

INAF



**ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS**

Piano Triennale 2015/2017

INDICE

Executive Summary

Capitolo 1: Missione

1.1 Astronomia italiana: valutazione VQR (ANVUR) - 13

1.2 L'Astronomia Italiana nel Contesto Internazionale - 15

1.3 I risultati scientifici attesi e ottenuti - 17

1.3.1 Cosmologia: una frontiera per scoprire l'Universo primordiale e la fisica fondamentale. La formazione e l'evoluzione delle galassie con il redshift - 17

1.3.2 La formazione, l'evoluzione e la fine delle stelle. Le popolazioni stellari come traccianti della storia dell'Universo - 20

1.3.3 Il Sole e il sistema solare - 22

1.3.4 Astrofisica Relativistica e Particellare - 25

1.3.5 Ricerca di Base nel campo delle Tecnologie Astronomiche - 27

1.4 Azioni specifiche per rendere efficace, efficiente e economica la gestione scientifica e organizzativa dell'Ente - 28

1.4.1 Direzione Generale - 28

1.4.2 I Laboratori Nazionali - 30

1.4.3 Riorganizzazione della Direzione Scientifica - 30

Capitolo 2 Dotazione Organica

2.1 Dotazione organica - 31

2.1.1 Personale in servizio al 31/12/2014 - 31

2.2 Costo del personale - 31

2.2.1 Costo del personale a tempo indeterminato - 31

2.2.2 Costo del personale a tempo determinato - 32

2.2.3 Salario accessorio del personale a tempo indeterminato e determinato 2014 - 32

2.2.4 Costo del personale parasubordinato e associato per la ricerca 2014 - 33

2.2.5 Costo del personale a tempo indeterminato, determinato e Co.Co.Co. su FOE 2014 – 33

2.2.6 Previsione dei costi del personale – anno 2015 - 34

Capitolo 3 Fabbisogno di Personale

3.1 Fabbisogno complessivo di personale a tempo indeterminato per il triennio 2015/2017 e piano assunzionale a tempo indeterminato per il triennio 2015/2017 - 36

3.2 Previsione di assunzioni di personale a tempo determinato – anno 2015 - 40

3.3 Assunzioni obbligatorie di personale disabile ex legge n. 68/1999 - 40

3.4 Progressioni artt. 53 e 54 CCNL 1998-2001 - 41

3.5 Assunzioni per mobilità: mobilità intercompartimentale ex art. 30 D. Lgs. n. 165/2001 – 42

Capitolo 4 Partecipazioni societarie

4.1 Quadro generale delle partecipazioni societarie - 43

Capitolo 5 Attività di ricerca

5.1 Introduzione: gli obiettivi generali e strategici da conseguire nel triennio - 46

5.1.1 Cosmologia e galassie: l'universo ad alto redshift - 46

5.1.2 Le Stelle, le Popolazioni Stellari e il Mezzo Interstellare: i laboratori per capire la storia della materia dal big bang ad oggi. I pianeti esterni al sistema solare: una grande sfida per l'astrofisica - 48

5.1.3 Il Sole e il sistema solare: le grandi potenzialità scientifiche delle missioni di esplorazione spaziale - 50

5.1.4 Astrofisica Relativistica e Particellare - 52

5.1.5 Strumentazione Astronomica - 53

5.1.6 Sviluppi tecnologici - 54

5.2 Obiettivi presentati per la prima volta - 56

5.2.1 Progetti Spaziali - 56

Capitolo 6 Le infrastrutture di ricerca

6.1 Le Infrastrutture di Ricerca in Esercizio da Terra e da Spazio - 61

6.1.1 Infrastrutture da Terra – 61

6.1.1.1 Sardinia Radio Telescope (SRT) – 62

6.1.1.2 Large Binocular Telescope (LBT) – 65

6.1.1.3 Telescopio Nazionale Galileo (TNG) e Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope (MAGIC) – 68

6.1.1.4 Rapid Eye Mount (REM) e Telescopi Robotici – 71

6.1.1.5 Antenne VLBI – 74

6.1.1.6 Very Large Telescope (VLT) – 76

6.1.1.7 VLT Survey Telescope (VST) - 79

6.1.1.8 Atacama Large Millimetric Array (ALMA) – 81

6.1.2 Spazio - 84

6.2 Le grandi infrastrutture di ricerca in via di sviluppo a Terra e nello spazio - 86

6.2.1 Terra – 86

6.2.1.1 European Extremely Large Telescope (E-ELT) – 87

6.2.1.2 Square Kilometer Array (SKA) – 90

6.2.1.3 Cherenkov Telescope Array (CTA) - 93

6.2.2. Spazio – 95

6.2.2.1 Agile – 99

6.2.2.2 Euclid – 101

6.2.2.3 Gaia – 103

6.2.2.4 Integral – 105

6.2.2.5 Nustar – 107

6.2.2.6 Planck – 109

6.2.2.7 Swift – 111

6.2.2.8 Bepicolombo – 113

- 6.2.2.9 CAM – 115
- 6.2.2.10 Cassini – 117
- 6.2.2.11 Dawn – 119
- 6.2.2.12 Exomars – 121
- 6.2.2.13 Juice – 123
- 6.2.2.14 Juno Jiram – 125
- 6.2.2.15 Osiris Rex – 127
- 6.2.2.16 Rosetta – 129
- 6.2.2.17 Solar Orbiter – 131
- 6.2.2.18 Venus Express – 133
- 6.2.2.19 ASDC – 135
- 6.2.2.20 Rivelatori criogenici superconduttivi per astrofisica spaziale - 137
- 6.3 e-Infrastructures ed ICT - 139

Capitolo 7 Collaborazioni nazionali ed internazionali

- 7.1 La presenza nelle strutture europee, internazionali e nazionali - 145
 - 7.1.1 I contributi europei - 147
 - 7.1.2 Horizon 2020 - 151
- 7.2 Alta Formazione e rafforzamento del Capitale Umano - 152
- 7.3 Rapporti con l'industria nazionale - 154

Capitolo 8 Attività di terza missione

- 8.1 Didattica e divulgazione - 160
- 8.2 Biblioteche, archivi storici e musei- 160
- 8.3 Le collezioni scientifiche - 160

Capitolo 9 Le risorse finanziarie

9.1 Fondi MIUR - 176

9.1.1 Progetti bandiera - 176

9.1.2 FOE straordinario/internazionale - 176

9.2 FOE ordinario - 177

9.3 Premiali - 177

Capitolo 10 Lista degli acronimi

10 Lista degli acronimi - 178

Executive summary

La missione dell'INAF è efficacemente riassunta dall'articolo 1 del nuovo statuto che recita: *“L'INAF è ente pubblico nazionale di ricerca e ha il compito di svolgere, promuovere e valorizzare la ricerca scientifica e tecnologica nei campi dell'astronomia e dell'astrofisica e di diffonderne e divulgarne i relativi risultati, di promuovere e favorire il trasferimento tecnologico verso l'industria, perseguendo obiettivi di eccellenza a livello internazionale.”* L'INAF svolge questa missione tramite le proprie Strutture distribuite sul territorio e attraverso le grandi infrastrutture osservative da terra e dallo spazio. L'Ente è inserito nei più grandi progetti e collaborazioni internazionali e concorre a determinare le strategie programmatiche degli organismi europei attivi nel settore della ricerca astronomica, quali l'ESO e l'ESA. I risultati dell'attività dell'INAF sono testimoniati dai contributi alla realizzazione di progetti internazionali e di missioni spaziali e sono esposti nelle pubblicazioni scientifiche sulle più prestigiose riviste internazionali. La valutazione comparativa dei risultati raggiunti è oggetto di continua analisi da parte di agenzie indipendenti e dimostra l'eccellenza dell'astrofisica italiana, che si posiziona sempre al top del ranking.

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 missioni 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). I relativi fondi sono in gran parte finalizzati alla costruzione dell'infrastruttura. Essi non includono la parte di sviluppo scientifico e tecnologico di eccellenza propedeutica alla costruzione degli strumenti e quelli per il loro utilizzo attraverso l'analisi dei dati prodotti, che è invece in carico alle nazioni partecipanti. In questo contesto, risulta strategico per l'INAF e per la competitività tecnologica del complesso industriale italiano avere il pieno sostegno da parte delle istituzioni nazionali, per garantire il vero ritorno scientifico e tecnologico legato a questo contributo. È una strategia che permette poi all'industria italiana di competere con buona probabilità di successo anche alle commesse, ben più rilevanti, per la costruzione di infrastrutture e di carrozze per satelliti.

A questo scopo l'INAF ha selezionato, nel presente piano triennale, le richieste già presentate al MIUR come progetti premiali e bandiera, o come contributi straordinari, elencate nei capitoli successivi.

Infine, le missioni spaziali che INAF presenta in questo piano sono parte della programmazione dell' ESA, definita anche con il concorso dell'ASI. Il ruolo dell'ASI è quindi

cruciale nel permettere ad INAF di garantire che i programmi dell'ESA abbiano un ritorno scientifico, tecnologico e industriale commisurato al contributo obbligatorio all'ESA.

Grandi infrastrutture di ricerca (esistenti)

