi geologici. L’INAF ha la PI-ship della camera JANUS e la Co-PIship dello spettrometro a immagine MAJIS.

I piccoli corpi costituiscono il materiale meno processato e più primordiale e sono cruciali per la comprensione dell’origine ed evoluzione del Sistema Solare. Dopo il successo delle missioni Rosetta e Dawn l’ESA ha selezionato la nuova missione Comet Interceptor di classe F, che ha come obiettivo una cometa di lungo periodo o interstellare. Verrà lanciata insieme ad Ariel nel 2028 e posizionata in L2, in attesa di un target opportuno. INAF ha la Co-PIship di DFP-DISC, un sensore in grado di caratterizzare i grani di polvere nella chioma della cometa. L’INAF partecipa alla nuova missione della NASA DART, con un cubesat 6U: LICIACube, prima missione in deep space interamente italiana. Il suo target è il corpo secondario del Near Earth Asteroid binario 65803 Didymos, sul quale la sonda americana impatterà per effettuare la prima dimostrazione di deflessione asteroidale via impatto cinetico. INAF ha un ruolo importante nell’analisi dei dati della missione Gaia relativamente alle proprietà dinamiche e fisiche degli asteroidi. Un contributo importante è fornito allo studio degli oggetti con orbite molto vicine alla Terra (Near Earth objects, NEO): in particolare va citato il progetto NEOROCKS (2020-2022) con PI-ship INAF, che acquisirà informazioni sulle proprietà dinamiche e fisiche di un gran numero di NEO.

L’INAF dal 2016 con il progetto PRISMA (Prima Rete Italiana per la Sorveglianza sistematica di Meteore e Atmosfera) è anche attivo nel campo dell’osservazione di meteore brillanti (bolidi), utilizzando una rete su scala nazionale di camere all-sky operanti H24. Continueranno le osservazioni da Terra delle esosfere planetarie ed in particolare di Mercurio, della Luna e delle lune gioviane con telescopi Solari (THEMIS) e notturni. I risultati di queste osservazioni sono importanti per i modelli di esosfera, che verranno poi utilizzati per l’analisi dei dati di BepiColombo e altre missioni.

Terminata la fase di archiviazione dei dati delle missioni Venus Express, Rosetta e Dawn, proseguirà l’analisi e la modellizzazione. I modelli teorici potranno essere validati dalle misure in situ di queste missioni per poi essere applicati ad altri corpi. L’interpretazione dei dati ottenuti da osservazioni da Terra potrà avvalersi di questi modelli che potranno essere estesi allo studio delle popolazioni dei piccoli corpi insieme a metodi statistici.

z

L’INAF partecipa agli studi che riguardano l’applicazione dei modelli climatici per studiare l’abitabilità di pianeti rocciosi (progetto Vita nello Spazio). Il crescente livello di dettaglio dei modelli numerici, la complessità e la quantità dei dati cui sono applicati, stimoleranno un maggior

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.

L'INAF partecipa al progetto Europlanet 2024 Research Infrastructure (RI), per garantire l'accesso alla più grande collezione al mondo di strutture per simulazioni e analisi planetarie, ad una rete globale di piccoli telescopi e a servizi dati di supporto alla comunità scientifica. L'INAF è coinvolta in varie attività scientifiche: SPIDER - un sistema che permetterà di prevedere le interazioni del vento solare con le atmosfere planetarie e, in caso di rischio, allertare scienziati, agenzie spaziali e industrie; GMAP - un portale di mappatura geologica per ampliare i servizi di accesso virtuale ai dati planetari, follow-up di PLANMAP; Machine Learning - per l'applicazione dell'Intelligenza Artificiale al riconoscimento e all'analisi di dati spettrali e di imaging di pianeti del Sistema solare. L'INAF ha un ruolo di coordinamento di uno dei tre hub europei per quanto riguarda i servizi Virtual Observatory (VO) dei dati planetologici nell'ambito del progetto. Inoltre ha la PI-ship di uno dei dieci hub nazionali in cui è organizzata la Europlanet Society.

Astrobiologia e Astrofisica di laboratorio. L'attività di laboratorio si articola su diverse tematiche ed ha valenza sia come ricerca di base che come supporto alla planetologia, alla fisica del mezzo inter e circumstellare e all'astrobiologia. L'attività sperimentale consente di interpretare le osservazioni e fornisce indicazioni per lo sviluppo di nuovi strumenti d'indagine. L'esperienza acquisita in INAF nell'ambito della raccolta e caratterizzazione di materiale extraterrestre per mezzo dei progetti Stardust/NASA, IDPs/NASA, Hayabusa/JAXA e micro-meteoriti in Antartide/PNRA e le campagne ancora in corso con DUSTER, sarà fondamentale per le prossime missioni di sample return. Nel prossimo triennio la comunità INAF sarà coinvolta nel completamento della caratterizzazione di analoghi di laboratorio in previsione nell'analisi di campioni che le missioni NASA OSIRIS-Rex e JAXA Hayabusa 2 hanno prelevato, rispettivamente, dalla superficie degli asteroidi Bennu e Ryugu e stanno riportando a Terra. Le tecnologie sviluppate per DUSTER potranno essere utilizzate nelle future missioni per l'esplorazione in situ di pianeti e di satelliti di tipo terrestre. L'attività di laboratorio sarà inoltre dedicata a simulare le condizioni fisico-chimiche che si riscontrano sulla superficie di asteroidi, comete e pianeti. Nell'ambito dell'accordo ASI-INAF 2018-16-HH.0, nel prossimo biennio due progetti a PI ship INAF saranno focalizzati sulla spettroscopia di meteoriti e sull'evoluzione delle loro proprietà in funzione della temperatura. Entro il 2020 sarà lanciata la missione italiana AstroBio-CubeSat (ABCS) che consentirà la realizzazione di esperimenti di astrobiologia in orbita.

Infine, verranno condotti esperimenti su materiali analoghi per comprendere i processi che determinano la trasformazione di molecole semplici in composti complessi inclusi quelli rilevanti per l'origine della vita. L'evoluzione chimica di analoghi dei ghiacci e polveri interstellari sottoposti a vari tipi di radiazione (UV, EUV, X) e ioni hanno dato e daranno un importante contributo nell'interpretazione della composizione chimica di regioni di formazione stellare e dei dischi protoplanetari osservati con ALMA e nel prossimo futuro con JWST.

L'attività di laboratorio sarà accompagnata dallo sviluppo di tecniche basate su ab initio molecular dynamics (AIMD) per lo studio delle reazioni chimiche che portano alla sintesi di molecole prebiotiche. Le simulazioni numeriche forniranno una caratterizzazione di reazioni che, partendo da specie molecolari semplici allo stato solido (ghiaccio) o gassoso, formano molecole prebiotiche.

Per mantenere l'elevata rappresentatività dell'INAF in questo settore è importante sostenere l'operatività della strumentazione dei laboratori esistenti e lo sviluppo di strutture adatte a ricevere e trattare campioni extra-terrestri.

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

Fisica degli oggetti compatti. Gli oggetti compatti (nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri, sia galattici che extragalattici quali AGN, QSO e Blazars) sono il motore di gran parte delle sorgenti celesti studiate in astrofisica relativistica, in particolare alle alte energie. In larga parte di queste sorgenti, l'accrescimento di materia sull'oggetto compatto costituisce il processo più rilevante per la produzione dell'emissione elettromagnetica osservata. All'accrescimento è spesso associata la produzione di getti relativistici, che sono presenti, o addirittura dominanti in emissione, in una grande varietà di sorgenti, dalle binarie X agli AGN, di grande interesse per la comunità scientifica italiana. Getti relativistici sono anche osservati nelle nebulose da vento di pulsar e in connessione con fenomeni esplosivi, come nel caso dei lampi di raggi gamma (Gamma Ray Burst, GRB). Tra gli oggetti compatti 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 con alto campo magnetico sono state identificate in sorgenti ultraluminose, 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 supergigante (SFXT) e i Transienti X estremamente deboli (VFXT). I dettagli dell'interazione tra flusso di materia e oggetto compatto, spesso dotato di un campo magnetico dinamicamente importante, i processi radiativi termici e non termici, il feedback tra emissione ed accrescimento, la formazione di venti e/o getti relativistici, l'evoluzione dei sistemi binari di massa stellare e dei nuclei galattici attivi (AGN) sono oggetto di approfonditi studi da parte di diversi gruppi di ricercatori INAF, sia dal punto di vista teorico che osservativo.

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. Un caso emblematico è offerto dalla Nebulosa del Granchio che è energizzata da una giovane pulsar che emette un vento di particelle ultrarelativistiche che può essere soggetto a instabilità magnetoidrodinamiche. Getti relativistici possono essere prodotti da buchi neri (BH) di massa stellare in sistemi binari, da BH con masse fino a 10^9 masse solari al centro di AGN, ed in sorgenti transienti come i GRB. Tuttavia la natura dei getti ed i meccanismi di accelerazione in BH e stelle di neutroni (NS) non sono ancora pienamente compresi. Pulsar giovani e quelle rapidamente rotanti al millisecondo in sistemi binari sono fortemente energetiche ed emettono un vento relativistico che è inizialmente dominato dall'energia magnetica e non è ancora stato chiarito come, a distanze maggiori, quell'energia sia trasformata in energia cinetica delle particelle. L'accelerazione di particelle avviene anche da shock su scale estese, come nei resti di supernova (SN). Lo studio degli acceleratori di particelle sia da sorgenti compatte che estese è legato anche alla comprensione dell'origine dei raggi cosmici.

Comportamento della materia in regime di gravità forte e fisica dei buchi neri. La materia in accrescimento intorno a NS e BH raggiunge regioni dello spazio molto vicine all'oggetto compatto e quindi costituisce un importante strumento per studiare in dettaglio gli effetti di Relatività Generale (GR) in regime di campo forte. Due approcci principali al problema vengono attualmente seguiti: lo studio dello spettro di emissione, in particolare di righe spettrali nei raggi X, 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. In questo contesto è rilevante studiare oggetti come i BH o altre eventuali singolarità. La loro natura può essere analizzata tramite parametri fisici come raggio, massa e momento angolare, o tramite la dinamica delle particelle e della luce nelle loro vicinanze (vedi i recenti risultati della collaborazione Event Horizon Telescope).

Controparti elettromagnetiche delle sorgenti di onde gravitazionali e di neutrini. Nell'inverno del 2016 è stata annunciata da parte del consorzio LIGO-Virgo la prima rivelazione diretta di onde gravitazionali emesse dalla coalescenza di due BH. Questa scoperta, che apre un canale completamente nuovo di informazione astrofisica, ha un'enorme rilevanza nello studio dell'Universo. Il 17 Agosto del 2017, il consorzio LIGO-Virgo ha poi rivelato per la prima volta un segnale gravitazionale associato al merger di un sistema binario di NS. Il follow-up elettromagnetico eseguito con molti strumenti a terra e nello spazio ha identificato la controparte elettromagnetica (EM) osservata dal radio al gamma. Gli scienziati dell'INAF hanno avuto un ruolo di primo piano nelle osservazioni effettuate a tutte le frequenze sia dallo spazio (in particolare con i satelliti INTEGRAL, AGILE, Fermi, Swift, XMM-Newton, Chandra) che da terra (da parte del GRAvitational Wave InAf TeAm "GRAWITA" con il Telescopio Nazionale Galileo ed il telescopio robotico REM di INAF, il Very Large Telescope dell'ESO, il VST, e con le facility radio ATCA, EVN e global VLBI) grazie alle quali sono state scoperte e caratterizzate le controparti termica (kilonova) e non-termica nei raggi X (GRB corto associato al merger e relativo afterglow). L'altissima risoluzione angolare delle osservazioni radio ha permesso la scoperta di un getto relativistico prodotto dall'evento associato all'onda gravitazionale. Questo ha portato alla dimostrazione, attesa per decenni, che il merger di due NS può generare un GRB corto ed al contempo ha provato che lo stesso sistema può produrre tramite r-process una grande quantità di elementi pesanti (anche con $A > 140$). In parallelo alle nuove osservazioni attese nei prossimi anni, la comprensione delle origini fisiche di questi fenomeni sarà resa possibile anche grazie allo sforzo di modellizzazione teorica e numerica dei processi di merger, un altro aspetto che vede gli scienziati dell'INAF in prima linea. Molti ricercatori INAF sono anche membri della collaborazione scientifica europea ElectromagNetic counterparts of GRAvitational wave sources at the VEry Large Telescope (ENGRAVE) che ha lo scopo di ottimizzare e organizzare tutte le osservazioni ai telescopi dell'ESO delle controparti elettromagnetiche di eventi gravitazionali. In questa collaborazione, essi ricoprono ruoli di governance e direzione operativa. Inoltre, ENGRAVE ha tempo osservativo sul Hubble Space Telescope (HST) e il telescopio millimetrico ALMA.

L'energia irradiata in neutrini durante merger di NS o di BH in sistemi binari può estendersi oltre i 10^{18} eV ed anche i limiti alla quantità di energia irradiata in neutrini (ad esempio misurati da Auger) forniscono importanti informazioni sui modelli teorici. I blazar, considerati tra i possibili responsabili dell'accelerazione di raggi cosmici di altissima energia, sono probabili sorgenti di neutrini astrofisici. L'associazione dell'emissione del blazar TXS 0506+056 ($z=0.33$) con il segnale neutrino di ~ 300 TeV rivelato da IceCube il 22 settembre 2017 rappresenta un'evidenza osservativa molto importante. Allo scopo di identificare le sorgenti astrofisiche associate

all'emissione di neutrini, team internazionali di cui fanno parte ricercatori INAF sono coinvolti in osservazioni radio di blazar con l'utilizzo anche delle antenne radio INAF.

Sorgenti di alta energia come laboratori per la fisica fondamentale. Lo studio dei BH in accrescimento, delle NS magnetizzate (pulsar e magnetar) e dei merger di sistemi binari di NS ha una grande rilevanza anche per importanti argomenti direttamente legati alla fisica fondamentale, come ad esempio la determinazione dell'equazione di stato a densità supra-nucleari che governa la struttura delle NS, 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 alcune problematiche di fisica fondamentale che non possono essere riprodotte in laboratorio, e si basa spesso su osservazioni effettuate in più bande in tutto lo spettro elettromagnetico (dal radio ai raggi 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 i principali satelliti per astronomia X e gamma attualmente operativi, quali XMM-Newton, Chandra, NuSTAR, Swift, INTEGRAL, NICER, Astrosat, AGILE e *Fermi* a cui si aggiungono molto spesso dati acquisiti in altre bande dello spettro elettromagnetico (dal radio all'ultravioletto). Caratteristica comune di questo settore di ricerca è l'estrema variabilità temporale (fino a scale temporali dei millisecondi) dei fenomeni studiati, che ha dato il via allo sviluppo e all'applicazione di specifiche tecniche osservative e strumentali, e a grandi progetti come Exploring the X-ray Transient and variable Sky (EXTRaS) dedicati allo studio sistematico di dati nel dominio temporale. A tale riguardo, gli strumenti per l'astronomia X e gamma sono stati recentemente affiancati da fotometri rapidi sensibili in banda ottica (es. gli strumenti Aqueye e SiFAP usati ai telescopi Copernico e Galileo) e infrarossa, ampliando considerevolmente la dimensione di indagine.

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 parte cospicua della comunità INAF. Un ruolo fondamentale in questo contesto è svolto dalla missione *Swift*, che, a diversi anni dal lancio, continua a fornire un contributo scientifico fondamentale nel campo della fisica delle alte energie. 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 tutte queste missioni hanno condotto a studi dettagliati sulla definizione delle varie categorie di eventi ed al loro possibile uso come indicatori cosmologici. Dal punto di vista della caratterizzazione fisica delle sorgenti, un contributo fondamentale è stato fornito da MAGIC, che ha rivelato per la prima volta la tanto attesa emissione di raggi gamma alle energie ultra-alte in associazione con un GRB.

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, oltre al telescopio robotico REM. Sono inoltre attivi vari programmi multi-frequenza per la ricerca di controparti X, ottiche e infrarosse dei Fast Radio Bursts (FRB), sorgenti di natura non identificata, ma di scala extragalattica, rivelate circa 10 anni fa per la prima volta nella banda del GHz. Osservazioni radio VLBI ad altissima risoluzione che hanno coinvolto anche le antenne radio INAF sono state fondamentali per l'identificazione della galassia ospite e della regione dove ha avuto origine il FRB. Un'altra classe di fenomeni transienti per la quale diverse campagne osservative in multi frequenza sono attive è quella degli eventi di distruzione mareale (TDE). Un corpo celeste (stella o pianeta) che si avvicini ad un oggetto centrale compatto come un buco nero, subisce un'attrazione mareale tale da comportarne la sua distruzione, producendo energia elettromagnetica in banda ottica, X e radio.

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 negli shock e sulla massima energia raggiungibile in diversi ambienti. Significative sono le ricerche degli ultimi anni rivolte allo studio dell'accelerazione di particelle negli shock dei resti di SN e delle PWN mediante uso di simulazioni numeriche di tipo magneto-idrodinamico (MHD) ed al confronto dei risultati dei modelli con osservazioni in diverse bande spettrali. Per quanto riguarda l'accelerazione dei raggi cosmici galattici, osservazioni fondamentali sono state fornite dai satelliti per raggi X e Gamma. Chandra e XMM hanno fornito le prime evidenze in resti di SN di elettroni accelerati fino a energie di centinaia di TeV e di campi magnetici amplificati, verosimilmente prodotti dalle instabilità associate all'accelerazione efficiente di particelle. Fondamentali risultati sono stati poi ottenuti dai satelliti per raggi gamma *Fermi* e AGILE (PI-ship INAF), che hanno permesso di rivelare per la prima volta l'emissione gamma di numerosi resti di SN e fornito prova inequivocabile della presenza di protoni relativistici nei due resti evoluti, W44 e IC443.

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, ed i moderni precursori/pathfinder di SKA). Sono stati sviluppati codici per la soluzione delle equazioni dell'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 magneto-rotazionale ed i processi di dinamo connessi. Processi di accelerazione di particelle vengono osservati anche nelle periferie delle galassie attive dove i getti relativistici prodotti dal buco nero supermassivo interagiscono con il mezzo circostante. Questi studi multibanda, dal radio all'X (VLA, ALMA, VLT, Chandra), hanno permesso di studiare sia l'accelerazione da shock e turbolenza sia la geometria del campo magnetico nelle regioni esterne delle radio galassie.

Astronomia X e Gamma dallo spazio. I risultati ottenuti negli ultimi anni dalle missioni spaziali INTEGRAL, *Swift*, *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 italiana, il cui team è costituito principalmente da ricercatori INAF, mentre *Fermi* è una missione

guidata dalla NASA, ma con una significativa partecipazione italiana. Infine *Swift* è un satellite frutto di un'ampia collaborazione internazionale (NASA, ASI e UKSA) in cui l'INAF svolge importanti ruoli di gestione della missione.

Swift ha rivoluzionato lo studio dei GRB e dei fenomeni transienti, scoprendo le controparti dei GRB corti, la controparte UV del primo (e ad oggi unico) evento gravitazionale associato ad una emissione EM, i GRB ultra-lunghi e GRB ai confini dell'universo ($z \sim 9$), contribuendo ad identificare la natura dell'emissione ad altissima energia dei GRB. *Swift* ha scoperto gli unici due TDE con l'emissione di getti, gli shock break out da SN appena esplose e un considerevole numero di nuove magnetar. Data la sua versatilità nelle osservazioni dall'ottico-UV alla banda hard-X e la sua sinergia con i principali telescopi e strumenti attualmente in funzione, *Swift* è coinvolto in un gran numero di nuove scoperte dalle comete, ai pianeti extrasolari, fino alle SN e blazar ad altissimo redshift.

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 SN, in BH, e nello studio della polarizzazione dei GRB, di Crab e di Cygnus X-1. Uno dei principali e più recenti risultati è stata la rivelazione di emissione soft-gamma associata ad un evento di produzione di onde gravitazionali.

Grazie alle osservazioni di AGILE è stata scoperta emissione transiente in Cygnus X-3 e variabilità dell'emissione gamma della Crab Nebula, con importanti ripercussioni per la fisica dell'accelerazione di particelle. AGILE ha svolto un ruolo fondamentale nella caratterizzazione di processi di emissione adronica nei resti di SN e nella scoperta di emissione a energie fino a 100 MeV da parte dei Flash Gamma Terrestri.

Fermi grazie all'elevata sensibilità e risoluzione angolare combinate con il monitoraggio continuo del cielo ha rivelato oltre 5000 sorgenti gamma, permettendo lo studio delle proprietà statistiche di diverse popolazioni di oggetti astrofisici galattici (pulsar, SN) ed extragalattici (blazar, radio galassie), l'identificazione di nuove classi di sorgenti emittenti in gamma (come novae e narrow-line Seyfert) e lo studio dei meccanismi di accelerazione di queste sorgenti su tempi scala che possono andare da anni fino a pochi minuti. *Fermi* ha dato importanti contributi anche ai limiti della Dark Matter, la conferma dell'eccesso positrone/elettrone, la scoperta delle Fermi Bubbles, e la rivelazione di pulsar gamma senza emissione radio.

Astronomia Gamma da terra. Osservazioni ad energie maggiori di 100 GeV vengono effettuate mediante telescopi a terra (HESS, MAGIC, VERITAS ed in un futuro prossimo da ASTRI Mini-Array e CTA) che sfruttano la luce Cherenkov prodotta nell'atmosfera dagli sciame di particelle iniziati da fotoni gamma di alta energia.

Fra i risultati più rilevanti ottenuti recentemente nell'astronomia gamma di alta energia spiccano: la rivelazione dell'emissione al TeV di GRB190114C; 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; la rivelazione ad energie maggiori di 100 GeV di blazar a redshift fino a $z \sim 0.9$ con conseguenti implicazioni per la determinazione dell'Extragalactic Background Light 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 che misurano i prodotti secondari degli sciami atmosferici, i prossimi esperimenti di questo tipo saranno LHAASO, nell'emisfero nord, e SWGO a sud. Questa tecnica consente un grande campo di vista (circa 2 sr, limitato unicamente dall'assorbimento atmosferico) e un duty cycle teorico del 100%, che la rendono complementare alla rivelazione del Cherenkov atmosferico.

5.1.4.3 Obiettivi strategici

Studio oggetti compatti e fenomeni transienti. Questo ambito non può prescindere dai dati ottenuti con gli strumenti attualmente disponibili e con lo sfruttamento dei database decennali di missioni come *XMM-Newton*, *Swift*, *Chandra*, *NuSTAR* e *INTEGRAL*. Il campo trarrà ovviamente notevole giovamento dall'attuale sviluppo, con forte coinvolgimento INAF, di missioni e strumenti a tutte le lunghezze d'onda. In questa sede, si auspica il massimo sostegno di INAF per lo studio di Fase A (da completarsi nel giugno 2021) della missione a PI-ship INAF THESEUS (Transient High-Energy Sky and Early Universe Surveyor), selezionata da ESA come possibile missione M5 del programma Cosmic Vision. La combinazione di un grande campo di vista nei raggi X soffici, la presenza di un monitor gamma e di un telescopio nel vicino infrarosso con il rapido ri-puntamento fa di THESEUS lo strumento ideale per l'individuazione e lo studio degli eventi transienti nella banda X e Gamma, con particolare attenzione per i GRB lunghi ad alto-z e per l'astrofisica multi-messenger, in forte sinergia con le grandi facilities in funzione (MAGIC) e del futuro (ASTRI, ELT, SKA, CTA, Athena) su cui INAF sta già investendo moltissimo.

La prima rivelazione delle controparti elettromagnetiche delle sorgenti di onde gravitazionali e quelle di neutrini ha inaugurato la cosiddetta astronomia multi-messenger che rappresenta uno degli sviluppi più promettenti dei prossimi anni per la caratterizzazione astrofisica degli oggetti studiati. La partecipazione di INAF ai maggiori progetti strumentali, alle più importanti campagne osservative a tutte le lunghezze d'onda (in collaborazioni scientifiche come GRAWITA ed ENGRAVE), unite dalle capacità di modellizzazione e interpretazione teorica, permetteranno al nostro ente di diventare un punto di riferimento internazionale in questo florido campo di ricerca. L'INAF avrà un ruolo determinante anche nelle future strategie dell'astrofisica multi-messenger, l'Einstein Telescope (ET), ossia l'Osservatorio Europeo di onde gravitazionali di terza generazione. Ideato per osservare l'intero universo con le onde gravitazionali, ET migliorerà enormemente la sensibilità e l'efficienza degli esperimenti della classe LIGO/Virgo/KAGRA e consentirà di ottenere risultati fondamentali in astrofisica, cosmologia e fisica fondamentale esplorando la coalescenza di BH con massa di centinaia di masse solari a distanze cosmologiche, la coalescenza di NS fino a redshift $z \sim 2-3$ con rate di $10^5 - 10^6$ eventi per anno, la natura della dark matter e della dark energy e la possibilità di modifiche della GR a distanze cosmologiche. Le competenze dell'INAF nel campo dell'ottica adattiva potranno inoltre fornire un contributo unico nell'ottimizzazione del rapporto segnale-rumore dello strumento. In questa sfida, l'INAF contribuisce direttamente alla fase preliminare ed è fortemente auspicabile che sia proseguita la già proficua collaborazione con INFN (coinvolto nell'esperimento KM3NeT per la rivelazione di neutrini di altissima energia nelle acque del Mediterraneo) e siano sostenute le attività scientifiche e tecnologiche legate al progetto ET. La comprensione dei processi alla base dell'emissione dei neutrini si basa sulla loro stretta connessione con la radiazione in raggi X e gamma. In questa ottica saranno quindi fondamentali CTA e Athena.

I miglioramenti tecnologici aspettati e l'Universo accessibile via via più grande per i rivelatori di onde gravitazionali per i prossimi anni richiederanno in parallelo lo sviluppo di competenze specifiche, fondamentali nello studio e nella caratterizzazione di fenomeni transienti di diverso

tipo. Queste saranno la base per mantenere la leadership in questo settore della conoscenza e preparare la comunità italiana alle sfide dei nuovi progetti strumentali del futuro come il Vera Rubin Observatory (ex-LSST) e il telescopio da 39 metri E-ELT nell'ottico, SKA (Square Kilometre Array) nel radio, CTA nell'astronomia di altissima energia (TeV), il satellite Athena nei raggi X, ET e LISA (Laser Interferometer Space Antenna) per le onde gravitazionali da terra e dallo spazio.

Astronomia nei raggi X. Nella banda X, Athena garantirà una risoluzione spettrale mai raggiunta a queste energie aprendo un nuovo campo di ricerca. Athena combinerà un grande telescopio con due strumenti innovativi, primo dei quali lo X-ray Integral Field Unit, di cui INAF è coPI (basato su microcalorimetri criogenici con una risoluzione spettrale mai raggiunta a queste energie) e con ottime capacità di imaging, mirato a spingere la frontiera degli studi spettroscopici in raggi X dall'universo vicino a quello ad alto z. L'altro strumento è il Wide Field Imager (WFI) che grazie al grande campo di vista dei rivelatori SDD (Silicon Drift Detectors) permetterà di migliorare la speed survey di un fattore 10-30 rispetto alle survey di Chandra e XMM.

Missioni come eXTP per il timing ad alta sensibilità e la polarimetria in banda X 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. Si sottolinea in questa sede anche il coinvolgimento fondamentale nella missione NASA IXPE (possibile lancio nel 2021) che per prima aprirà la finestra osservativa e permetterà una visione di questi fenomeni totalmente diversa grazie alle sue capacità polarimetriche nella banda dei raggi X. IXPE permetterà lo studio dei fenomeni di accelerazione, inclusa la mappatura del campo magnetico, per gli oggetti più brillanti e più rappresentativi di tutte le classi di sorgenti che emettono raggi X. Queste misure permetteranno di fissarne i parametri geometrici, di mapparne i campi magnetici ed i meccanismi di emissione. Per una classe speciale come le magnetar sarà possibile rivelare la birifrangenza del vuoto a lungo cercata da esperimenti a terra.

Di particolare interesse ed attualità è la possibilità, tramite osservazioni ad alte energie, di ottenere importanti informazioni sulla natura della materia oscura andando a studiare 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 eccessi di neutrini o assioni (IceCube + osservatori neutrini, IAXO) dal centro di oggetti massivi opachi ai raggi gamma (il centro del Sole) forniranno ulteriori vincoli.

Astronomia X e Gamma da spazio. L'astronomia nelle bande X e gamma del prossimo futuro rimane fortemente legata agli strumenti a bordo dei satelliti INTEGRAL, *Swift*, *Fermi* ed AGILE, con grande coinvolgimento della comunità scientifica italiana. Questi strumenti, con i diversi intervalli energetici e le diverse risoluzioni spaziali, rappresentano ancora un contributo irrinunciabile. Permetteranno ottime osservazioni nelle bande X e gamma, ed apriranno la strada per la strumentazione di satelliti futuri come Athena e THESEUS nello studio degli eventi transienti alle alte energie. In questo ambito, l'INAF è coinvolta nella progettazione e realizzazione della costellazione di nanosatelliti HERMES (per la detezione e localizzazione rapida di tali transienti) ed anche nei progetti ASTROGAM e AMEGO (per lo studio della banda energetica finora poco esplorata del MeV e dei transienti che producono GW e neutrini).

Astronomia Gamma da terra e raggi cosmici. Ricercatori INAF sono coinvolti nell'esperimento MAGIC, nella costruzione della grande facility internazionale di nuova generazione CTA e nel suo precursore (e complemento nell'emisfero nord) ASTRI Mini-Array. CTA sarà il più grande

osservatorio mai costruito per la radiazione gamma di altissima energia. Prima di esso, ASTRI Mini-Array permetterà di osservare il cielo del Nord fino a energie dell'ordine dei 100 TeV con una combinazione di sensibilità e risoluzione angolare senza precedenti, che permetterà di migliorare sensibilmente i dati raccolti fino ad ora e di dare una risposta ad alcune delle domande ancora aperte, una tra tutte l'origine dei raggi cosmici galattici.

La regione energetica più estrema ($>10^{17}$ eV) fornisce importanti 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 fondamentale 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. Attraverso la rivelazione dei brevi impulsi emessi dagli sciami dei raggi cosmici sarà possibile fornire informazioni aggiuntive sulla composizione in massa delle particelle cosmiche ad altissima energia. Le 1600 antenne previste costituiranno il più grande apparato radio per misure in sciame esistente. Le collaborazioni in atto con LIGO/Virgo (onde gravitazionali), IceCube (neutrini), Telescope Array (raggi cosmici ultra-energetici) porteranno ulteriori contributi agli studi multi-messenger.

Astronomia nella banda radio. Alle lunghezze d'onda radio è da sottolineare il futuro ruolo di SKA, progetto internazionale a cui INAF sta dando e darà un contributo fondamentale. L'INAF è anche coinvolta 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. I tre radiotelescopi italiani (Medicina, Noto ed SRT) grazie alla possibilità di lavorare sia come single dish che in modalità VLBI permetteranno lo studio di oggetti compatti sia galattici che extragalattici. In particolare come single dish, SRT sta dando un contributo importante nello studio degli oggetti compatti galattici (pulsar, Supernova Remnants, binarie X) ed extragalattici (come la rivelazione di bursts da FRB) e insieme anche a Medicina, allo studio di maser in sorgenti galattiche ed extragalattiche. L'INAF è altresì coinvolto nella rete EVN, nei progetti Global 3mm VLBI Array (GMVA) e East Asia To Italy: Nearly Global VLBI (EAVN), e nell'Event Horizon Telescope (EHT) con osservazioni radio ad altissima risoluzione spaziale e nella banda millimetrica, che permetteranno di studiare la formazione e la struttura di getti relativistici e sub-relativistici in diverse classi di AGN, in aggiunta alla localizzazione e allo studio dei transienti.

Esperimenti di Fisica Fondamentale. L'esperimento XENON1T per la ricerca diretta della materia oscura, rivelando le possibili interazioni con la materia ordinaria delle WIMPs, detiene il miglior limite per la sezione d'urto WIMP-nucleone spin independent per WIMPs di massa superiore a 6 GeV/c². Tale limite potrà essere migliorato di quasi un ordine di grandezza da XENONnT che entrerà in funzione a fine 2020 con una massa di oltre otto tonnellate di xenon ed una significativa riduzione del fondo. Inoltre l'INAF è coinvolta in progetti per misure accurate dell'interazione gravitazionale in campo debole (predizioni della GR rispetto alle predizioni di teorie alternative della gravitazione) con i satelliti geodetici LAGEOS, LAGEOS II e LARES e nella collaborazione internazionale LIGO/Virgo per lo studio delle onde gravitazionali. L'INAF è inoltre coinvolto nel progetto Galileo for Science 2.0 (G4S_2.0) che si prefigge di eseguire misure di fisica fondamentale riguardanti l'interazione gravitazionale tra la Terra e alcuni satelliti della costellazione GNSS europea Galileo. I principali obiettivi scientifici sono la misura del redshift gravitazionale e delle principali precessioni relativistiche della Relatività Generale con possibili vincoli a teorie alternative della gravitazione. Una ulteriore attività del progetto è lo studio dei possibili obiettivi scientifici che

sarebbero raggiungibili dotando i satelliti GNSS con accelerometri per la misura delle accelerazioni non gravitazionali.

5.1.5 Tecnologie Astronomiche

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

La continua evoluzione nel campo dell'astronomia osservativa, sia da terra che dallo spazio, determina la necessità di costruire strumenti hardware e software sempre più complessi per soddisfare le esigenze dei nuovi esperimenti, che richiedono lo sviluppo di tecnologie e materiali spesso ex novo. 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 ai dati prodotti da tale strumentazione, permettendole di ottenerne il massimo ritorno scientifico.

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 e detriti spaziali su orbite a rischio di collisione con la Terra, lo studio della possibilità di monitorare l'attività dei vulcani con i muoni tramite le tecnologie Cherenkov sviluppate per astronomia in raggi gamma, e lo sviluppo di metodi computazionali sofisticati, riutilizzati anche in ambiti diversi dalla ricerca astronomica, le attività di ricerca e sviluppo per il trasferimento di tecnologie astrofisiche, come i sistemi adattivi a guida laser, al campo delle comunicazioni ottiche a larga banda con satelliti.

INAF sviluppa progetti di ricerca di base e applicata nel settore delle tecnologie astronomiche, sia nei propri laboratori che in collaborazione con l'Industria, Università ed altri Enti di Ricerca. Questi progetti hanno risvolti applicativi diretti anche in altri settori, al punto che l'Istituto statutariamente ne promuove la diffusione e la valorizzazione, supportando il trasferimento tecnologico. La linea di ricerca tecnologica dell'INAF abbraccia attività molto diverse e a forte componente multidisciplinare come si evince dalle sezioni seguenti. Nel campo della ricerca tecnologica applicata per l'Astrofisica, lo sviluppo è temperato dall'esigenza di abbattere i rischi connessi all'utilizzo di tecnologie non sufficientemente mature nella realizzazione di strumentazione 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. Alcune delle tecnologie sviluppate sono in questo momento messe a disposizione da INAF per la lotta alla diffusione di COVID19, in accordo con l'indirizzo ministeriale.

Nel campo della ricerca tecnologica di base gli studi si concentrano sulle tecnologie, sui dispositivi e sui processi di interesse per la strumentazione astronomica futura ma ancora non esistenti, neppure a livello prototipale. Questa ricerca si sviluppa nei laboratori dell'INAF e, in molti casi, viene poi proposta all'Industria Nazionale per l'ingegnerizzazione. È fondamentale il ruolo della

interdisciplinarietà e della collaborazione con altri Enti di Ricerca (e.g. INFN, INGV e CNR) ed Università, che permette di condividere competenze, tecnologie, risorse ed infrastrutture, e di giungere all'invenzione e al brevetto di nuovi dispositivi. La Ricerca di Base e l'attività R&D sono la linfa vitale del progresso scientifico e tecnologico. Il raggiungimento di risultati scientifici di "breakthrough" è legato allo sviluppo di tecnologie finalizzate alla realizzazione di strumentazione innovativa. INAF investe da sempre in questo settore, mantenendo un ruolo di eccellenza e leadership internazionale.

5.1.5.1 *Strumentazione per applicazioni Astrofisiche*

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 su telescopi o sonde spaziali. 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 e ingegneria di sistema, anche in supporto all'industria italiana (dettagli in sezione 5.2)

Strumentazione da terra

Di seguito è riportata una lista di strumentazione in fase di costruzione, o recentemente completata, per telescopi e strumenti ground-based:

ESO-NTT: SOXS (spettrografo nel visibile e vicino infrarosso in fase di realizzazione);

ESO-VLT: ESPRESSO (spettrografo ad alta risoluzione, operativo), MOONS (spettrografo multi oggetto, in fase di costruzione), **ERIS** (imager e integral field spectrograph ad alta risoluzione spaziale, in fase di integrazione finale) e **MAVIS** (imager/spettrografo con ottica adattiva multiconiugata nel visibile, completata fase A), CUBES (spettrografo ad altissima efficienza nel blu, fase A) e SPHERE+ (sviluppo dell'imager/spettropolarimetro con ottica adattiva SPHERE già operativo al VLT).

ESO-ELT: MAORY (modulo di ottica adattiva multi-coniugata di prima luce, attualmente in fase realizzativa), HIRES (spettrografo multibanda ad alta risoluzione spettrale), MICADO (imager nel vicino infrarosso ad alta risoluzione, in di prima luce) e M4 (specchio adattivo, test ottici);

LBT: FLAO-SOUL (sistema di ottica adattiva singolo-coniugata operativo), ARGOS (sistema adattivo basato su laser, operativo), NIRVANA (imager ad alta risoluzione per il vicino infrarosso con modalità interferometrica, in commissioning) e SHARK (imager con capacità coronografiche, per il visibile, -VIS, test di accettazione; il vicino infrarosso, -NIR, in fase avanzata di integrazione);

WHT: WEAVE (spettrografo multi-oggetto - La Palma - in costruzione);

NOT: NTE (imager e spettrografo - La Palma - in costruzione);

Base Concordia - Antartide: ESCAPE-AntarctiCor (coronografo solare con spettropolarimetro elettro-ottico per il visibile e vicino infrarosso) e HEMERA-CorMag (coronografo per l'imaging spettro-polarimetrico per pallone stratosferico).

EST: INAF è coinvolto nello sviluppo dell'European Solar Telescope (EST), la più grande facility europea dedicata allo studio 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 riguarda il sistema di MCAO, lo sviluppo di strumenti di piano focale, dei sistemi di controllo termico e di gestione dati. Le attività legate alla prototipizzazione di EST sono state finanziate nell'ambito dei progetti H2020 PRE-EST 2018-2021 e SOLARNET 2019-2022, nel cui contesto si colloca anche l'upgrade dello strumento IBIS2.0. INAF è coinvolto nelle seguenti attività:

- Partecipazione al Technical Advisory Group (TAG) e al Project Office,
- Realizzazione del prototipo del sistema MCAO EST con 5 DMs,
- Sviluppo del sensore di fronte d'onda e di spettropolarimetri interferometrici,
- Studio dei parametri atmosferici per l'ottimizzazione delle osservazioni,
- Partecipazione allo sviluppo del disegno concettuale del sistema di filtri e della piattaforma SPRING per osservazioni sinottiche.

LSPE-StrIP (Survey TeneRife Polarimeter): progetto ASI per lo studio della componente polarizzata della CMB. Per lo strumento STRiP l'INAF, oltre ad aver sviluppato il criostato ed il sistema criogenico, il calibratore di laboratorio ed altri sottosistemi, è responsabile a livello di sistema dell'integrazione, della verifica e validazione dell'intero strumento e del telescopio, del software di acquisizione e di storage dei dati, nonché delle operazioni al sito osservativo in programma nel triennio 2021-2023.

ALMA: INAF è impegnato nello sviluppo di tecnologie per il piano focale di ALMA. I ricercatori INAF hanno contribuito allo sviluppo e ottimizzazione di ricevitori che rappresentano lo stato dell'arte in termini di sensibilità e copertura spettrale. INAF è parte di un consorzio con L'Olanda (NOVA) e La Svezia (GARD) che, in seguito a competizione internazionale, si è aggiudicato il diritto di produrre le 73 Cartridge criogeniche per la Banda 2 di ALMA. Tra il 2020 e il 2025 INAF avrà un ruolo fondamentale nella produzione e verifica delle cartridge: infatti avrà il compito di assemblare, calibrare e qualificare il prototipo ingegnerizzato per la preparazione della pre-production. Avrà inoltre la responsabilità tecnica per la fornitura delle guide d'onda e sarà responsabile della verifica dei componenti più critici ad alta tecnologia (feed-horn, OMT, LNAs), per l'intera durata del progetto.

SKA: INAF è stato impegnato nel design delle antenne, dei ricevitori e della catena di acquisizione del segnale per SKA-LOW, nello sviluppo di software di monitoraggio e controllo del telescopio e delle antenne di SKA-MID, e nello sviluppo di algoritmi di processing dei dati. INAF ha anche realizzato dimostratori di small aperture arrays: il Medicina Array Demonstrator (MAD) e il Sardinia Array Demonstrator (SAD), al fine di acquisire esperienza e tecnologie utili per lo sviluppo di SKA-LOW, l'array operante a bassa frequenza di SKA. Questa esperienza è stata poi messa a frutto con la costruzione di dimostratori presso il Murchison Radio Observatory (MRO), il sito di SKA-LOW nel deserto Australiano. INAF è attualmente coinvolto nell'effettuazione di test che mirano a mettere a confronto le prestazioni di due diversi design d'antenna: il design italiano (sviluppato a conduzione INAF) ed il design australiano. Infine, INAF partecipa a un programma per lo sviluppo di strumentazione avanzata per SKA, finalizzato allo sviluppo di ricevitori di tipo Phased Array Feed (PAF).

SRT e rete VLBI: Per il Sardinia Radio Telescope, inaugurato nel 2013, si stanno sviluppando numerosi nuovi ricevitori criogenici operanti in diverse bande radio. Alcuni di essi sono ricevitori multibeam e bolometrici, oppure basati su tecnologie innovative come i già citati PAF mentre altri, che saranno installati anche sulle antenne di Medicina e Noto, consentiranno di svolgere osservazioni VLBI in tre bande simultanee. Di pari passo procede lo sviluppo dei sistemi hardware

e software necessari alla loro integrazione sulle antenne, nonché la progettazione di back-end a larga banda e di sistemi in grado di effettuare lo storage e l'elaborazione delle grandi moli di dati da essi prodotte. Sono inoltre allo studio sistemi metrologici per misurare e correggere le deformazioni strutturali causate sui radiotelescopi dal vento e da effetti gravitazionali e termici.

ASTRI: Iniziato come progetto bandiera MIUR, ASTRI ha raggiunto con pieno successo la prima milestone realizzando un prototipo end-to-end di telescopio di 4 m di diametro, installato al sito astronomico INAF di Serra La Nave sulle pendici dell'Etna. In questo modo è stata effettuata la prima osservazione in raggi gamma con telescopio Cherenkov a due specchi, grazie ad una camera compatta con sensori SiPM interamente sviluppata da INAF. ASTRI ha inoltre permesso di iniziare la sperimentazione di tecniche innovative di radiografia muonica sul vulcano Etna. E' ora in corso la seconda fase del progetto, un mini-array ASTRI di nove telescopi in implementazione presso il sito astronomico dell'Osservatorio del Teide a Tenerife. Il mini-array ASTRI, grazie al grande campo di vista e alla notevole distanza reciproca tra un telescopio e l'altro (tra 300 m e 600 m), rappresenta il path-finder a livello internazionale per lo studio con tecniche Imaging Atmospheric Cherenkov Technique (IACT) di sorgenti celesti nella regione tra 1 e 100 TeV.

ASTRI permetterà anche di provare per la prima volta anche un array con baseline lunghe diverse centinaia di metri la tecnica di Stellar Intensity Interferometry (SII). Sebbene limitata allo studio di sorgenti brillanti, il vantaggio di questo approccio consiste nell'essere insensibile alla qualità ottica dei telescopi. Il mini-array ASTRI sarà dotato di camere per SII ad alta velocità di lettura (alcuni ns), in aggiunta alla camere Cherenkov ottenendo immagini di stelle brillanti con risoluzione angolare, fino a 50 microsecondi d'arco.

CTA: La comunità internazionale è all'opera per l'implementazione di CTAO (il Cherenkov Telescope Array Observatory), l'osservatorio gamma da terra che sarà costituito da più di 100 telescopi situati negli emisferi nord e sud per il rilevamento di raggi gamma ad alta energia.

L'esperienza acquisita in astronomia Cherenkov tramite la partecipazione INAF a Magic e ASTRI mini-array consentirà ad INAF di contribuire all'implementazione del CTAO, con particolare riferimento all'array di piccoli telescopi SST (Small Size Telescopes) previsto al sito sud in Cile, di cui ha assunto il coordinamento. L'impegno sarà incentrato nelle attività di sviluppo di specchi leggeri ed a basso costo riprodotti, in stretta collaborazione con industrie nazionali, mediante replica a freddo (cold slumping) e replica a caldo (warm slumping), sviluppo di strutture meccaniche in configurazione a due specchi aplanatica e con riduzione del plate-scale, detta di Schwarzschild-Couder (SC).

Importante sarà anche il contributo software, che riguarderà l'analisi dei dati in tempo reale per l'astronomia multimessenger e multiwavelength, il sistema di monitoraggio e allarmi dall'hardware dell'array, la gestione del software, l'analisi scientifica e l'archiviazione dei dati.