Da terra	<p>VLT: sistema di 4 telescopi della classe 8m, gestito dall'ESO. L'INAF ha già partecipato alla costruzione degli strumenti di piano focale Flames, X-Shooter, UVES e VIMOS. Nel prossimo triennio parteciperà alla costruzione dei due nuovi strumenti, SPHERE e ESPRESSO.</p> <p>ALMA: radiotelescopio in fase di completamento nel Nord del Cile, in collaborazione tra Europa (ESO), Stati Uniti e Giappone, operante nel millimetrico e di fondamentale importanza per lo studio della formazione stellare nell'universo. Le antenne ESO sono state progettate (EIE Mestre) e in parte realizzate in Italia.</p> <p>LBT: il più grande telescopio ottico al mondo, costruito da INAF in collaborazione con Istituti tedeschi e americani. INAF gestisce l'archivio generale tramite il Centro Italiano Archivi IA2 e l'LBT Survey Center per la raccolta dei dati e la loro distribuzione alla comunità scientifica.</p> <p>SRT: la più grande antenna radio italiana dedicata principalmente allo studio dell'emissione da parte di oggetti compatti relativistici e inserita nel progetto internazionale VLBI come anche le due antenne radio di Medicina e Noto.</p> <p>VST: il maggiore telescopio del mondo per survey ottiche da terra, realizzato dall'INAF in collaborazione con ESO per effettuare grandi mappature del cielo australe e di rilievo strategico per la scienza coi telescopi del futuro.</p> <p>TNG: telescopio nazionale di 3.5 m di diametro, focalizzato su specifici programmi scientifici altamente competitivi soprattutto di caratterizzazione dei pianeti extrasolari.</p>
Dallo spazio	<p>Esplorazione del Sistema Solare: Cluster studia la magnetosfera terrestre. Mars Express, Venus Express (in fase post-operativa dal Dicembre 2014) e Cassini studiano l'atmosfera, la superficie e il sottosuolo rispettivamente di Marte, Venere e Saturno. Dawn è una missione dedicata agli asteroidi Vesta e Cerere con uno strumento PI dell'INAF. Juno studia la composizione atmosferica (strumento PI dell'INAF) e la struttura interna di Giove, mentre Rosetta è la missione più importante dell'ESA ed è dedicata allo studio della cometa 67P/CG con un notevole contributo italiano e dell'INAF (strumento PI ed uno CoPI). Juno misura la struttura interna di Giove, mentre Rosetta effettua rilevazioni in situ di una cometa.</p> <p>Stelle Galassie e Cosmologia: HST, frutto della collaborazione NASA-ESA, continua a fornire dati rivoluzionari su popolazioni stellari risolte, pianeti extrasolari, galassie vicine e lontane, supernovae e oggetti primordiali. Herschel (in fase post-operativa da Giugno 2013) analizza la formazione stellare e lo studio della formazione ed evoluzione delle galassie nell'Universo. Planck (in fase post-operativa da Ottobre 2013) è la prima missione europea dedicata allo studio della nascita dell'universo e della radiazione cosmica di fondo, tramite la produzione di mappe ad alta risoluzione. La missione Gaia è dedicata a studiare la scala delle distanze e la struttura della nostra Galassia e la dinamica e la fisica dei corpi minori nel Sistema Solare.</p> <p>Studio dell'Universo estremo: Le missioni europee XMM e INTEGRAL e le missioni NASA SWIFT e NuSTAR, tutte con rilevante contributo italiano (INAF, INFN, ASI, Università), approfondiscono lo studio dell'emissione X di numerose classi di sorgenti astronomiche, permettendo, ad esempio, lo studio dei buchi neri su scale da poche a milioni di masse solari, della materia e dei campi magnetici in condizioni estreme, e delle peculiari esplosioni stellari che generano i 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.</p>

Grandi infrastrutture di ricerca (future)

Da terra	<p>E-ELT: rivoluzionario telescopio ottico/infrarosso, di gran lunga il più grande al mondo. Esso è indicato come progetto di più alta priorità fra le grandi infrastrutture europee (ESFRI). Il programma per la realizzazione di E-ELT, approvato alla fine del 2013, è ora in fase di definizione operativa sia per la parte più propriamente di telescopio che per la parte di strumentazione. L'industria italiana ha già ottenuto un contratto di 30 Milioni di € per la costruzione dello specchio attivo denominato M4 ed è stato approvato un contratto verso INAF di 19 Milioni di € per la costruzione del sistema di Ottica Attiva MAORI. Questi due contratti superano già il contributo che l'Italia è tenuta a versare ad ESO per ELT.</p> <p>SKA: il più grande e potente radiotelescopio mai concepito, frutto di una collaborazione mondiale che si svilupperà nel corso dei prossimi dieci anni per ora in fase di progettazione.</p> <p>CTA: progetto strategico selezionato nella roadmap scientifica di ASTRONET e infrastrutturale di ESFRI dedicato alla rilevazione di raggi gamma di origine cosmica di altissima energia, fondamentali per lo studio della cosmologia e delle astro-particelle a cui l'Italia partecipa in posizione di leadership.</p> <p>EST: telescopio solare con un'apertura di 4 metri inserito nella roadmap di ASTRONET ed ora in fase di discussione ad ESFRI.</p>
Dallo spazio	<p>Missioni vicine al lancio: Bepi-Colombo è la missione "cornerstone" ESA-JAXA per studiare Mercurio: la geofisica, la geochimica, il campo magnetico, l'interazione con il Sole e gli effetti gravitazionali in relatività generale; ha un rilevante contributo italiano ed ospita 4 strumenti a PI italiano (2 dip. INAF) e 2 CoPI dip. INAF. Il programma EXOMARS è una missione europea-russa (con rilevante coinvolgimento italiano) di esplorazione marziana. Il programma prevede due missioni facenti parte di un unico programma: la prima missione (2016) prevede un orbiter e un modulo di discesa discesa il cui unico strumento a bordo è a guida italiana, mentre la seconda missione (2018) prevede un rover con un trapano.</p> <p>Missioni in preparazione: Cheops è la prima missione di classe "S" dell'ESA, il cui obiettivo è fare osservazioni follow-up di stelle con pianeti già noti (o potenziali transitanti), in modo da misurarne i transiti con fotometria ad alta precisione, Solar Orbiter è la prima missione ESA di classe "M", selezionata per studiare il plasma del vento solare, il campo magnetico da esso trasportato e le sorgenti solari che lo hanno generato. Euclid, seconda missione ESA di classe "M" dedicata allo studio di Energia Oscura, Materia Oscura e possibili deviazioni dalla teoria della Relatività Generale. Plato, terza missione ESA di classe "M" permetterà l'individuazione e la caratterizzazione di pianeti extrasolari. Juice è la prima missione ESA di classe "L", selezionata con l'obiettivo di studiare il sistema di Giove e, in particolare, le tre maggiori lune ghiacciate (Europa, Ganimede e Callisto); il contributo italiano è importante con tre PI italiani e un CoPI dell'INAF. Athena, seconda missione ESA di classe "L" sarà un osservatorio di Astrofisica in raggi X; svelerà la formazione e l'evoluzione congiunta delle due componenti di altissima temperatura ed energetiche del nostro Universo come il plasma caldo negli ammassi di galassie e gli oggetti celesti più estremi che si conoscano, ovvero i buchi neri e i lampi gamma, spingendosi fino all'epoca in cui si sono formate le prime stelle supermassicce. JWST è la missione congiunta NASA, ESA e CSA che porterà in orbita nel 2018 il più grande telescopio spaziale ottico-IR. JWST studierà i pianeti extra-solari, le regioni di formazione stellare, le popolazioni stellari e le galassie ad altissimo redshift, fino a vedere quelle formatesi in un universo giovanissimo.</p> <p>Le missioni ancora in competizione: A valle di un processo che ha visto la competizione di 27 missioni, ESA ha ristretto la rosa a tre missioni per la selezione della quarta missione di classe "M".</p> <p>Le tre missioni ancora in competizione sono: Xipe, Thor e Ariel dedicate, rispettivamente, alla polarimetria in banda X, allo studio del plasma spaziale in condizioni di turbolenza ed allo studio delle atmosfere stellari di esopianeti in orbita attorno a stelle vicine.</p>

European Research Area

Nell'ambito delle azioni implementate per la realizzazione dello Spazio Europeo della Ricerca INAF partecipa da anni attivamente alla Roadmap nazionale per ESFRI registrando contestualmente un incremento di proposte presentate e selezionate.

Nell'ambito del Settimo Programma Quadro INAF ha ottenuto finanziamenti per un importo complessivo di finanziamenti per il triennio 2013-2015 pari a 6.8 M€. Tra questi di

particolare rilievo si segnala il finanziamento di n. 4 ERC Grant coordinati da PI INAF e 2 ERC Grant in cui partecipano Strutture dell'INAF, e del COFUND (Co-funding of Regional, National and International Programmes), azione finalizzata a sostenere programmi di mobilità internazionale condotti e cofinanziati da singole organizzazioni. L'INAF è tra i pochissimi enti di ricerca italiani ad ottenere il finanziamento per un programma COFUND (AstroFit - Astronomy Fellowships in Italy) sia con il 7PQ che con Horizon 2020, AstroFit2. Come nel passato per FP7, INAF, con l'avvio di Horizon 2020 INAF si è impegnato in azioni di individuazione di progetti di eccellenza sia nel campo della mobilità dei ricercatori sia in quello delle infrastrutture di ricerca. A tale scopo è stata costituita una task force Horizon 2020 e ad oggi più di 15 progetti sono stati selezionati e finanziati per un importo complessivo di circa 8 milioni di Euro.

Personale

Per la realizzazione dei programmi e progetti scientifici e tecnologici sopra illustrati, è fondamentale che l'Istituto possa avvalersi di risorse umane altamente specializzate, ovvero di ricercatori e tecnologi, nonché personale di supporto alla ricerca, che possano garantire l'attuazione dei suddetti programmi nel rispetto delle definite roadmaps. Come più dettagliatamente illustrato nel prosieguo, il fabbisogno di personale dell'INAF nel triennio 2015-2017 è di gran lunga superiore alle possibilità assunzionali consentite dalle vigenti normative per gli Enti di ricerca, che limitano ad un'esigua percentuale l'utilizzo dei risparmi derivanti dal turn-over. Nel dettaglio, si evidenzia che a fronte di una rilevante vacanza di personale al 31 dicembre 2014, pari a complessive n. **224 unità**, i vincoli assunzionali, cui anche l'INAF è normativamente soggetto, permettono purtroppo l'acquisizione di un contingente di personale estremamente limitato nel triennio indicato (vedi cap. 3 – Fabbisogno di personale).

1. Introduzione storico-politica e Strategia dell'attuale PT 2015-2017

Il piano triennale INAF per il 2011-2013 era stato redatto in condizioni politico-economiche completamente diverse per l'Europa, per l'Italia e per INAF. Il PT (2013-2015) recepiva quelli precedenti ma teneva conto delle novità e delle discontinuità intervenute nell'anno di riferimento. Il presente PT (2015-2017) rappresenta un aggiornamento sulla traccia della nuova linea definita con i PT (2012-2014) e PT (2014-2016).

Il piano europeo per l'astronomia, ASTRONET, è entrato nella sua fase operativa; la UE ha emanato la strategia Horizon 2020, e i grandi Enti europei cardini della ricerca astronomica, ESO ed ESA, hanno lanciato o stanno lanciando a breve nuovi importantissimi progetti: due per tutti, lo *European Extremely Large Telescope*, che sarà il più grande telescopio ottico del mondo e la missione ESA L2 ATHENA, dedicata allo studio dell'Universo energetico, a sua volta la più ambiziosa missione spaziale di astrofisica delle alte energie al mondo.

Il nuovo PT dell'INAF contempla, come si vedrà, sia un *roll-on* dei precedenti piani triennali, riguardante attività in corso, giudicate di continuo interesse, sia azioni completamente nuove o che cominciano a impegnare l'ente in modo crescente per il loro interesse strategico.

Il contenuto della parte nuova del PT prosegue, a livello nazionale, nel solco del Piano Nazionale della Ricerca, PNR, del Piano Nazionale Infrastrutture e, naturalmente, dal DVS. Sempre a livello nazionale, tiene conto della crescente importanza dei progetti premiali

nonché della necessità di collaborazione con altri Enti, primi tra tutti ASI, INFN e CNR, e con le Università, parte essenziale della ricerca astronomica italiana.

La presenza della componente universitaria diventa infatti sempre più importante sia per l'apporto finanziario esterno sia, soprattutto, per l'apporto di capitale umano e di conoscenze: capitale del quale l'Ente gode sempre più attraverso un numero crescente di associati universitari.

Il presente Piano 2015-17 ha una ulteriore novità importante: la pianificazione della attività di astronomia dallo spazio in un modo nuovo, diverso dal passato. Nella visione di questo PTA è necessario che il supporto finanziario per le missioni di astronomia spaziale sia garantito ad INAF con un livello compatibile con la partecipazione, cioè l'investimento, dell'Italia in ESA.

Le cifre necessarie per tale supporto sono dettagliate (tenendole conservativamente costanti nel triennio) nella Tabella F.4. Si tratta di 44.5 Meuro/anno, calcolati sulla base della finanziamento che ASI dedicava alle "Osservazioni dell'Universo" nel passato e che nell'ultimo periodo (2012-oggi e previsioni sulla base del PTA ASI 2014-2016), invece, non ha più erogato. La drammatica situazione del supporto (o meglio, della sua mancanza) all'astronomia dallo spazio è ben descritta dalla tabella finale della sezione 5.2.1, nella quale si vede come il contributo alle Osservazioni dell'Universo da parte di ASI siano passate dal 14% (2009) all'1% (dati PTA ASI).

Tale situazione è inaccettabile nel contesto di una attività spaziale bilanciata per un paese, come l'Italia, che è il terzo investitore europeo in ESA, e che finora ha sempre avuto, grazie anche alla presenza di INAF, risultati di alto livello scientifico, tecnico ed industriale.

Per questo, proponiamo una serie di attività, mirate alla astrofisica e tecnologia spaziali, descritte in dettaglio nel par. 5.2.1, che individuano la necessità finanziaria annuale per il triennio, sommata sulle varie dimensioni. Come si vede, la cifra risultante si limita a circa la metà del budget di partenza (2009) per le "Osservazioni dell'Universo" in ASI e lo segue fino a metà della sua discesa da 88 Meuro (2009) a 6 Meuro (!), attualmente previsti nel PTA ASI per il 2016.

Sia a livello nazionale che internazionale, il PT terrà conto delle numerose collaborazioni in atto tra INAF e il resto del mondo.

Anche per una disciplina "di base" come è l'astrofisica, il PT non può prescindere da una sempre più stretta collaborazione con l'industria su svariati piani: dallo sviluppo e realizzazione di tecnologie nuove nel campo dell'ottica, della elettronica e della meccanica, alle attività di sistema, di AIV (Assembly, Integration & Verification), di controllo di qualità, incluso naturalmente il software a esse associato. Anche per questo, il PT prevede forte attenzione allo sviluppo tecnologico, con particolare riguardo ad alcune specialità "made in Italy" e al loro trattamento in brevetti anche internazionali, e soprattutto all'industria nazionale.

Oltre allo sviluppo tecnologico, l'implementazione del PT richiede un piano di sviluppo delle infrastrutture. La strategia, già iniziata nel 2011, con accorpamenti di strutture esistenti e con lo studio di possibili strutture nazionali - i Laboratori Nazionali - si è concretizzata nel corso del 2015 nella creazione dell'Osservatorio di Radio Astronomia, derivante dalla fusione dell'Osservatorio Astronomico di Cagliari con l'Istituto di Radioastronomia di Bologna, e nell'istituzione del Laboratorio Nazionale "ADONI" dedicato all'ottica adattiva. Queste azioni, tese ad aumentare l'efficienza degli interventi, la sezione d'urto dell'industria nazionale nelle gare europee e la competitività del *made in Italy* e, nel

contempo, a realizzare qualche economia di scala, mirano all'ottimizzazione delle eccellenze scientifico-tecnologiche che oggi INAF possiede sul territorio, anche in rapporto con industrie e altri enti di ricerca.

In parallelo, il PT propone un piano di sviluppo di risorse umane per INAF, basato dapprima sul completo sfruttamento delle posizioni da bandire ai vari livelli, ma anche su un allargamento di organico (TD e TI) volto al superamento, in tempi medi, del cosiddetto "precariato" a favore di dignitosi contratti TD.

Infine, il piano delle risorse economiche necessarie alla realizzazione mostrerà lo sforzo dell'Ente di ottenere finanziamenti prima di tutto in Europa e poi in Italia, da fonti esterne al "classico" FFO.

L'istituzione dell'ORA - Osservatorio di Radioastronomia

Il nuovo Osservatorio di Radio Astronomia (ORA) si configura come Struttura complessa dell'INAF, anche in virtù della sua articolazione territoriale, della sua collocazione in un ambito strategico per la ricerca dell'Istituto nonché della rilevanza quantitativa delle risorse, sia umane che strumentali, che saranno organizzate e gestite dal suo Direttore. L'istituzione della nuova Struttura di ricerca – fortemente raccomandata da un Visiting Committee internazionale nominato dal Presidente – si inquadra in una precisa strategia perseguita, in questi anni, dai vertici dell'Istituto: in un momento in cui è in forte crescita l'interesse dell'intero Paese verso il progetto SKA – Square Kilometre Array – testimoniato, tra l'altro, dallo stanziamento di 10 milioni di euro per ciascuno degli anni 2015, 2016 e 2017 riconosciuto all'INAF dal Governo italiano nella legge di stabilità 2015 (art. 1, comma 177, della Legge 23 dicembre 2014, n. 190) – l'INAF ha inteso potenziare questo importante settore della ricerca astrofisica nazionale mediante la creazione di un'unica struttura di ricerca – l'ORA appunto – capace di coordinare ed indirizzare in maniera ottimale le azioni strategiche italiane nel prossimo futuro. La nuova Struttura avrà infatti il compito di gestire tutte le facilities di radioastronomia osservativa attualmente presenti sul territorio nazionale e dovrà concentrare su di sé le attività di ricerca, di sviluppo tecnologico, di osservazione e i relativi servizi per la radioastronomia in Italia, al fine di accrescere ulteriormente il ruolo della nostra comunità scientifica in consorzi come lo European VLBI Network (EVN), lo International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IV) e in progetti come ALMA, e-VLBI, LOFAR e SKA.

Capitolo 1: La missione dell'INAF

La missione dell'INAF è efficacemente riassunta dall'articolo 1 dello Statuto, ai sensi del quale "L'INAF è Ente pubblico nazionale di ricerca e ha il compito di svolgere, promuovere e valorizzare la ricerca scientifica e tecnologica nei campi dell'astronomia e dell'astrofisica e di diffonderne e divulgarne i relativi risultati, di promuovere e favorire il trasferimento tecnologico verso l'industria, perseguendo obiettivi di eccellenza a livello internazionale." L'INAF svolge la sua missione attraverso l'attività scientifica e tecnologica presso i propri istituti distribuiti sul territorio e attraverso le grandi infrastrutture osservative da terra e dallo spazio. Le sedi territoriali sono 17, così distribuite: 1 a Torino, 2 a Milano, 1 a Padova, 1 a Trieste, 3 a Bologna, 1 a Firenze, 2 a Roma, 1 a Teramo, 1 a Napoli, 1 a Catania, 2 a Palermo ed 1 a Cagliari.

Il personale è costituito da 1046 ricercatori, tecnologi e tecnici, nonché da 168 unità che svolgono funzioni amministrative, per un totale di 1214 dipendenti del ruolo organico. Ad essi vanno aggiunti circa 670 associati e circa 360 tra assegnisti, borsisti etc.. Questa ampia base, che quasi raddoppia la capacità di ricerca dell'INAF, è frutto di ampie collaborazioni con Università italiane e straniere, grazie anche a progetti di eccellenza dell'INAF finanziati su base competitiva da istituzioni, enti e organismi nazionali ed internazionali.

Infatti, l'INAF è inserito nei più grandi progetti e collaborazioni internazionali e concorre a determinare le strategie programmatiche dei grandi organismi europei attivi nel settore della ricerca astronomica, quali l'ESO e l'ESA. Nei capitoli seguenti vengono elencate e presentate le principali convenzioni e i più rilevanti rapporti di collaborazione, sia a livello internazionale che nazionale.

L'impegno dell'INAF, negli ultimi anni, si sostanzia nel contributo alla realizzazione di progetti internazionali e di missioni dallo spazio finalizzati allo studio delle tematiche scientifiche descritte nei capitoli successivi. I risultati di tali studi sono testimoniati dalle pubblicazioni scientifiche e tecniche sulle più prestigiose riviste internazionali.

Astronomia italiana: valutazione VQR (ANVUR)

Nel corso del 2013 si è concluso il processo della Valutazione della Qualità della Ricerca (VQR) avviato dall'ANVUR alla fine del 2011. L'INAF ha chiesto e ottenuto di essere valutato come una singola entità: tale richiesta trova motivazione, da una parte, nella natura di ente monoculturale in cui la quasi totalità delle attività è concentrata nel settore scientifico-disciplinare FIS/05 e, dall'altra, nel fatto che molte attività convergono in progetti di ampio respiro che vedono coinvolti ricercatori che operano cooperativamente presso le varie strutture di ricerca dislocate sull'intero territorio nazionale.

In questa situazione, anche al fine di poter correttamente ottemperare alle richieste dell'ANVUR, l'INAF ha costituito uno specifico gruppo di coordinamento incaricato di fornire supporto ai propri ricercatori e ai propri associati nel processo di selezione dei prodotti da sottoporre alla VQR e di coordinare il flusso delle informazioni da sottoporre al processo di VQR, attraverso le risorse del CRIS dell'INAF ovvero del database di tutte le pubblicazioni dell'Ente con i relativi indici bibliometrici.

L'analisi di VQR utilizza 7 indicatori della qualità della ricerca e a ciascuno di essi è assegnato uno specifico peso. Gli indicatori e i pesi associati sono:

- qualità della produzione scientifica [peso 0.5];
- attrazione di risorse esterne [peso 0.1];
- mobilità, in termini di reclutamento o promozione di personale [peso 0.1];
- internazionalizzazione (numero dei mesi/uomo di ricercatori incoming o outgoing) [peso

0.1];

- alta formazione (dottorandi, assegnisti, borsisti) [peso 0.1];
- risorse proprie dedicate ad attività di ricerca [peso 0.05];
- miglioramento rispetto al processo di valutazione del CIVR [peso 0.05].