Strumentazione da spazio

Di seguito è riportata una lista di satelliti per missioni spaziali delle agenzie ASI, ESA, NASA, JAXA, CNSA recentemente lanciate, o prossime al lancio, con i relativi contributi apportati da INAF:

Gaia (lancio 2013), missione per tracciare una mappa tridimensionale della Galassia: realizzazione del Gaia Data Processing Center Italiano DPCT;

BepiColombo (lancio 2018), prima missione europea per lo studio di Mercurio (ESA/JAXA): gli strumenti SERENA (analizzatore di particelle neutre e ionizzate), SIMBIO-SYS (spettrometri ed imagers) e ISA (accelerometro);

CHEOPS (lancio 2019), prima missione di classe S (Small) dell'ESA per la ricerca di transiti di esopianeti: telescopio ottico;

Solar Orbiter (lancio 2020), prima missione ESA di classe M (Medium) dedicata alla fisica solare ed eliosferica: strumento METIS (coronografo dal visibile all'estremo ultravioletto);

IXPE (lancio 2021), Small Explorer NASA per imaging polarimetrico a raggi X: strumentazione di piano focale e catena di acquisizione e calibrazione dei dati;

JUICE (lancio 2022), prima missione ESA di classe L (Large) per lo studio di Giove e dei suoi satelliti: strumenti JANUS (camera ottica), MAJIS (spettrometro ad immagine) e HAA (accelerometro);

Euclid (lancio 2022), seconda missione ESA di classe M (Medium) per mappare la geometria dell'universo e comprendere meglio materia ed energia oscura: i sistemi di controllo e acquisizione dei dati per gli strumenti VIS (per imaging nel visibile) e NISP (per imaging fotometrico nel vicino infrarosso), lo sviluppo del segmento di terra e la creazione del Science Data Center Italiano;

ExoMars (lancio 2022), missione ESA/Roscosmos per operare un rover sul suolo di Marte: DREAMS (misura di parametri meteorologici), MA_MISS (spettrometro integrato nella trivella per lo studio del sottosuolo), CaSSIS (camera stereo nel visibile), NOMAD (spettrometro per lo studio dell'atmosfera);

Proba-3 (lancio 2022), prima missione ESA con due satelliti in formazione di volo: strumento ASPIICS (coronografo per polarimetria ed imaging);

HERMES (primo lancio 2022), costellazione di cubesat per la localizzazione e lo studio dei GRBs;

CSES-02 (lancio 2022), missione CNSA con lo scopo di identificare precursori sismici di tipo elettromagnetico, ionosferico e magnetosferico: strumento EFD-02 (misura del campo elettrico ionosferico).

A queste vanno aggiunti gli strumenti e le tecnologie sviluppate per le future missioni spaziali, già selezionate definitivamente:

PLATO (lancio 2026), terza missione ESA di classe M (Medium) per la ricerca e lo studio di sistemi planetari extrasolari: i 26 telescopi (TOU), il computer di bordo (ICU) e il coordinamento tecnico e programmatico, con responsabilità della delivery, delle 26 Camere;

LiteBIRD (lancio 2027), missione JAXA per lo studio della polarizzazione della CMB: segmento di terra, misure criogeniche di materiali;

eXTP (lancio 2027), missione CNSA per lo studio delle proprietà temporali, spettroscopiche e polarimetriche di sorgenti X: lo strumento LAD (rivelatore a grande area efficace), la tecnologia delle camere a deriva di silicio per lo strumento WFM (rivelatore a grande campo).

ARIEL (lancio 2028), quarta missione ESA di classe M (Medium) per lo studio chimico e fisico delle atmosfere di pianeti extrasolari: segmento di terra, telescopio, architettura termica dell'intero payload, elettronica e software di controllo.

Comet Interceptor (lancio 2028), prima missione di classe F (Fast) selezionata ESA per lo studio di comete: gli strumenti DFP (per lo studio di polveri, campi magnetici e plasma) ed EnVisS (mappatura ottica del gas e delle polveri);

Athena (lancio 2031), seconda missione ESA di classe L (Large) per lo studio dell'Universo a raggi X: il CryoAC (rivelatore criogenico superconduttivo di controllo attivo del particle background), i filtri termici per raggi X e la Instrument Control Unit per lo strumento X-IFU (imaging ad alta risoluzione spettrale) ed i filtri ottici per lo strumento WFI (camera a largo campo).

5.1.5.2 *Tecnologie Abilitanti e Innovative*

INAF conduce progetti di sviluppo di tecnologie che hanno la prospettiva di trasformarsi, nel breve e medio termine, in dispositivi o processi rilevanti per la futura strumentazione astronomica, con potenziali ricadute per il trasferimento tecnologico. Di seguito una breve descrizione delle principali attività.

Ottiche Attive ed Adattive. Nel campo delle Ottiche Adattive (AO) INAF, insieme all'industria italiana, mantiene inalterata una posizione di chiara leadership mondiale. Grazie alla partecipazione italiana al Large Binocular Telescope (LBT), infatti, INAF dispone da molti anni di un formidabile laboratorio che ha permesso di sviluppare e consolidare, insieme all'industria italiana, tecnologie innovative per l'AO. Tra i principali risultati si annoverano i sistemi a specchi deformabili di grandi dimensioni ad attuazione elettro-magnetica e i sensori di fronte d'onda "a piramide" in banda VIS/NIR (attualmente operanti o previsti nei più grandi telescopi al mondo), oltre ad applicazioni più innovative dell'Ottica Adattiva come le tecniche di correzione singolo- (SCAO, XAO) e multi-coniugate (MCAO), basate su stelle naturali o in combinazione con stelle laser.

INAF e l'Industria italiana affrontano le nuove sfide europee come l'ELT, contribuendo allo specchio deformabile M4 ed al modulo MCAO post-focale (MAORY) e partecipando con la propria tecnologia a strumenti di nuova concezione come MAVIS per il VLT e alle grandi facility americane come il GMT e il TMT.

Gran parte della comunità AO dell'INAF si è recentemente riunita sotto il Laboratorio Nazionale di Ottica Adattiva (ADONI), e continua attivamente a sviluppare e promuovere tecniche e tecnologie innovative, come ad esempio:

- l'ottica adattiva multi-coniugata (MCAO) in banda visibile per i telescopi di classe 8m e globale (GMCAO) indirizzata ai grandi telescopi del prossimo futuro;
- l'ottica adattiva a guida laser (LGS-AO), con lo sviluppo di sistemi innovativi per la banda visibile, ad alta definizione spaziale
- studio di modelli basati sui parametri della turbolenza atmosferica per la previsione delle condizioni osservative finalizzata all'ottimizzazione delle osservazioni;
- l'implementazione di rivelatori di ultima generazione ad alta velocità di lettura ed alta efficienza (fast-imaging);
- Ottiche adattive per polarimetria ad alta sensibilità e accuratezza;

Altre applicazioni di tecnologie AO riguardano anche settori non convenzionali, come ad esempio lo sviluppo sperimentale di sistemi laser per Optical Satellite Communications a larga banda (Tb/s), rivelatori di onde gravitazionali attualmente operativi (LIGO-VIRGO) e di prossima generazione (Einstein Telescope), e infine in ambito medico-industriale, con la collaborazione di alcune aziende italiane.

Ottiche Dispiegabili. Sistemi Ottici Dispiegabili sono di particolare importanza per strumentazione dedicata al telerilevamento a bordo di piccoli satelliti che dispongono di limitate risorse di volume e massa. La possibilità di avere un'ottica a configurazione variabile può garantire l'accesso ad obiettivi scientifici ed applicazioni altrimenti non raggiungibili. E' in corso di realizzazione un prototipo di telescopio che utilizza un meccanismo di dispiegamento in fase operativa, che può avere applicazioni sia nel campo della spettroscopia nel Visibile ed Infrarosso che dell'interferometria Radar. Tale telescopio sarà interfacciato ad uno spettrometro, operante nell'intervallo di lunghezze d'onda di interesse per il monitoraggio ambientale dallo spazio. INAF, che collabora con la SITAEL, il Politecnico di Milano e l'Università Parthenope, punta ad acquisire una posizione di leadership in Italia sul tema delle ottiche dispiegabili.

Spettrometri compatti. INAF, alla guida di un consorzio con PoliMi, INM-CNR e Leonardo, sta studiando uno spettrometro di Fourier ad immagini compatto per utilizzo in campo planetario. Lo studio si propone di individuare i requisiti tecnico-scientifici e di risolvere alcune problematiche tecniche che normalmente affliggono questo tipo di strumentazione, come la sensibilità alle vibrazioni meccaniche, attraverso attività prototipale. Si vuole inoltre studiarne la miniaturizzazione e investigare la possibilità di aggiungere capacità di imaging allo spettrometro di Fourier. Lo strumento (RIIFS -Rugged Imaging Infrared Spectrometer) lavora in un intervallo spettrale 2 – 25 micron con un potere risolutivo di 1000 a 2 micron ed è adatto allo studio sia di atmosfere che superfici planetarie da satellite, cubesat, lander e rover planetari.

Integrazione payload ottici per esplorazione planetaria dallo spazio. Nel campo delle camere a colori e degli spettrometri ad immagine VIS-IR INAF insieme ad ASI e Leonardo detiene una posizione di leadership riconosciuta a livello mondiale. Partendo dall'heritage maturato si sta sviluppando un nuovo concetto di strumento di imaging chiamato *fISPEX* (Integral-Field Imager and Spectrometer for Planetary Exploration). Il team guidato da INAF comprende il Politecnico di Milano e Leonardo. *fISPEX* integra un canale di imaging ad alta risoluzione spaziale equipaggiato con un filtro a cristalli liquidi (LCF) operante nel range spettrale visibile con uno spettrometro a campo integrato nel range VIS-IR accoppiato ad un bundle di fibre ottiche (riformattatore ottico a maschera codificata, CMOR). I due canali condividono un singolo telescopio per osservare in parallelo ed in contemporanea lo stesso field of view permettendo di ottimizzarne il ritorno scientifico. E' in corso lo studio di fase A dello strumento *fISPEX* che prevede lo sviluppo di un dimostratore nel range visibile atto a validare le performance delle tecnologie abilitanti (LCF, CMOR).

Accelerometri per la misura delle perturbazioni non gravitazionali. Questa attività di ricerca tecnologica ha origine nelle tecniche per il rilevamento di piccoli spostamenti originariamente sviluppate per i sensori delle antenne gravitazionali a barra risonante. Nel recente passato ha permesso la realizzazione del primo accelerometro ad alta sensibilità ad aver volato nello spazio interplanetario. Gli ulteriori sviluppi in corso, puntano a incrementarne le prestazioni di oltre un ordine di grandezza, per rendere possibile nuove applicazioni scientifiche, tra cui uno strumento per migliorare le prestazioni del sistema GNSS europeo Galileo, rendendolo al contempo una infrastruttura per fare scienza (astrofisica e non solo).

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 nuove tecnologie basate su ASIC con risposta 3-D, a basso rumore, e la valutazione di stadi di moltiplicazione basati su diverse tipologie di elettrodi 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 LaBr₃[Ce];
- Rivelatori “ibridi” (cristalli scintillatori letti da SDD) per la rivelazione simultanea di fotoni nella banda X/gamma, da 5 keV a qualche MeV;
- lenti di Laue a larga banda per la focalizzazione di raggi X e gamma molli (circa 50-700 keV) basate su cristalli curvi. Queste ottiche con lunghezza focale fino a qualche decina di metri sono state proposte per la missione ASTENA attualmente in fase di studio (nel progetto europeo AHEAD 2 e proposto a ESA Voyage 2050);
- sensori 3D di CZT/CdTe per spettroscopia, imaging e polarimetria a scattering in raggi X duri/gamma molli (da pochi keV al MeV). Questo tipo di sensori permetterà la realizzazione di rivelatori in grado di rispondere efficacemente ai requisiti di missioni spaziali basate sulle nuove ottiche per alte energie (Lenti di Laue e multilayer);
- 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);
- filtri per raggi X ad altissima trasmissività ed elevata capacità di filtraggio della radiazione IR/VIS/UV/RF;
- microcalorimetri con sensore in germanio per spettroscopia in raggi X realizzati con tecnologie planari.
- elettronica analogica e digitale (e.g. ASIC e FPGA) e elettronica criogenica (e.g. sistemi di amplificazione a basso rumore per SQUID), indispensabili per un pieno sfruttamento di rivelatori innovativi.

Ottiche per Telescopi Cherenkov - ottiche, camere e sistemi di calibrazione. Gli sviluppi legati alla partecipazione ai telescopi MAGIC I & II, all’implementazione dei telescopi ASTRI e alla partecipazione alla fase preliminare di CTAO ha dato un particolare impulso alla ricerca nel campo delle tecnologie replicanti per la realizzazione di specchi leggeri a basso costo, in stretta collaborazione con industrie nazionali. Le tecniche 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 anche in applicazioni non astronomiche.

Inoltre INAF, nell’ambito di ASTRI, ha interamente sviluppato una camera Cherenkov prototipale basata su sensori SiPM con l’ASIC CITIROC (insieme alla ditta francese Weeroc) ed è impegnato nello sviluppo di sistemi di calibrazione specifici, inclusi illuminatori, sistemi LIDAR e telescopi ottici di supporto come UVISCOPE/UVSIPM.

Elementi Ottici Olografici (HOE). Questi elementi 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, sia come elementi disperdenti (VPHGs, Volume Phase Holographic Gratings) negli spettrografi per astronomia. INAF ha sviluppato nell'ultima decade un ruolo di assoluta leadership mondiale nel settore proponendosi con successo in percorsi innovativi basati su nuovi materiali, nuove architetture e processi quali la realizzazione di HOEs riscrivibili e di VPHGs a base fotopolimerica anche di elevate dimensioni (già in uso in diverse facilities osservative).

Sistemi di fibre ottiche ad uso astronomico. Negli ultimi anni l'utilizzo di fibre ottiche nella strumentazione astronomica ha visto INAF in prima linea, soprattutto relativamente al loro impiego in strumentazione di tipo spettroscopico ad altissima precisione. L'attività, in stretta collaborazione con ESO, è volta al "porting" di questa tecnologia a strumentazione di classe ELT dove le richieste di precisione aumentano per soddisfare le richieste scientifiche.

Fly-Eye. INAF, di concerto con una delle maggiori industrie aerospaziali operanti in Italia, ha 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.

Rivelatori di Carbuo di Silicio. Rivelatori a conteggio di fotoni per la rivelazione di fotoni UV in condizioni solar-blind detti SiCPM. a peculiarità di tali rivelatori è quella di essere sensibili solo nella banda UV e praticamente insensibili nella banda del visibile, eliminando quindi l'uso di filtri. Una prima collaborazione in questa direzione si è già avuta con la ST Microelectronics, leader nel settore.

Apparati sperimentali per l'erosione spaziale Grazie all'utilizzo di apparati sperimentali in grado di simulare le condizioni interplanetarie ed interstellari, INAF ha una ben consolidata esperienza nello studio sperimentale degli effetti indotti da raggi cosmici, ioni energetici solari e vento solare su superfici solide e analoghi di superfici planetarie, asteroidi, comete. Questi risultati sperimentali sono cruciali per una corretta interpretazione delle osservazioni astronomiche da Terra e dallo Spazio.

Sistemi ottici per coronografia solare. INAF ha sviluppato e sta studiando sistemi ottici innovativi per coronografi spaziali di dimensioni ridotte che possano essere accomodati in future missioni: partendo da AntartiCor, prototipo di coronografo con occultazione interna derivato da ASPIIC/PROBA-3, adattato per operare da terra nella base italo-francese Concordia in Antartide, a CorMag, nell'ambito del programma europeo HEMERA, dal punto di vista ottico gemello di AntartiCor, ma adattato per volo su pallone stratosferico. Nell'ambito del progetto Helianthus per lo studio di fattibilità di una missione di space weather con propulsione fotonica solare (i.e., vela solare), INAF sta sviluppando un prototipo di coronografo compatto (i.e., lunghezza < 0.5-m) ad occultazione esterna ed ampio campo di vista ed è responsabile per la progettazione, lo sviluppo, i test ed il procurement della strumentazione di remote sensing (Heliospheric Imager. Spettrometro a X-Ray) ed in-situ (rivelatore di protoni solari, magnetometro).

Microbilance piezoelettriche. Le microbilance a cristalli piezoelettrici utilizzate fino ad ora per la misura di polveri, composti volatili e contaminanti nello spazio, sono sempre state di produzione

US, anche in caso di missioni europee. ESA ha come obiettivo la realizzazione di sensori con prestazioni migliorate (e.g. migliore accuratezza in temperatura) avvalendosi di know-how e facility europee. Un consorzio guidato da INAF (con CNR, Politecnico di Milano e Kayser Italia) ha la leadership europea per lo sviluppo di questo tipo di sensori. Inoltre, partendo dall'heritage della missione ESA Rosetta, sono in fase di sviluppo (in collaborazione con Leonardo S.p.A.) dei sensori piezoelettrici per la misura di impatti di particelle (sia in regime di bassa velocità <100 m/s, che di ipervelocità >10 km/s) per la missione ESA Comet Interceptor.

Tecnologie Radio per array a bassa frequenza per i progetti SKA e LOFAR. Nell'ambito del progetto SKA, INAF in collaborazione con l'industria ha partecipato allo sviluppo dell'antenna per l'array a bassa frequenza (Low Frequency Aperture Array, LFAA), mettendo a frutto le numerose competenze acquisite nella progettazione elettromagnetica (EM). Per la caratterizzazione del diagramma d'irradiazione di antenna e di array, è stato progettato un sistema originale basato su Unmanned Aerial Vehicle (UAV) equipaggiato con un trasmettitore a radio frequenza. Tale sistema è stato usato con successo su array a bassa frequenza quali LOFAR e vari dimostratori di SKA-LOW, permettendo una validazione accurata dei modelli EM nelle condizioni operative dell'array.

Sempre in ambito SKA-LOW, INAF ha sviluppato un sistema elettro-ottico integrato e a basso costo per permettere la trasmissione di due segnali RF a larga banda su un'unica fibra, con la tecnica Wavelength Division Multiplexing.

Per venire incontro alle esigenze di alta integrazione ed efficienza richieste dal progetto SKA, è stato realizzato un sistema di acquisizione digitale denominato italian Tile Processing Module (iTPM). Tale scheda è in grado di processare 32 segnali analogici nella banda 50-350 MHz e trasmettere il beam sintetizzato tramite fibra ottica su una rete dati a 40 Gb/sec. La iTPM è utilizzata anche per realizzare i beamformer digitali, sviluppati sia per applicazioni astronomiche che per il monitoraggio di detriti spaziali (nei sistemi radar BIRALES e BIRALET).

INAF ha partecipato alla realizzazione degli Aperture Array prototipali in Australia presso il Murchison Radio Observatory, denominati AAVS_{1/2} ed EDA₂. Questi array sono utilizzati per verificare le performance e l'affidabilità delle tecnologie sviluppate, in vista della costruzione di SKA-LOW.

Per quanto riguarda LOFAR, INAF ha in carico la progettazione del nuovo ricevitore per LOFAR2.0, che sarà impiegato nell'upgrade dello strumento, per consentire l'osservazione contemporanea nelle due bande di frequenza 10-90 MHz e 110-270 MHz.

Laboratori di tempo-frequenza e mitigazione delle interferenze radio. A supporto della ottimale operatività dei radiotelescopi, le stazioni radioastronomiche sono dotate di strumentazione all'avanguardia per la fornitura di campioni di tempo e frequenza, utilizzati anche nella creazione della scala di Tempo Universale. Inoltre, INAF dispone di stazioni mobili e fisse per il monitoraggio dei segnali interferenti ed è attivo nello sviluppo di filtri a microonde realizzati impiegando tecnologia "high temperature superconductor" (HTS) nonché di software di signal processing basati anche su algoritmi di intelligenza artificiale.

Tecnologie per array di piano focale e ricevitori criogenici nelle microonde. In questa area di attività, che interessa sia strumenti da terra che nello spazio, gli sviluppi sono concentrati principalmente nei seguenti punti:

- Sviluppo di componenti passivi (feed, OMT, guide d'onda, polarizzatori) e attivi (amplificatori, MMIC) a larga banda. In questo settore l'expertise in INAF è di eccellenza, grazie alla vasta esperienza acquisita nello sviluppo di ricevitori nel centimetrico e nel millimetrico per Planck/LFI, ALMA, SRT e le antenne da 32 metri di Medicina e Noto.
- Sviluppo di calibratori criogenici a banda larga per la calibrazione di strumentazione ad architettura radiometrica e bolometrica. In questo ambito INAF è coinvolta nei progetti LSPE/STRIP, ALMA Banda 2+3, oltre ad altri progetti CMB-oriented da terra (Tenerife Microwave Spectrograph) e spaziali (call for F missions ESA, 2026-2028).
- 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 è dotato di diversi laboratori con facility criogeniche allo stato dell'arte, tra i quali il Cryowaves lab.
- Studio, ottimizzazione e caratterizzazione di sistemi ottici in ambito radio, anche con l'utilizzo di software di simulazione (GRASP), e di camere anecoiche. L'INAF è coinvolto in particolare nello studio dell'ottica del satellite LiteBird (missione JAXA).
- Progettazione e sviluppo di ricevitori radioastronomici di nuova concezione, come quelli basati sui Phased Array Feed criogenici a basso rumore e array multifeed a microonde. Questi ricevitori di nuova generazione presentano notevoli complessità, in particolare nella progettazione elettromagnetica dei front end e nella elettronica di acquisizione dei segnali. I PAF ad esempio integrano un elevato numero di antenne e di segnali da processare nel beam former. INAF è coinvolto nell'AIP (Advanced Instrumentation Program) di SKA per lo sviluppo di un PAF in banda C. Anche i ricevitori multi-feed, hanno un gran numero di horn e richiedono una notevole integrazione elettronica. INAF nell'ambito di un finanziamento PON sta portando avanti la realizzazione di diversi multifeed, un 19 pixel a 43 GHz, un 16 pixel a 100 GHz e un 7 pixel a 4 GHz. Sempre con i fondi PON, le tre antenne VLBI saranno equipaggiate con un ricevitore a microonde sulle tre bande di 13, 7 e 3 mm con la novità di poterle osservare simultaneamente. Sarà inoltre sviluppato un bolometro a 100 GHz per il fuoco gregoriano di SRT.
- INAF si propone di analizzare vari metodi e tecnologie innovative per migliorare la risoluzione angolare di un radiotelescopio oltre il limite di diffrazione classico, realizzando la cosiddetta "Super Risoluzione". Tale attività include al momento lo sviluppo delle pupille Toraldo mentre per i prossimi tre anni si prevede l'uso di metamateriali, e test sulla superficie attiva di SRT.

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, comprendendo lo 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.

Sistemi di controllo e metrologia per telescopi. INAF ha una consolidata tradizione di sviluppo in-house di sistemi di controllo per telescopi, utilizzando software real-time e sviluppando l'elettronica di controllo associata.

I requisiti prestazionali dei telescopi in termini di pointing e tracking sono estremamente stringenti, soprattutto alle lunghezze d'onda più corte della banda ottica. I sistemi di controllo devono pertanto essere accuratamente progettati con attuatori e sensori ad alte prestazioni in grado di soddisfare le specifiche. Fondamentale è la progettazione e implementazione degli algoritmi di controllo, che passa attraverso simulazioni e identificazione sul campo delle funzioni di trasferimento degli assi. Tali algoritmi costituiscono il cuore del buon funzionamento di un qualsiasi telescopio o antenna, in particolar modo nei siti astronomici ove il seeing è migliore.

Tali attività di control engineering sono state efficacemente implementate da INAF in telescopi nazionali (e.g. TNG, radiotelescopi di Medicina, Noto ed SRT) e internazionali (e.g. VST, VLT), progressivamente evolvendo verso sistemi di simulazione più accurati (Matlab + Simulink).

La chiusura dei loop di controllo assi e di autoguida, così come l'implementazione dei modelli di puntamento, rientrano anch'esse nell'alveo di queste attività INAF, delicate e strategiche per la realizzazione di ogni telescopio sia ottico che radio.

Tutte le grandi infrastrutture di ricerca gestite da INAF hanno necessità di sistemi di misura e controllo per verificare la forma dei loro specchi e della configurazione ottica. I grandi telescopi necessitano infatti di un allineamento delle ottiche con accuratezze di frazioni della lunghezza d'onda a cui operano. Per fare queste misure ed allineamenti, in INAF sono presenti numerose competenze e gruppi di metrologia che dispongono di strumenti di misura molto accurati (Laser Tracker, sistemi fotogrammetrici, laser scanner) e dove vengono progettati e sviluppati sistemi di misura custom (olografia a microonde, sensori lineari, sistemi di acquisizione per sensori di monitoraggio ambientale, anemometri, accelerometri etc). Tutti questi sistemi hanno l'obiettivo di studiare e cercare di minimizzare gli effetti di disallineamento e deformazione delle strutture, dovuti ad effetti gravitazionali, termici e/o del vento.

Tecnologie di allineamento basate su metrologia meccanica. INAF ha sviluppato nuove tecniche di integrazione che riducono i tempi di integrazione e facilitano l'utilizzo di montature super stabili. Queste tecnologie, sviluppate nell'ambito della strumentazione per telescopi di classe 8m (VLT), sono al momento in fase di sviluppo e "scale-up" per il loro utilizzo nella futura classe di strumentazione per telescopi di classe 30-40m (MAORY@EELT e HIRES@EELT), il potenziamento di questa attività è orientato alla semplificazione delle fasi di integrazione in sistemi opto-meccanici di medio-grandi dimensioni ed alla identificazione di sistemi "on-board" che permettano un monitoraggio indipendente dell'allineamento optomeccanico. L'attività di sviluppo dell'INAF si svolge in collaborazione con il Politecnico di Milano.

Tecnologie per astrometria sub-muas. Ampio filone di ricerca dedicato all'astrometria dallo spazio in cui INAF-ASI ha un ruolo di primo piano (missioni Hypparcos e Gaia) con progettazione di strumentazione opto-meccanica caratterizzata da una impostazione geometrica e strutturale tale da garantire "per costruzione" un allineamento quasi ideale e comunque intrinsecamente stabile. In questo contesto si pone ASTRA, progetto di Grande Rilevanza, co-finanziato dal MAECI, finalizzato al supporto di esperimenti astronomici da spazio ad altissima precisione angolare (dal micro-arcsec al nano-arcsec). Sono previste simulazioni e verifiche a banco su localizzazione di immagini ad alto SNR su rivelatori reali fino a 1/2000 pixel; studio, progettazione e integrazione di sistemi metrologici basati su tecniche interferometriche per il monitoraggio degli spostamenti meccanici dell'ordine del picometro; progettazione e prototipizzazione di un telescopio spaziale di classe 1-2 m con metrologia incorporata, atto a osservazioni simultanee su tre linee di vista.

Approcci innovativi all'ingegneria di sistema. La crescente complessità e articolazione della strumentazione astronomica nonché delle attività necessarie per il suo sviluppo (progettazione, integrazione, verifica, etc) ha fatto sì che l'INAF, pioniera a livello mondiale nell'astronomia, utilizzasse e mettesse a punto tecniche innovative di ingegneria di sistema, basate sul concetto di Model Based system Engineering (MBSE). Lo sviluppo e l'adattamento di questi approcci innovativi nell'ambito astronomico, è fatto in collaborazione con l'università dell'Insubria e il Politecnico di Milano.

Rivelatori a Microchannel Plate. Sviluppo, in collaborazione con CNR e Politecnico di Milano, di rivelatori a conteggio di fotoni basati su Microchannel Plate letti da un array di anodi integrato in un ASIC con capacità di conteggio di fotoni on chip. Questi rivelatori, particolarmente adatti per l'UV (dove possono essere ottimizzati per garantire alta efficienza abbinata a reiezione dei fotoni visibili), permettono di avere un rumore di lettura virtualmente nullo, quindi sono adatti per lavorare con pochi fotoni, ma nello stesso tempo sono in grado di elaborare anche flussi elevati, permettendone l'utilizzo in condizioni di elevato range dinamico nel campo di vista (per esempio spettroscopia in presenza di righe sia deboli che intense)

5.1.5.3 *Tecnologie Informatiche Innovative*

Le facility astronomiche attuali e quelle in via di realizzazione producono e produrranno una quantità di dati enorme dell'ordine degli exabyte. Lo sfruttamento di questa mole di dati (Big Data) è imprescindibile dallo sviluppo di adeguati strumenti informatici che permettano complesse analisi e simulazioni dei fenomeni fisici osservati. Per tale nuova sfida la comunità INAF ha sviluppato al proprio interno l'opportuno know-how. Di seguito vengono esposti gli aspetti chiave di questa sfida: dal control software, l'observation planning, l'acquisizione e riduzione dati, fino al data archiving, retrieval e analisi, che sono utilizzati anche nei Ground Segment delle missioni spaziali. Allo stesso modo le simulazioni numeriche rivestono un ruolo fondamentale sia per lo sviluppo strumentale che nella interpretazione del dato e della modellistica.

Control software. INAF ha una importante expertise riconosciuta a livello internazionale in tecnologie informatiche per lo sviluppo di SW real time connesso alla gestione di strumentazione. Ciò ci permette di ricoprire ruoli di responsabilità per lo sviluppo di numerosi strumenti sia per osservazioni da terra che dallo spazio. Le facilities su cui i nostri ricercatori sono stati impegnati, sono elencate qui di seguito: VLT, LBT, VST, TNG, WHT, SRT e radiotelescopi di Medicina e Noto, AGILE, CTA, ASTRI, ELT e SKA, PLANCK, HERSCHEL, EUCLID, PLATO, VIRTIS/Rosetta, ATHENA, ARIEL, SPICA e NASA/OST. Per rafforzare e portare a un ulteriore sviluppo le attività legate al software di controllo, nel 2019 si è costituito il gruppo di coordinamento TETIS (Technologies for Telescopes and Instruments control Software). INAF, come membro della collaborazione TANGO e con la partecipazione allo sviluppo di ACS, ha acquisito l'expertise per lo sviluppo di sistemi di controllo object-oriented, applicabile anche alle grandi facilities di nuova generazione, e.g. SKA.

Sviluppo Segmento di Terra (GS) e pipeline di riduzione. La progettazione e realizzazione di un GS per le moderne missioni spaziali ha assunto complessità paragonabile alla realizzazione e sviluppo di uno strumento hardware. Intorno a un GS ruotano infatti diverse competenze: ingegneria dei sistemi dal design, alla ingegnerizzazione, sviluppo ed esercizio di sistemi SW per il processamento dati, incluso il procurement e il mantenimento di risorse di calcolo e storage. Una parte del software del GS si interfaccia con gli strumenti durante le fasi di Assembly, Integration and Verification (AIV), Commissioning e Operations. INAF ha acquisito un'elevata esperienza nella realizzazione di segmenti di terra. Tra questi ricordiamo quelli di: Planck; AGILE con un unico

dataflow ottimizzato per l'astronomia multimessenger; Gaia con un'innovativa infrastruttura distribuita di cui INAF ha progettato con l'industria italiana uno dei 6 Data Processing Center (DPCT); ed EUCLID (lancio nel 2022) dove INAF ha la responsabilità dell'intero GS e la realizzazione del Science Data Center (SDC) Italiano.

Calcolo ed elaborazione dati. INAF ricopre un ruolo chiave relativamente all'analisi dati provenienti da strumentazione di terra e dello spazio e design infrastrutturale. INAF ha contribuito alla definizione dell'infrastruttura di cloud per la ricerca europea (EOSC) maturando expertise in progetti H2020 quali EOSCpilot ed ASTERICS, ora portati avanti rispettivamente da EOSC-Hub, ESCAPE (ESFRI Cluster per l'astrofisica e la fisica particellare) e NEANIAS (sviluppo di servizi per la gestione, analisi, visualizzazione dati e machine learning). Rilevante anche il progetto AENEAS, che ha definito lo sviluppo dei futuri European Science Data Center per SKA. INAF inoltre ha implementato l'infrastruttura italiana di calcolo per LOFAR che costituisce anche un pilot per il futuro SKA Data Center. E' iniziato altresì il coinvolgimento in tools software nell'ambito del Collaboration Agreement tra INAF e ASTRON per LOFAR2.0 (Telescope Management Specification System e data archiving).

In ambito HPC INAF ha siglato un MoU con il CINECA per l'utilizzo dell'infrastruttura di calcolo TIER-0/1 per simulazioni numeriche e cosmologiche e analisi dati. Il progetto CHIPP ha permesso di soddisfare le esigenze di classe TIER-2 dei ricercatori. Specifici accordi sono stati raggiunti con OpenPOWER Foundation, Google e Amazon per test e produzione su infrastrutture commerciali cloud. Di rilievo è la partecipazione alla fase di implementazione e test del sistema di calcolo pre-Exascale (Leonardo) assegnato da EuroHPC-JU al Cineca e, tramite i progetti H2020 ExaNest ed EuroExa, lo sviluppo di professionalità nell'ambito dell'ottimizzazione e sviluppo di codici per lo sfruttamento delle innovative piattaforme di exascale computing.

Gestione dati. La gestione delle risorse dati, la loro preservazione, accesso e distribuzione con tecnologie informatiche (incluse le tecnologie del web e web semantico e lo sviluppo delle interfacce di Autenticazione e Autorizzazione) è di rilievo fondamentale per l'attività di ricerca dell'INAF. Questa attività avviene in connessione con lo sviluppo degli standard dell'International Virtual Observatory Alliance (IVOA) a cui INAF contribuisce attraverso il progetto nazionale VObs.it. Attualmente INAF ricopre compiti di coordinazione tecnica in IVOA e gestisce il supporto ai servizi web e il processo documentale per l'Alliance. I temi di interoperabilità, Open Data e FAIRness delle risorse dati e servizi in astrofisica sono inoltre trattati in ambito europeo (EOSC) attraverso la partecipazione a progetti H2020 già citati, e in altri cluster tematici come SOLARNET (per la fisica solare) e EPN-VESPA (per la planetologia).

Data Science. In fase di analisi dei dati astronomici è di rilievo l'astroinformatica, disciplina scientifica appartenente al dominio del Data Science, il cui scopo primario è affrontare i problemi astrofisici con metodologie peculiari e di frontiera, quali machine learning, data mining, statistica e analisi delle immagini, che permettono l'esplorazione di grandi volumi di dati in cui effettuare l'analisi e la correlazione delle informazioni, risolvere in modo automatico problemi di classificazione, regressione, ricerca di sovra-densità e visualizzazione di spazi N-dimensionali. La Data Science è trasversale a tutte le attività di ricerca dell'INAF (alcuni esempi di applicazione: Coordinamento Spettroscopia INAF; PRIN INAF SKA-CTA; VRST; CLASH-VLT) e si può avvalere di infrastrutture informatiche general-purpose o specifiche. L'analisi dati è altresì complementata con tecniche di Visual Analytics e Virtual Reality (progetti ViaLactea ed ECOGAL, analisi dati H1 di MeerKAT, 3DMAP-VR).

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 Operazione

Le infrastrutture accessibili all’INAF o gestite dall’INAF sono state rese operative negli ultimi 50 anni; alcune di esse sono ancora pienamente operative, altre sono state rinnovate attraverso specifici programmi, altre ancora sono di costruzione recente e 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.

5.2.1.1.1.1 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 mt. di diametro montati su un’unica struttura. E’ un telescopio disegnato sin dall’inizio per l’adozione di Ottiche Adattive con un secondario adattivo per ciascuna pupilla. Grazie al successo di tale configurazione è correntemente il più grande laboratorio per lo sviluppo di ottiche adattive a livello mondiale, e l’unico in grado di ottenere dati interferometrici in modalità Fizeau, rendendolo in alcuni casi un telescopio con una apertura equivalente di 22.8m. In questa configurazione permette di anticipare la scienza che si otterrà con la futura generazione dei telescopi da 30m di diametro (ELT).

Il Telescopio LBT offre alla propria comunità di riferimento degli strumenti “tradizionali”, cioè non adattivi, quali le due camere per Imaging nel Visibile (LBC), una ottimizzata per il rosso ed una per il blu ed un sistema per correzione adattiva ground-layer a stelle laser (ARGOS) costruiti dall’INAF, gli spettrografi nel visibile (MODS) e uno spettrografo ad altissima risoluzione (PEPSI). Offre inoltre un crescente sistema di strumentazione adattiva, consistente dell’imager/spettrografo nel vicino infrarosso (LUCI), che può utilizzare un sistema laser per realizzazione di stelle artificiali (ARGOS), di un interferometro/imager operante tra 2 e 10 μ m (LINC) E’ infine in fase di installazione un imager IR adattivo a grande campo (MCAO) chiamato NIRVANA, costruito in collaborazione tra il Max Planck di Heidelberg e l’INAF. Nel corso del 2021 entreranno anche in funzione due nuovi strumenti AO costruiti a guida INAF, SHARK-NIR e SHARK-VIS, che permetteranno a LBT di studiare con grande risoluzione sistemi planetari e altri oggetti celesti.

Osservazioni Astronomiche:

Il telescopio ha iniziato la sua attività scientifica da pochi anni, in un contesto nel quale il 30% 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 2018/2019 sono state richieste 626 ore di osservazione, aumentate per l’anno 2019/2020 a 680 ore. Di queste, nel 2018/2019 sono state eseguite 222 ore di esposizione (definite come “open shutter time in specifica”). Queste corrispondono a 13 programmi eseguiti (completamente o in maniera quasi integrale). Nel corso dell’ultimo periodo il telescopio è stato chiuso agli inizi di marzo per effetto della pandemia Covid-19 e quindi il totale delle ore di posa acquisite è stato intorno a 100. 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 70 articoli sono stati pubblicati nel 2019 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, hanno capitalizzando il know-how raggiunto ottenendo importanti commesse industriali (del valore complessivo di quasi 100 milioni di euro) da altri telescopi non italiani, quali Subaru, MMT, e la generazione di telescopi da 30 m futuri quali GMT e il ELT.

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 13.4 MUSD e la quota parte per la partecipazione italiana è pertanto pari a 3.05 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 ke per notte), con gli indubbi vantaggi esclusivi della binocularità.

5.2.1.1.1.2 Telescopio Nazionale Galileo

Il Telescopio Nazionale Galileo (TNG) è il primo telescopio moderno 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 20 anni dalla messa in esercizio, TNG continua nell'eccellenza con strumentazione nuova e strumentazione rinnovata.

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-B. Gli ultimi due rappresentano una strumentazione di altissimo impatto per la ricerca e caratterizzazione di pianeti extrasolari e per altre applicazioni scientifiche (p. es. studi di metallicità delle stelle della nostra galassia), specie quando vengono usati 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 20 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 il TNG e il Nordic Optical Telescope prevede lo scambio di notti fra ricercatori italiani e

scandinavi. Negli anni futuri questo scambio metterà a disposizione dei ricercatori scandinavi 10 notti all'anno in cambio di 20 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 extra-solari. Il resto delle osservazioni riguarda GRB 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: da un livello medio di 50/anno, negli ultimi due anni sono passate prima a 72 e poi a 87, grazie all'alta produttività di HARPS-N.

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

Il TNG è contestualizzato in ORM (Observatorio del Roque de los Muchachos), uno degli Osservatori Internazionali di maggiore tradizione ed importanza, parte del sistema di Observatorios de Canarias (OOC), unito all'Osservatorio del Teide a Tenerife, regolato da un accordo intergovernativo (International Agreement Protocol) a cui l'Italia aderisce.

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, INAF partecipa alla costruzione dello 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.) –In questo quadro si colloca anche l'accordo, già citato, di scambio di notti osservative tra NOT e TNG.

5.2.1.1.1.3 Magic

Accanto al TNG sorge il Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope, Il più grande telescopio Cherenkov attualmente operato al mondo.

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: collapsi 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).

5.2.1.1.1.4 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. 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.

Conorzi 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 a grande campo, con un'apertura di 2,6 metri che è stato installato e reso operativo nel 2011 presso l'Osservatorio ESO di Cerro Paranal, in Cile. Totalmente realizzato da INAF, è attualmente operato da ESO nell'ambito di un accordo decennale partito nel 2011.

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. Come descritto nell'accordo e nel

Memorandum of Understanding firmato dalle parti, l'INAF (allora OACN) si è fatta carico della realizzazione del telescopio; ESO ha costruito l'infrastruttura in loco (cupola, etc.) e ne sostiene l'esercizio e la manutenzione.

Il VST è equipaggiato con la camera a grande campo OmegaCAM, che copre 1 grado quadrato di cielo campionandolo con 268 Megapixels nella banda 0.3-1.0 um. Il VST è parte integrante dell'osservatorio più produttivo al mondo di La Silla-Paranal. In questo osservatorio leader, negli ultimi anni VST è spesso risultato il telescopio più efficiente in termini di numero di notti disponibili per le osservazioni, superando talvolta le 160 notti a semestre di disponibilità per le osservazioni scientifiche.

Il VST è un telescopio a grande campo, frutto di tecnologia INAF, che grazie a un sofisticato sistema di ottica attiva offre prestazioni in termini di qualità dell'immagine fra le migliori a livello internazionale per telescopi della sua classe. Grazie al progetto del sistema di ottica attiva, per la prima volta totalmente sviluppato in Italia e non basato su repliche di precedenti sistemi, INAF e l'industria nazionale (Tomelleri, ADS) hanno sviluppato importanti competenze in questa tecnologia alla base di ogni telescopio ottico di punta.

L'associazione VST-OmegaCAM è particolarmente indicata per osservazioni di ampie porzioni di cielo che necessitano di una elevata qualità delle immagini, ed è ampiamente impiegato per studi sia galattici che extra-galattici. Tre survey pubbliche sono state eseguite negli ultimi anni: a) KIDS (The Kilo-Degree Survey), con una forte partecipazione della comunità italiana, b) VST ATLAS, c) VPHAS+ (The VST Photometric H-alpha Survey of the Southern Galactic Plane).

Alle survey pubbliche si aggiungono diversi programmi osservativi eseguiti su tempo italiano, tuttora in corso. La comunità INAF attualmente ha diritto al 20% del tempo osservativo, e concorre su base competitiva anche alla restante frazione di tempo riservata alla comunità ESO. Molti progetti vengono sviluppati insieme con le Università. Sommando il tempo garantito a INAF alla partecipazione a programmi su tempo ESO, si stima che i ricercatori INAF utilizzino al momento circa il 40% dei dati VST.

Le pubblicazioni su riviste con referee basate su dati VST sono regolarmente aggiornate nel database ESO. Negli ultimi tre anni si attestano ad un livello superiore a 50/anno. Tre lavori basati anche su dati VST figurano nella top-20 delle pubblicazioni ESO più citate di sempre.

Nel 2021 l'accordo con ESO sarà rivisto e INAF potrebbe potenzialmente accedere a una frazione superiore di tempo di osservazione. INAF ha emesso una Call for Ideas per studiare il futuro utilizzo del telescopio VST.

Costi di Esercizio - Nell'ambito dell'accordo decennale INAF-ESO, il costo addebitato a INAF fino al 2021 è di circa 50-60k€/anno, in funzione della percentuale di utilizzo reale.

NTT – New Technology Telescope

ESO opera da decenni l'NTT (New Technology Telescope) presso l'osservatorio di La Silla, il gemello dell'italiano TNG.

INAF ha vinto una competizione internazionale acquisendo il diritto a costruire e operare lo spettrografo SOXS a media risoluzione dedicato allo studio dei transienti. SOXS ha passato con

successo tutte le fasi di design ed è al momento in fase di realizzazione. Nei prossimi anni fornirà un prezioso contributo per l'osservazione dell'universo transiente con particolare riferimento alle controparti ottiche delle onde gravitazionali.

INAF è leader del consorzio internazionale che avrà a disposizione il 50% delle 180 notti all'anno (per 5 anni) al telescopio in cambio della realizzazione dello strumento.

INAF gestirà direttamente le operazioni di NTT attraverso un centro operazioni SOXS, implementando un modello operativo innovativo grazie al quale le osservazioni notturne saranno rischedulate di continuo a valle di una selezione quotidiana degli oggetti transienti da classificare e studiare.

REM Rapid Eye Mount

REM è un telescopio robotico di 60 cm, di proprietà INAF, installato presso l'ESO-Osservatorio di La Silla dal 2003, e gestito tramite un agreement ESO-INAF per la conduzione dell'infrastruttura in Cile.

Il telescopio è equipaggiato con due camere, ROS2 che opera nel visibile e REMIR operante nel vicino infrarosso. L'operatività è garantita da un programma di gestione automatica che, considerando le condizioni meteo in sito, avvia le operazioni tipiche di una osservazione astronomica, apertura cupola, avvio della strumentazione, puntamento del telescopio, integrazione sull'oggetto scientifico, download delle immagini e invio del catalogo delle osservazioni in Italia.

Inizialmente pensato per il follow-up veloce dei GRB, REM si è dimostrato valido per altri campi scientifici ed è sempre stato offerto alla comunità at large tramite il TAC dell'INAF e del CNTAC del Cile (a cui si deve il 10% del tempo). Data la sua natura che lo rende particolarmente efficace per la Time Domain Astronomy, di recente è stato incluso nell'offerta italiana nel progetto europeo OPTICON, e lo sarà nel futuro PILOT. Il follow-up dei transienti di Gaia e delle onde gravitazionali ha dato i risultati più importanti.

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.

5.2.1.1.1.5 Sistema dei Radiotelescopi Nazionali

Il Sistema Radioastronomico Nazionale è correntemente costituito da quattro radiotelescopi.

L'INAF - Istituto di Radioastronomia gestisce due stazioni, una nel territorio di Medicina (Bologna) e l'altra in quello di Noto (Siracusa), in cui operano complessivamente 3 radiotelescopi: la grande "Croce del Nord" e due antenne paraboliche gemelle di 32 metri di diametro. La "Croce del Nord", collocata a Medicina, è 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. Lo strumento è sensibile a sorgenti radio in una finestra di 2.7 MHz di ampiezza centrata ad una frequenza di 408 MHz. Una delle principali attività correnti della Croce del Nord è il monitoraggio dei detriti spaziali in orbita attorno alla Terra. L'insieme dei ricevitori sulle due antenne gemelle di Medicina e Noto permette invece osservazioni in una banda che attualmente va da 1.4 GHz a 43 GHz.

Il Sardinia Radio Telescope (SRT), un'antenna parabolica di 64 metri di diametro presso San Basilio (Cagliari), è operato dall'INAF - Osservatorio Astronomico di Cagliari. Attualmente SRT permette osservazioni da 305 MHz a 26.5 GHz. Inoltre, propone una superficie configurabile di antenna tra le più vaste al mondo combinata con tecnologia all'avanguardia che consente osservazioni ad alta efficienza sino a 116 GHz. SRT è stato costruito con contributi di INAF, del MIUR, dell'ASI e della Regione Autonoma della Sardegna.

Medicina, Noto ed SRT sono radiotelescopi versatili e di alto livello scientifico adatti ad osservazioni per astronomia radio ma anche per studi geodinamici ed applicazioni relative allo spazio. L'attività osservativa con le parabole di Medicina, Noto ed SRT è inserita nella rete internazionale Very Long Baseline Interferometry (VLBI) con la partecipazione a consorzi quali l'European VLBI Network (EVN), il Joint Institute for VLBI in Europe (JIVE) e l'International VLBI Service for Geodesy and Astrometry. L'utilizzo delle antenne di Medicina, Noto ed SRT in modalità "single-dish" prevede lo studio in ambienti galattici ed extragalattici di supernovae, formazione stellare, pulsars, righe (termiche, HI e maser), buchi neri, campi magnetici, transienti, ammassi di galassie, cosmic web e follow-up di onde gravitazionali.

Il Sistema Radioastronomico Nazionale è gestito attraverso l'Unità Tematico Gestionale II "Radioastronomia" della Direzione Scientifica che coordina le azioni dell'Istituto di Radioastronomia di Bologna e dell'Osservatorio di Cagliari, che operano le antenne. INAF attribuisce il tempo osservativo delle parabole di Medicina, Noto ed SRT a progetti proposti attraverso calls semestrali e selezionati da un apposito comitato di valutazione.

Nel caso di SRT, il tempo osservativo è attribuito pro-quota 80% all'INAF e 20% all'ASI.

Nel 2018 l'INAF ha ottenuto un finanziamento dal MIUR da 18,7 Milioni di Euro finalizzato al potenziamento di infrastrutture di ricerca, in attuazione dell'Azione II.1 del PON "Ricerca e Innovazione 2014-2020". Nell'ambito di questo finanziamento verrà potenziata la capacità osservativa di SRT alle alte frequenze radio, con la realizzazione di nuovi ricevitori, un sistema di metrologia, nuovi backends e sistemi di storage dei dati, nuovi sistemi per migliorare il controllo e l'affidabilità dello strumento ed il potenziamento dei laboratori di Elettronica, Microonde e

Meccanica dell'Osservatorio Astronomico di Cagliari. Tale finanziamento permetterà non solo il potenziamento di SRT, ma anche delle antenne di Medicina e Noto per osservazioni VLBI ad alta frequenza.

5.2.1.1.2 In Costruzione

5.2.1.1.2.1 ASTRI MINI Array

Il progetto ASTRI mini-array per raggi gamma di altissima energia è in corso di implementazione a cura di INAF al sito dell'Osservatorio del Teide a Tenerife, in collaborazione con l'Istituto di Astrofisica delle Canarie (IAC) e con altri partner nazionali (INFN, Sezione di Roma Tor Vergata) e internazionali (FAPESP/Univ. od Sao Paulo – Brazil, North-West University – Sud Africa). E' costituito da un gruppo di 9 telescopi a due specchi con configurazione Schwarziold-Couder (SC) di 4 m di diametro distribuiti in una striscia di ca 350 m x 800 mm, a 2300 m di altitudine e si pone come pathfinder per array di telescopi a largo campo IACT (Imaging Atmospheric Cherenkov Technique) per osservazioni di sorgenti cosmiche nella banda tra 1 e 100 TeV, ancora largamente inesplorata. La configurazione SC a singolo telescopio, con una serie di tecnologie correlate (inclusa una camera Cherenkov di nuova concezione basata su sensori SiPM) sono state sviluppate e provate da INAF tramite lo sviluppo e realizzazione di un telescopio prototipale (ASTRI-Horn) end-to-end installato in Sicilia sulle pendici del Monte Etna. Il Mini-Array ASTRI diventerà operativo a Tenerife nel 2023 e, dopo una fase dedicata ai test di carattere tecnologico per verificare il funzionamento di questa nuova architettura, potrà eseguire osservazioni scientifiche di grande importanza, soprattutto per lo studio dei meccanismi di accelerazione dei Raggi Cosmici in sorgenti galattiche ed extragalattiche. Tra le prove tecnologiche che potranno essere effettuate, si menzionano anche le osservazioni nel visibile di Stellar Intensity Interferometry (SSI), adottando la tecnica già esplorata con successo da Hambury-Brown e Twiss negli anni '70 dello scorso secolo per produrre il primo catalogo di raggi stellari. ASTRI potrà quindi ottenere immagini con risoluzioni angolari incredibilmente piccole (fino a 50 micro secondi d'arco) di un campione significativo di stelle brillanti.

5.2.1.1.2.2 CTA Cherenkov Telescope Array Observatory

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: Resti 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 è correntemente una società no-profit di diritto privato Tedesco partecipata dagli Enti che evolverà in European Research Infrastructure Consortium (ERIC). L'INAF contribuirà a CTA soprattutto, ma non limitatamente, al settore dei "piccoli telescopi" da 4 mt. 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.

5.2.1.1.2.3 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

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 120 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.

5.2.1.1.2.4 E-ELT European Extremely Large Telescope

Il Progetto "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 grande 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 di questi sono correntemente in programma ed alcuni 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 in operazioni). Coniugata con l'ottica adattiva integrata E-ELT raggiungerà risoluzioni spaziali e capacità di osservare oggetti deboli e lontani molto superiori a quelle dei telescopi attuali nonché dello stesso Hubble Space Telescope, e rivoluzionerà il campo dell'astrofisica nelle prossime decadi.

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.

Una parte rilevante del tempo osservativo nei primi anni (circa il 20%) verrà però riservata ai consorzi che stanno costruendo gli strumenti per E-ELT. Per questo motivo è particolarmente importante partecipare a tali consorzi, e l'INAF è tra i principali sviluppatori europei di strumentazione 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€a fronte di un costo complessivo previsto di 1110 M€ per l'intera infrastruttura) unito ad un aumento incrementale della quota annuale di funzionamento (pari al 2% per anno).

Sul fronte degli strumenti, sono al momento in costruzione 4 strumenti. Uno di questi (il modulo di ottica adattiva a grande campo MCAO) è chiamato MAORY ed è uno strumento a leadership INAF, sviluppato in collaborazione con l'Osservatorio di Grenoble e l'Università di Galway (Irlanda). INAF partecipa al 70% dei costi dello strumento e riceverà in compenso oltre 50 notti di ELT durante i primi anni di osservazioni. MAORY è uno strumento disegnato per correggere le perturbazioni atmosferiche su un'area di quasi un arcmin quadrato, alimentando un altro strumento (MICADO), a cui anche INAF partecipa, e un futuro strumento di seconda generazione. La leadership in questo strumento unico è il risultato diretto della forte esperienza e dei successi italiani nel campo dell'ottica adattiva, dimostrata soprattutto con i successi di LBT. INAF è anche capofila di un altro strumento di seconda generazione, al momento non ancora approvato, che consiste in uno spettrografo ad alta risoluzione chiamato HIRES. Questo strumento si basa sulla forte esperienza dei ricercatori INAF guadagnata con lo sviluppo e l'uso di HARPS al TBG, PEPsi ad LBT e UVES, X-Shooter ed ESPRESSO a VLT.

5.2.1.2 Le Grandi Infrastrutture dello 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 anche attraverso l'utilizzo di sonde robotiche. Nei progetti "spaziali" i Paesi industrializzati stanno investendo ingenti risorse, in quanto è ormai 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), la ROSCOSMOS russa, la giapponese (JAXA) e/o cinese (CAS) Di seguito riportiamo un brevissimo resoconto delle missioni più significative 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 collaborazione 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 aggiornata (Maggio 2020) di maggior dettaglio di quanto riportato qui è reperibile al seguente [link](#).

5.2.1.2.1 In Operazione

5.2.1.2.1.1 Esplorazione del Sistema Solare

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, è stata lanciata nell’Ottobre del 2018 e ha iniziato la sua lunga crociera verso il pianeta. L’INAF ha la PI-ship di 3 strumenti (ISA, SERENA, SIMBIO-SYS) e partecipa ad altri a bordo dei due moduli, MPO e MMO.

Il programma **ExoMars** è un progetto ESA-ROSCOSMOS per l’esplorazione di Marte, costituito da due missioni: il Trace Gas Orbiter (TGO) lanciato nel Marzo 2016 e con due strumenti a Co-PI-ship INAF (CaSSIS, NOMAD) e il rover più la piattaforma fissa che verranno lanciate nel 2022 con uno strumento a PI-ship INAF (MaMiss) e uno a co-PIship INAF (Dust Complex), costituito da una suite di sensori di cui due strumenti a PI-ship INAF (MaMiss, MicroMED). Il progetto di esplorazione marziana è particolarmente ambizioso in quanto prevede l’osservazione in 3D e spettroscopica della superficie, già in operazione, e l’analisi del materiale superficiale per stabilire se la vita su Marte è mai esistita. ExoMars si affianca alla sonda **Mars Express** in orbita attorno a Marte con due strumenti a PI-ship INAF (MARSIS, PFS) e uno a Co-PIship INAF (OMEGA) ed alla sonda americana **MRO**, che vede INAF partecipare scientificamente alle attività di uno strumento (SHARAD)

L’INAF è coinvolta anche nell’esplorazione di Giove con la missione della NASA **Juno**, dove ha la PI-ship di JIRAM con l’obiettivo di osservare l’atmosfera di Giove.

Solar Orbiter (lanciato il 9 febbraio del 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 gestisce e coordina tutte le attività relative alla partecipazione italiana alla missione, che consiste nello sviluppo di 3 strumenti a bordo della missione. Per uno di questi (SWA) detiene la Co-PIship. L’INAF partecipa anche scientificamente alla missione CLUSTER dell’ESA, che ha l’obiettivo di studiare i processi di fisica del plasma più rilevanti.

INAF collabora anche nella missione di Sample Return della NASA denominata **OSIRIS-REX**, e nella missione di Sample Return della JAXA denominata **Hayabusa2**, ambedue attualmente in fase operativa.

5.2.1.2.1.2 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; fondamentale il contributo scientifico dei ricercatori INAF negli anni.

Gaia è una delle missioni di maggior successo concepita dalla comunità europea per l’ESA. Una recente rilevazione riporta che la frequenza di lavori referati in riviste internazionali che utilizzano l’ultimo catalogo rilasciato alla comunità scientifica è di circa 250 articoli/mese nell’ultimo anno (2 aprile 2019 – 29 marzo 2020). La partecipazione italiana coinvolge i maggiori Osservatori dell’Ente e rappresenta il maggior contributo al DPAC insieme alla Francia; inoltre ospita un centro di processamento dati che analizza indipendentemente tutto il data stream astrometrico, dal piano focale alla ricostruzione relativistica della sfera celeste. La missione sta rivoluzionando la conoscenza della nostra Galassia come prodotto Cosmologico per mezzo di osservazioni

astrometriche e spettro-fotometriche ripetute nel tempo di tutti gli oggetti della volta celeste, fino ad una magnitudine $V=21$, con precisioni senza precedenti. Tra i contributi principali si distinguono: la scala delle distanze, l'evoluzione chemo-dinamica della Via Lattea, un censimento ineguagliabile di pianeti extra-solari entro i 200 pc e la fisica dei corpi minori del Sistema solare.

Cheops (lanciato ad 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, il coordinamento della scienza ancillare e lo studio dei sistemi planetari attraverso la tecnica TTV (Transit Time Variation).

5.2.1.2.1.3 Universo “violento”

XMM e **INTEGRAL** e la missione NASA *Neils Gehrels SWIFT Observatory*, tutte con rilevante contributo italiano (su **INTEGRAL** uno degli strumenti è a PI INAF, mentre per **SWIFT** INAF ha fornito gli specchi ed ha contribuito alla messa a punto del software di analisi dati), 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.

5.2.1.2.2 In Costruzione

5.2.1.2.2.1 Missioni vicine al lancio

In stretta collaborazione con INFN, l'INAF partecipa alla missione **IXPE** (lancio previsto nel novembre 2020), una missione recentemente selezionata dalla NASA, dedicata allo studio di sorgenti celesti mediante l'utilizzo della polarimetria in banda X.

INAF partecipa attivamente alla seconda delle due missioni previste dal programma **ExoMars**, con lancio previsto nel 2022 (vedi sezione Missioni in operazione - Esplorazione del Sistema Solare). Oltre alla ricerca della vita su Marte, la missione ha l'obiettivo di dimostrare la fattibilità di nuove tecnologie per le missioni di Sample Return negli anni a venire.

HERMES *Technologic and Scientific Pathfinder* è una costellazione di sei nano-satelliti 3U che ospitano rilevatori di raggi X semplici ma innovativi per il monitoraggio di transitori cosmici ad alta energia come i lampi di raggi gamma e le controparti elettromagnetiche di Gravitational Wave Events.

Il progetto è in una avanzata fase di realizzazione e la costellazione dovrebbe essere testata in orbita a partire dall'inizio del 2022; INAF è responsabile dello sviluppo implementazione e test del payload.

Juice (lancio previsto nel 2022) è la prima missione di classe *Large*, “L”, dell'ESA e ha l'obiettivo di esplorare il sistema gioviano. L'obiettivo principale è l'osservazione delle tre lune ghiacciate Ganimede, Europa e Callisto, alla ricerca dell'acqua liquida sotto la superficie. INAF ha la PI-ship

(tramite un associato INAF dell'Università Parthenope di Napoli) della camera JANUS e la Co-PI-ship dello spettrometro MAJIS.

L'INAF coordina la realizzazione dello strumento **LICIACube** un *cubesat* che verrà lanciato nel 2021 insieme alla missione della NASA DART verso un asteroide binario Didymos. DART colpirà la superficie dell'asteroide satellite Didymoon e LICIACube osserverà il cratere che verrà creato e la nuvola di materiale generata in seguito all'impatto.

INAF è alla guida della missione italiana **ABCS** (lancio previsto a settembre 2020), finalizzata alla ricerca astrobiologica. L'obiettivo primario di questo progetto è la progettazione e la realizzazione di un satellite *cubesat* 3U con a bordo una piattaforma analitica altamente integrata basata su un dispositivo lab-on-chip originale per condurre rivelazione di biomolecole organiche nello spazio.

PROBA-3 è la prima missione dimostrativa delle tecnologie per la formazione in volo di satelliti. INAF è capofila del contributo italiano per il "payload" scientifico della missione, ossia il coronografo solare **ASPIICS**. Il lancio è previsto nel 2022.

JWST (lancio previsto nella primavera del 2021) è la missione congiunta NASA, ESA e CSA che porterà in orbita 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.

Euclid (seconda missione "M" dell'ESA, lancio previsto nel 2022) 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.

LSPE è un progetto scientifico e tecnologico italiano dedicato alla misura ad altissima sensibilità della polarizzazione della radiazione di fondo cosmico a microonde su grandi scale angolari; **INAF** è fortemente coinvolto nello sviluppo dello strumento a bassa frequenza.

Per finire, la missione cinese **CSES-LIMADOU**, con la sua estensione **CSES2** (lancio previsto nel 2022). studia le perturbazioni della ionosfera che si pensa si possano associare a terremoti; è frutto di una collaborazione tra INFN, **INAF**, INGV e varie Università italiane.

5.2.1.2.2.2 Missioni in preparazione

Plato (Co-PI-ship INAF, 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 di responsabilità Italiana la scelta dei campi di osservazione e delle specifiche sorgenti.

La prima missione F dell'ESA **Comet Interceptor** è stata selezionata per essere lanciata insieme ad Ariel e ha l'obiettivo di restare in attesa in L2 del passaggio di una cometa nuova o interstellare, a cui si avvicinerà per studiarla. L'INAF ha la CO-PI-ship della camera **EnVisS** e del pacchetto di strumenti **DFF**, il quale include il sensore **DISC** coordinato da INAF, per l'analisi della polvere cometaria.

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..). Due Infrastrutture di calibrazione per il modulo ottico (BEATRIX e VERT-X) verranno installate in Italia a guida INAF, realizzate con in sostegno di ESA e del progetto AHEAD finanziato dalla Unione Europea.

Ariel (Co-PI- ship INAF, lancio previsto nel 2028) 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.

5.2.1.2.2.3 Missioni in fase di studio

La missione **eXTP** (lancio previsto nel 2027) è una missione di Astronomia X ed è sviluppata da un consorzio di istituti cinesi ed europei (questi ultimi guidati dall’**INAF**); una possibile partecipazione di ESA attraverso una *Mission of Opportunity* è in corso di studio. Gli obiettivi scientifici riguardano lo studio della materia e della fisica in condizioni estreme di densità e di gravità, ai quali si aggiunge lo studio della materia in campi magnetici estremi.

La missione **Solar-C_EUVST** è una missione della JAXA, con contributi NASA e di varie agenzie spaziali europee, finalizzata a lanciare, nel 2025, uno spettrografo con capacità di produrre simultaneamente immagini e spettri del Sole denominato Extreme UltraViolet High-Throughput Spectroscopic Telescope (EUVST); una possibile partecipazione di ESA attraverso una *Mission of Opportunity* è in corso di studio. INAF è stata finora alla guida della collaborazione di istituti italiani interessati e coinvolti nella missione.

LiteBIRD (lancio previsto nel 2027) è una missione spaziale a guida JAXA concepita per la ricerca delle onde gravitazionali generate durante l’inflazione attraverso la loro impronta sulle anisotropie in polarizzazione di tipo B nel fondo cosmico alle microonde; forte interesse e competenze della comunità INAF che ha lavorato, con successo, in passato sulla missione Planck.

Per finire, a seguito della selezione preliminare per la missione M5 dell’ESA (lancio previsto nel 2032) sono in competizione due missioni, **SPICA** e **THESEUS**, con forte interesse e partecipazione **INAF**. La prima dedicata ad astronomia infrarossa, la seconda, a guida **INAF**, dedicata allo studio dei gamma-ray burst e delle controparti elettromagnetiche delle onde gravitazionali.

5.2.1.3 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, LBT e LOFAR, e per i futuri strumenti quali ad es. Euclid, CTA e SKA, ed è coinvolta in iniziative internazionali (quali IVOA, RDA, EOSC) tese a costruire un'infrastruttura dati e servizi consapevole dei principi FAIR e delle linee guida dell'Open Science, , nella ottimizzazione dei codici in visione del Exascale. 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. Questo dovrà essere fatto attraverso la costituzione di un coordinamento forte nell'ambito dell'ICT in senso lato, e che possa ottimizzare lo sviluppo di nuove infrastrutture fisiche oltre allo sfruttamento sinergico del capitale umano.

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 permettono 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

sviluppando sempre maggiori sinergie tra i punti 2 e 3.

5.2.1.3.1.1 Infrastruttura di Rete

La rete informatica dell'ente si caratterizza come una infrastruttura irrinunciabile per l'amministrazione, per l'accesso ai servizi della comunità scientifica, per l'acquisizione dei dati e per 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

che possono arrivare e superare i 10 Gbit/s tra le singole antenne ed il correlatore distanti 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 previsto 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 650 Keuro all'anno. L'INAF ha già sottoposto al GARR una lettera di richiesta per associarsi. A questa cifra vanno aggiunte alcune decine di migliaia di euro che sono pagate dall'ICT e dalle strutture sulla base di accordi locali.

5.2.1.3.1.2 Infrastruttura 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 (DPCT), 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 adattata 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, e l’approccio alla sua soluzione si è sviluppata su diverse linee “indipendenti”:

- Calcolo HPC-HTC: con un MoU (2017-2020 esteso a tutto il 2021) con il CINECA per l’acquisizione di un numero adeguato di ore di calcolo, oltre a sviluppare un supporto alla comunità in termini 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 HPC-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 permetterà, 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, è 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) tramite l’acquisizione di voucher dedicati essenzialmente al calcolo ed al Deep Learning.

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 più capillare.

A questo scenario va inoltre aggiunto il fatto che lo SKA-Observatory è 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 è 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.

5.2.1.3.1.3 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 InfrastructuRe), permette 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, preservarli anche tramite l'uso di tape-library su tempi scala di decenni. Il sistema andrà successivamente potenziato per supportare i progetti INAF di più 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.

Nell'ambito della partecipazione italiana al consorzio DPAC (ESA), grazie al contratto con l'ASI, l'INAF ha la responsabilità scientifica dell'archivio dei dati della Missione Gaia presso ALTEC (DPCT). Il data center italiano di Gaia costituisce non solo una risorsa INAF con valenza di archivio, ma anche uno strumento per lo sfruttamento scientifico ottimale dei dati.

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 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. Infine è uno degli attori nazionali per la creazione di uno SKA Regional Center

L'INAF partecipa insieme ad INFN e ad ASI alla conduzione dello SSDC (Space Science Data Center) un centro dati per le missioni spaziali per l'esplorazione e l'osservazione dell'Universo. SSDC rappresenta un unicum nel suo genere fornendo supporto alla comunità astronomica dalla gestione delle missioni fino allo sfruttamento scientifico dei dati ben oltre la vita operativa degli strumenti in un contesto multifrequenza ed ora multimessaggero.

5.2.1.3.1.4 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.

5.2.1.3.1.5 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.

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 è 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. Oramai 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 interventi mirati. A integrare, ma non in secondo piano, gli investimenti infrastrutturali va anche sviluppata una adeguata politica di turn-over se non di incremento del capitale umano.

5.2.2 Space Weather

Lo Space Weather rappresenta per l'INAF un settore strategico a cui dedicare sempre maggiori risorse nel prossimo triennio, in accordo con l'evoluzione europea e mondiale della ricerca e delle applicazioni nel campo. Infatti lo Space Weather è inserito programmaticamente nelle attività delle organizzazioni scientifiche quali la World Meteorological Organisation (WMO) ed il COSPAR, la NOAA, la NASA, l'ESA, la Commissione Europea, le agenzie spaziali, tra le quali l'ASI che ha costituito un Gruppo di Lavoro specifico e svilupperà un centro dati scientifici per lo Space Weather (ASPIS) in collaborazione con INAF, INGV, INFN, CNR e molte realtà scientifiche accademiche. Inoltre INAF ha attivato un accordo quadro per la realizzazione di un servizio duale (civile e militare) per il monitoraggio e la previsione dello Space Weather, coordinato dall'Aeronautica Militare ed in collaborazione con INGV. Tale servizio sarà un tassello operativo di un progetto strategico nazionale per la Sicurezza dello Spazio, ora in preparazione sotto il coordinamento del Ministero della Difesa e la partecipazione del MIT, che vede la partecipazione di tutte le realtà scientifiche italiane attive nel campo insieme a quelle industriali. Un'azione sinergica per la comunità nazionale che si occupa di Space Weather viene attivamente svolta dall'organizzazione SWiCo (Space Weather Italian Community), a cui afferiscono circa duecento ricercatori e tecnologi.

In ambito INAF, il coordinamento delle attività relative allo Space Weather viene svolto da un Senior Advisor, coadiuvato da uno Steering Committee formato da quattro membri, nominati dalla Direzione Scientifica.

Nell'ambito della scienza dello Space Weather, l'INAF si occupa di diverse attività di ricerca che coprono un esteso campo di tematiche quali, ad esempio, la Fisica Solare (Solar Weather) ed Eliosferica (Heliospheric Weather) (osservazione e modellistica dei Brillamenti Solari e dell'accelerazione di Particelle Energetiche Solari, delle Coronal Mass Ejection e del Vento Solare), le Relazioni Sole-Terra (Interplanetary Weather) (propagazione di Coronal Mass Ejection e di Particelle Energetiche Solari), gli effetti geomagnetici (Magnetospheric e Geospheric Weather), i disturbi ionosferici e dell'alta atmosfera (Ionospheric Weather) (Aurora e Tempeste Ionosferiche), il Planetary Space Weather (interazioni Vento Solare-Atmosfere Planetarie), la Fisica dei Raggi Cosmici, gli studi degli impatti sui sistemi biologici e su quelli tecnologici (ad es. Interferenze Radio Solari alle comunicazioni satellitari ed alla ricezione dei segnali GPS).

L'INAF svolge tali attività di ricerca attraverso un'ampia partecipazione a diversi progetti in collaborazione con Università (Catania, Firenze, Genova, L'Aquila, Roma2, Roma3, Trieste) ed altri enti nazionali ed internazionali (INGV, ASI, INFN, CNR, ESA).

Per quanto attiene al monitoraggio dello Space Weather, INAF dispone di una rete nazionale di servizi basata su una varietà di assetti, alcuni dei quali operativi da più di cinquant'anni, altri più recenti ed alcuni di futura attivazione. Attualmente l'INAF contribuisce anche alla SSA Space Weather Service Network della European Space Agency (ESA), in particolare con i dati delle regioni attive solari e loro previsione (INAF-OACt) e con il monitoraggio a terra dei neutroni (INAF-IAPS). Entrambi gli assetti sono anche nodi, rispettivamente, della rete mondiale Global High Resolution H-alpha Network e del Real-Time Database for high-resolution Neutron Monitor measurements (NMDB).

Le principali infrastrutture dedicate allo Space Weather o in fase di sviluppo sono riportate in Tabella 1 e costituiscono una rete unica per completezza di copertura dell'ambiente Sole-Terra:

Tabella 1

INAF-Osservatorio Astrofisico di Torino ed ALTEC S.p.a.	<ul style="list-style-type: none"> • Centro per lo Space Weather ed i dati eliosferici • Archivi dati di SOHO e Solar Orbiter/METIS • SWELTO - Space Weather Lab in Turin Observatory
INAF-Osservatorio Astronomico di Trieste	<ul style="list-style-type: none"> • Centro per il Meteo Radio Solare di Trieste • Archivio Dati Solari Radio
INAF-Osservatorio Astronomico di Roma	<ul style="list-style-type: none"> • Telescopio Fotometrico Solare di Precisione (PSPT) • Archivio dati dello spettropolarimetro ad alta risoluzione IBIS • Archivio Digitale delle Immagini Solari Storiche • Monitor MOF dell'Attività Solare (SAMM) • Monitor di Neutroni SVIRCO
INAF-Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali (Roma)	<ul style="list-style-type: none"> • Radar HF DOME C Est & Nord in Antartide (SUPERDARN) • Osservazioni Magnetosferiche e Ionosferiche • Simulatore di Vento Solare e Plasma Ionosferico (SWIPS)
INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte (Napoli)	<ul style="list-style-type: none"> • Telescopio solare con Filtro Magneto-Ottico (VAMOS)
INAF-Centro di Space Weather presso UniCal (Rende)	<ul style="list-style-type: none"> • Centro per il Meteo Radio Solare di Rende • Archivio Dati Solari Radio
INAF-Osservatorio Astrofisico di Catania	<ul style="list-style-type: none"> • Telescopio solare H-Alfa & 656.78 nm
INAF-Osservatorio Astronomico di Cagliari INAF-Istituto di Radioastronomia (Bologna, Noto)	<ul style="list-style-type: none"> • Immagini Radio del Sole nella Banda K con gli strumenti radio SRT (64 m), Medicina (32 m), Noto (32 m) • Progetto SUNDISH (Monitoraggio ed osservazioni solari coordinate con LOFAR e ALMA)

INAF-Istituto di Radioastronomia (Bologna, Noto)	<ul style="list-style-type: none"> • Immagini Radio del Sole nella Banda K con gli strumenti radio SRT (64 m), Medicina (32 m), Noto (32 m) • Progetto SUNDISH (Monitoraggio ed osservazioni solari coordinate con LOFAR e ALMA)
--	--

In ambito spaziale, si cita inoltre il satellite Heliantus per il monitoraggio del Sole basato sull'utilizzo della vela solare.

5.2.3 SST-SSA-NEO

5.2.3.1 SST

L'obiettivo del progetto e quello di realizzare una rete europea per il monitoraggio di satelliti e oggetti orbitanti per garantire la sicurezza delle missioni spaziali, dei satelliti operativi e prevedere rientri di oggetti a Terra di medie/grandi dimensioni, pericolosi per l'incolumità degli abitanti del nostro pianeta.

L'INAF ha da sempre vantato una posizione di eccellenza nel settore dello SSA/SST come naturale estensione delle proprie attività di ricerca nel campo della fisica solare e delle missioni Space Oriented. L'INAF è membro dell'OCIS (Organismo Italiano di Coordinamento ed Indirizzo per SST Space Surveillance and Tracking), di cui fanno parte l'Aeronautica Militare, lo Stato Maggiore della Difesa, l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI). L'OCIS, in collaborazione con Germania, Francia, UK, Spagna, Portogallo, Polonia e Romania, ha il compito, sfruttando i propri assetti nazionali, di fornire servizi iniziali di SST e di contribuire, alla salvaguardia di infrastrutture, mezzi e servizi spaziali sia europei che nazionali.

Il segmento delle Strutture di Ricerca dell'INAF nell'area bolognese e in quella in Sardegna sono al momento il fulcro dell'attività dell'Ente nel campo di SST, utilizzando il telescopio "Cassini" di 152cm della stazione osservativa di Loiano (Bo), il radiotelescopio "Croce del Nord", presso Medicina (Bo), e il "Sardinia Radio Telescope" (SRT), nelle vicinanze di Cagliari. Per questi tre sensori principali le attività in ambito SST si sono tradotte in importanti progetti di upgrade "dual-use" con specifiche, per gli ultimi due, dettate da utilizzo di "Radar Bistatici". L'attività operativa per SST è principalmente condotta nell'ambito dei programmi europei H2020 e Copernicus, attraverso l'EU-SST Consortium, in linea con le direttive di indirizzo della Commissione.

La Croce del Nord e il telescopio Cassini sono gestiti dall'INAF, ma di proprietà dell'Università di Bologna, mentre SRT è di proprietà INAF per una quota pari a 80% e il rimanente 20% di proprietà dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI). Le due antenne sono utilizzate come parte ricevente di due radar bistatici, denominati BIRALES (Bi Static Radar for LEO Survey) per la Croce del Nord e BIRALET (Bi Static Radar for LEO Tracking) per SRT, il cui trasmettitore comune si trova in Sardegna, in un'area protetta e gestita dall'Aeronautica Militare italiana. Questi tre sensori sono in grado di svolgere diverse attività di monitoraggio, su diverse orbite. In particolare tramite la Croce del Nord, che ha un largo campo di vista (circa 30 gradi quadrati), è possibile fare attività di sorveglianza e trovare nuovi oggetti non catalogati, mentre con SRT, che è in grado di inseguire con accuratezza ogni oggetto in cielo, si svolgono attività di tracking. Entrambi questi due radar sono in grado di osservare oggetti in LEO (Low Earth Orbit), una fascia compresa tra 200 e 2000 km di altezza, mentre Cassini riesce ad osservare oggetti in orbite più elevate, fino a quelli che ruotano in orbita geostazionaria. Per quanto riguarda i due radiotelescopi Croce del Nord e SRT,

data la loro grande area di raccolta dei segnali (circa 3000 metri quadrati), risultano molto sensibili ed in grado di rilevare oggetti di piccole dimensioni (fino a qualche decina di centimetro quadrato). La precisione con cui si riesce a determinare l'orbita è inferiore ai 100 metri o risoluzioni angolari migliori di 10 arcsec. Anche Cassini, con il suo specchio di 152 cm risulta essere uno strumento estremamente sensibile ed in grado di osservare agevolmente satelliti e detriti nelle medie e alte orbite, con un potere risolutivo migliore di 10m nelle orbite geostazionarie, ed equivalente a ca. 1m nelle medie orbite.

I risultati raggiunti sono notevoli in quanto l'Italia, tramite questi 3 sensori, riesce a monitorare l'80% degli oggetti tutt'ora catalogati e anche a contribuire alla scoperta di nuovi oggetti (che vengono aggiunti al catalogo). Contribuisce inoltre ai 3 servizi di sorveglianza strategici che sono Collision Avoidance (prevenzione di collisione tra satelliti operativi e detriti), Re-entry (monitoraggio di oggetti che rientrano sulla Terra) e Fragmentation (osservazione della propagazione della nube di frammenti che si possono generare a causa di esplosioni di oggetti in orbita).

Per poter operare in questo campo, sono stati svolti diversi upgrade e altri sono ancora in corso per aumentare principalmente le prestazioni sia in termini di sensibilità, di precisione delle misure dei parametri orbitali, ma anche di capacità di monitoraggio di diverse zone di cielo contemporaneamente.

Inoltre, l'INAF sta anche sviluppando un progetto congiunto, in collaborazione con l'Università di Pisa, col Fraunhofer Institute, e con il Massachusetts Institute of Technology, per testare un nuovo sistema composto da radar localizzati in US, come illuminatori, ed SRT come sistema ricevente.

5.2.3.2 NEO

INAF sta iniziando a puntare anche all'osservazione dei NEO (Near Earth Objects) con assetti radio. In tale campo, l'INAF ha guadagnato una notevole esperienza nell'osservazione radar di asteroidi potenzialmente pericolosi per la Terra, partecipando con successo a diverse campagne osservative internazionali. Qui sono stati impiegati due importanti radiotelescopi, come la parabola da 32 metri di Medicina e quella da 64 metri di SRT, per ricevere i deboli echi radar riflessi da asteroidi illuminati dall'antenna di Goldstone (California, USA) della NASA e di Evpatoria (Ucraina).

5.2.3.3 Il Programma SETI

“Esistono altri esseri intelligenti nell'Universo?” Questa è la domanda che l'uomo si pone da secoli e che solo da pochi decenni è uscita dallo stretto ambito filosofico per essere affrontata dalla scienza e dalla tecnologia moderna. Con il programma SETI (Search for Extra Terrestrial Intelligence) si cerca di dare una risposta a questo quesito, cercando di ricevere segnali elettromagnetici (banda ottica e banda radio) eventualmente trasmessi da civiltà intelligenti in possesso di una opportuna tecnologia. Tale scoperta avrebbe un enorme impatto scientifico oltre che filosofico, sociologico e psicologico.

Gli approcci osservativi sono diversi. Nella banda radio abbiamo in programma tre strategie di ricerca:

- Utilizzare spettrometri a larga banda d'ingresso e con risoluzione fino a 0.7 Hz nel caso si cerchi un debolissimo segnale monocromatico inviato intenzionalmente da una civiltà extraterrestre.
- Creare una piattaforma veloce su cui implementare un pacchetto software per il calcolo della Karhunen Loeve Transform (KLT), alla ricerca di eventuali segnali radio artificiali, inviati non intenzionalmente da una civiltà aliena nell'ambito delle sue comunicazioni radio.

- Il Sardinia Radio Telescope (SRT) è di recente entrato a far parte del progetto Breakthrough Listen (BL) Program. Il programma prevede la contemporaneità della ricerca SETI, della ricerca di pulsars e la ricerca di Fast Radio Burst (FRB), anche con una porzione di tempo telescopio dedicato. Oltre alle ricerche nel centro della Via Lattea, SRT si occuperà del follow-up di almeno 12 targets osservati col satellite TESS.

Una delle evidenze scientifiche più rilevanti emerse ultimamente è che la detezione di eventuali segnali da civiltà intelligenti extra-terrestri, che trasmettessero con tecnologie laser simili alle nostre, potrebbe essere del tutto fattibile entro un raggio di circa 1 kiloparsec dalla Terra e a costi certamente più che competitivi con la banda radio, peraltro con un impiego limitato di tecnologie COTS.

E' in corso una collaborazione fra OAS e IRA Bologna per implementare un fotometro a tre teste ultra-rapido (5 campionamenti per nanosecondo), originalmente sviluppato in collaborazione con il Gruppo Astrofili Tradatesi, in grado di "decifrare" una sequenza laser modulata, di origine extraterrestre, intercettata a Terra con un telescopio ottico di modeste dimensioni (i.e. inferiori al metro di diametro). Tale collaborazione, si preannuncia di grande spessore sia perché darebbe una mission al telescopio Zeiss da 60 cm di Loiano (attualmente utilizzato part-time, solo per attività di divulgazione), sia perché darebbe una importante visibilità al Polo INAF bolognese. Inoltre, la fotometria iper-veloce si presta anche ad altri interessanti science cases: raggi stellari via occultazioni lunari, occultazioni asteroidali ed exoplanets, fotometria di pulsars e transienti iperveloci in scenari ad alte energie (buchi neri/AGN etc.), impatti meteorici lunari etc.

Il SETI ottico, alla ricerca di potenziali segnali extraterrestri, potrebbe essere uno degli usi futuri del prototipo del telescopio ASTRI, operativo a Serra la Nave. Una volta esaurita la fase di test del prototipo come telescopio Cherenkov, potrebbe essere possibile, con piccoli interventi mirati sul software di lettura dei dati, adattare il telescopio alla ricerca di lampi brevissimi quali quelli che potrebbero essere prodotti di comunicazioni laser extraterrestri.

Le prossime missioni JUICE e CLIPPER verso le lune ghiacciate di Giove e l'Ocean Worlds Exploration Program (OWEP) della NASA, destinato a esplorare i luoghi del Sistema Solare più esterni alla ricerca di mondi che potrebbero possedere oceani interni, aprono un nuovo scenario di studio sull'abitabilità di altri mondi e la ricerca di semplice vita extraterrestre. Un obiettivo di ricerca è lo studio e/o modellazione delle atmosfere e delle superfici di lune gioviane che ospitano oceani nascosti al loro interno. Una miriade di altri corpi nel Sistema Solare esterno potrebbero essere caratterizzati attraverso questi modelli strutturali collegando i risultati al programma OWEP. Se crediamo che la vita esista oltre la Terra, questa vita probabilmente, come sulla Terra, è iniziata da microrganismi e potrebbe essere ancora in questa fase. La nostra ricerca di biosignature, è concentrata sulla capacità dei microrganismi terrestri di vivere in ambienti acquosi estremi potenzialmente in grado di ospitare la vita. Abbiamo individuato la possibilità di considerare il dimetilsolfuro prodotto dal fitoplancton terrestre come una possibile biosignature di un processo biologico che potrebbe essersi verificato negli oceani sotto la crosta nelle lune ghiacciate del Sistema Solare. Sotto questa ottica il progetto di ricerca è strettamente collegato al progetto Ocean Worlds Atmospheres

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 variegata 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

5.3.1.1 *Il paradigma contemporaneo della innovazione nella ricerca astrofisica*

La moderna ricerca astrofisica si sta velocemente trasformando in una “industria della conoscenza”, ovvero un ambiente che riesce a raggiungere ambiziosi obiettivi di ricerca scientifica, condivisi da un'ampia comunità mondiale di ricercatori, grazie ad una peculiare capacità di integrare, in maniera sistematica e coerente, competenze scientifiche altamente specialistiche, sviluppi tecnologici di frontiera ed articolate filiere industriali caratterizzate da un elevato livello tecnologico.

In un simile contesto, le usuali categorie **ricerca di base** e **terza missione**, quali fasi seriali di un ciclo di produzione di conoscenze verticali, sono ormai superate a favore di un modello più orizzontale, dove non vi è soluzione di continuità fra categorie in quanto tutti gli sforzi di ricerca sono orientati all'incremento trasversale di conoscenze, che si traduce in una innovazione multidimensionale, utilizzabile e valorizzabile quindi in molteplici ambiti oltre allo stretto contesto della ricerca di base.

5.3.1.2 *Le Politiche dell'INAF per la incentivazione della Innovazione*

L'Istituto Nazionale di Astrofisica, quale Ente nazionale di riferimento per la ricerca nel settore dell'Astrofisica e Fisica Spaziale, ha intrapreso pionieristicamente questo modello da circa un decennio, cogliendo infatti da subito i primi segnali di questo nuovo trend che andava affermandosi in questo settore di ricerca, per consentire alla comunità di scienziati del nostro Paese che a questo Istituto di fa riferimento, di poter continuare ad accrescere la propria competitività scientifica restando al passo con i tempi.

In questa prospettiva quindi, l'INAF non considera più l'Innovazione Tecnologica come un esercizio di trasferimento “ex post” alla società dei by-products emersi dai propri programma di ricerca di

base, ma come processo di costante capitalizzazione, in favore della Collettività, del “**differenziale di innovazione**” che viene a generarsi in questo ambiente altamente innovativo.

Per meglio governare questi processi, l’INAF si è dotato di un apposito Programma di Politica Industriale e della Innovazione, con la finalità di promuovere la rapida identificazione del differenziale innovativo nei vari programmi di ricerca seguiti, in modo da avere una mappa chiara e costantemente aggiornata delle proprie innovazioni per poter essere in grado di elaborare le migliori strategie per il loro **rapido deployment** nei diversi ambiti della società e massimizzare le possibilità di effetti moltiplicativi.

Questa modalità di azione, oltre a consentire il rafforzamento del proprio posizionamento strategico sulla scena internazionale nei vari domini di competenza, grazie a soluzioni tecnologiche che, per il loro elevato potenziale innovativo, contribuiscono al consolidamento della leadership italiana nei progetti globali, rende, altresì, possibile una più efficace e capillare azione di massimizzazione del trasferimento verso la società della innovazioni, in quanto tutte le parti sociali potenzialmente interessate al loro utilizzo, possono essere rapidamente identificate e coinvolte sin dalle prime fasi nel processo di sviluppo, dove risiede la finestra utile per la più efficace trasmissione del potenziale di innovazione.

Un chiaro esempio della validità di questo approccio, si è riscontrato nella emergenza COVID-19, rispetto alla quale infatti è stato possibile identificare rapidamente i possibili contributi che l’Istituto poteva fornire alla gestione dell’emergenza ed i soggetti della società che potevano partecipare al loro perfezionamento, verifica e diffusione dell’utilizzo.

Panoramica dei principali framework innovativi dell’INAF

Gli asset di ricerca scientifica dell’INAF nei quali vengono a crearsi le maggiori occasioni per sviluppi tecnologici innovativi, sono quelli che necessitano della costruzione di **payload di missioni spaziali** e di sottosistemi e strumentazioni per le grandi infrastrutture osservative da terra, quali i **progetti world-class EELT, SKA, CTA**, dai quali è atteso un significativo numero di innovazioni nei prossimi anni, oltre ad un volume di ritorni, in termini di commesse per l’industria nazionale, superiore agli investimenti, come già riscontrato in passato (vedasi il Dome and Main Structure di EELT).

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

- supercalcolo e big data;
- miglioramento dell’efficacia delle trasmissioni dati nelle bande radio, partendo dagli sviluppi relativi agli apparati osservativi per l’astronomia radio;
- applicazioni per la diagnostica, a bassissima invasività, di materiale biologico delle tecnologie utilizzate per osservazioni dell’Universo nello spettro elettromagnetico;
- sviluppo di tecnologie per la decontaminazione di ambienti ad alto rischio biologico partendo dalle tecnologie di emissione di radiazione elettromagnetica per finalità astronomiche;
- applicazioni di tecnologie di rilevatori utilizzati nelle spaziali per la rivelazione di fattori ambientali ad alto rischio biologico, chimico e fisico;
- adattamento alla diagnostica medica per immagini, delle tecniche utilizzate per l’elaborazione ed il processing delle immagini astronomiche;
- sviluppi industriali della opto-meccanica di grande precisione di derivazione aerospaziale;

- diagnostica di sicurezza, anche attraverso l'utilizzo di rivelatori muonici;
- applicazioni geologiche e per l'analisi del territorio di apparati strumentali basati su rivelatori muonici.

5.3.1.3 Azioni operative

Sulla scorta di questa recente esperienza, ancora in corso alla data della stesura del presente Piano Triennale, e, più in generale, in considerazione del nuovo paradigma di terza missione che l'INAF sta adottando, le azioni che ci si propone di sviluppare per questo specifico aspetto della missione istituzionale dell'Ente, sono prevalentemente orientate al potenziamento delle capacità di **“risposta rapida”** nell'accesso alle conoscenze generate dall'istituto, per tutte le possibili esigenze provenienti dalla società.

In questa prospettiva, quindi, gli strumenti di cui l'istituto si è già dotato per via regolamentare, come il **dialogo strutturato con il mondo produttivo**, il **Registro Ufficiale dei Trovati** e le regole di **gestione della proprietà intellettuale**, saranno ottimizzati per accelerare e rendere più efficiente il processo di accesso al patrimonio di Conoscenze ed innovazioni prodottesi nell'Istituto, in particolare si intende procedere a:

- incrementare la velocità di catalogazione e aggiornamento delle capabilities tecnologiche prodotte dall'Istituto e semplificazione della codifica di identificazione;
- incrementare, anche attraverso lo sviluppo di apposite piattaforme multimediali, il numero di occasioni di confronto e contatto con le varie componenti della società civile, con particolare riferimento al mondo industriale ed alle scuole di ogni ordine e grado con modalità, semplici ed efficaci, di accesso al nostro know-how, sia esso scientifico, tecnologico, storico-culturale e didattico;
- potenziare le articolazioni organizzative preposte alla gestione di queste materie, facendo convergere su questo personale dell'Istituto già in possesso di specifici skills o che può rapidamente essere formato per le esigenze di questo obiettivo della missione istituzionale dell'Istituto.

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.

Allo stesso tempo, esiste all'interno della Struttura Tecnica della Presidenza una articolazione dedicata alle *“Politiche per la fruibilità del Patrimonio Storico-Museale”*. Nell'ambito della distinzione delle funzioni, sancita dallo Statuto dell'INAF, i rispettivi ruoli della Presidenza e della Direzione Scientifica in questo ambito sono chiari. I singoli ricercatori o i gruppi che fanno ricerca in quest'area, si muovono liberamente, sviluppando le loro idee e applicando in autonomia a bandi di ricerca interni e esterni all'Ente. La Struttura di Presidenza dal canto suo, formula indirizzi utili ad armonizzare questo fermento intellettuale nella realizzazione di eventi, visite guidate, e produzione di materiale da offrire alla società e in generale al pubblico e alle scolaresche.

Per quanto riguarda le biblioteche, l'obiettivo principale di tale Sezione riguarda l'implementazione delle strategie formulate dalla Presidenza e delle 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 ricerca finanziata con fondi pubblici, secondo i canoni europei sull'Accesso Aperto. 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 ricerca scientifica*. Nel febbraio 2019 all'interno dei Servizi per le Biblioteche, Musei e Terza Missione è stato creato l'Ufficio Open Access con i seguenti compiti:

- a) di supporto tecnico nel processo di deposito dei prodotti nell'Archivio istituzionale,
- b) di verifica delle politiche editoriali relative ai singoli prodotti della ricerca,
- c) di supporto tecnico in questioni di diritto d'autore legate a specifici prodotti,
- d) di validazione dei metadati descrittivi del prodotto,
- e) di formazione dell'utenza,
- f) di informazione relativa a pagine web, seminari, convegni e attività connesse,
- g) di consulenza su formati e standard internazionali in relazione ai documenti depositati presso l'Archivio Istituzionale ad accesso aperto,
- h) di coadiuvazione nell'assegnazione di identificatori univoci per i dati depositati nell'Archivio Istituzionale.

Il repository è diventato operativo nel corso del 2019, ed attualmente è in fase di implementazione dei contenuti pregressi, in particolar modo la produzione scientifica dei ricercatori INAF relativa agli anni 2015-2019 che sarà oggetto di VQR nel corso del 2020.