Per ciò che concerne la qualità della produzione scientifica, sono stati utilizzati 4 indici:

- I (voto medio dei prodotti);
- S (voto medio normalizzato alle dimensioni della struttura);
- R (rapporto fra il voto medio della struttura valutata nella data Area scientifica e il voto medio di tutti i prodotti nella stessa Area);
- X (rapporto fra la frazione di prodotti eccellenti della struttura nella data Area scientifica e la frazione dei prodotti eccellenti nella stessa Area).

Dei tre grandi enti (CNR, INAF e INFN) individuati da ANVUR, l'INAF è posizionato al secondo posto per 2 centesimi di punto dopo l'INFN, sia rispetto all'indice I che a quello R, mentre è posizionato secondo, dopo il CNR, rispetto alla frazione di prodotti di eccellenza (indice X).

L'analisi dei 7 indicatori di cui sopra evidenzia:

- come punti di forza, la qualità della ricerca e la capacità di attrarre risorse esterne;
- come punto di debolezza, la scarsa quantità di risorse interne impegnabili per attività di ricerca, in larga parte determinata dalla esiguità delle risorse complessivamente disponibili.

L'analisi evidenzia inoltre:

- la necessità di potenziare la capacità di assumere e promuovere personale qualificato attraverso processi selettivi e quella di incidere e partecipare ai processi di formazione e alta formazione (circostanza, questa, che ha stimolato un rinnovato impegno dell'Istituto nel sostegno ai dottorati di ricerca);
- la necessità di diventare maggiormente attrattivi per i ricercatori stranieri (problema che, peraltro, affligge l'intero sistema della ricerca nazionale).

Il rapporto finale VQR evidenzia, inoltre, come l'Istituto:

- abbia selezionato con grande cura i prodotti sottoposti a valutazione;
- abbia una frazione di prodotti eccellenti superiore alla media dell'area di Astrofisica in cui, essenzialmente, opera;
- unico fra i grandi enti di ricerca, abbia un positivo indicatore per le attività di terza missione.

1.2 L'Astronomia Italiana nel Contesto Internazionale

L'Astrofisica è una tematica di ricerca a capillare diffusione nella maggioranza della Nazioni del mondo. L'Astrofisica osservativa, in particolare, richiedendo accesso a Infrastrutture di grande rilevanza economica, è tradizionalmente condotta in grandi progetti consortili internazionali che favoriscono la cooperazione ed al tempo stesso la competizione tra ricercatori, Istituti, Paesi.

Si deve aggiungere che l'accesso alle grandi infrastrutture di ricerca avviene nella maggioranza dei casi in modo competitivo, attraverso la sottomissione di proposte giudicate da appositi comitati scientifici. Lo stimolo competitivo a produrre nuove idee è pertanto condizione necessaria per avere accesso alle infrastrutture, acquisire i propri dati ed infine condurre e pubblicare la propria ricerca.

L'impatto dell'Astronomia Italiana nel contesto internazionale può essere particolarmente apprezzato prendendo in considerazione un dato: il numero di autori italiani (primi autori) tra i 200 articoli più citati di ogni anno nell'intervallo 2008-2010. La Tabella che segue¹ mostra che l'Italia si posiziona al quarto posto nella classifica mondiale.

Posizione	Nazione	Totale	Frazione
1	United States	297	0.495
2	Germany	69	0.115
3	United Kingdom	61	0.102
4	Italy	39	0.065
5	France	34	0.057
6	Switzerland	21	0.035
7	Canada	17	0.028
8	Netherland	15	0.025
9	Australia	9	0.015
10	Japan	6	0.010
	Spain	6	0.010

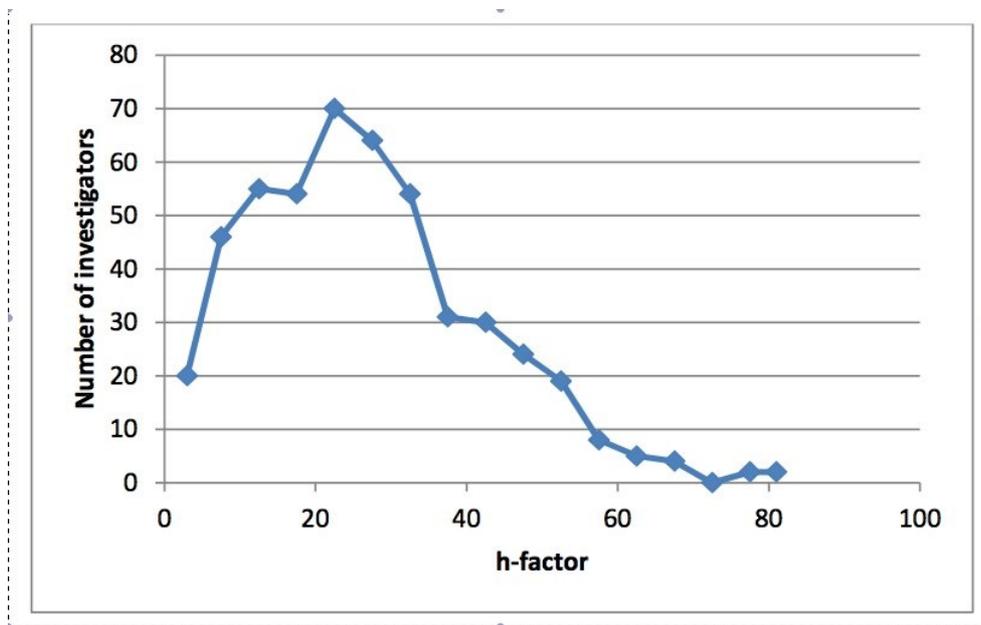
In seconda colonna sono indicati i vari stati esteri, in terza colonna la frazione di articoli per ogni nazione inclusi nei 200 più citati nel periodo considerato. Infine, in quarta colonna, troviamo la frazione rispetto al totale.

La tabella seguente mostra, invece, le prime 15 nazioni ordinate secondo il rapporto impatto nell'Astronomia/prodotto interno lordo (PIL). L'indice di impatto è calcolato considerando il rapporto tra il numero di citazioni relative ad una Nazione ed il resto del mondo. Tale indice misura la produzione scientifica astronomica di una nazione in relazione alla sua ricchezza: l'Italia occupa, in questa graduatoria, la sesta posizione nel mondo. Si fa notare che la prima posizione del Cile è essenzialmente dovuta al fatto che gli astronomi cileni beneficiano, attraverso tempo di osservazione loro garantito, dell'utilizzo dei telescopi europei (ESO) che si trovano nel deserto di Atacama.

¹Dati da: Gratton, 2014, arXiv:1402:4080, "Evaluation of Italian Astronomical Production 2010-2012"

Posizione	Nazione	ImpattoAstronomia/PIL
1	Chile	4.33
2	United Kingdom	2.19
3	Netherland	2.09
4	Germany	1.88
5	Israel	1.77
6	Italy	1.68
7	Switzerland	1.67
8	France	1.43
9	Canada	1.39
10	Spain	1.38
11	United States	1.37
12	Denmark	1.25
13	Portugal	1.24
14	South Africa	1.23
15	Sweden	1.00

Un altro parametro interessante da considerare è l'indice-H, o indice di Hirsh², una misura della produttività scientifica e del riconoscimento internazionale di un ricercatore. La distribuzione dell'indice-H per gli astronomi italiani viene mostrata nelle seguente figura, da cui si evince che l'indice-H medio degli italiani è 25 e che 43 ricercatori hanno un indice-H superiore a 50.



Si tenga conto che un indice-H maggiore o uguale a 30 significa “eccellenza scientifica ed alta rinomanza internazionale” e rappresenta il valore minimo per far parte della lista dei Top Italian Scientists stilata da VIA-Academy³. Si consideri, poi, che l'indice-H medio di

²Definizione da: Hirsch, 2005, arXiv:physics/0508025, “An Index to Quantify an individual’s Scientific Research Output”

³ www.topitalianscientists.org/Top_italian_scientists_VIA-Academy.aspx

altri paesi risulta inferiore o simile a quello italiano: si vedano, ad esempio, la Francia (21.1), la Germania (24.2), il Regno Unito (23.5) e gli USA(24.5)⁴.

Il valore dei prodotti della ricerca dei ricercatori e degli associati INAF è testimoniato dalle pubblicazioni scientifiche e tecniche sulle più prestigiose riviste internazionali. La valutazione comparativa di tali risultati è oggetto di continua analisi da parte di agenzie di valutazione indipendenti, quali, ad esempio, la Thomson Reuters che, nel contesto del monitoraggio generale della ricerca, ha confrontato l'impatto mondiale della ricerca astrofisica nel periodo 2008-2012. Questa analisi mostra l'eccellenza dell'astrofisica italiana, che ha un parametro di impatto superiore del 33% rispetto alla media mondiale e si colloca al top del ranking e con un significativo incremento, pari a ben 5 punti percentuali rispetto al periodo 2006-2010.

1.3 I risultati scientifici attesi e ottenuti

L'INAF ha conseguito un livello di eccellenza internazionale, illustrato nel paragrafo precedente, grazie ai risultati scientifici e tecnologici ottenuti nei campi più moderni e innovativi dell'astrofisica teorica e sperimentale. Nel seguito viene elencata una selezione dei risultati più brillanti ottenuti dai ricercatori dell'INAF.

1.3.1 Cosmologia: una frontiera per scoprire l'Universo primordiale e la fisica fondamentale. La formazione e l'evoluzione delle galassie con il redshift.

La cosmologia moderna copre un vasto insieme di tematiche fondamentali e consente di comprendere le prime fasi dell'Universo, la sua geometria globale e la sua evoluzione, di capire la natura e le proprietà dei suoi costituenti, ovvero delle particelle sia conosciute sia ancora sconosciute, di **collegare la cosmologia alla fisica fondamentale**, incluse le teorie della gravità. E' inoltre fondamentale ricostruire e comprendere le fasi tardive dell'evoluzione dell'Universo, con la sua ricca fenomenologia astrofisica, e le fasi primordiali della formazione delle strutture che includono l'epoca della reionizzazione cosmologica e la generazione delle prime stelle. La determinazione precisa dei parametri cosmologici, in scenari standard e non, permette di fornire risposta a questi quesiti.

La comprensione della **natura della materia oscura** (dark matter, DM) e dell'energia oscura (dark energy, DE) rivestirà un ruolo cruciale per le ricerche del prossimo decennio. Il loro impatto sulla struttura su larga scala, sul fondo cosmico a microonde (cosmic microwave background, CMB) e la loro correlazione è fondamentale per investigarne le proprietà fisiche, le loro interazioni, la loro evoluzione nel tempo cosmico, e per la comprensione della gravità sulle grandi scale cosmologiche. I dati osservabili consentono inoltre di indagare su aspetti di fisica fondamentale, quali le proprietà dei neutrini, l'eventuale violazione delle leggi e simmetrie fondamentali della fisica, la variazione delle costanti, etc. Questi studi, strettamente interdisciplinari, hanno una profonda sinergia con la ricerca diretta della DM e di altre particelle e con gli esperimenti di fisica. Si rileva, inoltre, come l'approccio multifrequenza a questi studi cosmologici consenta di conseguire un'elevata affidabilità statistica nelle risposte a queste domande fondamentali, eliminando (o limitando) l'impatto di possibili effetti sistematici.