All'interno del repository **oa@inaf** è stata creata a partire dal 1 gennaio 2019 un'unica serie "INAF Technical Reports" che raccoglie tutti i rapporti tecnici prodotti dalle strutture dell'INAF a cui viene attribuito un DOI e un handle per l'identificazione univoca del prodotto.

La Sezione "Servizi per Biblioteche Musei e Terza Missione" si occupa inoltre, in base agli indirizzi della Presidenza, delle iniziative nazionali di conservazione, tutela, valorizzazione e fruizione del patrimonio storico di ambito bibliotecario, archivistico e museale. Anche queste attività vengono svolte pertanto in accordo con il settore della Segreteria Tecnica di Presidenza "Politiche per la fruibilità del Patrimonio Storico-Museale", il cui coordinatore si avvale del supporto e della consulenza di tre dipendenti fortemente coinvolti anche nella summenzionata Sezione della struttura tecnica della DS, e sua volta propone linee guida in base agli indirizzi del Presidente.

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 archivistico è costituito da oltre tre milioni di documenti, tra cui 122 serie di fondi archivistici degli astronomi italiani. 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 impegna INAF 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, negli anni passati l'INAF si era dotato di uno specifico Servizio che sosteneva tutte le azioni volte alla catalogazione delle collezioni e al restauro dei relativi strumenti; all'esposizione e alla fruizione pubblica nelle diverse realtà locali; alla valorizzazione del patrimonio attraverso studi, ricerche, pubblicazioni e manifestazioni riguardanti la strumentazione astronomica e la storia dell'astronomia italiana ed internazionale. Questi compiti sono ora di competenza della Sezione "Servizi per Biblioteche Musei e Terza Missione".

Per valorizzare tutto il patrimonio storico INAF nel suo insieme, è stato realizzato *Polvere di Stelle*, 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, continuamente implementato e aggiornato sia per la parte dei dati patrimoniali che per l'informazione delle attività di valorizzazione e fruizione. Il Portale è uno strumento informatico interattivo che consente agli studiosi ricerche simultanee sulle differenti tipologie di materiale che costituiscono le collezioni storico-scientifiche dell'INAF, 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.

Inoltre si è avviata una collaborazione con il Ministero per i Beni Culturali in merito alla creazione di un dizionario semantico specifico per il patrimonio astronomico, al momento assente all'interno della struttura catalogografica ICCD, esperienza pilota unica nel suo genere all'interno dello scenario del patrimonio scientifico italiano.

Il completamento del database nazionale della strumentazione storica, possibile grazie ad uno specifico AdR finanziato parzialmente con i fondi nazionali di cui dispongono i "Servizi per Biblioteche Musei e Terza Missione", 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, una parte delle registrazioni meteorologiche più antiche di Padova e le scansioni delle osservazioni solari di Angelo Secchi conservate all'Osservatorio di Roma. 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 CulturalItalia, e a livello internazionale, sul portale Europea.

5.3.2.1 La Collezione dei Musei Scientifici

Le collezioni scientifiche dell'INAF sono 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.
- **OA Brera (Milano).** Museo aperto al pubblico.
- **OA Cagliari.** Collezione.
- **OA Capodimonte (Napoli).** Museo aperto al pubblico
- **OA Catania.** Collezione.
- **OA Torino.** Collezione
- **OA Padova.** Museo aperto al pubblico
- **OA Palermo.** Museo aperto su prenotazione.
- **OA Roma,** Museo Astronomico e Copernicano a Roma e percorso espositivo a Monte Porzio.
- **OA Abruzzo.** Museo aperto al pubblico.
- **OA Trieste.** Collezione.
- **IRA, Visitors' Centre dei Radiotelescopi di Medicina** (intitolato a Marcello Ceccarelli), aperto al pubblico.

Oltre alle consuete attività legate alla gestione delle visite alle collezioni e ai Musei, nel corso del 2019 vi sono state molte iniziative di vario tipo, sia di ambito locale che di ambito nazionale, volte alla valorizzazione del patrimonio museale INAF. L'attività nazionale coordinata ha permesso alla Presidenza l'individuazione di chiare linee di indirizzo e obiettivi da perseguire nei prossimi anni:

- Riapertura stabile e definitiva del Museo Astronomico e Copernicano di Monte Mario.
- Riapertura stabile e definitiva del Museo della Specola di Palermo per la cui valorizzazione è stato elaborato un piano strategico, in collaborazione con l'Università di Palermo, volto a rendere fruibile e accessibile la sua collezione identificando le principali direttrici d'azione relative ai servizi, alla comunicazione e alle risorse e al personale.
- Inclusione all'interno della rete dei musei INAF del percorso storico-strumentale del Centro Visite "Marcello Ceccarelli" dell'Istituto di Radioastronomia. Vi sono infatti esposti apparati scientifici e tecnologie in uso presso i radiotelescopi dagli anni '60 a oggi che costituiscono, pur trattandosi di strumentazione storica "recente", un unicum di rilevanza nazionale. Al fine di valorizzare questa collezione gli strumenti saranno schedati e resi disponibili sul portale "Polvere di stelle".
- Organizzazione di workshop che approfondiscano congiuntamente aspetti scientifici e storici su particolari temi astronomici,
- Approfondimento delle tematiche legate al restauro della documentazione cartacea, fotografica e degli strumenti antichi,
- Sviluppo della collaborazione con enti italiani e internazionali sulle tematiche della catalogazione, e dell'indicizzazione semantica

- Uso e sviluppo di nuove tecnologie per la fruizione dei beni culturali al fine di favorire una partecipazione attiva del pubblico con l'implementazione di soluzioni multimediali, innovative e coinvolgenti;
- Creazione di una rete che coinvolga partners di diverso tipo, sia di ambito pubblico che privato, volti allo studio e all'applicazione delle nuove tecnologie ai beni culturali
- Implementazione di prodotti editoriali multimediali già esistenti per avvicinare il pubblico all'astronomia

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 FESR (Fondi Europei di Sviluppo Regionale). 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 italiane 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 2020 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'esplorazione del Sistema Solare e lo studio dell'Universo, a tutte le lunghezze d'onda, da terra e dallo spazio, costituiscono oggi una disciplina strategica per il futuro dell'Umanità. La diffusione delle conoscenze in questo campo, costituisce uno dei principali fattori che contribuiscono al progresso, di cui la popolazione deve essere consapevole. L'astronomia inoltre, è una delle scienze che più attrae i media e il grande pubblico. Per la curiosità e il fascino che suscita nei giovani in particolare, l'Astronomia rappresenta anche un valido strumento per combattere la tendenza negativa di abbandono degli studi di area scientifica che si sta verificando nella maggior parte dei Paesi Europei.

Recenti esperienze in vari paesi, tra cui l'Italia, mostrano anche come essa possa rappresentare un efficace terreno di dialogo fra persone di culture diverse, essendo il cosmo patrimonio comune riconosciuto.

L'astronomia rappresenta infine, per ragioni simili a quanto appena detto, un eccellente strumento di inclusione sociale.

Le competenze scientifiche di punta, le tecnologie d'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 com'è l'Italia.

L'INAF persegue i suoi obiettivi in questo settore attraverso la Struttura di Presidenza per la Comunicazione che comprende il settore di Ufficio Stampa, di comunicazione/informazione e il settore di Didattica e Divulgazione, quest'ultimo che sovrintende anche la rete di ricercatori e tecnologi professionisti per quel che riguarda le attività di Public Engagement, presenti nelle diverse sedi INAF. I singoli ricercatori o i gruppi che fanno ricerca nell'area di Public Engagement, si muovono liberamente, sviluppando le loro idee e applicando in autonomia a bandi di ricerca interni e esterni all'Ente. La Struttura di Presidenza dal canto suo, formula indirizzi utili ad armonizzare questo fermento intellettuale nella realizzazione di eventi, visite guidate, e produzione di materiale da offrire alla società e in generale al pubblico e alle scolaresche. Nel medio termine, e in continuità con il triennio precedente, si intende continuare a operare con i seguenti obiettivi:

- promuovere e sovrintendere un'immagine unitaria dell'INAF a livello nazionale;
- stabilire un dialogo sempre più efficace con i cittadini, attraverso una intensa presenza sia nei media di uso comune (compresi i social network) sia territoriale, al di là del terreno puramente scientifico;
- promuovere la consapevolezza dell'importanza della cultura scientifica e del metodo che la produce;
- promuovere presso i cittadini pensiero critico e metodo di analisi e gestione della complessità;

- promuovere, sovrintendere e capitalizzare a livello nazionale le iniziative di diffusione delle conoscenze astronomiche a livello locale;
- rafforzare le collaborazioni internazionali nel settore del Public Engagement;
- fornire indirizzi per ideare e gestire moduli di lavoro di Didattica e Divulgazione ormai richiesti a livello europeo anche a supporto di programmi scientifici di Ricerca e Sviluppo.

Nel corso del triennio 2020-2022, si pianifica inoltre da un parte un rafforzamento del Network di professionisti della diffusione scientifica nelle sedi INAF che lavorano nel tessuto sociale locale e, dall'altra il coinvolgimento di INAF in programmi di respiro europeo da presentare in risposta alle specifiche call del programma UE.

Nel seguito indichiamo gli obiettivi specifici legati alle attività di Public Engagement, suddivisi in **tre pilastri fondamentali**: attività di **informazione e comunicazione** con e nei media, attività di **divulgazione** dedicate a segmenti di pubblico generico e attività di **didattica** dedicate al mondo della scuola.

5.3.4.1 *Informazione e Comunicazione*

5.3.4.1.1 *Ufficio Stampa*

L'ufficio stampa dell'INAF, in base agli indirizzi del Presidente, seleziona, filtra e veicola il flusso delle informazioni provenienti dalle sue strutture di Ricerca distribuite su tutto il territorio italiano verso gli organi di informazione. L'attività dell'Ufficio Stampa è indirizzata principalmente ai mass media, i suoi principali interlocutori: quotidiani, radio, tv, riviste, siti web, blog, ecc. in grado di raggiungere precisi e circoscritti target di utenza, in particolare nell'ambito delle scienze che studiano l'universo, così come il pubblico in generale.

L'ufficio stampa INAF risponde al compito di fornire informazione corretta, creando così una buona immagine per l'Istituto, in questo modo l'Ente è stato riconosciuto come fonte attendibile e autorevole di informazioni nel settore dell'Astronomia e dell'Astrofisica con il risultato che, nel corso degli anni, si è visto un continuo aumento nella produzione dei comunicati stampa, anche in coordinamento con altri Enti di Ricerca, Agenzie Spaziali e Università sia italiani che internazionali. Nel 2019 sono stati realizzati infatti almeno 50 comunicati stampa nazionali e inviate varie decine di note stampa legati a ricerche, attività, iniziative istituzionali, culturali e di didattica che hanno visto protagonista o comunque coinvolto l'INAF e il suo personale. Anche le richieste di interviste, commenti e contributi scientifici richiesti da giornalisti e redazioni per articoli, approfondimenti e servizi video sia a carattere nazionale che locale sono costantemente cresciute nel tempo, arrivando a parecchie decine nel corso del 2019. Questo andamento è confortato anche dalle segnalazioni della rassegna stampa inerente all'INAF, costantemente aumentate negli ultimi 5 anni, fino ad arrivare ad oltre 9mila articoli su carta stampata e web nel 2019 in cui è presente la parola "INAF" (fonte: servizio rassegna stampa INAF gestito da Ecostampa).

L'ufficio stampa INAF realizza inoltre conferenze stampa, prodotti di comunicazione istituzionale, come brochure e report, e supporta l'ideazione di allestimenti per spazi in eventi pubblici istituzionali dove è coinvolto l'Ente.

L'obiettivo dell'Ufficio Stampa nei prossimi anni è quello di rafforzare l'immagine dell'INAF come ente di riferimento nazionale nella scienze dell'universo verso i media italiani e internazionali, anche incrementando le attività di comunicazione e i prodotti in lingua inglese.

5.3.4.1.2 Media INAF

Media Inaf è la testata giornalistica dell'Istituto nazionale di astrofisica. È una testata registrata, con una redazione distribuita su varie sedi dell'Inaf, formata in gran parte da giornalisti, e una produzione di tutto rispetto: in media 4 o 5 news al giorno – fra articoli e interviste – sul portale *online* e un video al giorno sul canale YouTube. Dal 2010 al marzo 2020, *Media Inaf* ha prodotto oltre 9.300 news, oltre 2.100 servizi video, centinaia di interviste e due newsletter a settimana (che raggiungono circa 5mila iscritti). E ha un pubblico in costante crescita: nei primi mesi del 2020 ha raggiunto una media di 300mila lettori unici mensili (fonte: Google Analytics). Questi i numeri di *Media Inaf*.

Pur essendo la testata dell'Inaf, *Media Inaf* è un quotidiano *online* a tutti gli effetti. Il principio guida è quello dettato dall'art. 19 della Dichiarazione universale dei diritti umani, in particolare là dove afferma che ogni individuo ha diritto a ricevere informazioni. Nel caso di *Media Inaf*, informazioni sull'attualità della ricerca in campo astrofisico, sull'astronomia e – più in generale – sulle sue applicazioni e intersezioni con la tecnologia, la scienza a più ampio spettro, l'educazione e la società. Tutto scritto con un linguaggio chiaro, accessibile a chiunque.

La scelta degli argomenti e il taglio degli articoli sono dettati da principi squisitamente giornalistici, primo fra i quali il considerare come unici referenti le lettrici e i lettori, senza mai dimenticare che i “datori di lavoro” della testata sono i contribuenti. Un approccio con conseguenze immediate e non scontate. La scelta delle notizie, per esempio, è ad ampio respiro: quelle nelle quali è coinvolto direttamente l'Inaf sono in media meno di una su quattro. Anche l'attenersi scrupolosamente a un taglio giornalistico ha risvolti molto concreti: su *Media Inaf* si trovano sì notizie di scoperte e di successi, ma anche le cose che non vanno. È infatti convinzione della Presidenza dell'INAF che, per far crescere nel pubblico la consapevolezza del modo in cui funziona la scienza, sia molto più corretto ed efficace riferire i fatti – evidenziando anche le difficoltà del processo sperimentale – rispetto a una promozione acritica delle sole storie di successo.

L'ambizione di raggiungere un pubblico il più ampio ed eterogeneo possibile, offrendo al tempo stesso a lettrici e lettori la possibilità di interazione e di partecipazione attiva, passa da un utilizzo capillare dei social network. Su YouTube, su Facebook, su Twitter e su Instagram *Media Inaf* è presente da molti anni. E i numeri la piazzano nella parte alta della classifica di tutti gli enti di ricerca italiani: a marzo 2020, oltre 60mila *followers* su Facebook, oltre 10mila su Twitter, oltre 8mila su Instagram e – soprattutto – oltre 22mila iscritti al canale YouTube *MediaInaf Tv*, che con i suoi 8 milioni di visualizzazioni si pone attualmente al primo posto fra quelli di tutti gli enti di ricerca.

Questi i risultati dei primi dieci anni. Per i prossimi dieci, da qui al 2030, l'obiettivo è anzitutto quello di mantenere con fermezza un approccio giornalistico senza compromessi, per garantire a lettrici e lettori un'informazione puntuale, accurata e trasparente su tutto quanto accade al mondo in campo astrofisico – dai risvolti scientifici alle imprese spaziali, fino alle ricadute tecnologiche. Ciò implica il mantenimento di un'ampia platea di lettori, cercando per quanto possibile di allargarla, soprattutto in termini di varietà di pubblico – per genere, per età, per formazione e per interessi.

5.3.4.2 Divulgazione (Public 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 in base agli indirizzi della Presidenza 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.

5.3.4.2.1 Visite presso le nostre strutture: i centri visita, i planetari, i laboratori e le strutture osservative

INAF offre al pubblico e alle scuole la possibilità di visitare e conoscere da vicino la maggior parte delle sue strutture, sia di ricerca che osservative. Molte di queste sono dotate anche di planetari, percorsi museali estesi strutturati (già descritti nella parte dedicata ai musei e archivi storici) e spazi per laboratori didattici progettati da esperti in comunicazione e didattica. Vengono visitate da classi scolastiche di ogni ordine e grado (durante la settimana) e da pubblico generico (nei giorni festivi o in periodi di ferie) le stazioni osservative di Asiago (PD), di Loiano, di Basovizza (TS), di Merate (MI), il Sardinia Radio Telescope (CA) e il Telescopio Nazionale Galileo alle Canarie. Vi sono due importanti centri visite, il primo è il centro "M. Ceccarelli" dei Radiotelescopi di Medicina (BO), il secondo è il Parco Astronomico di Monte Porzio Catone (Astrolab, LightLab, MPT, Sale Storiche), a queste si aggiungono le visite alla Torre Solare e alla Torre del Primo Meridiano d'Italia di Monte Mario, e ad altri laboratori nelle strutture INAF su tutto il territorio nazionale.

INAF offre inoltre numerosi percorsi di esplorazione virtuale sia del proprio patrimonio storico museale (es Museo di Capodimonte) sia di strumenti osservativi e osservatori (es tour virtuale dei radiotelescopi di San Basilio e di Medicina o video 360 della Specola di Padova)

5.3.4.2.2 Light in Astronomy - Settimana aperta INAF

Dal 2014 INAF ha istituito una settimana aperta, a Novembre, durante la quale tutte le strutture si impegnano ad organizzare presso le proprie sedi, o in sedi cittadine locali, incontri tematici, laboratori scolastici, caffè scientifici, osservazioni notturne del cielo, ed altre attività di Public Engagement. La settimana è intitolata Light in Astronomy e la tematica viene lasciata libera in modo tale da dare ad ogni struttura la possibilità di presentare i rami specifici che la contraddistinguono nel vasto panorama della ricerca astrofisica nazionale.

5.3.4.2.3 Festival della Scienza

L'INAF partecipa ai principali festival culturali sul territorio, proponendosi come interlocutore autorevole e operatore di dialogo: dal Festival della Scienza di Genova al National Geographic Festival delle Scienze di Roma, da Futuro Remoto di Napoli al Bergamoscienza al Festival della filosofia di Foligno, a quello dell'astronomia di Macerata, all'Earth Day di Roma. Senza trascurare realtà più piccole ma interessanti, come Fosforo a Senigallia o Carpinscienza, a Carpi.

5.3.4.2.4 European Researchers Night

Ogni anno, in ciascuna delle città nella quali ha sedi, l'INAF aderisce alla Notte Europea dei Ricercatori, in rete con Università, Enti di ricerca e associazioni senza fine di lucro.

Il pubblico raggiunto in questo evento particolare è decisamente elevato, si parla di almeno un migliaio di persone per ciascuna delle sedi che partecipano. In questo contesto c'è un ampio coinvolgimento di tutto il personale INAF di ricerca per la progettazione e la realizzazione delle attività di public engagement.

5.3.4.2.5 Eventi tematici e partecipazione a format internazionali

L'INAF sostiene anche attività, incontri, aperture al territorio promosse da giovani e che si poggiano su format internazionali di successo e di grande richiamo, come nel caso di Pint of Science, Famelab, TeDX, 5x15 Italia, che - nel complesso raddoppiano le cifre del pubblico raggiunto e decuplicano le proposte.

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 attivino 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;

5.3.4.3 Didattica (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.

5.3.4.3.1 Portale Edu INAF, il punto di accesso alle risorse per le scuole di ogni ordine e grado

Dal 2016, il portale Edu INAF edu.inaf.it è il punto di riferimento di una serie di risorse che l'Inaf mette a disposizione della scuola, anche attraverso numerosi progetti e collaborazioni. Studenti e docenti possono contare su approfondimenti e attività per ogni ordine di scuola e grado, su corsi di formazione online e accessi a siti di particolare rilievo.

Attraverso Edu INAF si accede alla **rivista online astroEDU**, ad accesso gratuito, che pubblica attività didattiche certificate da un doppio processo di review pedagogico.

Edu INAF è anche il collettore delle risposte alle numerose domande rivolte dal pubblico alla comunità astronomica (rubrica "L'astronomo risponde") e si propone di dare ampio spazio alle voci dei protagonisti della scuola ("Cronache dalla scuola").

In occasione dell'emergenza connessa alla pandemia da COVID-19 si è aperta una nuova sezione di Edu INAF, "Scuola on line" dedicata specificatamente alla raccolta di risorse video per le Scuole. Questa sezione, insieme ad altre risorse didattiche, è stata messa a disposizione nella piattaforma web dell'Istituto Nazionale di Documentazione Innovazione e Ricerca Educativa (INDIRE) all'interno della iniziativa di solidarietà promossa dalla Consulta dei Presidenti degli EPR, PORTIAMO LA RICERCA A SCUOLA

www.indire.it/gli-enti-pubblici-di-ricerca-a-supporto-degli-studenti/

5.3.4.3.2 Progetto Astrokids

Nato oltre sei anni fa, con astrokids si intende il complesso delle attività rivolte ai più piccoli. Include presentazioni interattive, laboratori, produzione di materiale multimediale, incontri. Nell'ambito del progetto astrokids, è stato sviluppato il **progetto "Martina Tremenda", con particolare attenzione all'inclusione di genere**, che ha portato alla realizzazione di un libro collettivo ("scoperte e avventure nello spazio) e di uno spettacolo teatrale professionale ("Martina Tremenda nello spazio"). "Le scoperte di Martina", che porta ogni settimana alla pubblicazione di una news per bambini, è un progetto realizzato in collaborazione tra Inaf e Spacescoop, Universe Awareness, guidato dall'Università di Leiden.

5.3.4.3.3 Percorsi e laboratori didattici e divulgativi per l'inclusione

I ricercatori dell'INAF hanno lavorato molto negli ultimi anni alla progettazione di attività e percorsi didattici e divulgativi che incoraggino e favoriscano l'inclusione e l'equità nei diversi contesti educativi e di accesso alla cultura scientifica.

INAF è quindi impegnata, attraverso la sua rete di professionisti del settore, allo studio e alla progettazione di attività e **percorsi educativi centrati sulla persona** e mirati allo sviluppo di tutte le principali competenze individuali, basati sulle metodologie costruzioniste e di apprendimento cooperativo. Promuoviamo l'uso dell'Astrofisica e delle Scienze dello Spazio per incoraggiare e supportare **l'autodeterminazione dei giovani, indipendentemente dal genere, dallo stato sociale e dalla cultura d'origine**, fornendo loro nuovi punti di vista e nuove prospettive di coinvolgimento e partecipazione alla cultura scientifica e ai processi di formazione della conoscenza, in modo da aiutarli a ottenere e mantenere il completo controllo sulle loro decisioni e sulle loro stesse vite.

Per le disabilità sensoriali, oltre a partecipare a diversi progetti pionieristici al livello mondiale (ad esempio "A touch of the Universe" della International Astronomical Union), INAF ha sviluppato risorse educative, mostre e percorsi multisensoriali, per aumentare le possibilità di accesso all'informazione e arricchire l'esperienza per tutti (collaborazione con Unione Italiana Ciechi e con l'Unione Astrofili Italiani, sviluppo a livello nazionale della mostra Inspiring Stars della IAU). In collaborazione con pedagogisti e personale specializzato, negli scorsi anni sono stati progettati e realizzati diversi lavori di supporto a studenti con bisogni educativi speciali (per esempio disturbi specifici di apprendimento come la dislessia, o disturbi dello spettro autistico) ma anche con disagi sociali e/o problemi linguistici.

INAF ha svolto diversi progetti mirati al potenziamento del confronto e dell'**interazione culturale** basate sulla conoscenza e sul racconto della scienza astronomica per esempio attraverso la narrazione tramite il teatro Kamishibai con i migranti all'INAF di Arcetri, un progetto in corso da 3 anni, presso l'INAF di Padova, con la comunità di Imam islamici per l'osservazione della Luna per il

mese del Ramadan o, ancora, un progetto teatrale con migranti, minori non accompagnati e categorie socialmente svantaggiate all'Osservatorio di Cagliari. INAF sviluppa inoltre attività che mirano a supportare e incoraggiare i ragazzi "gifted" con attenzione al loro potenziale, ma anche al disagio e alla paura di non essere compresi, usando l'Astrofisica come contesto in cui esprimere sanamente il loro potenziale cognitivo ma anche umano. Infine, molto lavoro viene svolto dai ricercatori INAF per introdurre l'Astronomia attraverso la sua umanità e universalità anche nelle **carceri**, come strumento di miglioramento della dignità personale e dei termini di partecipazione sociale (esperienza nei riformatori a Brera, Inspiring Stars a Rebibbia, diversi accordi formali con Case circondariali e Riformatori a Firenze e Cagliari).

5.3.4.3.4 IAU-Centre for Children and the Mediterranean, centro dell'IAU-Office of Astronomy for Education (OAE) con sede in Italia

Negli ultimi cinque anni, l'International Astronomical Union ha stabilito tre uffici internazionali dedicati ad attività di diffusione della cultura astronomica: l'*Office for Astronomy Development* (con sede a Cape Town, South Africa), l'*Office for Astronomy Outreach* (con sede a Tokyo, Giappone) e l'*Office for Young Astronomers* (con sede a Oslo, Norvegia).

L'*Office of Astronomy for Education* (OAE) è stato infine assegnato, al termine di un processo di call internazionale, alla Haus der Astronomie di Heidelberg nel dicembre 2019.

Scopo dell'OAE è quello di rafforzare le STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) attraverso l'utilizzo dell'astronomia nelle scuole di ogni ordine e grado. L'Inaf ha partecipato alla call internazionale ponendosi alla guida di un network formato da ASI, Università di Tor Vergata Roma e SAIt, prima con una LOI, poi con un progetto completo – su invito IAU, alla cui stesura ASI ha deciso di non partecipare a causa del cambio della sua presidenza. Il progetto finale, coordinato da Stefano Sandrelli, in qualità di responsabile della Didattica Inaf e NOC IAU, e sottoscritto dal Presidente dell'Inaf, è stato sottomesso il 30/06/2019: la proposta italiana si è classificata al terzo posto. Gli altri paesi proponenti sono stati: India, Cina, Francia, Paesi Bassi.

Dopo che IAU ha chiarito di desiderare un OAE centrale coadiuvato da un certo numero di centri in altri Paesi, che ne condividessero la strategia, specializzati su alcuni aspetti ben definiti, il gruppo di lavoro Inaf – SAIt – TOV ha riformulato una proposta per ospitare in Italia il *Centre for Children and the Mediterranean*, che si concentra su tre temi fondamentali:

1. *Primary education*, ponendosi come centro di riferimento IAU a livello globale;
2. *Mediterranean*, ponendosi coordinatore per tutti i paesi che si affacciano sul bacino del Mediterraneo, su tutte le fasce scolastiche;
3. *astroEDU*, fornendo consulenze a tutti quei paesi di lingua non inglese che intendono implementare il sito in una nuova lingua. Questo è possibile perché l'Italia, sempre con Inaf, è stata la prima a istituire un astroEDU in lingua diversa dall'inglese.

Il progetto è stato presentato al "1st Shaw-IAU Workshop on "Astronomy and Education", a Parigi. La proposta italiana è stata molto apprezzata per i contenuti, per la professionalità del team e per l'atteggiamento di servizio alla comunità, tanto da essere utilizzata come base per la call internazionale per la selezione di altri Centri.

Il progetto ha una forte impronta bottom-up ed è improntato su un forte spirito costruttivista, che pone al centro di tutto gli apprendimenti, dei bambini prima e dei ragazzi poi, secondo le più

moderne ed efficaci tecniche di apprendimento (*open-ended learning, project-based learning, inquiry-based learning*).

Inaf contribuisce finanziando le attività con 80 Keuro per il primo anno e di 100 Keuro per ciascuno dei successivi 4 anni. Fornisce la sede di coordinamento del Centro e d'interfaccia con IAU, che è stata indicata nella struttura Inaf di Monte Porzio (OAR) e, infine, con l'assegnazione di unità di personale per un totale minimo di 3,5 FTE. In particolare, il personale Inaf costituirà la governance del *Centre for Children and the Mediterranean*. Altre posizioni, per un totale di circa 5 FTE, saranno selezionate da SAIt e TOV.

È prevista anche la costituzione di un Advisory Board (AB), con funzioni di consulenza, composto da 3 membri espressi dai membri del network.

5.3.4.3.5 PCTO (ex Alternanza Scuola Lavoro)

Negli ultimi anni, INAF si è strutturato per proporre nella quasi totalità delle sue sedi locali dei progetti di PCTO, nuova formulazione dell'Alternanza Scuola Lavoro, obbligatori per tutti gli studenti del triennio finale di un Istituto di Istruzione Superiore. Nell'ultimo censimento effettuato delle attività, sono risultati un totale di 65 diversi progetti realizzati da INAF nel corso dell'anno scolastico, che hanno coinvolto 1064 studenti provenienti da 139 scuole distribuite su tutto il territorio italiano. Questi percorsi includono una vasta gamma di tipologie di attività e sono più in generale uno strumento diffuso e capillare per consolidare e promuovere la diffusione della cultura scientifica di base ma anche per incoraggiare i giovani ad intraprendere lo studio delle discipline scientifiche.

5.3.4.3.6 Olimpiadi di astronomia e Settimana dell'astronomia

Le Olimpiadi Italiane di Astronomia sono bandite e attuate dalla Direzione Generale per gli Ordinamenti Scolastici e per la Valutazione del Sistema Nazionale d'Istruzione del MIUR (Ufficio 1), che vengono poi organizzate con la Società Astronomica Italiana (SAIt), in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF). L'elenco degli studenti vincitori è inserito nell'Albo Nazionale delle Eccellenze.

Le Olimpiadi Italiane di Astronomia sono riconosciute dalle International Astronomical Olympiad, che organizzerà a Matera le finali 2020, attualmente previste per il prossimo ottobre.

La Settimana dell'Astronomia, promossa da MIUR, è organizzata dalla SAIt in collaborazione con l'Inaf.

5.3.4.3.7 Formazione professionale

I ricercatori e tecnologi dell'INAF partecipano anche ad attività di formazione professionale continua rivolte all'aggiornamento di personale docente della scuola primaria e secondaria, sia online che in presenza. In questo contesto INAF organizza infatti numerosi corsi di formazione, fornendo approfondimenti scientifici e strumenti operativi per collegare fenomeni astronomici alla vita quotidiana dei ragazzi.

INAF è responsabile di corsi di formazione pubblicati sulla piattaforma SOFIA e partecipa, con membri del suo staff, a corsi organizzati da SAIt, Università e altre Associazioni riconosciute dal MIUR. Il personale INAF è costantemente impegnato anche nella formazione di volontari di Servizio Civile Nazionale e di personale specializzato nel campo dell'ICT.

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

- facilitare l'insegnamento previsto dalle indicazioni ministeriali;
- programmare, sovrintendere 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;
- 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

5.3.4.4 *La Pianificazione*

Nel corso del 2020 ed in prospettiva nel successivo biennio l'Ente ha pianificato nella propria programmazione i seguenti obiettivi nel settore della Comunicazione, Divulgazione e Didattica:

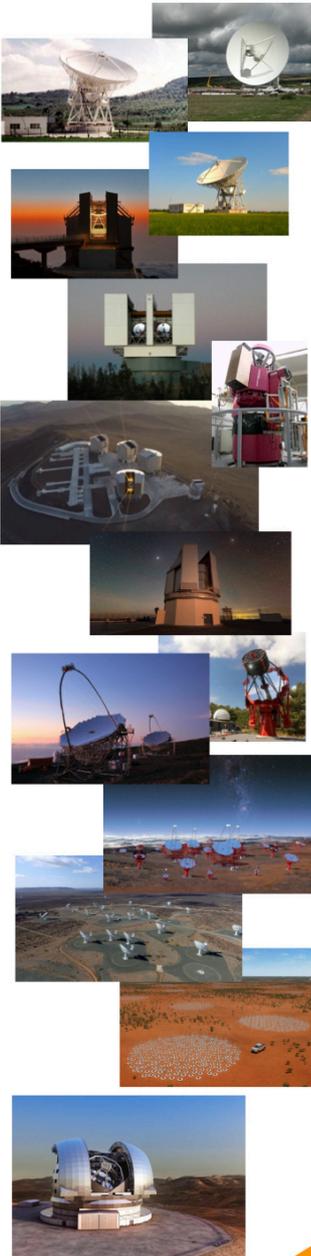
- mantenimento ed eventuale incremento del numero di uscite sui media e sulla testata media.inaf
- mantenimento ed eventuale incremento del numero di comunicati stampa, anche in inglese, così come delle notizie pubblicate sul sito istituzionale, sia in italiano che inglese
- mantenimento delle risorse umane che lavorano nel settore dell'Ufficio Stampa e di Media.inaf e possibile stabilizzazione di almeno una risorsa per l'Ufficio Stampa, con la prospettiva di arrivare a due stabilizzazioni, per non perdere le competenze professionali acquisite nel corso degli ultimi anni;
- mantenimento, anche se reso molto difficile dall'emergenza COVID-19, per quanto riguarda il numero di fruitori complessivi delle attività di accoglienza del pubblico dell'ente (visite guidate e manifestazioni pubbliche)
- stabilizzazione e incremento delle attività on-line sul portale Edu.inaf
- assegnazione di un assegno di ricerca per la redazione di Edu.inaf.it
- Registrazione del portale edu.inaf come testata giornalistica on line
- assicurare almeno una risorsa di staff dedicata alle attività di public engagement in ogni struttura INAF
- assicurare la presenza di una seconda persona full time (staff o AdR) in alcune sedi particolarmente attive in azioni sul territorio
- aumento della coesione nazionale e della crescita professionale del network D&D anche tramite la fruizione di

- corsi professionalizzanti
- partecipazione a congressi nazionali e internazionali del settore
- perseguire nella collaborazione con tutti gli EPR nata per covid-19 per aumentare il livello e la quantità di contributi fruibili on line (questa cosa dirla anche nel testo)
- un sostanziale aumento delle collaborazioni e della visibilità internazionali grazie anche e soprattutto allo stabilirsi dello IAU-Centre for Children and the Mediterranean

INAF



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS



SECONDA PARTE

**Piano triennale di Attività
2020-2022**

INDICE

1	Le Risorse Umane.....	3
1.1	Organico	3
1.2	Fabbisogno di personale per il triennio 2020-2022.....	5
2	Risorse Economiche	75
2.1	Evoluzione Storica del Bilancio INAF.....	75
2.2	Il Profilo Triennale Delle Risorse Disponibili e della spesa 2019-2021.....	76
2.2.1	Entrate Previste	76
2.2.2	Spese previste per l'Anno 2020.....	77
3	Tavole Sinottiche II	79
3.1	Cosmologia.....	79
3.2	Astrofisica Stellare	81
3.3	Sole e Sistema Solare.....	84
3.4	Astrofisica Relativistica e Particellare	85
3.5	Tecnologie Astronomiche.....	88

1 Le Risorse Umane

1.1 Organico

La Dotazione Organica dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", alla data del **31 dicembre 2019**, 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 dalla presenza di personale inquadrato nella qualifica di "**astronomo**", in regime di diritto pubblico, che non ha esercitato il diritto di opzione ai fini della equiparazione nei profili e nei livelli professionali propri del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione.

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

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

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

Le unità di personale con rapporto di lavoro subordinato a tempo indeterminato, in servizio di ruolo alla data del **31 dicembre 2019**, sono pari a **1.087**, così articolate:

- **Dirigenti di seconda fascia: 2 unità**
- **Ricercatori: 527 unità** (di cui **371** unità sono inquadrare nei profili e nei livelli professionali del "**personale di ricerca**" individuati dal sistema di classificazione del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione e **156** unità sono inquadrare nelle qualifiche proprie del ruolo degli "**astronomi**")
- **Tecnologi: 182 unità**
- **Personale Tecnico: 239 unità**
- **Personale Amministrativo: 137 unità** (di cui **3** unità sono inquadrare nella Categoria delle "**Elevate Professionalità**", ruolo ad esaurimento)
-

Il personale con rapporto di lavoro subordinato a tempo determinato, in servizio di ruolo alla data del **31 dicembre 2019**, è pari a **110 unità**, così articolate:

- numero **2 unità**, con oneri a carico del "**Fondo di Funzionamento Ordinario**";
- numero **108 unità**, con oneri a carico di "**Finanziamenti Esterni**".

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

Tabella 1	Organico			
Profilo Professionale	Livello	Personale in servizio a tempo indeterminato al 31-12-2019	Personale in servizio a tempo determinato al 31-12-2019	
Dirigente di prima fascia	n.d.	-	-	
Dirigente di seconda fascia	n.d.	2	-	
Dirigente di ricerca	I	44	2	
Primo ricercatore	II	83	2	
Ricercatore	III	244	46	
Dirigente tecnologo	I	1	2	
Primo tecnologo	II	20	-	
Tecnologo	III	161	34	
Astronomo Ordinario	n.d.	12	-	
Astronomo Associato	n.d.	37	-	
Ricercatore Astronomo	n.d.	102	-	
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	123	-	
Collaboratore tecnico degli Enti di Ricerca	V	40	-	
Collaboratore tecnico degli Enti di Ricerca	VI	20	14	
Operatore tecnico	VI	42	-	
Operatore tecnico	VII	7	-	
Operatore tecnico	VIII	7	-	
Funzionario di amministrazione	IV	33	-	
Funzionario di amministrazione	V	11	5	
Collaboratore di amministrazione	V	55	-	
Collaboratore di amministrazione	VI	12	1	
Collaboratore di amministrazione	VII	7	3	
Operatore di amministrazione	VII	15	-	
Operatore di amministrazione	VIII	1	1	
Categoria Elevate Professionalità (ruolo ad esaurimento)		3	-	
Totale		1087	110	

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...".

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 2019**, 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 alla data del 31 dicembre 2019 impiegato in attività di ricerca	Personale in servizio alla data del 31 dicembre 2019 non impiegato in attività di ricerca
Personale associato	598	52
Titolari di assegni per lo svolgimento di attività di ricerca	201	-
Titolari di borse di studio	38	-
Titolari di contratti di collaborazione coordinata e continuativa	3	-
Comandi in entrata	-	3
Dottorandi	115	-
Personale associato proveniente dalle Università	405	45

1.2 Fabbisogno di personale per il triennio 2020-2022

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, 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"**...".

Con Decreto Legge del 29 ottobre 2019, numero 126, convertito, con modificazioni, dalla Legge del 20 dicembre 2019, numero 159, sono state adottate alcune **"Misure di straordinaria necessità ed urgenza in materia di reclutamento del personale scolastico e degli enti di ricerca e di abilitazione dei docenti"**.

In particolare, l'articolo 6 del predetto Decreto Legge, che contiene alcune **"Disposizioni urgenti sul personale degli enti pubblici di ricerca"**, ha:

- modificato i primi quattro commi dell'articolo 12 del Decreto Legislativo del 25 novembre 2016, numero 218, che disciplina la **"Semplificazione delle attività degli enti pubblici di ricerca ai sensi dell'articolo 13 della legge 7 agosto 2015, n. 124"**, e lo ha integrato con l'inserimento di altri tre commi, il **4-bis**, il **4-ter** e il **4-quater**;
- ha introdotto il nuovo articolo **12-bis**, che contiene alcune disposizioni in materia di **"Trasformazione di contratti o assegni di ricerca in rapporto di lavoro a tempo indeterminato"**.

Il comma **4-ter** dell'articolo 12 del Decreto Legislativo del 25 novembre 2016, numero 218, è stato, a sua volta, modificato dall'articolo 3-ter, comma 1, del Decreto Legge 9 gennaio 2020, numero 1, che contiene **"Disposizioni urgenti in materia di reclutamento e valorizzazione del personale della ricerca"**, convertito, con modificazioni, dalla Legge 5 marzo 2020, numero 12.

Pertanto, a decorrere dal **10 marzo 2020**, i commi **4-bis**, **4-ter** e **4-quater** dell'articolo 12 del Decreto Legislativo del 25 novembre 2016, numero 218, come introdotti dall'articolo 6 del Decreto Legge 29 ottobre 2019, numero 126, e parzialmente modificati dall'articolo 3-ter, comma 1, del Decreto Legge 9 gennaio 2020, numero 1, hanno riformato, con specifico riguardo agli **Enti di Ricerca**, la disciplina finalizzata al **"superamento del precariato nelle pubbliche amministrazioni"**, contenuta nell'articolo 20 del Decreto Legislativo del 25 maggio 2017, numero 75.

L'attuale formulazione del comma 1 dell'articolo 20 del Decreto Legislativo del 2017, numero 75, prevede che le **"...amministrazioni pubbliche, al fine di superare il precariato, di ridurre il ricorso ai contratti a termine e di valorizzare la professionalità acquisita dal personale con rapporto di lavoro a tempo determinato, possono, fino al 31 dicembre 2021, in coerenza con il loro Piano Triennale dei**

Fabbisogni e con l'indicazione della relativa copertura finanziaria, assumere a tempo indeterminato personale non dirigenziale che possieda “**tutti**” i seguenti requisiti:

- a) risulti in servizio successivamente alla data di entrata in vigore della Legge 7 agosto 2015, numero 124 (ovvero dal 28 agosto 2015), con contratti a tempo determinato presso l'amministrazione che procede all'assunzione o, in caso di amministrazioni comunali che esercitano funzioni in forma associata, anche presso le amministrazioni con servizi associati;
- b) sia stato reclutato 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) abbia maturato, al **31 dicembre 2020**, alle dipendenze dell'amministrazione che procede all'assunzione, almeno tre anni di servizio, anche non continuativi, negli ultimi otto anni...”.

Ai sensi del comma **4-bis** dell'articolo **12** del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, il requisito di cui alla precedente **lettera b)**, è soddisfatto, limitatamente agli **Enti Pubblici di Ricerca**, anche “...dalla idoneità, in relazione al medesimo profilo o livello professionale, in graduatorie vigenti alla data del 31 dicembre 2017 relative a procedure concorsuali ordinarie o bandite ai sensi del Decreto Legge del 31 agosto 2013, numero 101, convertito, con modificazioni, dalla Legge del 30 ottobre 2013, numero 125, ovvero dalla vincita di un bando competitivo per il quale è prevista l'assunzione per “**chiamata diretta**” da parte dell'ente ospitante, nonché dall'essere risultati vincitori di selezioni pubbliche per contratto a tempo determinato o per assegno di ricerca per lo svolgimento di attività di ricerca connesse a progetti a finanziamento nazionale o internazionale...”, fermo restando che, per “...la stabilizzazione di personale assunto con procedure diverse da quelle indicate al comma 1, lettera b), dell'articolo 20 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75 (come, ad esempio, nel caso di un'assunzione per “**chiamata diretta**”), si deve provvedere all'espletamento preventivo di procedure finalizzate ad accertare l'idoneità del predetto personale...”.

Inoltre, ai sensi del comma **4-ter** del predetto articolo **12**, il requisito di cui alla **lettera c)**, limitatamente agli **Enti Pubblici di Ricerca**, deve “...essere interpretato nel senso che, per il conteggio dei periodi prestati alle dipendenze dell'ente che procede all'assunzione, si tiene conto anche dei periodi relativi alle collaborazioni coordinate e continuative e agli assegni di ricerca posti in essere dall'ente che procede all'assunzione, da altri enti pubblici di ricerca o dalle università, nonché alle collaborazioni coordinate e continuative prestate presso fondazioni operanti con il sostegno finanziario del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca...”, fermo restando che, per “...le procedure di stabilizzazione si continua a tenere conto esclusivamente, per i predetti requisiti, del fatto che gli stessi devono essere stati maturati al **31 dicembre 2017**, anche in deroga a norme di proroga del predetto termine...”.

L'attuale formulazione del comma 2 dell'articolo 20 del Decreto Legislativo del 25 maggio 2017, numero 75, prevede, a sua volta, che, nel “...triennio 2018-2020, le Amministrazioni possono bandire, in coerenza con il Piano Triennale dei Fabbisogni, e ferma restando la garanzia dell'adeguato accesso dall'esterno, previa indicazione della relativa copertura finanziaria, procedure concorsuali riservate, in misura non superiore al 50% dei posti disponibili, al personale non dirigenziale che possieda “**tutti**” i seguenti requisiti:

- a) risulti titolare, successivamente alla data di entrata in vigore della Legge 7 agosto 2015, numero 124 (ovvero dal 28 agosto 2015), di un contratto di lavoro flessibile presso l'amministrazione che bandisce il concorso;
- b) abbia 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...”.

Ai sensi del comma **4-quater** dell'articolo **12** del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, il termine di scadenza fissato per la conclusione delle “...procedure di cui all'articolo 20, commi 1 e 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75...”, è stato prorogato, limitatamente alle

procedure "...poste in essere dagli **Enti Pubblici di Ricerca...**", dal "...31 dicembre 2020 al **31 dicembre 2021...**".

Infine, l'articolo **12-bis** del Decreto Legislativo del 25 novembre 2016, numero 218, in vigore dal **29 dicembre 2019**, che contiene disposizioni in materia di "**Trasformazione di contratti o assegni di ricerca in rapporto di lavoro a tempo indeterminato**", recita testualmente:

*"Qualora la stipulazione di contratti a tempo determinato o il conferimento di assegni di ricerca abbiano avuto ad oggetto lo svolgimento di attività di ricerca e tecnologiche, l'ente può, previa procedura selettiva, per titoli e colloquio, dopo il completamento di tre anni anche non continuativi negli ultimi cinque anni, trasformare il contratto o l'assegno in rapporto di lavoro a tempo indeterminato, in relazione alle medesime attività svolte e nei limiti stabiliti del fabbisogno di personale, nel rispetto dei principi enunciati dalla **"Carta Europea dei Ricercatori"**, in conformità agli standard qualitativi riconosciuti a livello internazionale e nel rispetto dei principi di pubblicità e trasparenza.*

Al fine di garantire l'adeguato accesso dall'esterno ai ruoli degli enti, alle procedure di cui al comma 1 è destinato il 50 per cento delle risorse disponibili per le assunzioni nel medesimo livello, indicate nel piano triennale di attività.

Al fine di completare le procedure per il superamento del precariato poste in atto dagli enti, in via transitoria gli enti medesimi possono attingere alle graduatorie, ove esistenti, del personale risultato idoneo nelle procedure concorsuali di cui all'articolo 20, comma 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, per procedere all'assunzione ai sensi del comma 1 del presente articolo".

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 contenuti 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...".

Il predetto termine di scadenza è stato successivamente differito dal **1° maggio 2019** al **30 novembre 2019**.

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

E' necessario elencare i principali atti e provvedimenti che sono stati adottati dall'Ente nell'ultimo triennio al fine di dare piena attuazione alle politiche di "**reclutamento del personale**" approvate dal Consiglio di Amministrazione, intese come politiche di incremento, riequilibrio, incentivazione e valorizzazione delle "**risorse umane**".

D.1) Costituzione di una Commissione Istruttoria per la definizione del fabbisogno di personale tecnico ed amministrativo

E' opportuno, innanzitutto, rammentare che:

- nel corso della riunione congiunta dei Direttori e dei Responsabili Amministrativi delle Strutture di Ricerca del 26 novembre 2018, è stata 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:
- 1) la Dottoressa **Bianca GARILLI**, Direttrice dello **"Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano"**;
 - 2) la Dottoressa **Marcella MARCONI**, Direttrice dello **"Osservatorio Astronomico di Capodimonte"**;
 - 3) il Dottore **Gianpiero TAGLIAFERRI**, Direttore dello **"Osservatorio Astronomico di Brera"**;
 - 4) il Dottore **Andrea COMASTRI**, Direttore dello **"Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna"**;
 - 5) il Dottore **Giancarlo CUSUMANO**, Direttore dello **"Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo"**;
 - 6) il Dottore **Roberto RAGAZZONI**, Direttore dello **"Osservatorio Astronomico di Padova"**;
- con la 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 Maria 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,

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**";
- la "**Commissione Istruttoria**" all'uopo costituita ha concluso i suoi lavori il **30 aprile 2019** con la predisposizione di 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**";
- ai lavori della predetta "**Commissione Istruttoria**" ha partecipato, su formale invito della Direzione Generale, anche l'Ingegnere **Stefano GIOVANNINI**, nella sua qualità di Componente del Consiglio di Amministrazione, garantendo un prezioso e qualificato contributo.

D.2) Stato di attuazione del "**piano generale di arruolamento del personale**" per il triennio 2018-2020 e, in particolare, del "**piano delle stabilizzazioni**".

Relativamente allo stato di attuazione:

- a) del "**piano generale di arruolamento del personale**" per il triennio 2018-2020, che comprende anche il "**piano delle stabilizzazioni**", approvato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 4 luglio 2018, numero 60;
- b) del "**Piano di Fabbisogno del Personale**" e del "**Piano di Reclutamento e di Assunzioni**", che, nell'ambito del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2018-2020**", sono stati rimodulati dal Direttore Generale, di concerto con il Direttore Scientifico, mediante la predisposizione di un apposito "**Documento**", approvato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 20 novembre 2018, numero 98;
- c) della Delibera del 19 dicembre 2018, numero 111, con la quale 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, come richiamati nel precedente capoverso, 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, ad adottare tutti gli atti connessi e conseguenti,

è necessario rammentare che:

- 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, secondo le **"macroaree tematiche"** e le **"articolazioni"** indicate e specificate nel **"Prospetto"** all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al **"Bando"** per formarne parte integrante;
- la predetta Determina Direttoriale è stata pubblicata, in data 28 dicembre 2018, sul **"Sito Web"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, Sezione **"Lavora con noi"**, Sottosezione **"Ricercatori a tempo indeterminato"**;
- di *"... tale pubblicazione è stata data notizia mediante avviso pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale **"Concorsi ed Esami"**..."* del 28 dicembre 2018, numero 102;
- 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, secondo i **"settori tecnologici"** e le **"articolazioni"** indicati e specificati nel **"Prospetto"** all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al **"Bando"** per formarne parte integrante;
- la predetta Determina Direttoriale è stata pubblicata, in data 28 dicembre 2018, sul **"Sito Web"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, Sezione **"Lavora con noi"**, Sottosezione **"Tecnologi a tempo indeterminato"**;
- di *"... tale pubblicazione è stata data notizia mediante avviso pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale **"Concorsi ed Esami"**..."* del 28 dicembre 2018, numero 102;
- con la Determina Direttoriale del 17 gennaio 2019, numero 7:
 - è stata approvata la modifica dell'articolo 2, comma 1, lettera a), della Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 353, con la quale è stato indetto il 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, che prevede l'inserimento, nell'ambito dei titoli di studio richiesti ai fini dell'ammissione alla procedura concorsuale, di alcune tipologie di Diplomi di Laurea e di Lauree Specialistiche e Magistrali inizialmente omesse;
- sono stati rettificati gli errori materiali presenti nel "**Bando di Concorso**" 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 di Concorso**" 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**":
 - a) 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**";
 - b) in data **8 febbraio 2019**, nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "**Concorsi ed Esami**";
- 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, ai fini del reclutamento di numero quarantasei "**Ricercatori**", Terzo Livello Professionale;
- 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, ai fini del reclutamento di numero ventisette "**Tecnologi**", Terzo Livello Professionale;
- con la Determina Direttoriale del 17 giugno 2019, numero 175, sono state nominate le "**Commissioni Esaminatrici**" dei candidati che hanno presentato la domanda di partecipazione al concorso pubblico "**aperto**", per titoli ed esami, indetto con la Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 352, 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, secondo le "**macroaree tematiche**" e le "**articolazioni**" indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al relativo "**Bando**" per formarne parte integrante;
- con la Determina Direttoriale del 17 giugno 2019, numero 176, sono state, invece, nominate le "**Commissioni Esaminatrici**" dei candidati che hanno presentato la domanda di partecipazione al concorso pubblico "**aperto**", per titoli ed esami, indetto con la Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 353, come modificata ed integrata dalla Determina Direttoriale del 17 gennaio 2019 numero 7, 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, secondo i "**settori tecnologici**" e le "**articolazioni**" indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al relativo "**Bando**" per formarne parte integrante;
- le procedure concorsuali sono state regolarmente concluse;
- pertanto, con la Determina Direttoriale del 5 febbraio 2020, numero 9:

- sono stati approvati, nell'ambito del 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 di Concorso**" per formarne parte integrante, indetto con Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 352, 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 dalle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, e del 19 dicembre 2018, numero 111, 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 predetto concorso pubblico "**aperto**", che sono state:
 - a) 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**";
 - b) formulate secondo l'ordine decrescente del punteggio complessivo riportato da ciascun candidato, che è stato calcolato sommando i punteggi attribuiti alle prove di esame e ai titoli valutabili, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 6, comma 10, del medesimo "**Bando**";
 - c) integralmente riportate nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto;
 - è stata autorizzata l'assunzione, a decorrere dal **1 luglio 2020**, dei vincitori delle singole procedure di selezione, come individuati nelle "**graduatorie di merito**" riportate nel predetto "**Prospetto**", fermo restando che le relative assegnazioni alle rispettive sedi di servizio verranno stabilite dal Consiglio di Amministrazione con propria Delibera, su proposta del Direttore Scientifico e sentiti sia gli stessi vincitori che i Direttori delle "**Strutture di Ricerca**" interessate;
- invece, con la Determina Direttoriale del 6 febbraio 2020, numero 11:
- sono stati approvati, nell'ambito del 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 di Concorso**" per formarne parte integrante, indetto con Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 353, come modificata ed integrata dalla Determina Direttoriale del 17 gennaio 2019, numero 7, 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 dalle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, e del 19 dicembre 2018, numero 111, 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 predetto concorso pubblico "**aperto**", che sono state:

- a) 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**";
 - b) formulate secondo l'ordine decrescente del punteggio complessivo riportato da ciascun candidato, che è stato calcolato sommando i punteggi attribuiti alle prove di esame e ai titoli valutabili, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 6, comma 10, del medesimo "**Bando**";
 - c) integralmente riportate nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto;
 - è stata autorizzata la assunzione, a decorrere dal **1° luglio 2020**, dei vincitori delle singole procedure concorsuali, come individuati nelle predette "**graduatorie di merito**", fermo restando che le relative assegnazioni alle rispettive sedi di servizio verranno stabilite dal Consiglio di Amministrazione con propria Delibera, su proposta del Direttore Scientifico e sentiti sia gli stessi vincitori che i Direttori delle "**Strutture di Ricerca**" interessate;
- sia nella Determina Direttoriale del 5 febbraio 2020, numero 9, che nella Determina Direttoriale del 6 febbraio 2020, numero 11, l'articolo 4, comma 2, stabilisce che:
- 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"...*";
- nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 4, comma 2, delle Determinazioni Direttoriali innanzi richiamate, i "*...candidati risultati vincitori di più procedure concorsuali sono stati chiamati ad esercitare il diritto di opzione per una sola delle posizioni da coprire entro il termine di scadenza all'uopo stabilito...*";
- tutti i candidati chiamati ad esercitare il diritto di opzione hanno risposto all'invito entro il termine all'uopo indicato dalla amministrazione;
- pertanto, con la Determina Direttoriale del 1° giugno 2020, numero 82:
- è stato autorizzato, nell'ambito del 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 di Concorso**" per formarne parte integrante, indetto con Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 352, 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 dalle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, e del 19 dicembre 2018, numero 111, lo scorrimento delle graduatorie di merito, approvate con Determina Direttoriale del 5 febbraio 2020, numero 9:
- a) dei candidati che hanno partecipato alla procedura di selezione per la copertura di sette posizioni previste le esigenze della Macroarea MA-1 "Galassie e Cosmologia", Articolazione 1.1 "Galassie, Nuclei Galattici Attivi e loro evoluzione";

- b) dei candidati che hanno partecipato alla procedura di selezione per la copertura di due posizioni previste per le esigenze della Macroarea MA-1 "**Galassie e Cosmologia**", Articolazione 1.2 "**Ammassi, struttura a grande scala dell'universo e mezzo intergalattico**";
 - c) dei candidati che hanno partecipato alla procedura di selezione per la copertura di cinque posizioni previste per le esigenze della Macroarea MA-3 "**Sole e Sistema Solare**", Articolazione 3.1 "**Origine ed evoluzione dei pianeti, satelliti e corpi minori**";
 - d) dei candidati che hanno partecipato alla procedura di selezione per la copertura di tre posizioni previste per le esigenze della Macroarea MA-4 "**Astrofisica relativistica e particellare**", Articolazione 4.2 "**Fenomeni non termici, raggi cosmici e astroparticelle**";
 - e) dei candidati che hanno partecipato alla procedura di selezione per la copertura di quattro posizioni previste per le esigenze della Macroarea MA-5 "**Tecnologie avanzate e strumentazione**", Articolazione 5inf "**Sviluppo di nuove tecnologie per l'informatica**";
 - f) dei candidati che hanno partecipato alla procedura di selezione per la copertura di una posizione prevista per le esigenze della Macroarea MA-5 "**Tecnologie avanzate e strumentazione**", Articolazione 5.opt "**Sviluppo di nuove tecnologie per Astronomia Ottica e Infrarossa**";
 - è stata autorizzata la assunzione, a decorrere dal **1° luglio 2020**, dei candidati utilmente collocati nelle predette graduatorie di merito, come di seguito elencati, fermo restando che le relative assegnazioni alle rispettive sedi di servizio verranno stabilite dal Consiglio di Amministrazione con propria Delibera, su proposta del Direttore Scientifico e secondo le modalità all'uopo definite:
 - 1) Dottore **Ranieri Diego BALDI**;
 - 2) Dottoressa **Veronica BIFFI**;
 - 3) Dottoressa **Alice LUCCHETTI**;
 - 4) Dottoressa **Barbara OLMI**;
 - 5) Dottore **Stefano CAVUOTI**;
 - 6) Dottore **Roberto PIAZZESI**;
- invece, con la Determina Direttoriale del 3 giugno 2020, numero 83:
- è stato autorizzato, nell'ambito del 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 indicate e specificate nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al "**Bando di Concorso**" per formarne parte integrante, indetto con Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 353, come modificata ed integrata dalla Determina Direttoriale del 17 gennaio 2019, numero 7, 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 dalle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, e del 19 dicembre 2018, numero 111, lo scorrimento della graduatoria di merito, approvata con Determina Direttoriale del 6 febbraio 2020, numero 11, dei candidati che hanno partecipato alla procedura di selezione per la copertura di tre posizioni previste per le esigenze del Settore Tecnologico ST-1 "**Organizzativo Gestionale**", Articolazione ST1.E "**Attività Divulgativa, Comunicazione e Storico Museale**";

- è stata autorizzata la assunzione, a decorrere dal **1° luglio 2020**, della Dottoressa **Alessandra ZANAZZI**, utilmente collocata nella predetta graduatoria di merito, fermo restando che la sua assegnazione ad una delle sedi di servizio indicate nel "**Bando di Concorso**" verrà stabilita dal Consiglio di Amministrazione con propria Delibera, secondo le modalità all'uopo definite;
- infine:
- con la Delibera del 5 giugno 2020, numero 50, il Consiglio di Amministrazione ha:
 - ❖ approvato la proposta con la quale il Direttore Scientifico, sentiti sia i Direttori delle "**Strutture di Ricerca**" interessate che i vincitori, a vario titolo, delle procedure di selezione attivate nell'ambito del 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 di Concorso**" per formarne parte integrante, indetto con Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 352, 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 dalle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, e del 19 dicembre 2018, numero 111, ha individuato, per ciascuno di essi, le sedi alle quali dovranno essere assegnati contestualmente alla loro assunzione in servizio, fissata per il **1° luglio 2020**;
 - ❖ stabilito che, ferma restando l'applicazione delle disposizioni contenute nell'articolo 11, comma 2, del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, al momento della presa di servizio dei vincitori, a vario titolo, delle predette procedure di selezione, potrà essere attivata, ove ne ricorrano i presupposti e/o le condizioni, la seguente procedura:
 - a) i Direttori delle "**Strutture di Ricerca**", tenendo conto della emergenza epidemiologica causata dalla pandemia in atto e, quindi, sia delle misure urgenti di carattere generale adottate dal Governo, che prevedono ancora alcune restrizioni della libera circolazione, sia di quelle che riguardano in modo più specifico l'Ente, adottate dalla Direzione Generale con una serie di note circolari, che prevedono, fatte salve alcune eccezioni, l'obbligo di svolgere la prestazione lavorativa con le modalità del "**lavoro agile**" o del "**telelavoro**", ovvero della necessità, più in generale, di conciliare le esigenze di vita, sia personali che familiari, con le esigenze organizzative e funzionali dell'Ente, valutando comparativamente e, quindi, temperando, ove possibile, l'interesse pubblico e l'interesse privato, potranno concordare con i predetti vincitori soluzioni che prevedano la possibilità degli stessi di prestare la loro attività lavorativa, per tutto il tempo ritenuto necessario, nel luogo in cui attualmente risiedono ovvero sono titolari di un rapporto di lavoro a tempo determinato o di un assegno per lo svolgimento di attività di ricerca, avanzando, a tal fine, specifiche proposte alla Direzione Generale;
 - b) la Direzione Generale, a sua volta, individuerà, di concerto con il Direttore Scientifico e i Direttori di Struttura che abbiano inoltrato le proposte formulate ai sensi della precedente lettera a), gli strumenti giuridici

- ritenuti più idonei o adeguati in relazione alle singole fattispecie considerate;
- ❖ autorizzato il Direttore Generale e il Direttore Scientifico, ciascuno nell'ambito delle rispettive competenze, ad adottare tutti gli atti connessi e conseguenti;
 - con la Delibera del 5 giugno 2020, numero 51, il Consiglio di Amministrazione ha:
 - ❖ approvato la proposta con la quale il Direttore Scientifico, sentiti sia i Direttori delle "**Strutture di Ricerca**" interessate che i vincitori, a vario titolo, delle procedure di selezione attivate nell'ambito del 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 indicate e specificate nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al "**Bando di Concorso**" per formarne parte integrante, indetto con Determina Direttoriale del 20 dicembre 2018, numero 353, come modificata ed integrata dalla Determina Direttoriale del 17 gennaio 2019, numero 7, 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 dalle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, e del 19 dicembre 2018, numero 111, ha individuato, per ciascuno di essi, le sedi alle quali dovranno essere assegnati contestualmente alla loro assunzione in servizio, fissata per il **1° luglio 2020**;
 - ❖ stabilito che, ferma restando l'applicazione delle disposizioni contenute nell'articolo 11, comma 2, del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, al momento della presa di servizio dei vincitori, a vario titolo, delle predette procedure di selezione, potrà essere attivata, ove ne ricorrano i presupposti e/o le condizioni, la seguente procedura:
 - a) i Direttori delle "**Strutture di Ricerca**", tenendo conto della emergenza epidemiologica causata dalla pandemia in atto e, quindi, sia delle misure urgenti di carattere generale adottate dal Governo, che prevedono ancora alcune restrizioni della libera circolazione, sia di quelle che riguardano in modo più specifico l'Ente, adottate dalla Direzione Generale con una serie di note circolari, che prevedono, fatte salve alcune eccezioni, l'obbligo di svolgere la prestazione lavorativa con le modalità del "**lavoro agile**" o del "**telelavoro**", ovvero della necessità, più in generale, di conciliare le esigenze di vita, sia personali che familiari, con le esigenze organizzative e funzionali dell'Ente, valutando comparativamente e, quindi, temperando, ove possibile, l'interesse pubblico e l'interesse privato, potranno concordare con i predetti vincitori soluzioni che prevedano la possibilità degli stessi di prestare la loro attività lavorativa, per tutto il tempo ritenuto necessario, nel luogo in cui attualmente risiedono ovvero sono titolari di un rapporto di lavoro a tempo determinato o di un assegno per lo svolgimento di attività di ricerca, avanzando, a tal fine, specifiche proposte alla Direzione Generale;
 - b) la Direzione Generale, a sua volta, individuerà, di concerto con il Direttore Scientifico e i Direttori di Struttura che abbiano inoltrato le proposte formulate ai sensi della precedente lettera a), gli strumenti giuridici

ritenuti più idonei o adeguati in relazione alle singole fattispecie considerate;

- ❖ autorizzato il Direttore Generale e il Direttore Scientifico, ciascuno nell'ambito delle rispettive competenze, ad adottare tutti gli atti connessi e conseguenti;
- con nota circolare dell'11 giugno 2020, numero di protocollo 3587, la Direzione Generale ha definito le modalità per il corretto perfezionamento dell'iter procedurale preordinato alla assunzione e alla presa di servizio dei vincitori delle procedure concorsuali innanzi specificate;
- alla data del **1° luglio 2020**, hanno preso regolarmente servizio numero **35 "Ricercatori"**, Terzo Livello Professionale, e numero **23 "Tecnologi"**, Terzo Livello Professionale.
- gli altri vincitori delle due procedure concorsuali, pari a **11 "Ricercatori"**, Terzo Livello Professionale, e a **4 "Tecnologi"**, Terzo Livello Professionale, hanno richiesto il differimento della presa di servizio ad altra data.

Per completezza di informazione, si rammenta, inoltre, che le assunzioni, mediante concorsi pubblici "**aperti**", di **quarantasei "Ricercatori"**, Terzo Livello Professionale, e di **ventisette "Tecnologi"**, Terzo Livello Professionale, si aggiungono alle altre già previste dagli atti di programmazione innanzi richiamati e perfezionate nel corso degli anni **2018** e **2019**, come di seguito elencate e specificate:

- assunzione nominativa di **quattordici** 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, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno;
- assunzione nominativa, ai sensi dell'articolo 20, comma 1, del Decreto legislativo 25 maggio 2017, numero 75, di **quarantanove** "...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, che 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...";
- assunzione, mediante concorso pubblico "**riservato**" indetto ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del Decreto legislativo 25 maggio 2017, numero 75, di **quarantasei "Ricercatori"**, Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, secondo le "**macroaree tematiche**" e le "**articolazioni**" indicate e specificate nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al "**Bando di Concorso**" per formarne parte integrante;
- assunzione, mediante concorso pubblico "**riservato**" indetto ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del Decreto legislativo 25 maggio 2017, numero 75, di **ventisette** Tecnologi, Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, secondo i "**settori tecnologici**" e le "**articolazioni**" indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al "**Bando di Concorso**" per formarne parte integrante;
- assunzione, 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, di **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;

- assunzione, mediante concorso pubblico nazionale, di undici "**Ricercatori**", Terzo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, secondo le "**macroaree tematiche**" e le "**articolazioni**" 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 del 30 luglio 2018, numero 72, ed allegata al relativo "**Bando**" per formarne parte integrante;
- assunzione, mediante concorso pubblico nazionale, 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 del 30 luglio 2018, numero 72, ed allegata al relativo "**Bando**" per formarne parte integrante.

D.3) Stato di attuazione del "Piano di Attività per il Triennio 2019-2021" e dei "Piani Triennali di Attività" precedenti.

In attuazione del "**Piano di Attività per il Triennio 2019-2021**" e dei "**Piani Triennali di Attività**" precedenti, nell'arco temporale compreso tra il **1° gennaio 2019** e il **31 maggio 2020**, sono state avviate, sono in fase di espletamento o sono state concluse le seguenti procedure concorsuali:

D.3A) Concorso pubblico nazionale, per titoli ed esame, per la copertura di quattro posti di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale.

- Con la Delibera del 21 dicembre 2017, numero 115, il Consiglio di Amministrazione, al fine di dare piena attuazione ai "**Piani di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica**" relativi sia al "**Triennio 2016-2018**" che al "**Triennio 2017-2019**" ed, in particolare, ai rispettivi "**Piani di Reclutamento e di Assunzioni**", ha, tra l'altro:
 - autorizzato l'avvio delle procedure preordinate al reclutamento, con rapporto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, di un numero complessivo di dodici unità di personale per la copertura delle seguenti posizioni:
 - a) una posizione di "**Dirigente Tecnologo**", Primo Livello Professionale;
 - b) tre posizioni di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale;
 - c) quattro Posizioni di "**Tecnologo**", Terzo Livello Professionale;
 - d) quattro Posizioni di "**Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca**", Sesto Livello Professionale;
 - autorizzato l'attivazione di concorsi pubblici nazionali, per titoli ed esami, per il reclutamento, senza preventiva individuazione delle sedi di servizio, di tre unità di personale da inquadrare nel Profilo di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale, secondo la seguente articolazione:
 - a) due posizioni per il profilo "**tecnico-scientifico**";
 - b) una posizione per il profilo "**organizzativo-gestionale**";
 - dato mandato al Direttore Scientifico e al Direttore Generale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ognuno nell'ambito delle rispettive competenze, ad adottare tutti gli atti connessi e conseguenti;
- con la Delibera del 30 luglio 2018, numero 65, il Consiglio di Amministrazione ha, tra l'altro:

- approvato la proposta finalizzata alla individuazione ed alla definizione dei profili professionali, dei requisiti e delle altre specifiche necessarie per l'attivazione della procedura concorsuale preordinata al reclutamento, con rapporto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, di quattro unità di personale per la copertura di altrettante posizioni di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale;
- autorizzato, pertanto, l'attivazione di un concorso pubblico nazionale, per titoli ed esame, per il reclutamento, senza preventiva individuazione delle sedi di servizio, di quattro unità di personale da inquadrare nel Profilo di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale, secondo la seguente articolazione:
 - a) due posizioni per il profilo "**tecnico-scientifico**";
 - b) una posizione per il profilo "**organizzativo-gestionale**";
 - c) una posizione per il profilo della "**comunicazione**";
- dato mandato al Direttore Scientifico e al Direttore Generale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ognuno nell'ambito delle rispettive competenze, ad adottare tutti gli atti connessi e conseguenti;
- con la Delibera del 20 novembre 2018, numero 98, il Consiglio di Amministrazione ha approvato il "**Documento**" predisposto dal Direttore Generale, di concerto con il Direttore Scientifico, 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**", nei quali è espressamente previsto anche il reclutamento di quattro unità di personale da inquadrare nel Profilo di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale, con i "**profili**" innanzi specificati;
- con la Determina Direttoriale del 27 febbraio 2019, numero 51, è stato indetto, in conformità a quanto previsto dai "**Piani di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica**" relativi sia al "**Triennio 2016-2018**" che al "**Triennio 2017-2019**" ed, in particolare, dai rispettivi "**Piani di Reclutamento e di Assunzioni**", e in attuazione di quanto disposto dalle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 21 dicembre 2017, numero 115, e del 30 luglio 2018, numero 65, un concorso pubblico nazionale, per titoli ed esame, ai fini della copertura di quattro posti di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per "**settori tecnologici**", come indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al "**Bando di Concorso**";
- la predetta Determina Direttoriale è stata pubblicata, in data 1° marzo 2019, sul "**Sito Web**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", Sezione "**Lavora con noi**", Sottosezione "**Tecnologi a tempo indeterminato**";
- di "**... tale pubblicazione è stata data notizia mediante avviso pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "Concorsi ed Esami"...**" del 1° marzo 2019, numero 17;
- a seguito di una verifica successiva alla emanazione del "**Bando di Concorso**", è stato accertato che, tra i titoli di studio richiesti dall'articolo 2, comma 1, lettera a), e specificati nello "**Allegato A**" del predetto "**Bando**" ai fini dell'ammissione alla procedura concorsuale, sono stati omessi, per una mera dimenticanza, alcune tipologie di Diplomi di Laurea e di Lauree Specialistiche e Magistrali;
- con la nota del 21 marzo 2019, numero di protocollo 2673, il Dottore **Filippo ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha, pertanto, richiesto di inserire tra i predetti Diplomi, ai fini della partecipazione al concorso pubblico nazionale, per titoli ed esame, per la copertura, per le esigenze dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**",

- di quattro posti di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, anche quelli di seguito elencati:
- per "...il Profilo **TEC-II-01**, di cui allo "**Allegato A**" del "**Bando**":
 - a) Matematica
 - b) Informatica...;
 - per "...il Profilo **TEC-II-02**, di cui allo "**Allegato A**" del "**Bando**":
 - a) Matematica
 - b) Informatica...;
 - per "...il Profilo **TEC-II-03**, di cui allo "**Allegato A**" del "**Bando**":
 - a) Matematica
 - b) Informatica
 - c) Ingegneria...;
- per i motivi innanzi esposti e al fine di consentire la massima partecipazione possibile alla predetta procedura concorsuale, è stato, quindi, necessario:
 - a) modificare ed integrare l'articolo 2, comma 1, lettera a), del "**Bando di Concorso**" più volte citato, 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, come specificate dalla Direzione Scientifica con la nota innanzi richiamata;
 - b) prorogare il termine di scadenza fissato per la presentazione delle domande di partecipazione alla procedura concorsuale;
 - con la Determina Direttoriale del 22 marzo 2019, numero 78, sono state, pertanto, disposte:
 - la modifica e la integrazione dell'articolo 2, comma 1, lettera a), del "**Bando di Concorso**" secondo le indicazioni innanzi specificate;
 - la proroga dal **1° aprile 2019** al **1° maggio 2019** del termine di scadenza fissato per la presentazione delle domande di partecipazione alla procedura concorsuale;
 - la predetta Determina Direttoriale è stata pubblicata, in data 9 aprile 2019, sul "**Sito Web**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", Sezione "**Lavora con noi**", Sottosezione "**Tecnologi a tempo indeterminato**";
 - di "... tale pubblicazione è stata data notizia mediante avviso pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "**Concorsi ed Esami**"..." del 9 aprile 2019, numero 28;
 - il termine fissato per la presentazione delle domande di ammissione al concorso è, pertanto, scaduto il **1° maggio 2019**;
 - con la nota dell'8 luglio 2019, trasmessa a mezzo di posta elettronica e registrata nel protocollo generale in pari data con il numero progressivo 5035, il Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha designato, nel rispetto di quanto disposto dall'articolo 5 del "**Bando di Concorso**", i nominativi dei componenti, sia effettivi che supplenti, delle "**Commissioni Esaminatrici**" dei candidati che hanno presentato domanda di ammissione alla procedura concorsuale;
 - con la Determina Direttoriale del 19 agosto 2019, numero 274, sono state nominate le predette "**Commissioni Esaminatrici**";
 - con la nota del 6 febbraio 2020, registrata nel protocollo generale in pari data con il numero progressivo 609, la Signora **Alessandra D'AURORA**, nella sua qualità di "**Segretario della Commissione Esaminatrice**" dei candidati che hanno presentato la domanda di partecipazione, nell'ambito del concorso più volte citato, alla procedura di selezione per le esigenze del Settore Tecnologico 1 "**Organizzativo Gestionale**", Area ST1.A "**Coordinamento**

- e **Pianificazione Programmi e/o Strutture**", Codice Concorso **"TEC-II-01"**, nonché di **"Responsabile del Procedimento"**, ha trasmesso i relativi atti, che comprendono, tra l'altro, una **"Relazione Finale"** con la graduatoria di merito dei candidati che hanno superato la predetta procedura, nella quale sono specificati i nominativi dei candidati che risultano vincitori e i nominativi dei candidati che hanno comunque conseguito la idoneità;
- con la nota del 11 febbraio 2020, registrata nel protocollo generale in pari data con il numero progressivo 684, il Dottore **Francesco CAPRIO**, nella sua qualità di **"Segretario della Commissione Esaminatrice"** dei candidati che hanno presentato la domanda di partecipazione, nell'ambito del concorso più volte citato, alla procedura di selezione per le esigenze del Settore Tecnologico 2 **"Tecnico Scientifico"**, Area ST3 **"Tutte le Aree"**, Codice Concorso **"TEC-II-02"**, nonché di **"Responsabile del Procedimento"**, ha trasmesso i relativi atti, che comprendono, tra l'altro, una **"Relazione Finale"** con la graduatoria di merito dei candidati che hanno superato la predetta procedura, nella quale sono specificati i nominativi dei candidati che risultano vincitori e i nominativi dei candidati che hanno comunque conseguito la idoneità;
 - con la nota del 21 aprile 2020, registrata nel protocollo generale in pari data con il numero progressivo 1925, il Dottore **Francesco SERRATORE**, nella sua qualità di **"Segretario della Commissione Esaminatrice"** dei candidati che hanno presentato la domanda di partecipazione, nell'ambito del concorso più volte citato, alla procedura di selezione per le esigenze del Settore Tecnologico 1 **"Organizzativo Gestionale"**, Area ST1.E **"Attività Divulgativa, Comunicazione e Storico - Museale"**, Codice Concorso **"TEC-II-03"**, nonché di **"Responsabile del Procedimento"**, ha trasmesso i relativi atti, che comprendono, tra l'altro, una **"Relazione Finale"** con la graduatoria di merito dei candidati che hanno superato la predetta procedura, nella quale sono specificati i nominativi dei candidati che risultano vincitori e i nominativi dei candidati che hanno comunque conseguito la idoneità;
 - con la Determina Direttoriale del 22 aprile 2020, numero 51:
 - sono stati approvati, nell'ambito del concorso pubblico, per titoli ed esame, ai fini della copertura di quattro posti di **"Primo Tecnologo"**, Secondo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per **"settori tecnologici"**, come indicati e specificati nel **"Prospetto"** all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al **"Bando di Concorso"** per formarne parte integrante, che è stato indetto con la Determina Direttoriale del 27 febbraio 2019, numero 51, come modificata ed integrata dalla Determina Direttoriale del 22 marzo 2019, numero 78, in conformità a quanto previsto dai **"Piani di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica"** relativi sia al **"Triennio 2016-2018"** che al **"Triennio 2017-2019"** ed, in particolare, dai rispettivi **"Piani di Reclutamento e di Assunzioni"**, e in attuazione delle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 21 dicembre 2017, numero 115, e del 30 luglio 2018, numero 65, gli atti delle singole procedure di selezione, come trasmessi dai **"Segretari"** delle **"Commissioni Esaminatrici"**, nonché **"Responsabili del Procedimento"**, ed innanzi specificati;
 - sono state approvate le **"graduatorie di merito"** del predetto concorso pubblico, che sono state:
 - a) predisposte per ciascuno dei quattro posti da coprire, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 1, comma 3, del **"Bando di Concorso"**;
 - b) formulate secondo l'ordine decrescente del punteggio complessivo riportato da ciascun candidato, che è stato calcolato sommando i punteggi attribuiti alle prove di esame e ai titoli valutabili, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 6, comma 7, del medesimo **"Bando"**;
 - c) integralmente riportate nel **"Prospetto"** all'uopo predisposto;

- è stata autorizzata la assunzione, a decorrere dal **1° luglio 2020**, dei vincitori delle singole procedure concorsuali, come individuati nelle predette "**graduatorie di merito**" e riportati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto, fermo restando che le relative assegnazioni alle rispettive sedi di servizio verranno stabilite dal Consiglio di Amministrazione, con propria Delibera, su proposta del Direttore Scientifico;
- con la nota del 28 aprile 2020, numero di protocollo 2025, il Direttore Scientifico, sentiti sia i Direttori delle "**Strutture di Ricerca**" interessate che i vincitori delle procedure di selezione attivate nell'ambito del concorso pubblico "**aperto**", per titoli ed esame, ai fini del reclutamento di numero quattro "**Primi Tecnologi**", Secondo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, come innanzi specificato, ha formulato una proposta di assegnazione dei predetti vincitori alle rispettive sedi di servizio;
- con la Delibera del "**Consiglio di Amministrazione**" del 5 maggio 2020, numero 36, è stata approvata la proposta con la quale il Direttore Scientifico, sentiti sia i Direttori delle "**Strutture di Ricerca**" interessate che i vincitori delle procedure di selezione attivate nell'ambito del predetto concorso pubblico, ha individuato, per ciascuno di essi, le sedi alle quali dovranno essere assegnati contestualmente alla loro assunzione in servizio, fissata per il **1° luglio 2020**.

D.3B) Concorso pubblico riservato, per titoli ed esami, per la copertura di tre posti di "**Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca**", Sesto Livello Professionale.

- Con la Delibera del 31 maggio 2019, numero 39, il Consiglio di Amministrazione ha:
 - a) adottato il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**", comprensivo dei "**Documenti**" ad esso allegati, 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**";
 - in conformità alle direttive impartite dal Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**";
 - tenendo conto:
 - ❖ delle disposizioni legislative, statutarie e regolamentari vigenti in materia;
 - ❖ dei precedenti "**Piani Triennali di Attività**", ai quali non è stata data ancora piena attuazione;
 - ❖ di tutte le Delibere già assunte dal Consiglio di Amministrazione e dei Provvedimenti attuativi adottati dalla Direzione Generale, di concerto con la Direzione Scientifica, come innanzi richiamati e specificati;
 - ❖ delle risorse finanziarie disponibili;
 - ❖ delle risultanze del lavoro svolto dalla "**Commissione Istruttoria**" all'uopo costituita;
 - ❖ dei pareri espressi dal Collegio dei Direttori delle "**Strutture di Ricerca**" e dal Consiglio Scientifico;
 - 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 2019-2021**", 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 31 maggio 2019, numero di protocollo 4132, il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**", con i relativi allegati, è stato trasmesso al "**Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca**" per la sua approvazione;
- sia il "**Piano di Fabbisogno del Personale**" che il "**Piano di Reclutamento e di Assunzioni**" del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**" prevedono, tra l'altro:
 - la copertura di tre posti di "**Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca**", Sesto Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, per le esigenze sia dello "**Osservatorio Astronomico di Capodimonte**" che dello "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali**";
 - la copertura dei predetti posti mediante l'attivazione di un concorso pubblico riservato, per titoli e colloquio integrativo, ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75;
- con la Determina Direttoriale del 17 ottobre 2019, numero 345, è stato indetto, ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, e in attuazione delle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, e del 31 maggio 2019, numero 39, un concorso pubblico riservato, per titoli e colloquio integrativo, ai fini del reclutamento di tre "**Collaboratori Tecnici degli Enti di Ricerca**", Sesto Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, come indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto ed allegato al relativo "**Bando**" per formarne parte integrante;
- la predetta Determina Direttoriale è stata pubblicata, in data 17 ottobre 2019, sul "**Sito Web**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", Sezione "**Lavora con noi**", Sottosezione "**Tecnici a tempo indeterminato**";
- di "... tale pubblicazione è stata data notizia mediante avviso pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "**Concorsi ed Esami**"...", del 18 ottobre 2019, numero 83;
- il termine fissato per la presentazione delle domande di ammissione al concorso è scaduto il **17 novembre 2019**;
- con la nota del 28 novembre 2019, trasmessa a mezzo di posta elettronica e registrata nel protocollo generale in pari data con il numero di protocollo 7852, il Professore **Nicolò D'AMICO**, nella sua qualità di Presidente dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha designato, nel rispetto di quanto disposto dall'articolo 5 del "**Bando di Concorso**", i nominativi dei componenti, sia effettivi che supplenti, delle "**Commissioni Esaminatrici**" dei candidati che hanno presentato domanda di ammissione al concorso pubblico riservato, per titoli e colloquio integrativo, ai fini del reclutamento di tre "**Collaboratori Tecnici degli Enti di Ricerca**", Sesto Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, come indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto ed allegato al "**Bando di Concorso**" per formarne parte integrante;
- con la Determina Direttoriale del 28 novembre 2019, numero 384, sono state nominate le predette "**Commissioni Esaminatrici**";
- con la nota del 14 gennaio 2020, registrata nel protocollo generale in data 11 febbraio 2020 con il numero progressivo 682, la Signora **Rossella CESARO**, nella sua qualità di "**Segretario**" della "**Commissione Esaminatrice**" dei candidati che hanno presentato la domanda di partecipazione, nell'ambito del concorso più volte citato, alle procedure di selezione per il "**Profilo 1**" e per il "**Profilo 2**", nonché di "**Responsabile del Procedimento**", ha trasmesso i relativi atti, che comprendono, tra l'altro, una "**Relazione Finale**" con le graduatorie finali di merito di entrambe le procedure;

- con la nota del 15 gennaio 2020, registrata nel protocollo generale in data 16 gennaio 2020 con il numero progressivo 233, la Dottoressa **Rachele D'ANTONIO**, nella sua qualità di "**Segretario**" della "**Commissione Esaminatrice**" dei candidati che hanno presentato la domanda di partecipazione, nell'ambito del concorso più volte citato, alla procedura di selezione per il "**Profilo 3**", nonché di "**Responsabile del Procedimento**", ha trasmesso i relativi atti, che comprendono, tra l'altro, una "**Relazione Finale**" con la graduatoria finale di merito della predetta procedura;
- con la Determina Direttoriale dell'8 aprile 2020, numero 43:
 - sono stati approvati, nell'ambito del concorso pubblico riservato, per titoli e colloquio integrativo, ai fini del reclutamento di tre "**Collaboratori Tecnici degli Enti di Ricerca**", Sesto Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, indetto con Determina Direttoriale del 17 ottobre 2019, numero 345, ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, e in attuazione delle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, e del 31 maggio 2019, numero 39, gli atti delle singole procedure di selezione, come trasmessi dai "**Segretari**" delle "**Commissioni Esaminatrici**", nonché "**Responsabili del Procedimento**" delle predette procedure, e le relative graduatorie di merito, predisposte per ciascuno dei "**Profili**" indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto ed allegato al "**Bando di Concorso**" per formarne parte integrante;
 - è stata autorizzata la contestuale assunzione, a decorrere dal **1° luglio 2020**, dei vincitori delle singole procedure di selezione, come di seguito elencati, con l'indicazione, per ciascuno di essi, delle relative "**Sedi di Servizio**":
 - 1) **Sergio D'ORSI**: "**Osservatorio Astronomico di Capodimonte**", con Sede a Napoli;
 - 2) **Laurent MARTY**: "**Osservatorio Astronomico di Capodimonte**", con Sede a Napoli;
 - 3) **Ugo ZANNONI**: "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali**", con sede a Roma;
 - sono stati delegati alla sottoscrizione dei contratti di lavoro con i vincitori delle singole procedure di selezione, come innanzi individuati, la Dottoressa **Marcella MARCONI**, nella sua qualità di Direttore dello "**Osservatorio Astronomico di Capodimonte**", con Sede a Napoli, e il Dottore **Fabrizio CAPACCIONI**, nella sua qualità di Direttore dello "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali**", con Sede a Roma.

D.3C) Procedura di selezione riservata, per titoli e colloquio, per la copertura, mediante "progressione interna", di tre posti di personale tecnico ed amministrativo da inquadrare nel Profilo di "Funzionario di Amministrazione", Quinto Livello Professionale.

- Nell'ambito delle "**assunzioni**" autorizzate con il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**", approvato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 31 maggio 2019, numero 39, sono state previste anche alcune "**progressioni interne**", ai sensi dell'articolo 22, comma 15, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75;
- le "**Table**" del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**", individuano, per l'anno 2019, le posizioni da coprire mediante "**progressioni interne**", ai sensi dell'articolo 22, comma 15 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, come di seguito riportate e specificate:

Profilo	Livello	2019
Funzionario di Amministrazione	V	4

Totale		4
---------------	--	----------

- i quattro posti di Funzionario di Amministrazione da coprire mediante "**progressioni interne**", ai sensi dell'articolo 22, comma 15, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, sono stati assegnati allo "**Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna**", allo "**Osservatorio Astronomico di Trieste**", allo "**Istituto di Radioastronomia di Bologna**" ed allo "**Osservatorio Astronomico di Brera**", con sede a Milano;
- relativamente al posto assegnato allo "**Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna**", la Direzione Generale, in considerazione delle mutate esigenze organizzative e funzionali della predetta "**Struttura di Ricerca**", ha deciso, di intesa con il Direttore di Struttura, di rinviare ad un momento successivo la sua copertura;
- pertanto, con Determina Direttoriale del 17 dicembre 2019, numero 427, è stata indetta la procedura di selezione riservata, per titoli e colloquio, per la copertura, mediante "**progressione interna**", di tre posti di personale tecnico ed amministrativo da inquadrare nel Profilo di Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale, per le esigenze dello "**Osservatorio Astronomico di Trieste**", dello "**Istituto di Radioastronomia di Bologna**" e dello "**Osservatorio Astronomico di Brera**", con sede a Milano, ai sensi dell'articolo 22, comma 15, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, e in attuazione della Delibera del Consiglio di Amministrazione del 31 maggio 2019, numero 39, con la quale è stato approvato il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**";
- la predetta Determina Direttoriale è stata pubblicata, in data 17 dicembre 2019, sul "**Sito Web**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", Sezione "**Lavora con noi**", Sottosezione "**Progressioni di carriera**";
- il termine fissato per la presentazione delle domande di ammissione alla predetta procedura di selezione riservata è scaduto il **16 gennaio 2020**;
- con la Determina Direttoriale del 28 aprile 2020, numero 53, è stata nominata la "**Commissione Esaminatrice**" dei candidati che hanno presentato domanda di ammissione alla procedura di selezione riservata, per titoli e colloquio, per la copertura, mediante "**progressione interna**", di tre posti di personale tecnico ed amministrativo da inquadrare nel Profilo di Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale;
- la predetta procedura di selezione è stata conclusa;
- è in fase di perfezionamento il provvedimento che approva i relativi atti e autorizza l'adozione di quelli conseguenti.