⁴ dati tratti da Organizations, People and Strategies in Astronomy I (OPSA I), 245-252, Ed. A.Heck, @2012 Venngeist

La materia nell'universo non è distribuita in modo uniforme, ma è organizzata in strutture galattiche che si dispongono nello spazio in una ragnatela cosmica di filamenti (detta anche *cosmic web*) alla cui intersezione si formano i **gruppi e gli ammassi di galassie**, le strutture autogravitanti più massicce dell'universo. Circa l'85% di questa materia⁵ è in una forma ancora non identificata di materia oscura (DM, originariamente identificata con considerazioni di natura dinamica), mentre la materia barionica (identificabile principalmente tramite la radiazione elettromagnetica e quindi tracciata dalla cosiddetta "materia luminosa") ne compone solo il 15%.

Le galassie si formano quando il gas cosmologico cade nelle buche di potenziale degli aloni di materia oscura e collassa fino a formare stelle. Questo processo è iniziato alcune centinaia di migliaia di anni dopo il Big Bang, a partire dall'amplificazione delle piccole fluttuazioni di densità dell'universo primordiale e non si è più fermato. La distribuzione attuale delle galassie e delle strutture dell'Universo è, infatti, dovuta all'evoluzione dei semi di materia oscura primordiali ai quali i barioni si sono legati e nei quali hanno dato origine alla complessa varietà di galassie, innanzitutto ad opera dell'effetto del collasso gravitazionale, e poi per una complessa alchimia di processi fisici legati alla formazione delle stelle e ai meccanismi di riscaldamento del gas che gravità e formazione ed evoluzione stellare hanno indotto.

La mappa di Planck dell'Universo è stata la notizia dell'anno 2013 per i lettori di "Le Scienze", a testimonianza della risonanza dei risultati di questa missione anche tra l'opinione pubblica. La comunità scientifica italiana (con il ruolo chiave dell'INAF) è impegnata nell'analisi dei dati dal satellite *Planck* dell'ESA. Già dalle sole mappe di anisotropia in temperatura delle prime due survey di *Planck* si è ottenuta la stima più accurata mai raggiunta dei parametri cosmologici. Questa misura del CMB riveste un ruolo chiave per discernere tra i modelli cosmologici e per misurarne i parametri, essendo l'osservabile dell'universo primordiale che attualmente si misura con la miglior precisione. Si è verificato come un modello CDM di universo caratterizzato da soli sei parametri, con DM fredda (cold DM, CDM, con un contributo del 26.5% alla densità di energia totale attuale dell'universo), un contributo attualmente dominante di DE (68.5%), rappresentabile in termini di costante cosmologica (Λ), e solo una piccola frazione (5%) in materia barionica (quella ordinaria - atomi e molecole - sotto forma di gas, stelle, polveri, pianeti, etc.), costituisca un'ottima descrizione dei dati. I limiti stringenti posti alle non-gaussianità delle fluttuazioni del CMB, all'indice spettrale delle perturbazioni primordiali e al livello di perturbazioni tensoriali hanno permesso di escludere diverse classi di modelli inflazionari, contribuendo altresì a circoscriverne quelli più promettenti, come ad esempio il modello di Starobinsky e l'inflazione di Higgs. Rilevante è stata l'identificazione accurata dell'effetto di *weak lensing*, dovuta alle deflessioni cumulative dei fotoni del CMB nell'attraversare la struttura su larga scala, un altro promettente strumento di indagine cosmologica.

Tuttavia, alcune anomalie, specie a larga scala angolare, destano particolare interesse: *Planck* ha dimostrato come, verosimilmente, non siano dovute a effetti strumentali spuri, e siano quindi un segnale di fisica primordiale, o legato alla geometria dell'universo, o di *foreground*. L'ampia copertura di frequenza di *Planck* ha consentito di realizzare mappe accurate a tutto cielo dei segnali astrofisici (di *foreground*) galattici ed extragalattici nel

⁵ Ci si riferisce qui alle proporzioni relative tra le sole DM e materia barionica.

millimetrico e sub-millimetrico, e la produzione del miglior catalogo di sorgenti esistente a quelle lunghezze d'onda. In particolare, l'analisi dell'effetto Sunyaev-Zeldovich (SZ) sugli ammassi di galassie è stato utilizzato per analisi cosmologiche, anche sui parametri, complementari a quelle ottenute dal CMB.

La struttura su grande scala viene studiata usando anche altri traccianti cosmologici a scale più piccole rispetto al CMB quali: le galassie, gli ammassi di galassie e il mezzo intergalattico. In particolare, la comunità scientifica è coinvolta in **grandi survey** (BOSS/SDSS-III, VIPERS, ATLAS), che mirano non solo a misurare i parametri cosmologici nel modello standard ma anche a capire se vi siano deviazioni dalla relatività generale (distorsioni nello spazio dei redshift, clustering di galassie) e, più in generale, a ricostruire lo stato geometrico e dinamico dell'universo in scenari non-standard.

In particolare, la survey VIPERS (P.I. INAF) ha recentemente permesso di misurare ad epoche cosmiche ancora poco esplorate il clustering delle galassie e le distorsioni nello spazio dei redshift. E' da notare comunque che, specie su alcuni parametri cosmologici, i limiti più stringenti sono ricavati combinando le informazioni dal CMB e dalla struttura a grande scala, anche attraverso lo studio delle cross-correlazioni (effetto ISW, lensing, studi di gaussianità, masse dei neutrini, etc.).

Particolarmente rilevante, dal punto di vista scientifico, è lo studio cosmologico degli ammassi di galassie, specie ad alto redshift (sia per le proprietà di clustering che il loro numero), svolto con campagne **multi-frequenza** (CHANDRA, XMM-Newton, Swift, EVLA, GMRT, HST, LOFAR, progetto CLASH) che permettono una caratterizzazione fisica di queste importanti strutture cosmiche anche attraverso il lensing gravitazionale. Il mezzo intergalattico permette, inoltre, di stimare la temperatura della materia oscura a piccole scale attraverso la foresta Lyman-alpha (con dati ottenuti da spettrografi SDSS, UVES, Keck e X-Shooter) e in generale la struttura cosmica a $z=2-5.5$, fornendo misure geometriche e dinamiche sull'universo primordiale. Gli aspetti interpretativi vengono affrontati anche utilizzando super-computer paralleli internazionali e nazionali (per esempio "Fermi", presso il CINECA) che modellano la struttura a grande scala e sono necessari per l'analisi dati.

Per la complessità della fisica coinvolta e per le questioni ancora aperte, lo studio delle galassie e delle strutture cosmiche è uno dei campi più attivi e trainanti dell'astrofisica moderna a livello internazionale. Il ruolo dell'Italia in questo campo è di primo piano. Ricercatori dell'INAF sono alla guida di grandi survey spettroscopiche - condotte principalmente con telescopi ESO quali VLT - e fotometriche - grazie alla posizione di primo piano nello sfruttamento del VST e all'utilizzo dell'LBT. L'eccellenza italiana si evidenzia sia sul fronte osservativo, con l'utilizzo di strumentazione che copre tutto lo spettro elettromagnetico dalle lunghezze d'onda X e gamma al radio, sia sul fronte teorico con lo sviluppo numerico e analitico di simulazioni cosmologiche e modelli di evoluzione spettrofotometrica e chimica di avanguardia.

Complessivamente, l'astronomia italiana si colloca al quarto posto dell'astronomia mondiale in questo campo di ricerca, con punte di eccellenza (terzo posto nel mondo⁶) nello studio degli ammassi di galassie, degli aloni galattici e delle galassie attive.

⁶ Il ranking italiano nei vari settori e l'impatto della produzione italiana è qui ottenuto a partire dal numero di citazioni ad articoli con primo autore italiano rispetto al totale mondiale.

L'impatto della ricerca in questo campo da parte dei ricercatori italiani è testimoniato dal grande numero di citazioni degli articoli su riviste del settore e dalla loro partecipazione a grandi progetti per nuova strumentazione (CTA, ATLAS, *Euclid*) e a rilevanti collaborazioni scientifiche (SDSSIII/BOSS, UltraVISTA, CANDELS, Hershel/GOODS) anche a PI-ship italiana (VIPERS).

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

Nel campo dell'astrofisica stellare, l'INAF ha consolidato il suo ruolo di leadership internazionale conducendo ricerche di eccellenza con metodologie innovative e ottenendo risultati di grande impatto. Ad esempio, in settori come quelli riguardanti gli ammassi stellari, le popolazioni stellari e le abbondanze degli elementi chimici nelle stelle, l'Italia risulta al terzo posto (dopo Stati Uniti e Germania) nel ranking del numero di citazioni grazie al contributo dei ricercatori dell'INAF (R. Gratton ArXiv: 1402.4080). Nel settore dell'astrofisica stellare, i ricercatori dell'Istituto hanno sviluppato un invidiabile network di collaborazioni europee e internazionali e sono presenti nelle principali "joint venture" scientifiche (Gaia-ESO Public Spectroscopic Survey, VST surveys, PESSTO, etc) spesso con ruoli di leadership.

Le specifiche competenze nell'analisi dei dati fotometrici e spettroscopici presenti nell'INAF hanno consentito di utilizzare le migliori strumentazioni osservative oggi disponibili ai limiti massimi delle loro capacità tecnologiche. In questo modo, i dati di HST, VLT, LBT e dei telescopi della classe dei 10 metri hanno fornito risultati completamente innovativi nel campo degli ammassi stellari e delle stelle individuali e del mezzo interstellare (nebulose planetarie e regioni HII) nella nostra Galassia e nelle galassie del Gruppo Locale. In particolare, gli studi dei ricercatori italiani hanno dimostrato che **gli ammassi globulari sono formati da più popolazioni stellari**, rivoluzionando, in questo modo, l'idea originaria di oggetti formati di stelle di uguale età e composizione chimica e aprendo, di fatto, la strada a moderne linee di ricerca dedicate a svelare la natura di questa nuova e insospettata complessità.