D.3D) Concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, ai fini della copertura di nove posti di "Funzionario di Amministrazione", Quinto Livello Professionale

- Nell'ambito del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**", approvato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 31 maggio 2019, numero 39, il "**Piano del Fabbisogno di Personale a Tempo Indeterminato**", individua, nella "**Tabella 4-B**", le unità di personale tecnico ed amministrativo, da inquadrare nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo, che, sulla base delle risorse disponibili, possono essere assunte negli anni 2019 e 2020;
- nella predetta "**Tabella**", è previsto, tra gli altri, anche il reclutamento complessivo di undici unità di personale da inquadrare nel Profilo di "**Funzionario di Amministrazione**", Quinto Livello Professionale;
- per nove delle undici unità di personale da inquadrare nel predetto Profilo, è stato individuato il "**Settore Professionale di Attività**", identificato specificatamente in quello degli

"**Appalti e Contratti**", e sono state individuate anche le "**Sedi di Servizio**", come di seguito elencate:

- 1) "**Osservatorio Astrofisico di Torino**";
 - 2) "**Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna**";
 - 3) "**Osservatorio Astrofisico di Arcetri**";
 - 4) "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma**";
 - 5) "**Amministrazione Centrale**", con sede a Roma;
 - 6) "**Osservatorio Astronomico di Roma**";
 - 7) "**Osservatorio Astronomico di Palermo**";
 - 8) "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo**";
 - 9) "**Osservatorio Astrofisico di Catania**";
- sono state pertanto avviate le procedure di reclutamento per la copertura di nove posti di "**Funzionario di Amministrazione**", Quinto Livello Professionale, con specifiche competenze nel "**Settore Professionale di Attività**" degli "**Appalti e Contratti**";
 - l'articolo 3, comma 8, della Legge 19 giugno 2019, numero 56, prevede, tra l'altro, che, fatto salvo "...quanto stabilito dall'articolo 1, comma 399, della Legge 30 dicembre 2018, numero 145, al fine di ridurre i tempi di accesso al pubblico impiego, nel triennio 2019-2021, le procedure concorsuali bandite dalle pubbliche amministrazioni di cui all'articolo 1, comma 2, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e le conseguenti assunzioni **possono** essere effettuate senza il previo svolgimento delle procedure previste dall'articolo 30 del medesimo Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165...";
 - è stata valutata, nella fattispecie, la opportunità di non esercitare la facoltà prevista dall'articolo 3, comma 8, della Legge 19 giugno 2019, numero 56, e di applicare, pertanto, le disposizioni normative contenute negli articoli 30 e 34-bis del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, che disciplinano, rispettivamente, il "**Passaggio diretto di personale tra Amministrazioni diverse**" e la "**mobilità del personale**";
 - sono state, quindi, attivate le procedure di "**passaggio diretto**" e di "**mobilità volontaria**" previste dalle disposizioni normative innanzi richiamate per la copertura di nove posti di Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale, per le esigenze dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", al fine di individuare figure professionali dotate di adeguata competenza ed esperienza maturate nel "**Settore Professionale di Attività**" degli "**Appalti e Contratti**";
 - in particolare, con la nota del 5 novembre 2019, numero di protocollo 7300, la Direzione Generale ha comunicato alla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, ai sensi dell'articolo 34 bis del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche e integrazioni, che, con riferimento al "**Piano di Fabbisogno di Personale a Tempo Indeterminato**" previsto nel "**Piano di Attività per il Triennio 2019-2021**", intende avviare le procedure di reclutamento di nove unità di personale con il Profilo di Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale, per il "**Settore Professionale di Attività**" degli "**Appalti e Contratti**", da assegnare alle Sedi dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" innanzi specificate;
 - entro il termine di scadenza fissato dall'articolo 34-bis del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche e integrazioni, il Dipartimento della Funzione Pubblica non ha comunicato alcuna assegnazione di personale;
 - con la Determina Direttoriale del 10 dicembre 2019, numero 411, lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" ha, inoltre, indetto, ai sensi dell'articolo 30, comma 2-bis, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche e integrazioni, una procedura di "**mobilità volontaria**", mediante la valutazione comparativa dei "**curricula**" dei candidati ed

- eventuale colloquio, per la copertura di nove posti di **"Funzionario di Amministrazione"**, Quinto Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, per il **"Settore Professionale di Attività"** degli **"Appalti e Contratti"**, da assegnare alle **"Sedi di Servizio"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** specificate nello **"Allegato 1"** del relativo **"Bando"**;
- la predetta Determina Direttoriale è stata pubblicata, in data 10 dicembre 2019, sul **"Sito Web"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, Sezione **"Lavora con noi"**, Sottosezione **"Amministrativi a tempo indeterminato"**;
 - in data **31 gennaio 2020**, è scaduto il termine di presentazione delle domande di ammissione alla procedura di **"mobilità volontaria"** innanzi specificata;
 - ad eccezione di una sola domanda pervenuta per la copertura del posto riservato alla **"Amministrazione Centrale"** dell'Ente, peraltro priva della documentazione richiesta dal predetto **"Bando"** e, pertanto, dichiarata inammissibile, la predetta procedura di **"mobilità volontaria"** è andata deserta;
 - pertanto, con la Determina Direttoriale dell'8 aprile 2020, numero 42, lo **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** ha indetto, nel rispetto di quanto previsto dal **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021"**, 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"**, un concorso pubblico, per titoli ed esami, ai fini del reclutamento di **nove** unità di personale da inquadrare nel Profilo di **"Funzionario di Amministrazione"**, Quinto Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, per il **"Settore Professionale di Attività"** degli **"Appalti e Contratti"**, da assegnare alle **"Sedi di Servizio"** innanzi specificate;
 - la predetta Determina Direttoriale è stata pubblicata, in data 28 aprile 2020, sul **"Sito Web"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, Sezione **"Lavora con noi"**, Sottosezione **"Amministrativi a tempo indeterminato"**;
 - di **"... tale pubblicazione è stata data notizia mediante avviso pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "Concorsi ed Esami"..."**, del 28 aprile 2020, numero 34;
 - il termine per la presentazione delle domande di partecipazione alla procedura concorsuale innanzi specificata è scaduto alle ore **23:59 del 28 maggio 2020**;
 - a seguito di una prima ricognizione delle domande pervenute, effettuata una decina di giorni prima della scadenza del predetto termine, erano state già registrate nel protocollo in entrate circa **ottocento** domande;
 - al fine di ottimizzare la gestione del predetto concorso, in considerazione dell'elevato numero di domande già pervenute, destinato ovviamente a subire, prima della scadenza del termine fissato per la loro presentazione, un ulteriore incremento, è stato necessario attivare un procedimento preordinato:
 - alla modifica della Determina Direttoriale dell'8 aprile 2020, numero 42, con l'inserimento nel **"Bando di Concorso"** di un nuovo articolo, che deve prevedere e disciplinare la **"prova di preselezione"**;
 - alla riapertura del termine di scadenza fissato per la presentazione delle domande di partecipazione alla procedura concorsuale, avendo la predetta modifica carattere sostanziale;
 - pertanto, con la Determina Direttoriale del 26 maggio 2020, numero 79:
 - è stato disposto l'inserimento nel **"Bando di Concorso"** per il reclutamento di **nove** unità di personale da inquadrare nel Profilo di **"Funzionario di Amministrazione"**, Quinto Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime

- di impegno a tempo pieno, di un nuovo articolo, che prevede e disciplina la "**prova di preselezione**";
- è stato previsto un nuovo termine di presentazione delle domande di ammissione alla procedura concorsuale, fissato in trenta giorni, che decorre dal giorno della pubblicazione dello "**Avviso**" di modifica del "**Bando di Concorso**" nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "**Concorsi ed Esami**", ferme restando condizioni e modalità per la presentazione delle domande, come definite dall'articolo 3 della Determina Direttoriale dell'8 aprile 2020, numero 42;
 - la predetta Determina Direttoriale è stata pubblicata, in data 16 giugno 2020, sul "**Sito Web**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", Sezione "**Lavora con noi**", Sottosezione "**Amministrativi a tempo indeterminato**";
 - di "... tale pubblicazione è stata data notizia mediante avviso pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "**Concorsi ed Esami**"...", del 16 giugno 2020, numero 46;
 - il termine per la presentazione delle domande di partecipazione alla procedura concorsuale innanzi specificata è scaduto alle ore **23:59 del 16 luglio 2020**;
 - sono pervenute complessivamente **novescentosessantadue** domande;
 - è in fase di perfezionamento l'affidamento ad un Operatore Economico specializzato nel settore del servizio finalizzato alla organizzazione e all'espletamento della "**prova di preselezione**".
- D.3E) Concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, per la copertura di undici posti di "Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca", Sesto Livello Professionale.**
- Nell'ambito del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**", approvato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 31 maggio 2019, numero 39, il "**Piano del Fabbisogno di Personale a Tempo Indeterminato**", individua, nella "**Tabella 4-B**", le unità di personale tecnico ed amministrativo, da inquadrare nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo, che, sulla base delle risorse disponibili, possono essere assunte negli anni 2019 e 2020;
 - nella predetta "**Tabella**", è previsto, tra gli altri, anche il reclutamento complessivo di undici unità di personale da inquadrare nel Profilo di "**Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca**", Sesto Livello Professionale;
 - sono state individuate, per le predette unità di personale, anche le "**Sedi di Servizio**", come di seguito elencate:
 - 1) "**Osservatorio Astrofisico di Torino**";
 - 2) "**Osservatorio Astronomico di Cagliari**" (due unità);
 - 3) "**Osservatorio Astrofisico di Arcetri**", con Sede a Firenze;
 - 4) "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano**";
 - 5) "**Amministrazione Centrale**" (due unità, di cui una da assegnare allo "**Istituto di Radioastronomia**" di Bologna per le esigenze del "**Servizio di Staff**" alla Direzione Generale denominato "**Servizi Informatici e per il Digitale**" e l'altra da assegnare, sempre alla "**Direzione Generale**", ma per le esigenze dell'Ufficio II "**Gestione Bilancio, Contratti e Appalti**", Settore II "**Servizi di Ragioneria**");
 - 6) "**Osservatorio Astronomico di Roma**", con Sede a Monte Porzio Catone (Roma);
 - 7) "**Osservatorio Astronomico di Padova**";
 - 8) "**Osservatorio d'Abruzzo**", con Sede a Teramo;
 - 9) "**Osservatorio Astrofisico di Catania**";

- sono state, pertanto, avviate le procedure di reclutamento per la copertura di undici posti di **"Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca"**, Sesto Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, per le esigenze sia della **"Amministrazione Centrale"** che di otto **"Strutture di Ricerca"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**;
- l'articolo 3, comma 8, della Legge 19 giugno 2019, numero 56, prevede, tra l'altro, che, fatto salvo *"...quanto stabilito dall'articolo 1, comma 399, della Legge 30 dicembre 2018, numero 145, al fine di ridurre i tempi di accesso al pubblico impiego, nel triennio 2019-2021, le procedure concorsuali bandite dalle pubbliche amministrazioni di cui all'articolo 1, comma 2, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e le conseguenti assunzioni possono essere effettuate senza il previo svolgimento delle procedure previste dall'articolo 30 del medesimo Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165..."*;
- è stata valutata, nella fattispecie, la opportunità di esercitare la facoltà prevista dall'articolo 3, comma 8, della Legge 19 giugno 2019, numero 56, e di non applicare, pertanto, le disposizioni normative contenute negli articoli 30 e 34-bis del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, che disciplinano, rispettivamente, il **"Passaggio diretto di personale tra Amministrazioni diverse"** e la **"mobilità del personale"**;
- è stata, quindi, avviata, nel rispetto di quanto previsto dal **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021"**, 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"**, la procedura preordinata alla indizione di un concorso pubblico, per titoli ed esami, ai fini della copertura di undici posti di **"Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca"**, Sesto Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, secondo i **"profili"** definiti, per ciascuno di essi, in un **"Prospetto"** all'uopo predisposto;
- con Determina Direttoriale del 1° settembre 2020, numero 123, è stato indetto, nel rispetto di quanto previsto dal **"Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021"**, 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"**, un concorso pubblico, per titoli ed esami, ai fini della copertura di undici posti di **"Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca"**, Sesto Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, secondo i **"profili"** definiti, per ciascuno di essi, nel **"Prospetto"** all'uopo predisposto ed allegato al relativo **"Bando"** per formarne parte integrante, per le esigenze delle **"Sedi di Servizio"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** di seguito elencate:

Sede di Servizio	Numero di posti
"Osservatorio Astrofisico di Torino"	1
"Osservatorio Astronomico di Cagliari"	2
"Osservatorio Astrofisico di Arcetri" , con Sede a Firenze	1
"Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano"	1

Ufficio II " Gestione Bilancio, Contratti e Appalti ", Settore II " Servizi di Ragioneria ", della " Direzione Generale ", con Sede a Roma	1
Servizio di Staff alla " Direzione Generale " denominato " Servizi Informatici e per il Digitale ", con Sede di servizio presso lo " Istituto di Radioastronomia di Bologna "	1
" Osservatorio Astronomico di Roma ", con Sede a Monte Porzio Catone (Roma)	1
" Osservatorio Astronomico di Padova "	1
" Osservatorio d'Abruzzo ", con Sede a Teramo	1
" Osservatorio Astrofisico di Catania "	1

- la predetta Determina Direttoriale è stata pubblicata, in data 4 settembre 2020, sul "**Sito Web**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", Sezione "**Lavora con noi**", Sottosezione "**Amministrativi a tempo indeterminato**";
- di "... tale pubblicazione è stata data notizia mediante avviso pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "**Concorsi ed Esami**"...", del 4 settembre 2020, numero 69;
- il termine per la presentazione delle domande di partecipazione alla procedura concorsuale innanzi specificata scade alle ore **23:59** del **5 ottobre 2020**.

D.3F) Assunzioni obbligatorie, ai sensi della Legge 12 marzo 1999, numero 68, e successive modifiche ed integrazioni.

- Nel Capitolo "**Risorse Umane**" del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**" sono state programmate anche le "**assunzioni obbligatorie**", ai sensi della Legge 12 marzo 1999, numero 68, e successive modifiche ed integrazioni;
- relativamente alle predette "**assunzioni**", il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**" prevede, in particolare, che:
 - 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...";
- a "...seguito della stipula, in data **13 maggio 2015**, di una apposita Convenzione 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 **cinque** 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, **una** unità di personale con il Profilo di Operatore di Amministrazione, Ottavo Livello professionale, tramite avviamento a selezione...";
 - 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...";
 - pertanto, 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 dicembre 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, invece, 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 mediante l'attivazione di una procedura riservata alle predette categorie, indetta con avviso pubblico...";
- nelle "**Tabelle**" del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**" di seguito riportate sono riassunte schematicamente le "**assunzioni obbligatorie**" programmate nel periodo temporale di riferimento, ai sensi degli articoli 1 e 18 della Legge 12 marzo 1999, numero 68, e successive modifiche ed integrazioni, che tengono conto anche delle procedure di reclutamento già concluse o ancora in itinere:

Assunzioni obbligatorie				
ai sensi dell'articolo 1 della Legge 12 marzo 1999, numero 68				
Profili	Livelli	2019	2020	2021

Funzionario di Amministrazione	V	4	2	2
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	VI	-	4	4
Collaboratore di Amministrazione	VII	8(*)	3	3
Operatore di Amministrazione/Operatore Tecnico degli Enti di Ricerca	VIII	3	3	3
Totale		15	12	12
Gran Totale:		39		

(*) Procedura concorsuale in itinere per il reclutamento di cinque unità di personale.

Assunzioni obbligatorie				
ai sensi dell'articolo 18 della Legge 12 marzo 1999, numero 68				
Profili	Livelli	2019	2020	2021
Operatore di Amministrazione/Operatore Tecnico degli Enti di Ricerca	VIII	-	4	3
Totale		-	4	3
Gran Totale:		7		

- con la **"Direttiva"** del 24 giugno 2019, numero 1, il **"Ministro per la Pubblica Amministrazione"** ha fornito alcuni **"Chiarimenti in materia di collocamento obbligatorio delle categorie protette"** e ha definito le **"Linee guida ai fini della corretta interpretazione ed applicazione degli articoli 35 e 39 e seguenti del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, della Legge 12 marzo 1999, numero 68, della Legge 23 novembre 1998, numero 407, e della Legge 11 marzo 2011, numero 25"**;
- con la nota del 26 luglio 2019, numero di protocollo 5398, il Direttore Generale dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** ha disciplinato la **"Delega ai Direttori delle Strutture di Ricerca per l'attivazione delle procedure di reclutamento ai fini delle assunzioni obbligatorie previste dalla Legge 12 marzo 1999, numero 68"**;
- in particolare, con la nota innanzi richiamata, il Direttore Generale dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** ha, tra l'altro, fatto presente che:
 - con **"...Delibera del 31 maggio 2019, numero 39, il Consiglio di Amministrazione ha approvato il "Piano di Attività" dello "Istituto Nazionale di Astrofisica" per il Triennio 2019-2021, comprensivo dei "Documenti" ad esso allegati, che è stato predisposto in conformità a quanto previsto dagli articoli 7 e 9 del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218..."**;
 - ai **"...sensi del citato articolo 7 del Decreto Legislativo innanzi richiamato, con nota del 31 maggio 2019, numero di protocollo 4132, il predetto "Piano di Attività" è stato trasmesso dallo "Istituto Nazionale di Astrofisica" al "Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca", ai fini della sua definitiva approvazione..."**;

- nel "...frattempo, è, peraltro, già possibile attivare le procedure di reclutamento previste dal "**Piano di Attività**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" per il **Triennio 2019-2021** ed, in particolare, dal "**Capitolo**" dedicato alle "**Risorse Umane**" ...";
- il predetto "**Capitolo**" contiene anche "...la "**Tabella**" con le indicazioni relative alle unità di personale tecnico ed amministrativo, ripartite per profili, livelli e sedi di servizio, che dovranno essere assunte ai sensi della Legge 12 marzo 1999, numero 68, e successive modifiche ed integrazioni...", come di seguito integralmente riportata:

Profilo Professionale	Livello	Sede di Servizio	Numero Posti
Collaboratore di Amministrazione	VII	Osservatorio Astronomico di Palermo	2
		Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo	
		Osservatorio Astrofisico di Catania	1
		Amministrazione Centrale ed altre Strutture di Ricerca (da definire)	5
Funzionario di Amministrazione	V	Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano (*)	1
		Osservatorio Astronomico di Padova	1
		Osservatorio Astronomico d'Abruzzo	1
Operatore di Amministrazione Operatore Tecnico	VIII	Istituto di Radioastronomia di Bologna	1
		Osservatorio Astronomico di Brera	1
		Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna	1

1. (*) posizione suscettibile di variazione

fermo restando che:

- a) ai "...sensi della normativa vigente, come innanzi richiamata, le assunzioni obbligatorie devono essere effettuate nell'ambito delle circoscrizioni territoriali provinciali in cui hanno sede le "**Strutture di Ricerca**" interessate...";
 - b) le assunzioni delle unità di personale da inquadrare nei Profili di "**Operatore di Amministrazione**" e di "**Operatore Tecnico**", Settimo Livello Professionale, devono essere perfezionate mediante "**chiamata diretta**", stipulando apposite Convenzioni con i Centri per l'Impiego competenti territorialmente in relazione alle Sedi delle "**Strutture di Ricerca**" interessate;
 - c) le assunzioni di personale con i Profili di "**Collaboratore di Amministrazione**", Settimo Livello Professionale, e di "**Funzionario di Amministrazione**", Quinto Livello Professionale, devono essere, invece, perfezionate, mediante concorso pubblico riservato;
- con la predetta nota, il Direttore Generale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" ha, inoltre:
 - delegato formalmente i "...Direttori delle "**Strutture di Ricerca**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ciascuno nell'ambito della circoscrizione territoriale di propria

pertinenza, ad attivare le procedure di reclutamento preordinate al perfezionamento delle predette assunzioni e ad adottare tutti gli atti connessi e conseguenti, con esclusione dei provvedimenti che autorizzano le assunzioni stesse, i quali restano nella competenza del Direttore Generale...";

- in merito all'avvio delle procedure di reclutamento, ha fatto presente che:
 - ❖ la "**Direttiva**" del "**Ministro per la Pubblica Amministrazione**" del 24 giugno 2019, numero 1, nel fare espresso rinvio, relativamente "...all'istituto della mobilità del personale...", alla Circolare del 21 novembre 2013, numero 5, emanata dal "**Ministro per la Pubblica Amministrazione e la Semplificazione**", che:
 - a) stabilisce gli "**Indirizzi volti a favorire il superamento del precariato e il reclutamento speciale per il personale in possesso dei requisiti normativi**";
 - b) fornisce alcune indicazioni operative in materia di "**Proroghe dei contratti**";
 - c) definisce le "**Linee guida per la corretta applicazione dell'articolo 4 del Decreto Legge 31 agosto 2013, numero 101, convertito, con modificazioni, dalla Legge 30 ottobre 2013, numero 125, che contiene "Disposizioni urgenti per il perseguimento di obiettivi di razionalizzazione nelle pubbliche amministrazioni", e dell'articolo 35 del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165"**,
 ha, tra l'altro, chiarito che gli adempimenti previsti sia dall'articolo 30, comma 2-bis, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, in materia di "**Passaggio diretto di personale tra amministrazioni diverse**", che quelli previsti dall'articolo 34-bis del medesimo Decreto Legislativo, in materia di "**mobilità del personale**", non trovano applicazione "...in caso di avvio di procedure di reclutamento per la copertura delle quote d'obbligo...";
 - ❖ pertanto, le procedure di reclutamento preordinate alle assunzioni obbligatorie previste dalla Legge 12 marzo 1999, numero 68, possono essere espletate in deroga agli obblighi previsti dalle disposizioni normative innanzi richiamate in materia di mobilità del personale, sia volontaria che obbligatoria;
 - ❖ in ogni caso, qualora i Direttori di Struttura ritengano che sia utile espletare previamente le predette procedure di mobilità, possono farlo senza alcuna limitazione, atteso che, secondo la predetta "**Direttiva**", le stesse non sono obbligatorie ma, certamente, non sono vietate;
- con la medesima nota, è stato demandato alla "**Struttura Tecnica di Supporto**", nominata con Determina Direttoriale del 15 maggio 2018, numero 141, il compito di curare, sotto la supervisione della Direzione Generale, la predisposizione e la trasmissione degli "**schemi**" di tutti gli atti e i provvedimenti che i Direttori di Struttura dovranno adottare ai fini della attivazione e dell'espletamento delle predette procedure;
- gli "**schemi**" degli atti e dei provvedimenti innanzi specificati sono stati regolarmente predisposti dalla predetta "**Struttura Tecnica di Supporto**" e sono stati trasmessi, in tempi relativamente brevi, ai Direttori delle "**Strutture di Ricerca**" interessate;
- le procedure di reclutamento preordinate al perfezionamento delle assunzioni obbligatorie, ai sensi degli articoli 1 e 18 della Legge 12 marzo 1999, numero 68, e successive modifiche ed integrazioni, sono state tutte avviate e sono ancora in itinere.

D.3G) Concorsi pubblici nazionali, per titoli ed eventuali esami, per l'assunzione di un Dirigente di Ricerca, Primo Livello Professionale, e di un Dirigente Tecnologo, Primo Livello Professionale.

- Con Delibera del 15 giugno 2016, numero 60, il Consiglio di Amministrazione ha adottato il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2016-2018**", che comprende anche il relativo "**Piano di Reclutamento e di Assunzioni**";
- con la nota del 9 settembre 2016, numero di protocollo 0046637, la Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, ha espresso parere favorevole alla approvazione, nell'ambito del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2016-2018**", del relativo "**Piano di Reclutamento e di Assunzioni**";
- con la nota del 13 ottobre 2016, numero di protocollo 0020125, il Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca, in assenza di osservazioni del Dipartimento della Funzione Pubblica, ha approvato il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2016-2018**", con il relativo "**Piano di Reclutamento e di Assunzioni**";
- con la Delibera del Consiglio di Amministrazione del 20 ottobre 2017, numero 92, assunta in via telematica e ratificata con Delibera del 31 ottobre 2017, numero 102, è stato adottato il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2017-2019**", comprensivo del "**Piano delle Attività Scientifiche e di Ricerca**", della "**Consistenza dell'Organico**", del "**Piano di Fabbisogno del Personale**" e del "**Piano di Reclutamento e di Assunzioni**";
- con la Delibera del 21 dicembre 2017, numero 115, il Consiglio di Amministrazione, in attuazione di quanto previsto dal "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2017-2019**", ha, tra l'altro:
 - a) autorizzato l'avvio delle procedure preordinate al reclutamento, con rapporto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, di un numero complessivo di dodici unità di personale per la copertura delle seguenti posizioni:
 - una posizione di "**Dirigente Tecnologo**", Primo Livello Professionale;
 - tre posizioni di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale;
 - quattro Posizioni di "**Tecnologo**", Terzo Livello Professionale;
 - quattro Posizioni di "**Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca**", Sesto Livello Professionale;
 - b) dato mandato al Direttore Scientifico e al Direttore Generale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ognuno nell'ambito delle rispettive competenze, ad adottare tutti gli atti connessi e conseguenti;
- 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 dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2017-2019**", 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 dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2017-2019**" è stato, comunque, definitivamente approvato;
- successivamente, il Dottore **Filippo Maria ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha svolto una indagine ricognitiva sullo stato di

- attuazione dei "**Piani di Arruolamento del Personale**" ed ha accertato che, nei "**Piani di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica**" relativi sia al "**Triennio 2016-2018**" che al "**Triennio 2017-2019**" ed, in particolare, nei rispettivi "**Piani di Reclutamento e di Assunzioni**", sono state espressamente previste, ma non sono state attivate, le procedure di reclutamento di alcune unità personale da inquadrare nei Profili di "**Dirigente Tecnologo**", Primo Livello Professionale, di "**Dirigente di Ricerca**", Primo Livello Professionale, e di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale;
- pertanto, al fine di dare piena attuazione ai "**Piani di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica**" relativi sia al "**Triennio 2016-2018**" che al "**Triennio 2017-2019**" ed, in particolare, ai rispettivi "**Piani di Reclutamento e di Assunzioni**":
 - è stata, innanzitutto, accertata la vigenza delle graduatorie di merito dei concorsi pubblici nazionali, per titoli ed esami, per la copertura di tre posti di "**Dirigente di Ricerca**", Primo Livello Professionale, e di quattro posti di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, approvate, rispettivamente, con le Determine Direttoriali del 3 febbraio 2016, numero 17, e del 14 luglio 2016, numero 290;
 - è stato, altresì, accertato che:
 - a) la graduatoria del concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, per la copertura di tre posti di "**Dirigente di Ricerca**", Primo Livello Professionale, è già stata utilizzata con la assunzione in servizio dei candidati idonei fino al trentaduesimo posto compreso;
 - b) la graduatoria del concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, per la copertura di quattro posti di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, è già stata utilizzata con la assunzione in servizio dei candidati idonei fino al quarantaquattresimo posto compreso;
 - è stata, infine, accertata la copertura finanziaria dei posti da coprire;
 - con la Delibera del 20 novembre 2018, numero 99, il Consiglio di Amministrazione ha, quindi:
 - autorizzato l'avvio delle procedure preordinate al reclutamento, con rapporto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, di ventidue unità di personale per la copertura delle seguenti posizioni:
 - a) una posizione di "**Dirigente Tecnologo**", Primo Livello Professionale;
 - b) otto posizioni di "**Dirigente di Ricerca**", Primo Livello Professionale;
 - c) una posizione di "**Dirigente di Ricerca**", Primo Livello Professionale, per le esigenze della Macroarea MA-3 "Sole e Sistema Solare";
 - d) dodici posizioni di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale;
 - autorizzato l'attivazione di un concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, per il reclutamento, senza preventiva individuazione della sede di servizio, di una unità di personale da inquadrare nel Profilo di "**Dirigente Tecnologo**", Primo Livello Professionale;
 - autorizzato lo scorrimento, dal trentatreesimo posto in poi e fino al suo esaurimento, della graduatoria del concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, per la copertura iniziale di tre posti di "**Dirigente di Ricerca**", Primo Livello Professionale, approvata con Determina Direttoriale del 3 febbraio 2016, numero 17;
 - autorizzato l'attivazione del concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, per il reclutamento di una unità di personale da inquadrare nel Profilo di "**Dirigente di Ricerca**", Primo Livello Professionale, per le esigenze della Macroarea MA-3 "Sole e Sistema Solare";
 - autorizzato lo scorrimento, dal quarantacinquesimo al cinquantaseiesimo posto compreso, della graduatoria del concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, per

- la copertura iniziale di quattro posti di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale;
- dato mandato al Direttore Scientifico e al Direttore Generale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ognuno nell'ambito delle rispettive competenze, ad adottare tutti gli atti connessi e conseguenti.
 - nella seduta del Consiglio di Amministrazione del 5 giugno 2020, il Presidente:
 - esaminato "...il "**profilo**" all'uopo definito, ha proposto di procedere con la emanazione, entro il **1° agosto 2020**, del Bando di Concorso per la copertura di un posto di "**Dirigente di Ricerca**" per le specifiche esigenze, individuate a suo tempo, della Macroarea MA-3 "Sole e Sistema Solare"...";
 - relativamente al posto di "**Dirigente Tecnologo**":
 - a) considerato che è "...alquanto difficile definirne il profilo, in presenza di differenti aree, diverse per funzioni e per tipologie dei titoli in possesso dei concorrenti...", per cui "...sarebbe più opportuno triplicare il numero di posizioni...", ma ciò comporterebbe un sensibile incremento dei relativi costi;
 - b) essendo "...ormai in dirittura d'arrivo le progressioni di carriera riservate a ricercatori e tecnologi, che ragionevolmente potrebbero essere attivate nel corso del prossimo anno...",ha proposto, invece, di "...fare confluire il "**budget**" già allocato per la sua copertura finanziaria nel "**budget**" per le progressioni di carriera riservate ai "**Primi Tecnologi**", ferma restando la necessità di costituire, in sede di contrattazione collettiva nazionale integrativa, il relativo fondo...";
 - nella stessa seduta, il Consiglio di Amministrazione ha:
 - approvato le proposte formulate dal Presidente;
 - affidato alla Direzione Generale l'incarico di attivare la procedura concorsuale per la copertura di un posto di "**Dirigente di Ricerca**" per le specifiche esigenze della Macroarea MA-3 "Sole e Sistema Solare", di acquisire, a tal fine, dalla Direzione Scientifica tutte le informazioni necessarie (profilo, requisiti di ammissione, eventuali prove di esame, titoli valutabili, ecc.), di predisporre apposito "**Bando di Concorso**" e di emanarlo entro il **1° agosto 2020**;
 - affidato alla Direzione Generale l'incarico di "**congelare**" il posto di "**Dirigente Tecnologo**" attualmente disponibile e di utilizzare "...il "**budget**" già allocato per la sua copertura finanziaria nel "**budget**" per le progressioni di carriera riservate ai "**Primi Tecnologi**"...", ferma restando la necessità di costituire, a tal fine, il "**Fondo**" previsto dall'articolo 15 del "**Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del personale non dirigente 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;
 - con Determina Direttoriale del 1° settembre 2020, numero 124, è stato indetto, in attuazione di quanto previsto dalle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 20 novembre 2018, numero 99, e del 5 giugno 2020, un concorso pubblico nazionale, per soli titoli, ai fini della copertura di un posto di "**Dirigente di Ricerca**", Primo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, per le esigenze, nell'ambito della "**Macroarea 3**", denominata "**Sole e Sistema Solare**", delle seguenti articolazioni:
 - a) "**Origine ed evoluzione dei pianeti, satelliti e corpi minori**";
 - b) "**Sole, mezzo interplanetario e magnetosfere planetarie**";
 - c) "**Bioastronomia, Astrobiologia e Astrofisica di Laboratorio**";

- la predetta Determina Direttoriale è stata pubblicata, in data **4 settembre 2020**, sul "**Sito Web**" dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", Sezione "**Lavora con noi**", Sottosezione "**Ricercatori a tempo indeterminato**";
- di "... tale pubblicazione è stata data notizia mediante avviso pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Quarta Serie Speciale "**Concorsi ed Esami**"...", del 4 settembre 2020, numero 69;
- il termine per la presentazione delle domande di partecipazione alla procedura concorsuale innanzi specificata scade alle ore **23:59** del **5 ottobre 2020**.

D.3H) Procedura di selezione riservata, per titoli e colloquio, per la copertura, mediante "progressione interna", di un posto di personale tecnico ed amministrativo da inquadrare nel Profilo di "Funzionario di Amministrazione", Quinto Livello Professionale.

- Nell'ambito delle "**assunzioni**" autorizzate con il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**", approvato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 31 maggio 2019, numero 39, sono state previste anche alcune "**progressioni interne**", ai sensi dell'articolo 22, comma 15, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, secondo le indicazioni già riportate, dettagliatamente, nel **Punto D.3C**);
- le "**Tabelle**" del "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**", individuano, per l'anno 2019, le posizioni da coprire mediante "**progressioni interne**", ai sensi dell'articolo 22, comma 15 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, come di seguito riportate e specificate:

Profili	Livelli	2019
Funzionario di Amministrazione	Quinto	4
Totale		4

- i quattro posti di Funzionario di Amministrazione da coprire mediante "**progressioni interne**", ai sensi dell'articolo 22, comma 15, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, sono stati assegnati allo "**Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna**", allo "**Osservatorio Astronomico di Trieste**", allo "**Istituto di Radioastronomia di Bologna**" ed allo "**Osservatorio Astronomico di Brera**", con sede a Milano;
- relativamente al posto assegnato allo "**Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna**", la Direzione Generale, in considerazione delle mutate esigenze organizzative e funzionali della predetta "**Struttura di Ricerca**", ha deciso, di intesa con il Direttore di Struttura, di rinviare ad un momento successivo la sua copertura;
- pertanto, con Determina Direttoriale del 17 dicembre 2019, numero 427, è stata indetta la procedura di selezione riservata, per titoli e colloquio, per la copertura, mediante "**progressione interna**", di tre posti di personale tecnico ed amministrativo da inquadrare nel Profilo di Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale, per le esigenze dello "**Osservatorio Astronomico di Trieste**", dello "**Istituto di Radioastronomia di Bologna**" e dello "**Osservatorio Astronomico di Brera**", con sede a Milano, ai sensi dell'articolo 22, comma 15, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, e in attuazione della Delibera del Consiglio di Amministrazione del 31 maggio 2019, numero 39, con la quale è stato approvato il "**Piano di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica per il Triennio 2019-2021**";

- rimane, quindi, da attivare, ai sensi dell'articolo 22, comma 15, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, una procedura di selezione riservata, per titoli e colloquio, per la copertura, mediante "**progressione interna**", di un posto di personale tecnico ed amministrativo da inquadrare nel Profilo di "**Funzionario di Amministrazione**", Quinto Livello Professionale, per esigenze ancora da definire;
- la predetta procedura verrà probabilmente avviata agli inizi del prossimo anno.

D.31) Scorrimento di graduatorie finali di merito, ancora vigenti, di alcune procedure concorsuali.

Al fine di incentivare e di valorizzare le professionalità esistenti all'interno dell'Ente, il Consiglio di Amministrazione ha autorizzato lo scorrimento delle graduatorie finali di merito, ancora vigenti, di alcune procedure concorsuali.

a) Ulteriore scorrimento della graduatoria finale di merito della procedura concorsuale per il reclutamento iniziale di quattro "Primi Ricercatori", Secondo Livello Professionale.

- Con Determina Direttoriale del 14 luglio 2016, numero 290, è stata approvata la graduatoria finale di merito del concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, per la copertura di quattro posti di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale;
- la predetta graduatoria è già stata utilizzata una prima volta con la assunzione in servizio dei candidati idonei fino al quarantaquattresimo posto compreso;
- con Delibera del 20 novembre 2018, numero 99, il Consiglio di Amministrazione ha, tra l'altro:
 - autorizzato l'avvio delle procedure preordinate al reclutamento, con rapporto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, di dodici posizioni di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale;
 - autorizzato, a tal fine, lo scorrimento, dal quarantacinquesimo al cinquantesimo posto compreso, della graduatoria del concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, per la copertura iniziale di quattro posti di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale;
- con la nota del 21 dicembre 2018, numero di protocollo 7352, la Dottoressa **Valeria SAURA**, nella sua qualità di Dirigente Responsabile dello Ufficio I "**Gestione delle Risorse Umane**", ha indicato le "**Sedi di Servizio**" scelte, al momento della presentazione delle domande di partecipazione alla procedura concorsuale per il reclutamento iniziale di quattro "**Primi Ricercatori**", Secondo Livello Professionale, dai candidati idonei utilmente collocati nella graduatoria finale di merito interessata dallo scorrimento autorizzato dal Consiglio di Amministrazione con la Delibera del 20 novembre 2018, numero 99;
- con la nota del 21 dicembre 2018, numero di protocollo 7356, il Dottore **Filippo ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha proposto, tenendo conto sia delle preferenze espresse dai candidati nelle domande di partecipazione alla procedura concorsuale per il reclutamento iniziale di quattro "**Primi Ricercatori**", Secondo Livello Professionale, che delle effettive esigenze delle "**Strutture di Ricerca**", la assegnazione, per ciascuno di essi, delle rispettive "**Sedi di Servizio**";
- con Decreto del Presidente dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" del 21 dicembre 2018, numero 75, adottato in via di urgenza, è stata approvata la proposta di assegnazione, per ciascuno dei candidati utilmente collocati nella predetta graduatoria finale di merito, delle rispettive "**Sedi di Servizio**";
- è stata, conseguentemente, attivata la procedura di assunzione in servizio, con decorrenza dal **28 dicembre 2018**, di dodici "**Primi Ricercatori**", Secondo Livello Professionale, mediante lo scorrimento della graduatoria finale di merito del concorso indetto, per il medesimo Profilo e lo stesso Livello, con Determina Direttoriale del 20 aprile 2015, numero 140;
- con Determina Direttoriale del 21 dicembre 2018, numero 358:

- è stata autorizzata, in attuazione di quanto previsto dalla Delibera del Consiglio di Amministrazione del 20 novembre 2018, numero 99, la assunzione di dodici unità di personale, con inquadramento nel Profilo di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, e con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno;
- è stato approvato l'elenco, come di seguito riportato, delle unità di personale, che a decorrere dal **28 dicembre 2018**, sono state assunte in servizio di ruolo presso lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", con inquadramento nel Profilo di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, e con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, nel quale sono specificate, per ognuna di esse, anche le "**Sedi di Servizio**" di prima assegnazione:
 - 1) Dottoressa **Francesca BACCIOTTI**, assegnata allo "**Osservatorio Astronomico di Arcetri**";
 - 2) Dottore **Stefano ANDREON**, assegnato allo "**Osservatorio Astronomico di Brera**";
 - 3) Dottoressa **Anna MILILLO**, assegnata allo "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma**";
 - 4) Dottore **Claudio LABANTI**, assegnato allo "**Osservatorio di Astrofisica e di Scienza dello Spazio di Bologna**";
 - 5) Dottore **David LUCCHESI**, assegnato allo "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma**";
 - 6) Dottore **Roberto GILLI**, assegnato allo "**Osservatorio di Astrofisica e di Scienza dello Spazio di Bologna**";
 - 7) Dottoressa **Teresa MINEO**, assegnata allo "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo**";
 - 8) Dottoressa **Anna WOLTER**, assegnata allo "**Osservatorio Astronomico di Brera**";
 - 9) Dottore **Marco AGLIETTA**, assegnato allo "**Osservatorio Astrofisico di Torino**";
 - 10) Dottore **Salvatore ORLANDO**, assegnato allo "**Osservatorio Astronomico di Palermo**";
 - 11) Dottore **Riccardo SMAREGLIA**, assegnato allo "**Osservatorio Astronomico di Trieste**";
 - 12) Dottore **Mauro GHIGO**, assegnato allo "**Osservatorio Astronomico di Brera**";
- sono stati delegati alla sottoscrizione dei contratti di lavoro con le unità di personale innanzi elencate, 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 sono state assegnate, come di seguito elencati:
 - a) Dottoressa **Maria Sofia RANDICH**, Direttore dello "**Osservatorio Astrofisico di Arcetri**";
 - b) Dottore **Fabrizio CAPACCIONI**, Direttore dello "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma**";
 - c) Dottore **Gianpiero TAGLIAFERRI**, Direttore dello "**Osservatorio Astronomico di Brera**";
 - d) Dottore **Andrea COMASTRI** Direttore dello "**Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna**";
 - e) Dottore **Silvano FINESCHI**, Direttore dello "**Osservatorio Astrofisico di Torino**";
 - f) Dottore **Giancarlo CUSUMANO**, Direttore dello "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Palermo**";
 - g) Dottore **Fabrizio BOCCHINO**, Direttore dello "**Osservatorio Astronomico di Palermo**";

- h) Dottore **Giovanni VLADILLO**, Direttore dello "**Osservatorio Astronomico di Trieste**";
- è stata autorizzata la relativa spesa, con riferimento sia al trattamento economico fisso e continuativo che al trattamento economico accessorio, che grava sui pertinenti capitoli del Bilancio Annuale di Previsione dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" per l'Esercizio Finanziario 2018;
 - è stata rinviata, ad un momento successivo, la adozione di eventuali, ulteriori provvedimenti finalizzati a modificare lo "**status**" giuridico ed economico delle unità di personale che sono state assunte nei ruoli dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" con inquadramento nel Profilo di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, e con contratto di lavoro a tempo indeterminato, anche ai fini del riconoscimento della anzianità di servizio maturata, alla data del **27 dicembre 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, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 4, comma 12, del "**Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione - Area della Dirigenza e delle relative specifiche tipologie professionali, Parte Economica, Sezione II, Biennio 1996-1997**", sottoscritto il 5 marzo 1998, e dall'articolo 4, comma 4, del "**Regolamento del Personale dello Istituto Nazionale di Astrofisica**", approvato dal Consiglio di Amministrazione con Delibera dell'11 maggio 2015, numero 23;
- secondo le disposizioni contenute nell'articolo 1, comma 147, della Legge 27 dicembre 2019, numero 160, con la quale sono stati approvati il "**Bilancio di Previsione dello Stato per l'Anno Finanziario 2020**" e il "**Bilancio Pluriennale dello Stato per il Triennio 2020-2022**", le "*...graduatorie delle procedure concorsuali approvate negli anni compresi tra il 2012 e il 2017 sono utilizzabili fino al 30 settembre 2020...*";
 - pertanto, è ancora possibile utilizzare la "**graduatoria finale di merito**" del concorso pubblico per il reclutamento iniziale di quattro "**Primi Ricercatori**", Secondo Livello Professionale;
 - nella "**graduatoria finale di merito**" innanzi specificata sono attualmente presenti ancora nove candidati idonei;
 - l'assunzione in servizio di tutti i candidati ancora presenti nella predetta graduatoria consentirebbe, pertanto, di utilizzarla fino al suo completo esaurimento;
 - peraltro, la spesa, a regime, prevista per l'assunzione in servizio dei nove candidati idonei ancora presenti nella "**graduatoria finale di merito**" del concorso pubblico per il reclutamento iniziale di quattro "**Primi Ricercatori**", Secondo Livello Professionale, supera di poco i **centodiecimila euro**;
 - ovviamente, la predetta spesa ammonterebbe, nell'anno in corso, a circa la metà del predetto importo, troverebbe, comunque, piena copertura nel Bilancio Annuale di Previsione del corrente Esercizio Finanziario e non comporterebbe, pertanto, l'assunzione di oneri aggiuntivi;
 - nella seduta del 5 giugno 2020, il Consiglio di Amministrazione:
 - considerato che "*...il costo previsto per lo scorrimento, fino all'esaurimento, della graduatoria del concorso pubblico, per titoli ed esami, per il reclutamento iniziale di quattro "Primi Ricercatori" è assolutamente irrisorio...*";
 - atteso, inoltre, che "*...il "budget" necessario per l'assunzione in servizio dei candidati idonei ancora presenti nella predetta graduatoria trova già la sua copertura in Bilancio e non comporta, pertanto, oneri aggiuntivi...*",

- ha approvato la proposta del Presidente di "...autorizzare lo scorrimento della graduatoria del predetto concorso, prevedendo, come data presumibile di assunzione in servizio, il **1° agosto 2020...**";
- successivamente, la Direzione Generale e la Direzione Scientifica, ciascuna nell'ambito delle proprie competenze, hanno avviato le procedure finalizzate a dare piena e concreta attuazione alla Delibera assunta dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 5 giugno 2020 ;
 - la Dottoressa **Valeria SAURA**, nella sua qualità di Dirigente Responsabile dello Ufficio I "**Gestione delle Risorse Umane**", ha, quindi, indicato al Dottore **Filippo Maria ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico, le "**Sedi di Servizio**" scelte, al momento della presentazione delle domande di partecipazione alla procedura concorsuale per il reclutamento iniziale di quattro "**Primi Ricercatori**", Secondo Livello Professionale, dai candidati idonei che sono collocati nella relativa "**graduatoria finale di merito**" dal cinquantasettesimo al sessantaquattresimo posto compreso;
 - con nota dell'8 luglio 2020, numero di protocollo 4052, il Dottore **Filippo Maria ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha proposto, tenendo conto sia delle preferenze espresse dai candidati nelle domande di partecipazione alla procedura concorsuale per il reclutamento iniziale di quattro posti di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, che delle effettive esigenze delle "**Strutture di Ricerca**", la assegnazione, per ciascuno di essi, delle rispettive "**Sedi di Servizio**";
 - con Delibera del 14 luglio 2020, numero 61, il Consiglio di Amministrazione ha:
 - autorizzato lo scorrimento, dal cinquantasettesimo al sessantaquattresimo posto compreso e, quindi, fino al suo completo esaurimento, della "**graduatoria finale di merito**" del concorso pubblico nazionale, per titoli ed esami, per la copertura iniziale di quattro posti di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, approvata con Determina Direttoriale del 14 luglio 2016, numero 290;
 - approvato la proposta con la quale il Dottore **Filippo Maria ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha individuato, tenendo conto sia delle preferenze espresse dai candidati nelle domande di partecipazione alla procedura concorsuale per il reclutamento iniziale di quattro posti di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, che delle effettive esigenze delle "**Strutture di Ricerca**", la assegnazione, per ciascuno di essi, delle rispettive "**Sedi di Servizio**";
 - autorizzato la relativa spesa, con riferimento sia al trattamento economico fisso e continuativo che al trattamento economico accessorio, per un importo complessivo di **€ 45.172,93**, che trova la sua copertura finanziaria nei pertinenti Capitoli di Spesa del Bilancio Annuale di Previsione dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" relativo all'Esercizio Finanziario 2020;
 - autorizzato il Direttore Generale ad adottare tutti gli atti e i provvedimenti connessi e conseguenti, ivi compresi quelli che autorizzano l'assunzione in servizio, a decorrere dal **3 agosto 2020**, dei nove candidati utilmente collocati nella "**graduatoria finale di merito**" innanzi specificata;
 - con Determina Direttoriale del 16 luglio 2020, numero 101:
 - è stata autorizzata, in attuazione di quanto previsto dalla Delibera del Consiglio di Amministrazione del 14 luglio 2020, numero 61, la assunzione di nove unità di personale, con inquadramento nel Profilo di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, e con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno;

- è stato approvato l'elenco, come di seguito riportato, delle unità di personale, che a decorrere dal **3 agosto 2020**, verranno assunte in servizio di ruolo presso lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", con inquadramento nel Profilo di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, e con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, nel quale sono indicate, per ognuna di esse, anche le relative "**Sedi di Servizio**":
 - 1) Dottore **Claudio CODELLA**, assegnato allo "**Osservatorio Astrofisico di Arcetri**", con Sede a Firenze;
 - 2) Dottoressa **Angela IOVINO**, assegnata allo "**Osservatorio Astronomico di Brera**", con Sede a Milano;
 - 3) Dottoressa **Beate STELZER**, assegnata allo "**Osservatorio Astronomico di Palermo**";
 - 4) Dottore **Vincenzo TESTA**, assegnato allo "**Osservatorio Astronomico di Roma**";
 - 5) Dottore **Vincenzo RIPEPI**, assegnato allo "**Osservatorio Astronomico di Capodimonte**", con Sede a Napoli;
 - 6) Dottore **Ernesto PALOMBA**, assegnato allo "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma**";
 - 7) Dottore **Marco SCODEGGIO**, assegnato allo "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano**";
 - 8) Dottore **Andrea DE LUCA**, assegnato allo "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano**";
 - 9) Dottore **Roberto OROSEI**, assegnato allo "**Istituto di Radioastronomia di Bologna**";
- sono stati delegati alla sottoscrizione dei contratti di lavoro con le unità di personale innanzi elencate, 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 sono state assegnate, come di seguito elencati:
 - a) Dottoressa **Maria Sofia RANDICH**, Direttrice dello "**Osservatorio Astrofisico di Arcetri**", con Sede a Firenze;
 - b) Dottore **Fabrizio CAPACCIONI**, Direttore dello "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma**";
 - c) Dottore **Gianpiero TAGLIAFERRI**, Direttore dello "**Osservatorio Astronomico di Brera**", con Sede a Milano;
 - d) Dottoressa **Tiziana VENTURI**, Direttore dello "**Istituto di Radioastronomia di Bologna**";
 - e) Dottoressa **Bianca GARILLI**, Direttrice dello "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano**";
 - f) Dottore **Fabrizio BOCCHINO**, Direttore dello "**Osservatorio Astronomico di Palermo**";
 - g) Dottoressa **Marcella MARCONI**, Direttrice dello "**Osservatorio Astronomico di Capodimonte**", con Sede a Napoli;
 - h) Dottore **Lucio Angelo ANTONELLI**, Direttore dello "**Osservatorio Astronomico di Roma**";
- la Dottoressa **Valeria SAURA**, nella sua qualità di Dirigente Responsabile dello Ufficio I "**Gestione Risorse Umane**" della Direzione Generale, è stata autorizzata ad adottare, successivamente, eventuali, ulteriori provvedimenti finalizzati a modificare lo "**status**" giuridico ed economico delle unità di personale che sono state assunte nei ruoli dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" con inquadramento nel Profilo di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, e con contratto di lavoro a tempo

indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, anche ai fini del riconoscimento della anzianità di servizio maturata, alla data del **2 agosto 2020**, con precedenti rapporti di lavoro, della attribuzione della corrispondente fascia stipendiale e della indicazione della anzianità utile per l'accesso alla fascia stipendiale successiva, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 4, comma 12, del "**Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione - Area della Dirigenza e delle relative specifiche tipologie professionali, Parte Economica, Sezione II, Biennio 1996-1997**", sottoscritto il 5 marzo 1998.

b) **Scorrimiento della graduatoria finale di merito del concorso pubblico, per titoli ed esami, per il reclutamento di quattro "Primi Tecnologi", Secondo Livello Professionale.**

- Con Determina Direttoriale del 22 aprile 2020, numero 51:
 - sono stati approvati, nell'ambito del concorso pubblico, per titoli ed esame, ai fini della copertura di quattro posti di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per "**settori tecnologici**", come indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al "**Bando di Concorso**" per formarne parte integrante, che è stato indetto con la Determina Direttoriale del 27 febbraio 2019, numero 51, come modificata ed integrata dalla Determina Direttoriale del 22 marzo 2019, numero 78, in conformità a quanto previsto dai "**Piani di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica**" relativi sia al "**Triennio 2016-2018**" che al "**Triennio 2017-2019**" ed, in particolare, dai rispettivi "**Piani di Reclutamento e di Assunzioni**", e in attuazione delle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 21 dicembre 2017, numero 115, e del 30 luglio 2018, numero 65, gli atti delle singole procedure di selezione, come trasmessi dai "**Segretari**" delle "**Commissioni Esaminatrici**", nonché "**Responsabili del Procedimento**", e le relative graduatorie finali di merito;
 - è stata autorizzata la assunzione, a decorrere dal **1° luglio 2020**, dei vincitori delle singole procedure concorsuali, come individuati nelle predette graduatorie;
- con Delibera del "**Consiglio di Amministrazione**" del 5 maggio 2020, numero 36, è stata approvata la proposta con la quale il Direttore Scientifico, sentiti sia i Direttori delle "**Strutture di Ricerca**" interessate che i vincitori delle procedure di selezione attivate nell'ambito del predetto concorso pubblico, ha individuato, per ciascuno di essi, le "**Sedi**" alle quali dovranno essere assegnati contestualmente alla loro assunzione in servizio, fissata per il **1° luglio 2020**;
- i candidati risultati idonei:
 - sono, nella maggior parte dei casi, già dipendenti dell'Ente, in quanto prestano attualmente, o presso la "**Amministrazione Centrale**" o presso le "**Strutture di Ricerca**", la loro attività lavorativa in servizio di ruolo con rapporto di lavoro a tempo indeterminato;
 - sono, nella maggior parte dei casi, inquadrati nel Profilo di "**Tecnologo**", Terzo Livello Professionale;
- il costo iniziale previsto per l'assunzione in servizio dei quattro vincitori della procedura concorsuale era ovviamente riferito a soggetti che accedono all'impiego dall'esterno, ovvero a soggetti che non hanno rapporti di lavoro in essere con l'Ente;
- pertanto, il "**budget**" inizialmente destinato alla sola copertura finanziaria delle assunzioni in servizio dei vincitori della procedura concorsuale potrebbe essere utilizzato anche per l'assunzione in servizio di un certo numero di candidati risultati idonei;

- in effetti, calcolando il differenziale tra il trattamento retributivo attualmente percepito dai candidati collocati utilmente nelle graduatorie finali di merito delle singole procedure di selezione e il trattamento retributivo che verrebbe da essi percepito nel caso di inquadramento nel Profilo di **"Primo Tecnologo"**, Secondo Livello Professionale, il **"budget"** inizialmente destinato alla assunzione in servizio soltanto dei vincitori delle predette procedure consentirebbe, invece, di procedere allo scorrimento delle relative graduatorie nel modo seguente:
 - Settore Tecnologico 1 **"Organizzativo Gestionale"**, Area ST1.A **"Coordinamento e Pianificazione Programmi e/o Strutture"**, Codice Concorso **"TEC-II-01"**, dal secondo al quinto posto compreso;
 - Settore Tecnologico 2 **"Tecnico Scientifico"**, Area ST3 **"Tutte le Aree"**, Codice Concorso **"TEC-II-02"**, dal terzo al tredicesimo posto compreso;
 - Settore Tecnologico 1 **"Organizzativo Gestionale"**, Area ST1.E **"Attività Divulgativa, Comunicazione e Storico - Museale"**, Codice Concorso **"TEC-II-03"**, dal secondo al quinto posto compreso;
- pertanto, il **"budget"** inizialmente stanziato per garantire la copertura finanziaria di quattro posti di **"Primo Tecnologo"**, Secondo Livello Professionale, consentirebbe di procedere, senza alcun incremento della spesa, alla assunzione in servizio di altri diciannove candidati, utilmente collocati nelle graduatorie finali di merito delle singole procedure di selezione, che si aggiungono ai quattro vincitori delle medesime procedure;
- ovviamente, la predetta spesa troverebbe piena copertura nel Bilancio Annuale di Previsione del corrente Esercizio Finanziario e non comporterebbe l'assunzione di oneri aggiuntivi;
- nella seduta del 5 giugno 2020, il Consiglio di Amministrazione, considerato che *"...lo scorrimento delle graduatorie del concorso pubblico, per titoli ed esami, per il reclutamento iniziale di quattro **"Primi Tecnologo"**, ad esaurimento del **"budget"** allocato, trova già la sua copertura in Bilancio e non comporta, pertanto, oneri aggiuntivi ..."*, ha approvato la proposta del Presidente di *"...autorizzare il predetto scorrimento, prevedendo, come data presumibile di assunzione in servizio, il 1° agosto 2020..."*;
- successivamente, la Direzione Generale e la Direzione Scientifica, ciascuna nell'ambito delle proprie competenze, hanno avviato le procedure finalizzate a dare piena e concreta attuazione alla Delibera assunta dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 5 giugno 2020 ;
- la Dottoressa **Valeria SAURA**, nella sua qualità di Dirigente Responsabile dello Ufficio I **"Gestione delle Risorse Umane"**, ha, quindi, indicato al Dottore **Filippo Maria ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico, le **"Sedi di Servizio"** scelte, al momento della presentazione, nell'ambito del concorso pubblico, per titoli ed esami, per il reclutamento iniziale di quattro **"Primi Tecnologo"**, Secondo Livello Professionale, delle domande di partecipazione alle singole procedure di selezione, dai candidati idonei che sono collocati nelle relative **"graduatorie finali di merito"** nel modo seguente:
 - Settore Tecnologico 1 **"Organizzativo Gestionale"**, Area ST1.A **"Coordinamento e Pianificazione Programmi e/o Strutture"**, Codice Concorso **"TEC-II-01"**, dal secondo al quinto posto compreso;
 - Settore Tecnologico 2 **"Tecnico Scientifico"**, Area ST3 **"Tutte le Aree"**, Codice Concorso **"TEC-II-02"**, dal terzo al tredicesimo posto compreso;
 - Settore Tecnologico 1 **"Organizzativo Gestionale"**, Area ST1.E **"Attività Divulgativa, Comunicazione e Storico - Museale"**, Codice Concorso **"TEC-II-03"**, dal secondo al quinto posto compreso;

- con nota dell'8 luglio 2020, numero di protocollo 4051, il Dottore **Filippo Maria ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha proposto, tenendo conto sia delle preferenze espresse dai candidati nelle domande di partecipazione alla procedura concorsuale per il reclutamento iniziale di quattro posti di "**Primo Ricercatore**", Secondo Livello Professionale, che delle effettive esigenze delle "**Strutture di Ricerca**", la assegnazione, per ciascuno di essi, delle rispettive "**Sedi di Servizio**";
- con Delibera del 14 luglio 2020, numero 62, il Consiglio di Amministrazione ha:
 - autorizzato, nell'ambito del concorso pubblico, per titoli ed esami, ai fini della copertura di quattro posti di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale, con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, ripartiti per "**settori tecnologici**", come indicati e specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto dalla Direzione Scientifica ed allegato al "**Bando di Concorso**" per formarne parte integrante, che è stato indetto con Determina Direttoriale del 27 febbraio 2019, numero 51, come modificata ed integrata dalla Determina Direttoriale del 22 marzo 2019, numero 78, in conformità a quanto previsto dai "**Piani di Attività dello Istituto Nazionale di Astrofisica**" relativi sia al "**Triennio 2016-2018**" che al "**Triennio 2017-2019**" ed, in particolare, dai rispettivi "**Piani di Reclutamento e di Assunzioni**", e dal "**Documento**" predisposto dal Direttore Generale, di concerto con il Direttore Scientifico, 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**", e in attuazione delle Delibere del Consiglio di Amministrazione del 21 dicembre 2017, numero 115, e del 30 luglio 2018, numero 65, lo scorrimento delle "**graduatorie finali di merito**" delle singole procedure di selezione, approvate con Determina Direttoriale del 22 aprile 2020, numero 51, nel modo seguente:
 - a) Settore Tecnologico 1 "**Organizzativo Gestionale**", Area ST1.A "**Coordinamento e Pianificazione Programmi e/o Strutture**", Codice Concorso "**TEC-II-01**", dal secondo al quinto posto compreso;
 - b) Settore Tecnologico 2 "**Tecnico Scientifico**", Area ST3 "**Tutte le Aree**", Codice Concorso "**TEC-II-02**", dal terzo al tredicesimo posto compreso;
 - c) Settore Tecnologico 1 "**Organizzativo Gestionale**", Area ST1.E "**Attività Divulgativa, Comunicazione e Storico - Museale**", Codice Concorso "**TEC-II-03**", dal secondo al quinto posto compreso.
 - approvato la proposta con la quale il Dottore **Filippo Maria ZERBI**, nella sua qualità di Direttore Scientifico dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", ha individuato, tenendo conto sia delle preferenze espresse dai candidati nelle domande di partecipazione alla procedura concorsuale per il reclutamento iniziale di quattro posti di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale, che delle effettive esigenze delle "**Strutture di Ricerca**", la assegnazione, per ciascuno di essi, delle rispettive "**Sedi di Servizio**";
 - autorizzato la relativa spesa, con riferimento sia al trattamento economico fisso e continuativo che al trattamento economico accessorio, che trova la sua copertura finanziaria nei pertinenti Capitoli di Spesa del Bilancio Annuale di Previsione dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" relativo all'Esercizio Finanziario 2020;
 - autorizzato il Direttore Generale ad adottare tutti gli atti e i provvedimenti connessi e conseguenti, ivi compresi quelli che autorizzano l'assunzione in servizio, a decorrere dal **3 agosto 2020**, dei diciannove candidati utilmente collocati nelle "**graduatorie finali di merito**" innanzi specificate;
- con Determina Direttoriale del 16 luglio 2020, numero 102:

- è stata autorizzata, in attuazione di quanto previsto dalla Delibera del Consiglio di Amministrazione del 14 luglio 2020, numero 62, la assunzione di diciannove unità di personale, con inquadramento nel Profilo di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale, e con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno.
- è stato approvato l'elenco, come di seguito riportato, delle unità di personale, che a decorrere dal **3 agosto 2020**, verranno assunte in servizio di ruolo presso lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", con inquadramento nel Profilo di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale, e con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, nel quale sono indicate, per ognuna di esse, anche le relative "**Sedi di Servizio**":
 - 1) Dottore **Gabriele CREMONESE**, assegnato allo "**Osservatorio Astronomico di Padova**";
 - 2) Dottore **Ronald DRIMMEL**, assegnato allo "**Osservatorio Astrofisico di Torino**";
 - 3) Dottore **Richard Laurence SMART**, assegnato allo "**Osservatorio Astrofisico di Torino**";
 - 4) Dottore **Stefano GIOVANNINI**, assegnato allo "**Istituto di Radioastronomia di Bologna**";
 - 5) Dottore **Marco MALASPINA**, assegnato allo "**Osservatorio di Astrofisica e di Scienza dello Spazio di Bologna**";
 - 6) Dottore **Stefano SANDRELLI**, assegnato allo "**Osservatorio Astronomico di Brera**";
 - 7) Dottoressa **Caterina BOCCATO**, assegnata allo "**Osservatorio Astronomico di Padova**";
 - 8) Dottoressa **Stefania VARANO**, assegnata allo "**Istituto di Radioastronomia di Bologna**";
 - 9) Dottore **Pietro BOLLI**, assegnato allo "**Osservatorio Astrofisico di Arcetri**";
 - 10) Dottore **Gianluca MORGANTE**, assegnato allo "**Osservatorio di Astrofisica e di Scienza dello Spazio di Bologna**";
 - 11) Dottore **Andrea BULGARELLI**, assegnato "**Osservatorio di Astrofisica e di Scienza dello Spazio di Bologna**";
 - 12) Dottore **Daniele SPIGA**, assegnato allo "**Osservatorio Astronomico di Brera**";
 - 13) Dottore **Marco RIVA**, assegnato allo "**Osservatorio Astronomico di Brera**";
 - 14) Dottore **Ugo BECCIANI**, assegnato allo "**Osservatorio Astrofisico di Catania**";
 - 15) Dottore **Demetrio MAGRIN**, assegnato allo "**Osservatorio Astronomico di Padova**";
 - 16) Dottore **Francesco SANTOLI**, assegnato allo "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma**";
 - 17) Dottore **Nicola LA PALOMBARA**, assegnato allo "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano**";
 - 18) Dottore **Salvatore SCUDERI**, assegnato allo "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano**";
 - 19) Dottore **Jader MONARI**, assegnato allo "**Istituto di Radioastronomia di Bologna**";
- sono stati delegati alla sottoscrizione dei contratti di lavoro con le unità di personale innanzi elencate, 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 sono state assegnate, come di seguito elencati:

- a) Dottoressa **Maria Sofia RANDICH**, Direttrice dello "**Osservatorio Astrofisico di Arcetri**", con Sede a Firenze;
 - b) Dottore **Fabrizio CAPACCIONI**, Direttore dello "**Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali di Roma**";
 - c) Dottore **Gianpiero TAGLIAFERRI**, Direttore dello "**Osservatorio Astronomico di Brera**", con Sede a Milano;
 - d) Dottoressa **Tiziana VENTURI**, Direttore dello "**Istituto di Radioastronomia di Bologna**";
 - e) Dottoressa **Bianca GARILLI**, Direttrice dello "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano**";
 - f) Dottore **Andrea COMASTRI**, Direttore dello "**Osservatorio di Astrofisica e di Scienza dello Spazio di Bologna**";
 - g) Dottore **Roberto RAGAZZONI**, Direttore dello "**Osservatorio Astronomico di Padova**";
 - h) Dottoressa **Isabella PAGANO**, Direttrice dello "**Osservatorio Astrofisico di Catania**";
 - i) Dottore **Silvano FINESCHI**, Direttore dello "**Osservatorio Astrofisico di Torino**";
- la Dottoressa **Valeria SAURA**, nella sua qualità di Dirigente Responsabile dello Ufficio I "**Gestione Risorse Umane**" della Direzione Generale, è stata autorizzata ad adottare, successivamente, eventuali, ulteriori provvedimenti finalizzati a modificare lo "**status**" giuridico ed economico delle unità di personale che sono state assunte nei ruoli dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" con inquadramento nel Profilo di "**Primo Tecnologo**", Secondo Livello Professionale, e con contratto di lavoro a tempo indeterminato e regime di impegno a tempo pieno, anche ai fini del riconoscimento della anzianità di servizio maturata, alla data del **2 agosto 2020**, con precedenti rapporti di lavoro, della attribuzione della corrispondente fascia stipendiale e della indicazione della anzianità utile per l'accesso alla fascia stipendiale successiva, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 4, comma 12, del "**Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro del Personale del Comparto delle Istituzioni e degli Enti di Ricerca e Sperimentazione - Area della Dirigenza e delle relative specifiche tipologie professionali, Parte Economica, Sezione II, Biennio 1996-1997**", sottoscritto il 5 marzo 1998.

E) "Piano di Fabbisogno del Personale" e "Piano di Reclutamento e di Assunzioni"

E.1) Schema riassuntivo dei posti di personale che verranno coperti a seguito di procedure concorsuali già concluse, dello scorrimento di graduatorie finali di merito, ancora valide, di procedure concorsuali già concluse e di altre procedure di reclutamento, ordinarie o speciali, da avviare o già avviate, ma ancora in itinere.

Riassumendo, si riportano di seguito, in modo schematico, i posti che sono stati coperti, nel corso del corrente anno, mediante assunzioni in servizio di ruolo con contratti di lavoro a tempo indeterminato.

In particolare:

- a) a decorrere dal **1° luglio 2020**, sono stati coperti, mediante l'assunzione in servizio dei vincitori, a vario titolo, di alcune procedure concorsuali, i seguenti posti:

Profili e Livelli	Numero di posti
➤ " Ricercatori ", Terzo Livello Professionale	46*
➤ " Tecnologi ", Terzo Livello Professionale	27*
➤ " Primi Tecnologi ", Secondo Livello Professionale	4
➤ " Collaboratori Tecnici degli Enti di Ricerca ", Sesto Livello Professionale	3
TOTALE COMPLESSIVO	80*

* numero 11 "**Ricercatori**" e numero 4 "**Tecnologi**" hanno chiesto il differimento della presa di servizio ad altra data;

- b) a decorrere dal **3 agosto 2020**, sono stati coperti, mediante lo scorrimento delle graduatorie finali di merito, ancora vigenti, di alcune procedure concorsuali e la conseguente assunzione in servizio dei candidati idonei che sono utilmente collocati nelle predette graduatorie, i seguenti posti:

Profili e Livelli	Numero di posti
➤ " Primi Ricercatori ", Secondo Livello Professionale	9
➤ " Primi Tecnologi ", Secondo Livello Professionale	19
TOTALE COMPLESSIVO	28

- c) a decorrere dal **16 ottobre 2020**, sono stati coperti, mediante l'assunzione in servizio dei vincitori della procedura di selezione riservata, per titoli e colloquio, per la copertura, mediante "**progressione interna**", ai sensi dell'articolo 22, comma 15, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, i seguenti posti:

Profili e Livelli	Numero di posti
" Funzionari di Amministrazione ", Quinto Livello Professionale	3
TOTALE COMPLESSIVO	3

Restano da coprire, a seguito dell'espletamento di alcune procedure concorsuali, aperte o riservate, e di procedure speciali di reclutamento previste dalla legge, da avviare o già avviate, ma ancora in itinere, i seguenti posti:

Profili e Livelli	Numero di posti
➤ " Dirigenti di Ricerca ", Primo Livello Professionale	1
➤ " Funzionari di Amministrazione ", Quinto Livello Professionale	13
➤ " Collaboratori Tecnici degli Enti di Ricerca ", Sesto Livello Professionale	11
➤ " Collaboratori di Amministrazione ", Settimo Livello Professionale	8
➤ " Operatori di Amministrazione/Operatori Tecnici ", Settimo Livello Professionale	3
TOTALE COMPLESSIVO	36

E.2) Risorse destinate dal Decreto Ministeriale 20 ottobre 2019, numero 856, al finanziamento delle procedure di stabilizzazione di centoventi unità di personale, già titolari di contratti di lavoro a tempo determinato o di assegni per lo svolgimento di attività di ricerca finanziati con oneri a carico della Agenzia Spaziale Italiana

Con Decreto Ministeriale 20 ottobre 2019, numero 856, registrato dalla Corte dei Conti in data 12 novembre 2019, è stato ripartito, tra gli "**Enti**" e le "**Istituzioni**" di "**Ricerca**", il "**Fondo Ordinario**" per l'Anno 2019, che ammonta complessivamente ad

€ 1.773.493.350,00.

In particolare, allo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" è stato assegnato, per l'anno 2019, un "**Fondo Ordinario**" pari ad

€ 111.054.946,00, così articolato:

<input type="checkbox"/> " Assegnazione Ordinaria "	€.
95.604.946,00	
<input type="checkbox"/> " Progettualità di Carattere Straordinario "	€.
2.600.000,00	
<input type="checkbox"/> " Attività di Ricerca a Valenza Internazionale "	€.
12.850.000,00	

La "**Assegnazione Ordinaria**" comprende anche le risorse destinate al finanziamento delle procedure di stabilizzazione di **centoventi unità di personale**, già titolari di contratti di lavoro a tempo determinato o di assegni per lo svolgimento di attività di ricerca finanziati con oneri a carico della "**Agenzia Spaziale Italiana**", che ammontano complessivamente ad € 6.994.880,00.

Il Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca ha disposto il trasferimento delle risorse innanzi specificate dal "**Fondo Ordinario**" della "**Agenzia Spaziale Italiana**" al "**Fondo**

Ordinario dello "Istituto Nazionale di Astrofisica" sulla base "...degli accordi di collaborazione tra lo "Istituto Nazionale di Astrofisica" ("INAF") e la "Agenzia Spaziale Italiana" ("ASI"), in attuazione dei quali, sistematicamente e in modo consolidato nel tempo, il predetto "Istituto" ha posto in essere contratti o altre forme di lavoro per 120 unità di personale, i cui criteri corrispondono a quelli richiesti per l'applicazione dell'articolo 20 del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, e per la cui stabilizzazione il medesimo "Istituto", dovendo disporre di risorse certe e stabili, ha avanzato istanza di trasferimento dalla predetta "Agenzia" della corrispondente quota dell'assegnazione ordinaria...". Al riguardo, nelle "Linee di indirizzo per gli Uffici della Direzione Generale ai fini della predisposizione del Bilancio Annuale di Previsione per l'Esercizio Finanziario 2020", approvate dal Consiglio di Amministrazione nella seduta del 27 settembre 2019, il Presidente "pro-tempore" ha, tra l'altro, fatto presente che:

- la "...cifra in questione è stata calcolata in base al censimento dei soggetti aventi titolo per la stabilizzazione ai sensi del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75...";
- dal predetto "...censimento, effettuato alla data del 31 dicembre 2017, era emerso che **120** unità di personale aventi titolo per la stabilizzazione risultavano stipendiati con finanziamenti che l'Istituto Nazionale di Astrofisica riceve sistematicamente dall'Agenzia Spaziale Italiana...";
- il "...costo annuo medio della stabilizzazione di queste unità di personale, calcolato in base alle Direttive della Funzione Pubblica, ammonta appunto a **Euro 6.994.880,00**, cifra che include tutti gli oneri accessori e la quota pro-capite di accantonamento annuale del Trattamento di Fine Rapporto...".

Il Presidente "pro-tempore" ha, inoltre, precisato che:

- la "...quota in questione è destinata a coprire le retribuzioni fisse e le voci accessorie, gli oneri a carico dell'Ente nonché la quota pro-capite del Trattamento di Fine Rapporto...";
- la "...suddetta quota è destinata a coprire sia gli oneri relativi al personale che ha preso servizio su profili che risultavano a contratto con Fondi della Agenzia Spaziale Italiana e che l'Istituto Nazionale di Astrofisica ha già stabilizzato e pagato con risorse proprie, pari a **82** unità, che vanno recuperate (perché finora coperti appunto con il Fondo Ordinario assegnato al predetto Istituto), sia gli oneri corrispondenti ai profili delle altre **32** unità di personale a contratto con Fondi della predetta Agenzia, che entreranno nei ruoli dell'Istituto Nazionale di Astrofisica con rapporto di lavoro a tempo indeterminato...".

Da ciò consegue che:

- la maggior parte del predetto stanziamento copre le spese già sostenute dall'Ente, a titolo di anticipazione, per la stabilizzazione di **82** unità di personale che rientravano nella tipologia innanzi specificata;
- la rimanente parte del predetto stanziamento verrà, pertanto, utilizzata per completare le procedure di stabilizzazione delle **38** unità di personale già titolari di rapporti di lavoro a termine o di assegni per lo svolgimento di attività di ricerca con oneri a carico del bilancio della "Agenzia Spaziale Italiana", con le seguenti modalità:
 - a) attivazione di una procedura concorsuale "**riservata**", ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, e successive modifiche ed integrazioni, per la copertura di **19** posti;
 - b) attivazione di una procedura concorsuale "**aperta**", ai sensi della medesima norma innanzi richiamata, per la copertura degli altri **19** posti.

Considerando come data presunta di assunzione quella del **1° luglio 2021**, il costo delle predette unità ammonta, per il prossimo anno, indicativamente ad **€1.100.000**, e, a decorrere dal **1° gennaio 2022**, ovvero a regime, ad **€ 2.200.000**.

E.3) Altre stabilizzazioni

Nel rispetto degli impegni assunti dall'Ente con le Organizzazioni Sindacali in sede di sottoscrizione dello "**Atto interno**", approvato con la Delibera del Consiglio di Amministrazione del 4 luglio 2018, numero 60, e tenendo conto sia della programmazione delle procedure di stabilizzazione del personale precario nel quadriennio 2018-2021 che della puntuale ricognizione delle spese di personale, sottoposta all'esame del Consiglio di Amministrazione nella seduta del 5 giugno 2020, è stata prevista, nel corso del prossimo anno, anche l'assunzione di **14** unità di personale, mediante assunzione nominativa, ai sensi dell'articolo 20, comma 1, del Decreto Legislativo 20 maggio 2017, numero 75, e successive modifiche ed integrazioni.

Considerando come data presunta di assunzione quella del **1° luglio 2021**, il costo delle predette unità ammonta presuntivamente, per il prossimo anno, ad **€417.500**, e, a decorrere dal **1° gennaio 2022**, ovvero a regime, ad **€835.000**.

E.4) Considerazioni conclusive e "Tabelle" riassuntive

Tanto premesso, lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**", tenendo conto delle procedure concorsuali ancora in itinere e di quelle che dovrebbero essere attivate nei prossimi anni, anche al fine di dare ulteriore attuazione alle procedure di "**stabilizzazione**" già programmate, intende procedere al reclutamento, nel corso degli anni 2020, 2021 e 2022, di un numero complessivo di **158** unità di "**personale tecnologo**" e di "**personale di ricerca**", come specificate nella **Tabella 4-A**, e di un numero complessivo di **40** 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 2020-2022

POSIZIONI	2020	Costo medio annuo	2021	Costo medio annuo	2022	Costo medio annuo
I LIVELLO	7	789.366	7	789.366	7	789.366
II LIVELLO	32	2.699.179	30	2.530.481	20	1.686.987
III LIVELLO	73	4.222.994	60	3.470.955	20	1.156.985
Totale	112	7.711.539	97	6.790.802	47	3.633.338
Gran Totale						18.135.679

Tabella 3-B Fabbisogno del Personale IV-VIII livello per il triennio 2020-2022

POSIZIONI	2020	Costo medio annuo	2021	Costo medio annuo	2022	Costo medio annuo
-----------	------	-------------------	------	-------------------	------	-------------------

Funzionario di Amministrazione	28	1.430.332	7	357.583	7	357.583
Collaboratore di Amministrazione	24	979.715	17	693.965	17	693.965
Operatore di Amministrazione	3(1*)	110.961	1	36.987	1	36.987
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	40	1.826.817	23	1.050.420	23	1.050.420
Operatore Tecnico	8	295.900	6	221.925	6	221.925
Totale	103	4.643.725	54	2.360.880	54	2.360.880
Gran Totale						9.365.485

*Quota riservata alle procedure di stabilizzazione ai sensi dell'articolo 20, comma 1, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75, e successive modifiche ed integrazioni (la destinazione della predetta quota è stata modificata prevedendo il reclutamento di un Operatore di Amministrazione, Ottavo livello Professionale, in luogo di un Operatore Tecnico, con il medesimo Livello, in forza di provvedimento, in fase di perfezionamento, che autorizza l'assunzione, a decorrere dal 1° dicembre 2020, della Signora **Federica LOIACONO** presso lo "Osservatorio Astronomico di Brera")

Tabella 4-A			
Posizioni di I-III livello da coprire negli anni 2020 e 2021 sulla base delle risorse disponibili			
POSIZIONI	N.	Costo medio annuo	
Dirigente di Ricerca	1	112.767	Macroarea 3 (Concorso indetto con Determina Direttoriale del 1° settembre 2020, numero 124)
Primo Tecnologo	23*	341.006	Assunzione di 4 unità di personale a decorrere dal 1° luglio 2020 e di 19 unità di personale a decorrere dal 1° agosto 2020
Primo Ricercatore - Scorrimento	9	45.173	Scorrimento della graduatoria di merito autorizzato con Delibera del Consiglio di Amministrazione del 14 luglio 2020, numero 61, e assunzione autorizzata, a decorrere dal 3 agosto 2020, con la Determina Direttoriale del 16 luglio 2020, numero 101
Ricercatore	46	2.661.064	Assunzione di 42 unità di personale nel corso del corrente anno e di 4 unità di personale nel corso del prossimo anno
Tecnologo	27	1.550.032	Assunzione di 27 unità di personale nel corso del corrente anno

Ricercatore/Tecnologo	52	3.008.205	Procedure di stabilizzazione da attivare nel corso del prossimo anno
TOTALE	158	7.718.247	

*budget inizialmente allocato per l'accesso dall'esterno di 4 unità di personale e utilizzato, fino al suo esaurimento, per l'assunzione di altre 19 unità di personale, mediante scorrimento delle graduatorie di merito

Tabella 4-B	Posizioni di IV-VIII livello attivate nel 2020 sulla base delle risorse disponibili
--------------------	--

POSIZIONI	N.	Costo medio annuo	
Funzionario di Amministrazione	9	459.750	Concorso indetto con determina direttoriale dell'8 aprile 2020, numero 42
Funzionario di Amministrazione	3	0*	Assunzione mediante procedura di selezione riservata, per progressione interna, ai sensi dell'articolo 22, comma 15, del Decreto Legislativo 25 maggio 2017, numero 75
Funzionario di Amministrazione	3	153.250	Assunzioni obbligatorie (procedure in corso)
Collaboratore di Amministrazione	8	326.572	Assunzioni obbligatorie (procedure in corso)
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	11	502.375	Concorso indetto con Determina Direttoriale del 1° settembre 2020, numero 123
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	3	137.011	I vincitori del concorso sono stati assunti a decorrere dal 1° luglio 2020
Operatore tecnico/amministrazione	3	110.961	Assunzioni obbligatorie (procedure in corso)
TOTALE	40	1.689.919	

* Sono risultati vincitori della procedura di selezione riservata dipendenti che erano già inquadrati nel Quinto Livello del profilo di Collaboratore di Amministrazione

La Tabella 4-A descrive il "**piano di assunzioni**" di "**ricercatori**" e "**tecnologi**" previsto per l'anno 2020, anche ai fini della copertura dei posti già autorizzata dai precedenti "**Piani Triennali di Attività**".

La Tabella 4-B descrive il "**piano di assunzioni**" di "personale tecnico-amministrativo previsto per l'anno 2020, che tiene conto delle esigenze prioritarie segnalate dai Direttori delle "**Strutture di Ricerca**", anche ai fini della copertura dei posti già autorizzata dai precedenti "**Piani Triennali di Attività**".

La spesa di personale è stata quantificata tenendo conto del costo medio annuo per ciascun profilo e livello 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.

Tabella 5-A Spese effettive, dirette e indirette, sostenute per il personale, con riferimento al periodo compreso tra il 1° gennaio 2017 e il 31 dicembre 2019			
	2017	2018	2019
Spesa complessiva sostenuta per il personale con rapporto di lavoro a tempo indeterminato*	60.366.091	62.925.064	70.163.773
Spesa complessiva sostenuta per il personale con rapporto di lavoro a tempo determinato (sia con oneri che gravano sulla "assegnazione ordinaria" che con oneri che gravano sui fondi destinati alla realizzazione di "Progetti")*	6.840.094	7.367.221	4.556.458
Altre spese di personale	7.086.577	8.718.037	10.294.265**
Totale	74.292.762	79.010.322	85.014.496

* la spesa comprende la quota di "Trattamento di Fine Rapporto" di competenza dell'anno ed altri costi accessori (con esclusione di sussidi e buoni pasto).

Spese sostenute per il personale con rapporto di lavoro a tempo determinato che gravano sulla "assegnazione ordinaria"	172.303
Spese sostenute per il personale con rapporto di lavoro a tempo determinato che gravano sui fondi destinati alla realizzazione di "Progetti"	4.384.155

**Le altre spese di personale, relative all'anno 2019, comprendono:

le spese sostenute per il conferimento di assegni per lo svolgimento di attività di ricerca e borse di studio e per altre forme di lavoro flessibile	8.527.331
Compensi ai titolari e/o componenti di organi e organismi e alle Direzioni Apicali	583.641
Sussidi e buoni pasto erogati nel corso dell'anno	1.183.293

Il "Piano di Reclutamento e di Assunzioni di Personale", come riportato nelle "Tabelle" all'uopo predisposte, prevede un impegno finanziario che, applicando l'indicatore di cui all'articolo 9, comma 2, del Decreto Legislativo 25 novembre 2016, numero 218, definito secondo i criteri stabiliti dal successivo comma 4, ovvero con riferimento alla media delle entrate complessive del triennio 2017-2019, come risultano dai bilanci consuntivi degli anni di riferimento, ed alla spesa di personale sostenuta nell'anno 2019, come risulta dal bilancio consuntivo dell'esercizio finanziario di riferimento, determinata mediante la somma algebrica delle spese di competenza del medesimo esercizio finanziario, al lordo degli oneri riflessi, rientra nei limiti previsti dal comma 6, lettera b), del medesimo articolo.

L'indicatore è stato calcolato sia al lordo che al netto della spesa prevista per il personale con rapporto di lavoro a tempo determinato con copertura finanziaria garantita da fondi esterni, provenienti sia da soggetti pubblici che privati.

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 nel Triennio 2017-2019	€ 149.179.953
	Spesa complessiva sostenuta alla data del 31 dicembre 2019 per il personale con rapporto di lavoro sia a tempo indeterminato che a tempo determinato con oneri che gravano sulla " assegnazione ordinaria "	€ 70.336.077
	Rapporto tra le spese di personale che gravano sulla " assegnazione ordinaria " e la media delle entrate nel Triennio 2017-2019	47,15%
	Spesa complessiva sostenuta alla data del 31 dicembre 2019 per il personale con rapporto di lavoro sia a tempo indeterminato che a tempo determinato con oneri con oneri che gravano sia sulla assegnazione ordinaria che su fondi esterni.	€ 74.720.232
	Rapporto tra le spese complessive di personale e la media delle entrate nel Triennio 2017-2019	50,09%
	Spesa complessiva sostenuta per tutto il personale alla data del 31 dicembre 2019	€ 85.014.497
	Rapporto tra la spesa complessiva di tutto il personale e la media delle entrate nel triennio 2017-2019	56,99%

F) 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 2019**, 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 2019, numero **37 "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 prevista per l'ambito territoriale di competenza della Città Metropolitana di Roma Capitale (ex Provincia di Roma).

Nell'ambito del predetto "**programma**", l'Ente ha assunto, nell'anno 2017, numero **1 unità** di personale con il Profilo di Operatore di Amministrazione, Ottavo Livello professionale, tramite avviamento a selezione e, con Determina Direttoriale del 10 agosto 2015 numero 331, ha attivato una procedura concorsuale riservata ai soggetti disabili per il reclutamento, con rapporto di lavoro

a tempo indeterminato, di numero **5 unità** di personale con il Profilo di Collaboratore di Amministrazione, Settimo Livello Professionale.

Con Determina Direttoriale del 15 ottobre 2020, numero 142 è stata approvata la graduatoria di merito della predetta procedura concorsuale, nella quale risultano collocati solo tre candidati.

I tre vincitori della procedura concorsuale sono stati regolarmente convocati per la sottoscrizione del contratto individuale di lavoro a tempo indeterminato e la conseguente assunzione, a decorrere dal **2 novembre 2020**

Tutti e tre i vincitori hanno, peraltro, rinunciato all'assunzione.

Pertanto, la procedura concorsuale riservata per il reclutamento di cinque unità di personale, previsto dal "**programma assunzionale**" concordato con la Città Metropolitana di Roma Capitale ai fini della copertura della quota d'obbligo di cui all'articolo 1 della Legge 12 marzo 1999, numero 68, e successive modifiche ed integrazioni, ha avuto esito negativo.

Sono state, invece, concluse, con esito positivo, due procedure di reclutamento che hanno consentito di eliminare le **2 "scoperture"** di personale disabile presenti nella Provincia di Milano e di Lecco.

In particolare, nel corso del corrente anno, è stata conclusa una procedura di avviamento per l'assunzione di una unità di personale disabile, con il Profilo di Operatore Tecnico, Ottavo Livello professionale, presso la Sede di Merate dello "**Osservatorio Astronomico di Brera**" mentre, a decorrere dal **2 novembre 2020**, è stata assunta, presso lo "**Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano**" una unità di personale disabile con inquadramento nel Profilo di Ricercatore, Terzo Livello Professionale.

Lo "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" ha, inoltre, 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**".

Per quanto riguarda le categorie protette di cui all'articolo 18 della Legge 12 marzo 1999, numero 68, l'Ente provvederà, limitatamente ai profili professionali per i quali è richiesto il possesso della scuola dell'obbligo, ad inoltrare apposita richiesta di avviamento numerico ai "**Centri per l'impiego**", mentre, relativamente 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 con chiamata diretta nominativa, procederà con l'avvio di una apposita procedura selettiva riservata alle medesime categorie, indetta con avviso pubblico.

E' necessario, infine, sottolineare, che, come chiarito più volte dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, con le note circolari che contengono alcune direttive in merito al reclutamento di personale, ai fini del calcolo dei limiti fissati dal legislatore per il reclutamento del personale non vengono computati gli oneri che derivano dalla assunzione di soggetti disabili per la copertura della quota d'obbligo.

Tanto premesso, tenuto conto delle procedure di reclutamento ancora in itinere, si riportano di seguito le "**Tablelle**" che riassumono, schematicamente, le "**assunzioni obbligatorie**" programmate nel triennio 2020-2022.

<p>Tabella 7-A</p>	<p>Posizioni di personale tecnico-amministrativo (Livelli IV-VIII): assunzioni obbligatorie ai sensi dell'articolo 1 della Legge 12 marzo 1999, numero 68</p>
---------------------------	--

POSIZIONI	2020	Costo medio annuo lordo	2021	Costo medio annuo lordo	2022	Costo medio annuo lordo
Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale	3	153.250	3	153.250	3	153.250
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca, Sesto Livello Professionale	-		5	228.352	5	228.352
Collaboratore di Amministrazione, Settimo Livello Professionale	8	326.572	-		-	
Operatore di Amministrazione/ Operatore Tecnico, Settimo Livello Professionale	2	73.974	3	110.961	4	147.948
Totale	13	553.796	11	492.563	12	529.550
Gran Totale: 36*						1.575.909

* Una unità di personale disabile è stata assunta presso lo "Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano" a decorrere dal 2 novembre 2020, per cui il numero totale delle "scoperture" che, come si evince dal prospetto informativo del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, alla data del 31 dicembre 2019 era pari a 37 unità, è stato ora ridotto a 36.

Tabella 7-B	Posizioni di personale tecnico-amministrativo (Livelli IV-VIII): assunzioni obbligatorie ai sensi dell'articolo 18 della Legge 12 marzo 1999, numero 68
--------------------	--

POSIZIONI	2020	Costo medio annuo lordo	2021	Costo medio annuo lordo	2022	Costo medio annuo lordo
Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale	-		1	51.083	-	
Operatore di Amministrazione/ Operatore Tecnico; Ottavo Livello Professionale	1	36.987	1	36.987	4	147.978
Totale	1	36.987	2	88.070	4	147.978
Gran Totale: 7						273.035

G) Progressioni del personale tecnico e amministrativo, sia "economiche" che di "livello nei profili di inquadramento"

Il giorno 5 aprile 2019, la Delegazione di Parte Pubblica dello "Istituto Nazionale di Astrofisica", composta dall'Ingegnere **Stefano GIOVANNINI**, nella sua qualità di "Delegato" del Presidente, e dal Dottore **Gaetano TELESIO**, nella sua qualità di Direttore Generale del predetto "Istituto", e la Delegazione di Parte Sindacale hanno sottoscritto le "Ipotesi di Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definiscono le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo" per gli anni 2015, 2016 e 2017. Con Verbale del 2 maggio 2019, numero 14, il Collegio dei Revisori dei Conti dello "Istituto Nazionale di Astrofisica" ha espresso parere favorevole "...in ordine alla compatibilità finanziaria della costituzione dei fondi per la contrattazione integrativa per gli anni 2015, 2016 e 2017, alla compatibilità del costo complessivo delle ipotesi di accordo integrativo in esame con i fondi stanziati in bilancio e alla conformità delle ipotesi contrattuali alle vigenti disposizioni di legge e contrattuali...".

Con lo stesso Verbale innanzi richiamato, il Collegio dei Revisori dei Conti, relativamente alla "...ipotesi contrattuale per l'annualità 2017...":

- ha, peraltro, rilevato che "...il finanziamento delle progressioni economiche e di livello, le cui procedure sono state bandite e concluse nell'anno 2017, riguarda un larga platea di destinatari rispetto agli aventi diritto e comporta una considerevole riduzione della quota di risorse destinate alla remunerazione di altri istituti contrattuali, quali l'indennità di responsabilità (non prevista) e l'indennità di produttività (il cui importo risulta notevolmente ridotto)...";
- ha, pertanto, sottolineato che, rispetto "...alle annualità precedenti, la destinazione delle risorse si concentra prevalentemente su impieghi **"stabili"**, comprimendo i margini di flessibilità nell'utilizzo delle risorse decentrate per le annualità successive...";
- ha, comunque, preso atto che, in "...sede di accordo, è stato evidenziato che il numero elevato dei beneficiari delle progressioni trova giustificazione **"in via del tutto eccezionale"** nella mancata attivazione di procedure per l'attribuzione di progressioni economiche e di livello (sia giuridiche che economiche) successivamente a quelle riconosciute con decorrenza dal **1° ottobre 2010...**" e che "...tali considerazioni vengono ripetute nella **"Relazione Tecnico-Finanziaria e Illustrativa"** che accompagna l'ipotesi di accordo...";
- con la nota del 6 maggio 2019, numero di protocollo 3467, le **"Ipotesi di Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definiscono le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per gli anni **2015, 2016 e 2017**, comprensive della **"Relazione Illustrativa"** e di quella **"Tecnico-Finanziaria"**, sono state trasmesse, a mezzo di **"Posta Elettronica Certificata"**, sia al **"Ministero della Economia e delle Finanze, Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato"** che alla **"Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica"**, ai fini dei controlli in materia di contrattazione integrativa previsti dall'articolo 40-bis, comma 2, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni.

Con nota del 30 maggio 2019, numero di protocollo 141098, lo **"Ispettorato Generale per gli Ordinamenti del Personale e l'Analisi dei Costi del Lavoro Pubblico del Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero della Economia e delle Finanze"** ha:

- evidenziato "...di non avere osservazioni da formulare con riferimento alla costituzione dei **"Fondi"** per le annualità contemplate nelle ipotesi di accordo in esame...";
- in "...merito alla definizione delle poste di destinazione del Fondo per gli anni 2015 e 2016, con particolare riferimento alla erogazione della indennità di produttiva, collettiva e individuale...", ha richiamato "...l'attenzione dell'Ente a quanto rilevato dal Dipartimento della Funzione Pubblica con la nota del 6 aprile 2017, numero di protocollo 21216, circa le prerogative datoriali in materia di individuazione di criteri e indicatori...";
- per quanto attiene, invece, alla "...ipotesi di accordo stipulata con riferimento al Fondo 2017, ha rilevato che, come riportato anche dal Collegio dei Revisori dei Conti nel Verbale del 2 maggio 2019, le progressioni economiche e di livello realizzate nel medesimo anno (articoli 53 e 54 del Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro sottoscritto il 21 febbraio 2002) sono state finanziate attraverso la riduzione (da circa € 300.000 nel biennio 2015-2016 a circa € 50.000 nell'anno 2017) delle poste destinate alla produttività individuale e collettiva e l'abrogazione delle indennità di responsabilità (articolo 43, comma 2, lettera b), del Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro della Ricerca sottoscritto il 7 ottobre 1996) previste nei precedenti accordi integrativi per un ammontare di € 165.000...";
- segnalato che:
 - la "...destinazione di una maggiore quota di risorse finanziarie su impieghi **"stabili"** del Fondo determina, come evidenziato dal Collegio, una riduzione dei **"margini di flessibilità nell'utilizzo delle risorse decentrate"** e, di conseguenza, una compressione delle prerogative delle parti in sede di definizione degli accordi integrativi...";

- questa "...scelta allocativa non appare, pertanto, del tutto coerente con i principi di premialità, autonomia e responsabilità sanciti dal Decreto Legislativo 27 ottobre 2009, numero 150...";
- segnalato, analogamente, come "...critica la scelta di eliminare del tutto le indennità di responsabilità conferibili al personale, considerata anche la rilevanza che alle predette indennità veniva riconosciuta all'interno della organizzazione dell'Ente dai precedenti accordi collettivi...";
- evidenziato, infine, con "...riferimento alle progressioni economiche e di livello, previste dall'accordo decentrato per l'anno 2017...", che:
 - il "...numero di progressioni finanziate copre oltre il 70% dei potenziali aventi diritto...";
 - la predetta "...percentuale, che l'Ente giustifica **"in via del tutto eccezionale"** con la mancata attivazione dei predetti istituti contrattuali (articoli 53 e 54) nelle annualità successive al 2010, non appare coerente con il principio sancito in materia dall'articolo 23, comma 2, del Decreto Legislativo 27 ottobre 2009, numero 150...", il quale prevede che "...le progressioni economiche sono attribuite, in modo selettivo, ad una quota limitata di dipendenti, in relazione allo sviluppo delle competenze professionali ed ai risultati individuali e collettivi rilevati dal sistema di valutazione...";
- ritenuto, comunque, che "...le ipotesi appaiono coerenti con i vincoli finanziari dettati dal vigente quadro normativo e contrattuale..." e che le stesse "...possano, quindi, avere ulteriore corso, ferme restando le valutazioni del Dipartimento della Funzione Pubblica in ordine alle descritte criticità nelle modalità di destinazione del Fondo per l'anno 2017...".