Alla fine del 2013, **il satellite GAIA** ha iniziato la sua missione e, dopo aver raggiunto la sua posizione a $1.5 \cdot 10^6$ km dalla terra, ha inviato le prime immagini di calibrazione (l'ammasso NGC1818 appartenente alla Grande Nube di Magellano, una delle galassie più vicine alla Via Lattea). In due recenti press release ESA un team di astrofisici, a rilevante componente INAF, ha illustrato i primi risultati dell'analisi dei dati di commissioning del satellite Gaia, e sono sempre dell'INAF alcuni degli autori della prima ricerca scientifica sugli Alerts di Gaia in pubblicazione sulla rivista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. La missione GAIA è destinata a rivoluzionare la nostra conoscenza sulle dimensioni spaziali e sullo stato evolutivo e dinamico della nostra galassia

Il **satellite HERSCHEL**, che ha terminato le sue osservazioni scientifiche nell'aprile 2013, ha fornito osservazioni uniche della materia interstellare, migliorando la nostra conoscenza della formazione delle stelle e delle nubi di polvere e molecole fredde. HERSCHEL ha scoperto, ad esempio, molecole sempre più complesse nelle nubi molecolari di gas interstellare.

Gli studi dei **modelli teorici** di evoluzione e pulsazione stellare, dei progenitori degli eventi esplosivi di Supernova e dei processi di nucleosintesi hanno fornito accurate previsioni teoriche relative alla composizione chimica del materiale (gas, polvere, etc.) espulso da stelle di masse differenti (Supernovae, stelle di Ramo asintotico delle giganti e di grande massa, etc). I nuovi risultati di questo scenario teorico, insieme all'ampio quadro osservativo fornito dai ricercatori dell'INAF, hanno consentito di realizzare progressi importanti nella conoscenza della fisica delle stelle e costituiscono strumenti insostituibili per la comprensione della storia della materia dal Big Bang fino alla definizione dell'Universo attuale in tutte le sue componenti.

Analogamente, lo studio con tecniche e metodi innovativi degli indicatori di distanza stellari (ad esempio variabili, Supernovae e fluttuazioni di brillantezza superficiale), sia dal punto di vista osservativo che teorico, ha permesso di ottenere una visione più accurata e precisa delle dimensioni delle galassie dal Gruppo Locale (es. Grande Nube di Magellano) sino ad oltre 100 Mpc e di porre vincoli fondamentali ai parametri cosmologici (es. Supernovae di tipo Ia). In questo quadro, gli studi sulle stelle variabili sia teorici che osservativi sono stati cruciali.

L'analisi della **formazione ed evoluzione delle galassie** rappresenta un passo fondamentale per la comprensione dell'evoluzione dell'universo. L'evoluzione chimica e dinamica delle galassie è segnata dall'abbondanza di sostanze chimiche presenti nelle atmosfere delle stelle e nel gas interstellare e dalla cinematica delle stelle. I migliori laboratori per questo tipo di analisi sono certamente la nostra Galassia, o Via Lattea, e le galassie del Gruppo Locale.

I principali risultati ottenuti indicano che l'evoluzione delle abbondanze di elementi diversi, quali gli elementi alfa (O, Ne, Mg, Si e Ca) ed il ferro (Fe), sono state molto diverse e dovute ai diversi produttori stellari di questi elementi. Le supernovae II, che sono l'esplosione di stelle massive che vivono poco, sembrano infatti essere i progenitori degli elementi alfa mentre il Ferro sembra essere prodotto essenzialmente dalle supernovae di tipo Ia (nane bianche in sistemi binari). Negli anni appena passati sono stati analizzati gli effetti dei flussi di gas radiali nel disco della Galassia e di Andromeda ed il loro effetto sui gradienti di abbondanza. Da questi studi si è evinto che i dischi galattici si sono formati da dentro a fuori (inside-out). Inoltre, grazie alla grande mole di dati sulle abbondanze stellari in media ed alta risoluzione per il nucleo della Galassia, si è visto che il nucleo contiene due popolazioni principali, una legata alla presenza della barra e l'altra più simile alle stelle dell'alone: in questo modo, è stato possibile sviluppare modelli atti a riprodurre questa bimodalità. Sono state altresì misurate le abbondanze chimiche nelle stelle delle galassie sferoidali nane del Gruppo Locale, al fine di comprendere se l'alone della nostra Galassia abbia avuto origine per accrescimento di sistemi stellari simili a queste galassie. Sono stati realizzati diagrammi Magnitudine-Colore molto dettagliati per questi oggetti, onde ricostruirne la storia di formazione stellare grazie a HST, LBT e VLT.

Lo studio dei **pianeti extra-solari** è uno dei campi più attivi dell'astrofisica moderna. Grazie alle survey di velocità radiali da Terra, di transiti da Terra (es.: HARPS-N operativo al telescopio Nazionale Galileo dell'INAF) e dallo spazio (missioni Corot e Kepler), alle rivelazioni dirette con osservazioni ad alto contrasto con grandi telescopi da Terra, e alle rivelazioni di eventi di microlenti (sempre da Terra), sono stati rivelati oltre mille sistemi planetari. L'INAF è strategicamente coinvolto in questo tipo di ricerche non solo per lo spettrografo HARPS-N ma anche in un campo in cui l'Istituto detiene la leadership tecnologica internazionale: l'Ottica Adattiva, una sofisticata tecnologia che permette ai telescopi di contrastare la turbolenza atmosferica. Grazie a questa tecnica, è stato possibile

osservare direttamente la debolissima luce riflessa dei pianeti all'interno del brillantissimo (un milione di volte più intenso) alone della stella centrale.

Il quadro che emerge è complesso ed affascinante: se, da un lato, i sistemi planetari sono molto frequenti, dall'altro solo una parte di essi somiglia al nostro; inoltre, sono molto comuni i sistemi con pianeti delle dimensioni simili a Nettuno o con super-Terre a distanze dalla loro stella inferiori a quelle della Terra. Viceversa, comincia anche ad emergere un numero significativo di sistemi simili al nostro.

Rimane ancora molto incerta la frequenza di pianeti a grandi separazioni dalla stella, che possono originarsi sia mediante il meccanismo di "core accretion" all'interno del disco proto-planetario, che si pensa sia all'origine dei pianeti del sistema solare, sia per instabilità nel disco: per questo aspetto future osservazioni ad alto contrasto avranno potenzialmente un grande impatto. L'enfasi nella ricerca si sta comunque spostando dalla semplice rivelazione alla caratterizzazione dei pianeti extra-solari, che riguarda principalmente tre aspetti: l'architettura dei sistemi, la struttura dei pianeti e la composizione delle loro atmosfere. Mentre per il primo aspetto sono essenziali le misure dinamiche (massa e periodi), l'analisi della struttura richiede la misura della densità e, quindi, del raggio del pianeta e quella delle atmosfere planetarie è possibile solo attraverso misure spettroscopiche. Questi ultimi due aspetti sono possibili per i pianeti in transito e in parte anche per quelli osservati con immagini dirette.

1.3.3 Il Sole e il Sistema Solare

Il **Sole** è una stella unica in quanto permette: l'osservazione diretta di processi fisici di base di interesse per l'astrofisica e la fisica dei plasmi, lo studio dell'interazione tra stella e pianeti, paradigma per la ricerca di esopianeti in cui sia possibile o presente la vita, lo studio degli effetti sul clima dei corpi del sistema planetario, inclusa la Terra, e sulle condizioni fisiche dello spazio nella regione di interesse dell'esplorazione satellitare ed umana dello spazio (Space Weather e Space Climate), ed infine l'osservazione diretta di neutrini ad elevata energia eventualmente prodotti dall'annichilazione di materia oscura nel suo nucleo. La comunità nazionale partecipa ai maggiori progetti internazionali e nazionali di astrofisica solare, a conferma del suo ruolo rilevante nel panorama scientifico di riferimento. Sono in corso, o appena conclusi, diversi progetti finanziati per lo studio del Sole riguardanti aspetti tecnologici e scientifici di punta.

In particolare ricordiamo in ambito internazionale: la COST Action 724, "*Developing the basis for monitoring, modelling and predicting Space Weather*", la COST Action ES0803, "*Developing Space Weather Tools and Services in Europe*", la COST Action ES1005 "*Towards a more complete assessment of the impact of Solar variability on the Earth's Climate*", un network europeo multidisciplinare dedicato alla comprensione del ruolo del Sole nel clima della Terra, il progetto "*SPARC: Space Awareness for Critical Infrastructure*", finanziato dalla Commissione Europea Home Affairs, il progetto FP7-Infrastructures EST (The Large Aperture European Solar Telescope), finalizzato allo studio di fattibilità del telescopio da 4m EST, il progetto H2020-GREST (*Getting Ready for the European Solar Telescope*) legato ad attività anche industriali cruciali per la strumentazione per EST, il progetto eHEROES (EU-FP7-2010-Space), per lo studio delle caratteristiche dello spazio interplanetario, il progetto SOLID (EU-FP7-2011-Space), per l'analisi delle misure dell'irradianza solare prodotte da missioni spaziali e lo sviluppo di modelli delle variazioni dell'emissione radiativa del Sole, il progetto F-Chroma (EU-FP7-2012-Space) finalizzato allo studio dei flare solari tramite osservazioni, modelli e creazione di archivi di dati ad alta risoluzione sui flare, il progetto STORM (EU-FP7-2012-Space *Solar system plasma turbulence*):

observations, intermittency and multifractals), che studia le proprietà della turbolenza osservata nell'ambito dei plasmi solari, interplanetari e magnetosferici, infine il progetto SOLARNET (EU-FP7-2011-13-*High-Resolution Solar Physics*) volto all'integrazione delle maggiori infrastrutture europee dedicate alle osservazioni ad alta risoluzione del Sole e alla realizzazione di prototipi per lo *European Solar telescope*. In questo contesto internazionale lo strumento IBIS (*Interferometric Bidimensional Spectrometer*), attualmente presso il DST/NSO Sunspot (NM, USA), mantiene una leadership mondiale nel campo della spettropolarimetria della fotosfera e cromosfera del Sole.

In ambito nazionale ricordiamo i progetti: "*Studio della corona solare*" (fondi ASI) dedicato alla struttura fine del riscaldamento impulsivo degli archi coronali, di fenomeni di turbolenza e di sorgente e meccanismi di accelerazione del vento solare; lo studio dei processi di accelerazione e trasporto del plasma e dei raggi cosmici nell'ambiente interplanetario/magnetosferico, utilizzando le osservazioni di recenti missioni spaziali (e.g. SOHO-UVCS e CLUSTER) a cui contribuisce anche la stazione di rilevazione dei raggi cosmici da terra SVIRCO operativa fin dagli anni settanta, il PRIN MIUR 2012 "*The active sun and its effects on space and Earth climate*" connesso a problematiche di Space Weather e Space Climate ed il progetto FILAS-RU-2014-1028 per la realizzazione di una "*Banca dati di Space Weather da strumenti nello spazio ed a Terra*" legata a missioni quali ALTEA, ALTEINO, PAMELA e da strumenti a terra. Nel contesto nazionale, si devono anche menzionare le nuove opportunità create nel campo del trasferimento tecnologico e delle applicazioni dalle collaborazioni esistenti tra gruppi di ricerca e industria. Ad esempio, il progetto MOF telescope, sviluppato dalla valorizzazione delle competenze reciproche di gruppi di ricerca INAF e pmi, vincitore di un recente bando MiSE, prevede la realizzazione di un telescopio robotico per l'osservazione e il monitoraggio tomografico dell'atmosfera solare, che potrà essere utilizzato per la ricerca e le applicazioni utili allo space weather.