Con nota del 4 giugno 2019, numero di protocollo 36552, registrata nel protocollo generale in pari data con il numero progressivo 4221, lo "**Ufficio Relazioni Sindacali del Servizio di Contrattazione Collettiva del Dipartimento della Funzione Pubblica della Presidenza del Consiglio dei Ministri**", in relazione alle "...ipotesi di contratto relative alla utilizzazione dei fondi per il trattamento accessorio del personale dello "**Istituto Nazionale di Astrofisica**" dei livelli IV-VIII per gli anni 2015, 2016 e 2017....", ha, a sua volta:

- ribadito, preliminarmente, che "...i criteri generali dei sistemi di valutazione della "**performance**" sono sottratti alla contrattazione collettiva per essere rimessi, giusta previsione dell'articolo 68 del nuovo Contratto Collettivo Nazionale di Lavoro per il triennio 2016-2018, al mero confronto...";
- evidenziato, per l'annualità 2017, come "...peraltro già sottolineato dal Ministero della Economia e delle Finanze e dallo stesso Collegio dei Revisori dei Conti nel proprio verbale, un forte ridimensionamento delle risorse destinate alla indennità di produttività...";
- rilevato che, dalla "...documentazione trasmessa, emerge che tale scelta, peraltro non del tutto coerente sia con le disposizioni contenute nell'articolo 40, comma 3-bis, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, che con le disposizioni contenute nell'articolo 23, comma 2, del Decreto Legislativo 27 ottobre 2009, numero 150, in base alle quali le progressioni economiche sono attribuite ad una quota limitata di dipendenti, sarebbe stata oggetto di apposita seduta di contrattazione collettiva nazionale integrativa in data 29 dicembre 2006...";
- richiesto, per "...le finalità di cui all'articolo 40-bis, comma 2, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, secondo quanto previsto dalla Circolare della Ragioneria dello Stato numero 25/2012...", di "...acquisire tutta la relativa documentazione...";
- tenuto conto del "...parere del Ministero della Economia e delle Finanze e nelle more che l'Ente trasmetta gli atti richiesti, nonché fornisca ulteriori elementi di valutazione in ordine alle criticità evidenziate dal predetto Ministero circa l'utilizzo delle risorse del Fondo...", ha sospeso "...l'iter di certificazione relativamente alla ipotesi di contratto per l'anno 2017...";
- ritenuto, invece, che, per "...le sole annualità 2015 e 2016 le ipotesi possano avere ulteriore corso...".

Con la Delibera del 25 giugno 2019, numero 40, il Consiglio di Amministrazione ha autorizzato, a seguito della certificazione del Collegio dei Revisori dei Conti e dei controlli, con esito positivo, effettuati, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 40-bis, comma 2, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, sia dallo **"Ispettorato Generale per gli Ordinamenti del Personale e l'Analisi dei Costi del Lavoro Pubblico del Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero della Economia e delle Finanze"** che dallo **"Ufficio Relazioni Sindacali del Servizio di Contrattazione Collettiva del Dipartimento della Funzione Pubblica della Presidenza del Consiglio dei Ministri"**:

- la sottoscrizione dei **"Contratti Collettivi Nazionali Integrativi che definiscono le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per gli anni 2015 e 2016;
- la spesa derivante dalla applicazione degli istituti previsti e disciplinati dai predetti **"Contratti Collettivi Nazionali Integrativi"**, che graverà sui pertinenti capitoli del Bilancio Annuale di Previsione dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** per l'Esercizio Finanziario 2019.

In data 11 luglio 2019 sono stati sottoscritti i **"Contratti Collettivi Nazionali Integrativi che definiscono le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per gli anni 2015 e 2016.

In attuazione dei predetti **"Contratti Collettivi Nazionali Integrativi"** e in conformità agli accordi presi con le Organizzazioni Sindacali di Comparto maggiormente rappresentative a livello nazionale, alle unità di personale inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo sono stati corrisposti, entro la data del **31 ottobre 2019**, tutti gli emolumenti arretrati.

Con nota del 28 ottobre 2019, numero di protocollo 7092, la Direzione Generale dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"**, a seguito delle note trasmesse dallo **"Ufficio Relazioni Sindacali del Servizio di Contrattazione Collettiva del Dipartimento della Funzione Pubblica della Presidenza del Consiglio dei Ministri"** e dallo **"Ispettorato Generale per gli Ordinamenti del Personale e l'Analisi dei Costi del Lavoro Pubblico del Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero della Economia e delle Finanze"**, come innanzi richiamate, ha fornito gli ulteriori chiarimenti richiesti in merito alle **"Ipotesi del Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definiscono le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per gli anni 2015 e 2016 e ha svolto le considerazioni ritenute necessarie in merito ai rilievi formulati sulla **"Ipotesi del Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definiscono le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per l'anno 2017, evidenziando, in particolare, che:

- gli **"...indicatori ed i coefficienti utilizzati ai fini della corresponsione della indennità di produttività prevista dalle predette "Ipotesi"**, sottoscritte in data 5 aprile 2019, sono quelli riportati nel **"Piano Integrato"** dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** per il Triennio 2016-2018, adottato con Delibera del Consiglio di Amministrazione del 19 maggio 2016, numero 55, che contiene, tra l'altro, il **"Piano Triennale della Performance"** per il medesimo triennio...";
- gli **"...indicatori ed i coefficienti innanzi specificati sono stati, peraltro, mutuati dal "Sistema di Misurazione e di Valutazione della Performance" dello "Istituto Nazionale di Astrofisica", adottato dal Consiglio di Amministrazione con Delibera del 22 dicembre 2010, numero 84..."**;
- con **"...le "Ipotesi dei Contratti Collettivi Nazionali Integrativi che definiscono le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo" per gli anni 2015, 2016 e 2017, le "Parti" si sono, pertanto, limitate a recepire e ad applicare, senza alcuna "interpolazione", gli indicatori ed i coefficienti previsti dai "Documenti" del "Ciclo della Performance" innanzi richiamati ai fini della attribuzione e della corresponsione della indennità di produttività..."**;

- per "...quanto riguarda, invece, le **"progressioni economiche"** e le **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo, disciplinate, rispettivamente, 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, come previste dalla **"Ipotesi del Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definisce le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per l'anno 2017:
- 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 innanzi citati, 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...";
- in "...attuazione di quanto previsto dal predetto **"Verbale di intesa"**, sono state programmate:
- 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;
 - 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...";
- 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...";
 - 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;
 - 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 definitivamente approvato...";
 - da ciò "...consegue che il Ministero della Istruzione, della Università e della Ricerca ha, di fatto, approvato anche le "**progressioni**", sia "**economiche**" che di "**livello nei profili di inquadramento**", del personale inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo, come previste e programmate dall'Ente nel "**Documento di Pianificazione**" innanzi richiamato...";
 - in "...ogni caso, come sottolineato, peraltro, sia nella "**Ipotesi del Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definisce le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo**" per l'anno 2017 che nella allegata "**Relazione Illustrativa**":
 - a decorrere dall'anno 2010, sono state attivate e concluse le ultime procedure di selezione per le "**progressioni economiche**" e le "**progressioni di livello nei profili di inquadramento**" del personale tecnico e amministrativo inquadrato nei livelli compresi tra il quarto e l'ottavo, disciplinate, rispettivamente, 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;
 - il numero elevato delle posizioni previste con decorrenza dal 1 gennaio 2017, pari a circa il **70%** dei potenziali aventi diritto, relativamente alle "**progressioni di livello nei profili di inquadramento**", e all'**84%** dei potenziali aventi diritto, relativamente alle "**progressioni economiche**", trova, pertanto, la sua giustificazione, **in via del tutto eccezionale**, nella mancata attivazione, negli anni successivi all'anno 2010, delle predette procedure di selezione;
 - questa anomalia ha inevitabilmente penalizzato il personale che, nel frattempo, aveva già maturato i requisiti richiesti per partecipare alle procedure finalizzate alle predette "**progressioni**";

- qualora le procedure di selezione fossero state attivate nel rispetto della cadenza biennale contrattualmente prevista, sarebbe stato possibile ripartire il numero complessivo delle progressioni su almeno una o due "tornate", con percentuali di posizioni da coprire che sarebbero rimaste entro "forbici" comprese tra il venticinque ed il trentacinque per cento dei potenziali aventi diritto e, pertanto, la percentuale complessiva delle posizioni coperte nel periodo di riferimento sarebbe stata analoga alla quota percentuale prevista per l'anno 2017;
- è ovvio che l'Ente, tenendo conto del notevole lasso di tempo trascorso dall'espletamento delle ultime procedure, della necessità di non mortificare le legittime aspettative del personale e, quindi, di incentivare e di valorizzare, sia sotto il profilo economico che giuridico, la qualificazione professionale acquisita e l'esperienza lavorativa maturata, nel frattempo, dai dipendenti, ha ritenuto legittimo prevedere un numero elevato di "progressioni", pur nella consapevolezza che tale previsione è connotata, e non potrebbe essere diversamente, dai caratteri della eccezionalità e della straordinarietà...

Con la medesima nota, la Direzione Generale dello "Istituto Nazionale di Astrofisica", atteso "...che:

- il Dipartimento della Funzione Pubblica ha più volte ribadito che, secondo quanto previsto dall'articolo 23, comma 2, del Decreto Legislativo 27 ottobre 2009, numero 150, e successive modifiche ed integrazioni, le "progressioni" devono essere svolte nel rispetto del principio di selettività delle procedure e devono essere attribuite ad un numero limitato di dipendenti e, comunque, entro una misura percentuale inferiore o al massimo uguale al 50%;
- la predetta misura percentuale massima è stata, peraltro, confermata anche dall'Ispettorato Generale per gli Ordinamenti del Personale e l'Analisi dei Costi del Lavoro Pubblico del Ministero dell'Economia e delle Finanze con la Circolare sul Conto Annuale del 16 maggio 2019, numero 15..."

ha richiesto, alla luce di tutte le considerazioni svolte e delle ragioni che ne costituiscono il fondamento, che, qualora "...non fosse possibile ritenere integralmente congrue le misure percentuali innanzi indicate, ovvero il **70%** dei potenziali aventi diritto, relativamente alle "**progressioni di livello nei profili di inquadramento**", e l'**84%** dei potenziali aventi diritto, relativamente alle "**progressioni economiche**"...", l'Ente venga "autorizzato, in via del tutto eccezionale, a perfezionare entrambe le "progressioni" del personale tecnico e amministrativo, ovvero sia quelle "**economiche**" che quelle di "**livello nei profili di inquadramento**", entro la misura percentuale pari al 70% dei potenziali aventi diritto..."

Con la nota del 25 novembre 2019, numero di protocollo 248138, indirizzata alla "**Presidenza del Consiglio, Dipartimento della Funzione Pubblica, Ufficio Relazioni Sindacali, Servizio Contrattazione Collettiva**", lo "**Ispettorato Generale per gli Ordinamenti del Personale e l'Analisi dei Costi del Lavoro Pubblico del Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero della Economia e delle Finanze**" ha:

- preso atto che "...i criteri per l'erogazione dell'indennità di produttività, collettiva ed individuale non sono stati oggetto di negoziazione tra le parti in quanto mutuati dal Sistema di Misurazione e Valutazione della Performance adottato dall'Istituto con Delibera del Consiglio di Amministrazione del 22 dicembre 2010, n. 84..."
- preso atto, per "...quanto riguarda le progressioni "**economiche**" e di "**livello**" previste dalla "**Ipotesi del Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definiscono le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo**" per l'anno 2017...":
 - della "...eccezionalità della fattispecie, con la mancata attivazione degli istituti (articoli 53 e 54) nelle annualità successive al 2010 in attuazione dei limiti posti agli effetti

economici delle progressioni orizzontali dall'articolo 9 del Decreto Legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla Legge 30 luglio 2010, n. 122...";

- che "...si tratterebbe, di conseguenza, della prima applicazione della fattispecie successiva al venir meno dei predetti limiti di legge...";
- ritenuto, pertanto, che "...la predetta ipotesi possa avere ulteriore corso, fatto salvo il rinvio alle definitive valutazioni del Dipartimento della Funzione Pubblica...".

Con la nota del 27 novembre 2019, numero di protocollo 0074478, registrata nel protocollo generale in pari data con il numero progressivo 7843, lo **"Ufficio Relazioni Sindacali del Servizio di Contrattazione Collettiva del Dipartimento della Funzione Pubblica della Presidenza del Consiglio dei Ministri"**:

- ha preso atto "... delle rassicurazioni fornite in ordine alla non contrattabilità dei criteri generali dei sistemi di valutazione e performance finalizzati all'erogazione dei compensi collegati alla performance, comunque denominati...";
- ha ribadito che "...la previsione delle progressioni previste dagli 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, deve risultare coerente con le prescrizioni di cui all'articolo 23, comma 2, del Decreto Legislativo 27 ottobre 2009, numero 150, (quota limitata di personale), secondo le indicazioni da ultimo fornite da Ministero dell'Economia e delle Finanze, Ispettorato Generale per gli Ordinamenti del Personale e l'Analisi dei Costi del Lavoro Pubblico, con la Circolare numero 15/2019...";
- tenuto conto "...che si tratta di prime progressioni che intervengono dopo il blocco disposto dall'articolo 9, comma 2, del Decreto Legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla Legge 30 luglio 2010, n. 122...", ha, peraltro, rimesso "...alla responsabilità e all'autonomia organizzativa dell'Ente le conclusive determinazioni, nei limiti comunque di quanto prospettato nell'ultimo capoverso della nota direttoriale del 28 ottobre 2019, numero di protocollo 7092...";
- considerato "... anche il positivo parere del Ministero dell'Economia e delle Finanze, Ispettorato Generale per gli Ordinamenti del Personale e l'Analisi dei Costi del Lavoro Pubblico, ha ritenuto che l'ipotesi di contratto collettivo nazionale integrativo relativo al personale dei livelli dal IV all'VIII anno 2017 possa avere ulteriore corso...".

Al fine di:

- non pregiudicare ulteriormente le legittime aspettative del personale, considerato che i tempi di conclusione del procedimento preordinato alla definitiva sottoscrizione del **"Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definiscono le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per l'anno 2017 hanno subito, per tutte le motivazioni innanzi esposte, una notevole dilatazione e che le procedure di selezione attivate ai fini delle **"progressioni"** del personale tecnico e amministrativo, sia **"economiche"** che di **"livello nei profili di inquadramento"**, si sono concluse quasi due anni fa;
- consentire la definitiva sottoscrizione del **"Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definiscono le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per l'anno 2017, che è propedeutica all'avvio delle trattative per la definizione delle **"ipotesi"** dei **"Contratti Collettivi Nazionali Integrativi che definiscono le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per gli anni 2018 e 2019,

con Decreto del Presidente del 27 novembre 2019, numero 77, adottato in via di urgenza, è stata autorizzata, a seguito della certificazione del Collegio dei Revisori dei Conti e dei controlli, con esito

positivo, effettuati, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 40-bis, comma 2, del Decreto Legislativo 30 marzo 2001, numero 165, e successive modifiche ed integrazioni, sia dallo **"Ispettorato Generale per gli Ordinamenti del Personale e l'Analisi dei Costi del Lavoro Pubblico del Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato del Ministero della Economia e delle Finanze"** che dallo **"Ufficio Relazioni Sindacali del Servizio di Contrattazione Collettiva del Dipartimento della Funzione Pubblica della Presidenza del Consiglio dei Ministri"**:

- la sottoscrizione del **"Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definisce le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per l'anno 2017;
- la spesa derivante dalla applicazione degli istituti previsti e disciplinati dal predetto **"Contratto Collettivo Nazionale Integrativo"**, che graverà sui pertinenti capitoli del Bilancio Annuale di Previsione dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** per l'Esercizio Finanziario 2019;
- il predetto Decreto sarà sottoposto all'esame del nuovo Consiglio di Amministrazione dello **"Istituto Nazionale di Astrofisica"** nella prossima seduta utile, ai fini della sua ratifica.

In data 27 novembre 2019 è stato sottoscritto il **"Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definisce le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per l'anno 2017.

In attuazione di quanto previsto dal **"Contratto Collettivo Nazionale Integrativo che definisce le modalità di utilizzo del Fondo del Trattamento Economico Accessorio del personale inquadrato nei livelli compresi tra il Quarto e l'Ottavo"** per l'anno 2017, la **"Direzione Generale"** ha avviato gli iter procedurali finalizzati:

- alla copertura, 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, di **novantacinque** posti complessivi riservati alle **"progressioni di livello nei profili di inquadramento"** del personale tecnico ed amministrativo, come specificati nel **"Prospetto"** all'uopo predisposto e di seguito riportato:

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

- alla copertura, 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, di **centocinquantotto** posti complessivi riservati alle "**progressioni economiche**" del personale tecnico ed amministrativo inquadrato nei "**Livelli Apicali**" dei singoli "**Profili di Inquadramento**", come specificati nel "**Prospetto**" all'uopo predisposto e di seguito riportato:

Profilo professionale	Livello	Numero posti
Funzionario di Amministrazione	IV	15
Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca	IV	72
Collaboratore di Amministrazione	V	36
Operatore Tecnico	VI	27
Operatore di Amministrazione	VII	8

Pertanto:

- a) con Determina Direttoriale del 5 dicembre 2019, numero 408, la "**Direzione Generale**" ha:
 - autorizzato l'inquadramento, a decorrere dal **1° gennaio 2017**, nei "**Profili**" e nei "**Livelli**" specificati nei "**Prospetti**" all'uopo predisposti dei vincitori della procedura di selezione indetta con Determina Direttoriale del 30 agosto 2017, numero 204, 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 **novantacinque** posti complessivi riservati alle "**progressioni di livello nei profili di inquadramento**" del personale tecnico ed amministrativo;
 - demandato alla Dottoressa **Valeria SAURA**, nella sua qualità di Dirigente dello Ufficio I "**Gestione Risorse Umane**", il compito di adottare tutti gli atti e/o i provvedimenti connessi e conseguenti.
- b) con Determina Direttoriale del 5 dicembre 2019, numero 409, la "**Direzione Generale**" ha:
 - autorizzato l'attribuzione, a decorrere dal **1° gennaio 2017**, delle "**posizioni economiche**" specificate nei "**Prospetti**" all'uopo predisposti ai vincitori della procedura di selezione indetta con Determina Direttoriale del 30 agosto 2017, numero 204, 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 **centocinquantotto** posti complessivi riservati alle "**progressioni economiche**" del personale tecnico ed amministrativo inquadrato nei "**Livelli Apicali**" dei singoli "**Profili di Inquadramento**";
 - demandato alla Dottoressa **Valeria SAURA**, nella sua qualità di Dirigente dello Ufficio I "**Gestione Risorse Umane**", il compito di adottare tutti gli atti e/o i provvedimenti connessi e conseguenti.

In attuazione di quanto disposto dalle Determinazioni Direttoriali del 5 dicembre 2019, numeri 408 e 409, nel mese di gennaio dell'anno **2020** sono stati corrisposti agli aventi diritto tutti gli emolumenti arretrati, maturati nel periodo compreso tra il **1° gennaio 2017** e il **31 dicembre 2019**.

La relativa spesa, che ammonta complessivamente ad **€ 1.418.497,00**, grava sullo "**avanzo di amministrazione vincolato per spese di personale**" accertato alla data del **31 dicembre 2019**.

H) 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 sono state 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 stata svolta 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 stata espletata la seguente procedura:

- i "**Servizi Informatici per il Digitale**" hanno predisposto 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 ha inviato 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;
- i "**Servizi Informatici per il Digitale**" hanno avvertito, contestualmente, gli operatori adibiti alla implementazione del Sistema Informatico "**H1**", i quali hanno materialmente inserito nel predetto Sistema le afferenze del "**personale tecnologo**", fermo restando che ogni operatore ha agito limitatamente ai dipendenti interessati della propria sede di servizio.

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.

Successivamente verranno attivate le procedure previste dall'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, che prevede espressamente e disciplina, nel dettaglio, le predette "**progressioni**", con riferimento sia al "**personale tecnologo**" che al "**personale di ricerca**".

Pertanto, 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 copertura, nell'arco temporale di riferimento del "**Piano**", di numero **sessantaquattro posizioni**, come articolate, in modo assolutamente indicativo, nella seguente "**Tabella**":

Profilo professionale	Livello	numero posti
Dirigente di Ricerca/Dirigente Tecnologo	Primo	10
Primo Ricercatore/Primo Tecnologo	Secondo	54

In merito alle risorse da utilizzare a tal fine, si fa espresso rinvio alla quantificazione riportata nella indagine ricognitiva delle spese di personale, sottoposta all'esame del Consiglio di Amministrazione nella seduta del 5 giugno 2020, che prevede, per il prossimo anno, un costo presunto di circa **cinquacentomila euro**, se si considera come data presunta degli inquadramenti quella del **1° luglio 2021**, e un costo presunto, a decorrere dal **1° gennaio 2022**, ovvero a regime, di circa **un milione di euro**.

1) 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 della "**assegnazione ordinaria**" è pari, per l'Istituto Nazionale di Astrofisica, ad euro **294.356,00**.

Tanto premesso, alla data del **1° novembre 2020**, risultano in servizio con rapporto di lavoro a tempo determinato e con oneri a carico della "**assegnazione ordinaria**", per una spesa complessiva annua lorda pari ad € **141.229,45**, le seguenti unità di personale:

- Tecnologo, Terzo Livello Professionale: numero **1 unità** presso lo "**Osservatorio Astronomico di Padova**", con una spesa annua pari ad € **50.330,74**;
- Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca, Sesto Livello Professionale: numero **2 unità** (di cui una in servizio presso la "**Amministrazione Centrale**" ed una in servizio presso lo "**Osservatorio Astrofisico di Arcetri**", con Sede a Firenze), con una spesa annua pari ad € **90.898,71**.

Sono, inoltre, in fase di avvio le procedure concorsuali per il reclutamento di numero **2 unità** di personale da inquadrare nel Profilo di Funziionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale (di cui una per le esigenze dello "**Osservatorio Astronomico di Capodimonte**", con Sede a Napoli,

ed una per le esigenze dello "**Osservatorio Astronomico d'Abruzzo**", con Sede a Teramo), per una spesa annua complessiva pari ad € 100.682,08.

Pertanto, ad oggi, è possibile ancora utilizzare, per le predette finalità, un "**budget**" pari ad € 153.126,55,.

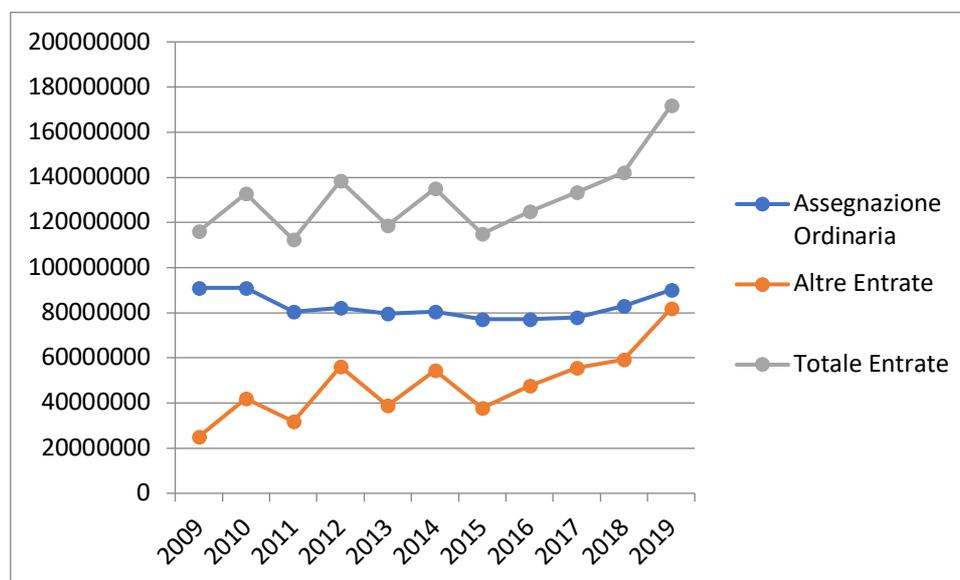
Il predetto "**budget**" garantisce la copertura finanziaria di:

- numero 2 unità di personale da inquadrare nel Profilo di Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale, per soddisfare le esigenze dello "**Osservatorio Astronomico di Capodimonte**", con Sede a Napoli, e dello "**Osservatorio Astronomico d'Abruzzo**", con Sede a Teramo, come innanzi specificate;
- numero 1 unità di personale da inquadrare nel Profilo di Collaboratore di Amministrazione, Settimo Livello Professionale o, in alternativa, nel Profilo di Collaboratore Tecnico degli Enti di Ricerca, Sesto Livello Professionale, ovvero nel Profilo di Funzionario di Amministrazione, Quinto Livello Professionale, per soddisfare le esigenze della "**Amministrazione Centrale**", peraltro non ancora individuate.

2 Risorse Economiche

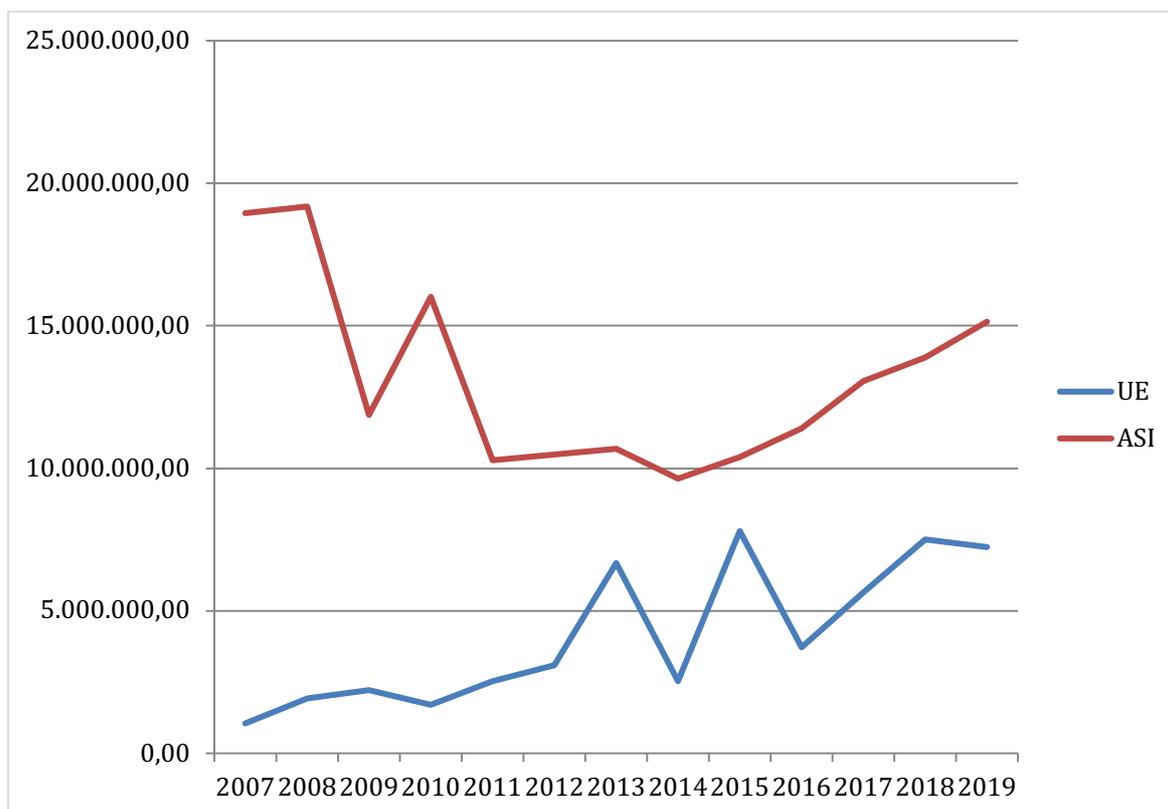
2.1 Evoluzione Storica del Bilancio INAF

La Figura sottostante illustra la serie storica decennale di dati tratti dai bilanci consuntivi dell'Istituto sino all'ultimo esercizio concluso (2009-2019) suddivisa in colori tra l'Assegnazione Ordinaria, altre entrate e ed entrate totali.



Le entrate totali nel decennio presentano un trend in deciso aumento negli ultimi anni, dovuto sia a una graduale ripresa dell'assegnazione ordinaria, che sta tornando ai livelli del 2010, sia ad un netto incremento delle altre entrate. La media delle entrate correnti nell'ultimo triennio è pari a € 149.179.953.

Nel seguente grafico è invece rappresentata la serie storica, dal 2007, dei contributi da parte dei maggiori finanziatori esterni di INAF, l’Agenzia Spaziale Italiana e l’Unione Europea:



Riguardo ad ASI è da considerarsi molto positivo il trend di risalita dopo il crollo avvenuto nei finanziamenti all’inizio del decennio, mentre l’andamento dei finanziamenti europei è certamente positivo, anche se molto altalenante a causa dell’alta competitività dei bandi e della loro distribuzione temporale.

2.2 Il Profilo Triennale Delle Risorse Disponibili e della spesa 2019-2021

2.2.1 Entrate Previste

Con D.M. 8 Ottobre 2020, n. 744 il MUR ha definito il piano di riparto del Fondo Ordinario per gli Enti di Ricerca (FOE) anno 2020 prevedendo un’assegnazione in favore di questo Istituto di Euro 94.572.966 a titolo di assegnazione ordinaria, Euro 12.850.000 per Attività di ricerca a valenza internazionale, Euro 2.000.000 per Progettualità di carattere straordinario ed Euro 600.000 per progettualità di carattere continuativo, per un totale di Euro 110.002.966.

Le principali entrate, escluse le partite di giro, da Preventivo 2020 sono pertanto:

1. Assegnazione Ordinaria: € 94.572.966
2. Trasferimenti correnti dallo stato con vincolo di destinazione: 15.450.000 così composte: Euro 12.850.000 per Attività di ricerca a valenza internazionale, Euro 2.000.000 per Progettualità di carattere straordinario ed Euro 600.000 per progettualità di carattere continuativo.
3. Ulteriori entrate, tra cui i finanziamenti per programmi UE e i finanziamenti ASI per progetti spaziali, pari circa € 20.000.000,00
- 4.

2.2.2 Spese previste per l'Anno 2020

2.2.2.1 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

Costo sostenuti per le infrastrutture di ricerca internazionale nell'ultimo quadriennio				
	2017	2018	2019	2020
E-ELT	5.223.000,00*	5.223.000,00*	5.350.000,00*	5.350.000,00**
LBT	3.104.487,32	3.104.487,32	3.000.000,00	3.000.000,00
TNG	2.700.000,00	2.700.000,00	2.000.000,00**	2.000.000,00**
SRT e VLBI	2.500.000,00*	4.500.000,00	4.500.000,00	4.500.000,00

*insufficiente a coprire i costi di gestione, coperti ricorrendo alla premialità indivisa.

**insufficiente a coprire i costi di gestione, coperti ricorrendo all'assegnazione ordinaria

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 noterà 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.

Costo previsti per il sostegno alle infrastrutture di ricerca internazionale nel periodo oggetto di

<i>questo piano triennale.</i>			
	2020	2021	2022
E-ELT	6.600.000,00	6.900.000,00	7.300.000,00
LBT	3.200.000,00	3.200.000,00	3.200.000,00
TNG	2.700.000,00	2.700.000,00	2.700.000,00
SRT e VLBI	4.500.000,00	4.500.000,00	4.500.000,00
Totale	17.000.000,00	17.300.000,00	17.700.000,00

In relazione al finanziamento della ricerca libera e ad interventi assegnati secondo bandi competitivi nel corso del triennio di riferimento sono già 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.

<i>Investimenti in ricerca libera e bandi competitivi interni per il triennio di riferimento</i>			
	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

3 Tavole Sinottiche II

3.1 Cosmologia

Strumento	Tecnica/Area	Periodo	Risultati attesi	Partecipazione italiana
Strumenti operanti durante il periodo				
SKA Precursors (ASKAP, MeerKAT e uGMRT), JVLA, eMERLIN, LOFAR, HERA	Crescita della LSS Spettroscopia e imaging in riga, continuo e polarizzazione nel cm	2018-	Proprietà della DE e DM Formazione ed evoluzione di galassie e LSS EoR Magnetismo cosmico	Partecipazione INAF a survey extragalattiche a grande campo e/o profonde con ASKAP, MeerKAT e LOFAR, e a survey finalizzate allo studio dell'epoca della reionizzazione (HERA).
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 Sne 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
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	2013- 2022(+2)	Natura della DM. Calibrazione, tramite parallassi, dei principali indicatori di distanza primari (Cefeidi, RR Lyrae, LPV), misura di moti propri	Partecipazione INAF nel processamento e analisi dati (DPAC); Data Processing Center Italiano (DPCT)
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, continuo e polarizzazione 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 e LSS. Magnetismo cosmico.	Partecipazione italiana. Partecipazione INAF ai WP – SKA Extragalactic radio continuum and HI science, EoR, Cosmology
VLT ESPRESSO	Assorbitori QSO Tomografia IGM/ Spettroscopia alta risoluzione.	2018-	Natura della DM e DE Parametri cosmologici Variazioni costanti fondamentali	ESO. Col-ship italiana
VLT MOONS	Crescita della LSS Spettroscopia multi-object	2019-	Proprietà della DM e DE, EoR Condizioni iniziali dell'Universo	Forte coinvolgimento INAF
ELT MAORY MICADO	Segnale di strong e weak lensing/ Immagini	2024-	Proprietà della DE Formazione ed evoluzione di galassie	ESO. PI-ship italiana MAORY
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 Sne: 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	2022-	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	2033	Natura della DM e DE (SM)BH primordiali	ESA. Forte impegno italiano

3.2 Astrofisica Stellare

Strumento	Tecnica/Area	Periodo	Risultati attesi	Partecipazione italiana
Strumenti operanti durante il periodo				
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. Spettrale/	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 dischi circumstellari	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 disco-stella-jet. Mapping a grande scala di filamenti. Masers e outflow.	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-	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, traccianti di temperatura e densità, masers	INAF è PI di diverse proposte e collabora in large programmes di EU
APEX	Emissione sub-mm. Continuo, righe atomiche e molecolari 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.	2013 - 2022	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.	Partecipazione INAF nel processamento e analisi dati (DPAC); Data Processing Center Italiano (DPCT)
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 pulsanti, 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
EUCLID	Astrometria ad alta precisione a supporto missione.	2020	Studio per la realizzazione del catalogo EGAS (EUCLID- Gaia Astrometric Solution).	Integrazione dei dati stellari del canale visuale di Euclid con i dati di Gaia per il mantenimento del sistema di riferimento e determinazione dei moti propri ad alta precisione
SPICA	Spettroscopia infrarossa ad alta risoluzione.	-2034	Atmosfere di esopianeti di piccola taglia. Spettro esoplanetari.	Partecipazione allo studio di fase A (esopianeti)
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
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. Popolazioni stellari nel Gruppo Locale e oltre.	ESO. PI-ship e partecipazione italiana
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 – SKAOur 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> .	
-----	---------------	--	--	--

3.3 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 aurora e atmosfera di Giove	PI-ship INAF (JIRAM)
Gaia (ESA)	Astrometria, fotometria e spettroscopia nel visibile	2013-2022	Proprietà fisiche degli asteroidi	Partecipazione INAF nel processamento e analisi dati (DPAC); Data Processing Center Italiano (DPCT)
ExoMars (ESA)	Immagini, spettrometria	2016-2022	Studio di Marte	Co-Piship INAF (CASSIS, NOMAD, Dust Complex); PI-ship INAF (DREAMS, MaMIS)
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	Emersione 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 (NASA)	Imaging coronografico VL, UV e EUV (programma sub-orbitale)	2009 - 2021	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, CoPI-ship (SWA) Co-I-ship STIX
ASPIICS - PROBA3 (ESA)	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
CorMag HEMERA	Imaging polarimetrico coronografico VL con pallone stratosferico	2021	Imaging polarimetrico nel visibile a larga (corona K) e stretta (riga coronale FeXIV) banda spettrale per lo studio del campo magnetico della corona solare	PI-ship INAF Coronal Magnetograph (CorMag)
JUICE (ESA)	Immagini, Spettrometria a immagine	2022	Studio del sistema di Giove. Caratterizzazione superfici ed esofere dei satelliti galileiani e della atmosfera di Giove.	Co PI-ship INAF (JANUS, MAJIS)
CSES-02	Misura delle componenti dei campi elettrici nel range DC-3.5 MHz	2022	Caratterizzazione del Forcing Solare attraverso analisi di anomalie nel plasma ionosferico, nei campi elettrici e nella propagazione di onde elettromagnetiche	PI-ship INAF (EFD-02)
EST	Osservazioni spettropolarimetriche 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
SAMM	Spettropolarimetri a banda stretta basata su filtri MOF	2020	Misure di campi magnetici e campi di velocità di regioni attive per applicazioni di Space Weather	INAF in collaborazione con PMI Italiana Avalon Instruments

3.4 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	millimetrico	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
VST	Ottico	2018-	Ricerca e follow-up controparti GW	INAF
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
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
NTT-SOXS	Spettroscopia UV, Ottico, NIR	2022-	Follow-up GRB, SN, GW, neutrini, ecc.	INAF (PI del consorzio)
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 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	INAF, leadership del consorzio internazionale, PI di uno dei tre strumenti, coordinamento scientifico

			grandi facilities osservative future (ELT, SKA, CTA, Athena, ET, Km ³ Net, ...)	
STROBE X	X-ray	n.d.	Spettroscopia e timing X di sorgenti di alta energia (0.2-30 keV)	NASA, partecipazione INAF

3.5 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 2020-2022 sono riportati nelle seguenti tabelle.

Strumento/ Progetto	Area Scientifica/ Tecnica Osservativa	Facility di Riferimento	Ruolo INAF	Industria di Riferimento	Milestones 2020-2022
ESPRESSO	Spettroscopia VIS/NIR ad alta risoluzione	ESO-VLT	Istituto CoPI	ALCA TECHNOLOGY S.r.l., LABORATORIO OTTICO COLOMBO, DELL'ORO MAURO S.r.l.	Completamento commissioning 2018
SPHERE, FLAMES, VIMOS, ESPRESSO e MOONS		ESO-VLT			Sviluppo software controllo
ERIS	Imaging NIR/ MIR ad alta risoluzione spaziale	ESO-VLT	Istituto Col		Commissioning e delivery 2020-21
MOONS	Spettroscopia multi-oggetto VIS/NIR a media/alta risoluzione	ESO-VLT			
SOXS	Spettroscopia VIS/NIR a media risoluzione	ESO-NTT	Istituto PI		Costruzione
MAORY	Modulo adattivo MCAO di prima luce	ESO-EELT	Istituto PI		Fase B 2021 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 ELT	Specchio adattivo del treno ottico di 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 completato
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		Preliminary Acceptance Europe (PAE)

SHARK NIR	Imaging coronografico NIR ad alta risoluzione spaziale	LBT	Istituto PI		FDR
LBC		LBT			Sviluppo Software di controllo
OMEGACAM		VST			Sviluppo Software di controllo
GIANO		TNG			Sviluppo Software di controllo
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 decommissioning		Installazione 2020 / 2021 Campagna Osservativa : 2021 / 2024
Q band Multifeed	Ricevitore Multibeam banda Q	SRT			Commissioning 2020
S band Multifeed	Ricevitore Multibeam banda S	SRT			Commissioning 2020 Installazione 2021/22
C band Monofeed	Ricevitore monofeed banda C (4.2-5.6 GHz)	SRT			Commissioning 2020
SARDARA	Spettroscopia radio larga banda multi beam	SRT			In utilizzabilità multi beam
ESCAPE-CorMag	Coronografo solare spettro polarimetrico VIS/NIR	Concordia Dome C Antartide	Istituto PI	Optec	Installazione 2018-2019 Campagne Osservative 2019-2020 2020-2021
Heliantus: Compact Coronagraph	Coronografo compatto per missione di Space Weather a propulsione fotonica (vela) solare	ASI	Partecipazione WP leader	Optec	Fase A Prototipo dimostrativo 2020-2023

per solare	vela				
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
Software development	SKA Bridging	SKA	Leader per Local Monitor & Control (LMC); Expertise in TANGO; attivita' di design e prototipizzazione di interfacce grafiche e archivi di dati osservativi, ottimizzazione di algoritmi di ricerca pulsars	SAM, EIE, IDS, Elettra, Telespazio/Fin meccanica	Finalizzazione sviluppo e prototipizzazione
SKA-LOW	SKA Bridging	SKA	Leader sistema ricevente, catena di acquisizione del segnale, design antenne; costruzione di dimostratori in Australia	Leonardo, Sanitas EG, SIRIO Antenne, MFC, Protech, Optel, Campera, AAVID, Thermalloy, RGM, IDS, Optoplast Lightech, Celte, Italdron	Test e calibrazione dimostratori, costruzione early production arrays
Phased Array Feeds (PAF)	SKA Advanced Instrumentation Programme	SKA	Leader "Warm Section" multi-channel heterodyne receiver in C-Band (4-8 GHz) for PHAROS2 prototype; digital beamforming firmware. EM simulations and optimization of coupling	ELCO SpA, TEBO, Optel, Sanitas EG	Messa a punto e test PHAROS2; sviluppo di un nuovo modulo criogenico per PAF operanti in banda C;

			between PAF and antenna optics		sviluppo di expertise in RFOC digital back-end technology
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	LEONARDO 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	LEONARDO S.p.A.	Lancio 2020
CHEOPS	Fotometria di altissima precisione per caratterizzazione di pianeti extrasolari	ESA	Responsabile progettazione realizzazione installazione elementi ottici	LEONARDO 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); spettrofotometria 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 2022
EUCLID	Cosmologia	ESA	Come già riportato, organizzazione del segmento di terra trans-nazionale e progettazione e realizzazione del Science Data Center Italiano.		Lancio 2022

IXPE	Studio della polarizzazione lineare nella banda X in Astronomia	NASA-ASI	PI italiano della missione. Responsabilità Piano Focale	OHB Italia	Lancio 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	LEONARDO S.p.A., MEDIALARI O THALES ALENIA SPACE KAYSER ITALIA	Lancio 2026 PDR 2018-2019
JANUS	Imager VIS per la mappatura dei satelliti di Giove	ESA JUICE	Istituto PI	LEONARDO S.p.A.	Lancio 2022
MAJIS	Spettrometro IR	ESA JUICE	Istituto CoPI	LEONARDO S.p.A.	Lancio 2022
HAA	Accelerometro per la misura della dinamica interna del satellite a supporto dell'esperimento di radioscienza 3GM	ESA JUICE	Consulenza e calibrazione scientifica.	THALES ALENIA SPACE ITALIA	Lancio 2022
X-IFU/Athena	Alte energie/X-ray spectrometer: Anticoincidenza Criogenica basata su TES e relativa elettronica di readout; Filtri ottici e termici per raggi-X	ESA	Istituto CoPI	N/A	Adozione 2021 Lancio 2031 Sviluppo Software di controllo
WFI/Athena	Alte energie / X-ray imaging: Filtri ottici per raggi X	ESA	Istituto Col	N/A	Adozione 2021 Lancio 2031
TOMOX	Planetologia: tomografia a raggi X per determinare composizione ed eta' 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
HERSCHEL - SPIRE, PACS e HIFI					Sviluppo Software di controllo
ROSETTA - VIRTIS					Sviluppo Software di controllo

SPICA - SAFARI					Sviluppo Software di controllo
----------------	--	--	--	--	--------------------------------

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 telescopi (sia nel radio che nel visibile) e strumentazione astronomica	INAF- UIT	PI	Sviluppo prototipo dimostratore entro il 2019
Space debris	Sviluppo telescopio per monitoraggio space-debris	TELESPAZIO / ESA	Consulente	
LGS-AO CANAPY	Laboratorio di ottiche adattive con laser guide star, in collaborazione con ESO e ESA, per la costruzione di CANAPY, un modulo dimostrativo di ottiche adattive per il visibile, operativo 24/7, da installare al telescopio ESA OGS a Tenerife, con nuove tecnologie LGS-AO per futura strumentazione astronomica e come dimostratore di fattibilità per optical feeders in broad-band optical Satellite Communications	ESO, ESA	Work Packages	Sviluppo prototipo e commissioning entro il 2021
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 μ m 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. Sviluppo di back end digitali da installare sui sistemi radar BIRALES e BIRALET per fare le misure di range e range rate dei detriti osservati.	ASI/Horizon2020	PI	Termine previsto dicembre 2020
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 2020
Micro calorimetri TES	Analisi criticità su sviluppo anticoincidenza criogenica basata su TES	ESA CTP/optimization of uropean TES array	WP leader	Presentazione finale risultati 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 3 D 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
GRASS	Spettroscopia gamma di sorgenti transienti con array di rivelatori compatti a matrici SIPM	Accordo ASI-INAF/HEMERA	PI	
DORA (Deployable Optics for Remote sensing Applications)	Sviluppo di un prototipo di ottica dispiegabile in volo per applicazioni su mini e micro satelliti.	MIUR PON 2014-2020	CoPI	Realizzazione breadboard in 2021.
RIIFS	Sviluppo di uno spettrometro di Fourier per esplorazione planetaria	ASI/INAF Accordo 2018-16-HH.O	PI	Breadboard 2021
fISPEX	Sviluppo payload integrato con camera a colori e spettrometro a campo integrale per esplorazione planetaria	ASI/INAF Accordo 2018-16-HH.O	PI	Breadboard 2021
AGES	Sviluppo di accelerometri ad alta sensibilità per la misura delle perturbazioni non gravitazionali agenti sui satelliti di seconda generazione del sistema GNSS europeo Galileo.	ESA/H2020	PI	Demonstration Model 2021
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 2020
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+AHEAD2020	Facilities per Astrofisica delle Alte Energie	EU Horizon 2020	Coordinamento	2018-2021: Continuazione del programma di accesso alle facilities sperimentali/teste su ottiche, filtri e micro-calorimetri/ sviluppo di nuove facilities per Athena e per l'astronomia multimessaggero.
HEMERA	Supporto a programma di voli su pallone	EU Horizon 2020	leader WP6 e sviluppo di prototipo di rivelatore a scintillazione e per misure in alta atmosfera (WP11)	2018-2020: Misure da pallone mediante volo tecnologico