Diverse istituzioni scientifiche nazionali, tra cui INAF, partecipano al consorzio EAST (European Association for Solar Telescopes). Molte delle strutture osservative hanno, tra gli altri obiettivi, lo scopo di costituire una efficace rete a supporto di un servizio nazionale e internazionale per lo Space Weather come riportato nel documento ESA/PB-SSA(2009)7 rev.4 "*List of national assets potentially available to the European SSA programme*".

L'INAF da anni partecipa, rivestendo anche un ruolo primario, alle più grandi missioni spaziali internazionali di **esplorazione planetaria**, nell'ambito di missioni dell'ESA e della NASA, supportate dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI). Il ruolo dell'INAF è rilevante in quanto partecipa, in molti casi con ruoli di responsabilità (PI o CoPI), a tutte le missioni di esplorazione planetaria dell'ESA ed a molte della NASA.

In particolare, l'Istituto partecipa con ruoli di prominenza alle missioni spaziali Rosetta (ESA) e DAWN (NASA), dedicate, rispettivamente, all'esplorazione in loco della cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko (Rosetta) e del pianeta nano (1) Cerere e dell'asteroide (4) Vesta (DAWN).

Dopo 10 anni di viaggio, Rosetta è finalmente giunta al suo obiettivo nell'agosto del 2014 e nel Novembre del 2014 la sonda Philae è atterrata (primo "accometaggio" della storia) sulla cometa Churyumov-Gerasimenko. L'orbiter continuerà la sua attività scientifica accompagnando la cometa verso il perielio ed oltre fino a giugno del 2016. L'autorevole rivista *Science* non ha esitato a porre al primo posto dei risultati "breakthrough" del 2014 la missione Rosetta e i primi dati raccolti dalla sonda e dagli strumenti a responsabilità italiana (ed in particolare dell'INAF). Anche la rivista *Nature* ha in corso di pubblicazione articoli con risultati degli strumenti italiani a responsabilità INAF. In particolare si è

dimostrato che la cometa 67P/CG rappresenta un campione rappresentativo della popolazione di corpi primitivi presenti nella fascia di Kuiper, la regione più esterna del Sistema Solare. L'Italia contribuisce con tre strumenti PI (VIRTIS presso l'INAF, GIADA e SD2 il trapano del lander) ed uno CoPI (OSIRIS presso INAF), con finanziamenti importanti da parte dell'ASI.

DAWN ha già visitato Vesta negli scorsi anni ed ha raggiunto Cerere nel marzo del 2015: sono stati analizzati e studiati i primi dati disponibili per rispondere ad alcune questioni fondamentali che riguardano la formazione del nostro Sistema Solare e la composizione originale del disco protoplanetario. I principali risultati sono stati pubblicati sulle autorevoli riviste Nature e Science. Uno dei tre strumenti scientifici di bordo è lo spettrometro VIR sotto la responsabilità INAF, con finanziamenti importanti da parte dell'ASI.

Sempre nel 2016 è previsto l'arrivo di Juno in orbita di Giove. Dopo l'inserzione in orbita che avverrà nel luglio, la mission scientifica avrà inizio nel novembre de 2016 e si estenderà oltre il termine coperto da questo piano triennale. L'INAF partecipa con uno strumento a P-Iship Italiana, JIRAM (uno spettrometro ad immagine nel vicino e medio infrarosso), i cui obiettivi primari sono lo studio delle aurore e dell'atmosfera gioviana. Oltre ad un contributo tecnologico e scientifico relativo alle osservazioni il team INAF contribuirà agli studi dei team Juno sulle origini del pianeta e sistema solare.

Per quel che riguarda la missione CASSINI, l'INAF, inoltre, partecipa direttamente nei Team Scientifici di alcuni strumenti (RADAR, Radio Science, VIMS), ha inoltre il coordinamento scientifico per la parte italiana (stabilito a Roma) ed ha contribuito alla strumentazione a bordo della sonda (canale visibile strumento VIMS). La missione CASSINI sta compiendo lo studio più dettagliato mai intrapreso di un pianeta e del suo sistema di satelliti orbitando oramai dal 2004 attorno a Saturno ed studiando la composizione dell'atmosfera del pianeta, la dinamica e composizione degli anelli, la struttura interna e composizione di Titano e degli altri satelliti ghiacciati.

Per i pianeti interni, l'INAF partecipa all'esplorazione di Marte (missione ESA Mars Express, in corso da alcuni anni); gli obiettivi scientifici della missione sono lo studio dell'atmosfera, della superficie e del sottosuolo del pianeta, con cinque esperimenti (ASPERA-3, HRSC, MARSIS, OMEGA e PFS).

Lo studio di Venere è realizzato attraverso un altro progetto ESA, denominato Venus Express: anche questo progetto (ora in fase post-operativa dal Dicembre 2014), in corso da alcuni anni, vede la partecipazione dell'INAF che esprime, tra l'altro, una CoPI-ship dello spettrometro ad immagine VIRTIS, dedicato allo studio dell'atmosfera e della superficie del pianeta ed una partecipazione nello strumento ASPERA-4, Inoltre, l'ESA ha recentemente lanciato Gaia, missione dedicata allo studio degli oggetti del Sistema Solare, nell'ambito della quale l'Istituto riveste un ruolo fondamentale nel Data Processing and Analysis Consortium (DPAC), il consorzio europeo che si occupa della riduzione dei dati della missione. Gaia migliorerà di un fattore 100 la nostra conoscenza delle orbite degli asteroidi, ivi compresi quelli su orbite a rischio di impatto col nostro pianeta, e fornirà dati fisici fondamentali (proprietà rotazionali, composizione) e le prime misure accurate di massa e densità per un campione importante della popolazione. Infine, la planetologia italiana fornisce un contributo importante allo studio degli oggetti con orbite molto vicine alla terra (near-Earth objects, NEO): in particolare, va citato il progetto

NeoDys (Università di Pisa, IAPS Roma), finanziato in parte dall'ESA nell'ambito del programma SSA (Space Situational Awareness).

1.3.4 Astrofisica Relativistica e Particellare

L'astronomia delle alte energie e relativistica è stata, ed è tuttora, protagonista di un'epoca d'oro caratterizzata dalla continua entrata in funzione di nuove strumentazioni sia da satellite che da terra. Parallelamente, si è assistito ad una continua crescita delle competenze teoriche, modellistiche ed interpretative fino a portare questo settore di ricerca ad essere certamente uno dei punti di eccellenza dell'INAF. Peraltro, tutte queste attività si sviluppano a partire da una consolidata tradizione strumentale dell'INAF in questo settore e numerosi e grandi sono i progetti supportati dall'Istituto ma anche dall'ASI e dal MIUR.

Astronomia dai Raggi Gamma al TeV. I risultati ottenuti in questi ultimi anni dalle missioni spaziali *Fermi* e AGILE e dai telescopi Cherenkov, come MAGIC, sono tali da rappresentare una vera rivoluzione nel campo dell'astronomia gamma. L'ultimo catalogo di sorgenti gamma rivelate da *Fermi*, che comprende circa 3000 sorgenti, ha permesso di aprire il campo allo studio delle proprietà statistiche in banda gamma di diverse popolazioni di oggetti astrofisici. I più rilevanti risultati di *Fermi* sono: (i) i limiti alla Dark Matter (DM, sia da emissione isotropa diffusa che da emissione della galassia); (ii) la conferma dell'eccesso positrone/elettrone con rilevanti conseguenze sulla sua origine; (iii) la scoperta delle "Fermi Bubbles", emissioni gamma probabilmente connesse con l'attività del nucleo della nostra galassia; (iv) l'identificazione e lo studio di più di 100 pulsar nuove e, infine, (v) l'osservazione dell'emissione GeV dai Gamma-Ray Burst (GRB).

Molto importanti e promettenti sono anche gli studi sulle Wind Nebulae delle pulsar (PWN), sui fenomeni transienti e/o di variabilità sia da oggetti noti che non classificati nella nostra Galassia. Fra i risultati più rilevanti per l'astronomia Cherenkov spiccano: (i) la scoperta di pulsazioni della Crab Nebula ad energie fino a 25 GeV; (ii) la definizione di importanti limiti osservativi sulla presenza di materia oscura in galassie vicine; (iii) lo studio delle Spectral Energy Distribution di molti Nuclei Galattici Attivi (AGN) e, infine, (iv) la possibilità di verificare sperimentalmente le proprietà degli assiomi, particelle previste dal modello standard e da diverse sue estensioni.

Accelerazione di particelle in astrofisica e fenomeni non termici. Uno dei principali campi di attività riguarda lo studio dell'accelerazione di particelle in resti di SN e la loro connessione con l'origine dei raggi cosmici (CR). Importanti risultati sono stati ottenuti nello studio dell'accelerazione "non-lineare" di particelle da shock e delle sue implicazioni sull'amplificazione di campi magnetici agli shock e alla massima energia accelerabile. Altre ricerche sono state orientate, negli ultimi anni, allo studio dell'accelerazione di particelle negli shock delle PWN mediante uso di simulazioni numeriche di tipo magneto-idrodinamico (MHD). Su più grandi scale, negli ammassi di galassie e filamenti, risultati importanti sono stati ottenuti nella fisica dell'accelerazione di particelle e dei fenomeni non termici. Uno dei campi di attività principali riguarda lo studio dell'interazione non lineare fra particelle e turbolenza MHD e l'accelerazione di particelle da shock cosmologici. In questo campo, i dati derivano principalmente da osservazioni in banda radio di ammassi e filamenti (VLA, GMRT, WSRT).

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

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

La missione AGILE. Fra i più importanti risultati di AGILE (missione italiana) menzioniamo: (i) la scoperta di emissione gamma transiente dalla Crab Nebula, con importanti ripercussioni nel campo della fisica dell'accelerazione di particelle; (ii) la scoperta e la caratterizzazione di processi di emissione adronica in diversi resti di SN; (iii) la rivelazione e l'annuncio rapido del super-flare gamma del blazar 3C454.3 ("Crazy Diamond"), che ha permesso di effettuare una campagna a multifrequenza di grande precisione. Infine, (iv) la scoperta di emissione a energie fino a 100 MeV da parte dei Flash Gamma Terrestri (TGF) che ha avuto un grande impatto sugli studi di fisica dell'atmosfera.

La missione Swift ed i GRB. Anche la missione Swift merita, a diversi anni dal lancio, attenzione particolare per il perdurante, elevato contributo scientifico nel campo, principalmente, dei GRB ma anche della fisica delle alte energie. L'INAF è direttamente coinvolto nella gestione e nella progettazione della missione, che prosegue con la continua attività di rivelazione e caratterizzazione di circa un centinaio di GRB per anno. Questi risultati hanno condotto a studi dettagliati sulla definizione delle varie categorie di eventi di questa natura ed al loro possibile uso come indicatori cosmologici. Inoltre, una parte importante del tempo di osservazione è dedicata a sorgenti di altra natura e non si può tacere dell'eccezionale scoperta di sorgenti alimentate dalla distruzione mareale di oggetti di varia taglia, da asteroidi a stelle, seguiti per tutta la durata dell'evento.

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.

NuSTAR è un piccolo satellite della NASA concepito per studiare l'universo nei raggi X di alta energia, utilizzando per la prima volta ottiche focalizzanti nella banda 10-100 keV. In questa maniera, è circa cento volte più sensibile rispetto a ogni altra missione precedente. Lo scopo di NuSTAR è quello di studiare la distribuzione dei buchi neri nell'universo, il processo di produzione degli elementi pesanti nelle esplosioni di stelle di grande massa, e il meccanismo di funzionamento dei getti di materiale relativistico nelle galassie attive. Le strutture INAF OA Roma, IAPS e IASF-Milano sono state coinvolte nello studio del fondo strumentale. OA Roma e OA Bologna sono tuttora impegnate nell'attività di analisi dati di campi extragalattici.

Studio di Oggetti Compatti con proprietà estreme. Tra le classi di oggetti compatti identificate negli ultimi anni e oggetto di studi approfonditi spiccano i Transienti X veloci con compagna super- massiccia (SFXT) e i Transienti X estremamente deboli (VFXT). Tra le classi con proprietà fisiche estreme spiccano le Magnetar, le pulsar (radio o in accrescimento) con periodi di spin al millisecondo e i candidati buchi neri di massa stellare. Lo studio degli oggetti relativi alle prime due classi hanno anche un impatto diretto su uno degli argomenti più caldi dell'astronomia moderna, ovvero la determinazione dell'equazione di stato che governa la materia di una stella di neutroni.

In molti casi gli studi degli oggetti compatti sono basati su dati acquisiti da strumenti in più bande dello spettro elettromagnetico (dal radio all'infrarosso, all'ottico, alla banda X e Gamma). In aggiunta, ricordiamo che lo studio di questa categoria di fenomeni offre anche unici strumenti per indagare su problematiche di fisica fondamentale.

1.3.5 Ricerca di Base nel campo delle Tecnologie Astronomiche

La ricerca in campo astronomico, nell'accezione teorica ed interpretativa, è stata storicamente ed è tuttora sostanzialmente ricerca di base, con essenziali ricadute culturali. In tempi recenti, tuttavia, è cresciuta la sua importanza anche dal punto di vista di risvolti applicativi diretti (come nel caso della tempestiva osservazione di eventi di attività solare pericolose per le telecomunicazioni e il monitoraggio sistematico del cielo per l'identificazione di asteroidi su orbite a rischio di collisione con la Terra, per non parlare dello sviluppo di metodi computazionali sofisticati che possono essere spesso riutilizzati anche in ambiti diversi dalla ricerca astronomica, solo per fare alcuni esempi). L'evoluzione recente dell'Astronomia Osservativa ha determinato la necessità di costruire strumenti sempre più complessi per venire incontro alle esigenze degli esperimenti. In alcuni casi, nuovi processi di base o nuovi materiali sono stati sviluppati *ex novo* per consentire il loro utilizzo nella strumentazione astronomica all'avanguardia. Per questa ragione, l'INAF porta avanti progetti di ricerca di base ed applicata nel settore delle tecnologie astronomiche sia nei propri laboratori che in collaborazione con l'industria Nazionale. Questi progetti, pur orientati alla strumentazione Astronomica, hanno risvolti applicativi diretti anche in altri settori, al punto che l'Istituto ne promuove attivamente la diffusione e la valorizzazione. La linea di ricerca tecnologica dell'INAF abbraccia attività estremamente multidisciplinari che spaziano dalla scienza ed ingegneria dei materiali, ai modelli matematici per il processo di immagine, allo studio delle diffusione in atmosfera e dalla turbolenza.

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

Nel campo della Ricerca Tecnologica di Base gli studi si concentrano sui materiali, sui dispositivi e sui processi in embrione di interesse per la strumentazione astronomica futura ma ancora non esistenti, neppure a livello prototipale. Questa ricerca si sviluppa internamente ai laboratori dell'INAF e viene poi proposta all'industria nazionale per la industrializzazione dei processi legati, ma non necessariamente, al settore astrofisico.

Tra i dispositivi e processi recentemente affermatasi nella tecnologia astronomica a paternità o chiara leadership italiana si elencano i seguenti, a titolo esemplificativo:

Ottiche Adattive: area di sicura leadership italiana nel settore delle Ottiche Adattive Multi-Coniugate (MCAO) e nei sensori di fronte d'onda con particolare riferimento ai sensori a Piramide.

Processi di produzione di specchi per replica: l'INAF ha sviluppato, in collaborazione con l'Industria Italiana, tecniche di riproduzione di specchi ad alta e bassa qualità superficiale mediante replica a freddo (cold slumping) e replica a caldo (warm slumping). Specchi prodotti con queste tecnologie sono correntemente installati in infrastrutture esistenti o considerate baseline per infrastrutture future.

Microbilance a cristalli piezoelettrici: un consorzio guidato da INAF sta realizzando per l'Agenzia Spaziale Europea sensori di questo tipo per la misura di contaminazione spaziale,

ma che possono avere ricadute di carattere industriale, ad esempio processi di bakeout di materiali aerospaziali e monitoraggio di polveri sospese in ambienti urbani.

1.4 Azioni specifiche per rendere efficace, efficiente e economica la gestione scientifica e organizzativa dell'Ente

1.4.1 Direzione Generale

In conformità a quanto disposto dallo Statuto e dal Disciplinare di Organizzazione e Funzionamento, tenuto peraltro conto dell'avvenuta riduzione del numero degli Uffici dirigenziali, disposta con D.P.C.M. del 22 gennaio 2013, l'organigramma della Direzione Generale è stato così riarticolato:

SEGRETERIA

- *Particolare ed Amministrativa*

SERVIZI DI STAFF:

- *Affari legali*
- *Controllo di gestione*
- *Studi ed attività ispettiva*
- *Prevenzione e sicurezza sul lavoro*

CENTRO ELABORAZIONE DATI

UFFICIO I – RISORSE UMANE

Area funzionale I

Settore A: "Rapporto di lavoro – stato giuridico del personale"

Settore B: "Fabbisogni e reclutamento di risorse umane"

Area funzionale II

Settore A: "Formazione – adempimenti obbligatori – normativa d'interesse del personale" –

Settore B: "Relazioni sindacali e contrattazione integrativa"

Area funzionale III

Settore A: "Trattamento economico del personale"

Settore B: "Trattamento previdenziale e di fine rapporto"

UFFICIO II – AFFARI GENERALI E RISORSE ECONOMICHE

Area funzionale I

Settore A: "Piani di attività – bilancio preventivo e consuntivo"

Settore B: "Monitoraggio e gestione delle risorse finanziarie"

Area funzionale II

Settore A: "Contratti – gare – consorzi – fondazioni – convenzioni con Enti Pubblici e Privati"

Settore B: "Progettazione – edilizia – lavori pubblici"

Area funzionale III

Settore A: "Patrimonio, inventario ed acquisti in economia"

Settore B: "Servizi generali – manutenzione- fondo economale—Protocollo – archivio – accettazione e spedizione corrispondenza"

L'evidenziato nuovo assetto organizzativo della Direzione Generale è stato rivisto anche al fine di assicurare la massima possibile efficienza ed economicità dell'azione amministrativa e gestionale dell'Istituto, garantendo altresì il più efficace collegamento con gli Organi, gli

Organismi e le Strutture territoriali di ricerca. L'esposizione grafica consente di rilevare, in modo schematico, i flussi decisionali e le interconnessioni attivate tra le varie articolazioni della Direzione Generale.

Il nuovo modello organizzativo della Direzione Generale, ha tenuto anche conto di talune attività amministrativo-contabili di sua competenza, storicamente svolte a livello locale dagli Uffici Amministrativi delle Strutture territoriali. Tale peculiarità ha posto in rilievo l'esigenza che le funzioni di coordinamento e vigilanza fossero assicurate a livello centrale. Tutto ciò al fine di garantire la necessaria uniformità ed omogeneità delle suddette attività decentrate, anche nell'ottica della migliore ottimizzazione delle relazioni sinergiche tra tutte le strutture dell'Ente ed il mondo esterno.

Con successivi provvedimenti direttoriali sono stati inoltre attribuiti gli incarichi ai soggetti da preporre ai Servizi, alle Aree funzionali ed ai Settori dei due Uffici dirigenziali; nonché individuate le figure responsabili della Trasparenza ed Anticorruzione.

Nel delineato nuovo assetto organizzativo della Direzione Generale INAF, si è peraltro riusciti ad evitare nuovi e maggiori oneri per il bilancio dell'Ente.



1.4.2 I Laboratori Nazionali

Nel corso del 2013 la Direzione Scientifica ha posto in essere azioni tese ad ottimizzare la efficienza della ricerca tecnologica e dello sviluppo di strumentazione andando a modificare la attuale distribuzione delle competenze.

Dette iniziative sono giunte a compimento nel corso del 2015 con l'istituzione del primo *Laboratorio Nazionale Tematico* dell'INAF – ADONI (Adaptive Optics National lab in Italy) – nel quale confluiranno, a titolo sperimentale, le tecnologie per ottica adattiva, ottiche olografiche ed altri tipi di ottiche non tradizionali.

1.4.3 Riorganizzazione della Direzione Scientifica

L'organizzazione della Direzione Scientifica è articolata su sei Uffici che coordinano l'attività scientifica e tecnologica:

Unità Scientifica Centrale I: Coordinamento Scientifico, Servizi Nazionali e Risorse Storico Museali

Unità Scientifica Centrale II: Gestione Progetti da Terra

Unità Scientifica Centrale III: Gestione Progetti Spaziali

Unità Scientifica Centrale IV: Politiche Industriali, Innovazione e Trasferimento Tecnologico

Unità Scientifica Centrale V: Relazioni Internazionali

Unità Scientifica Centrale VI : ICT – Information and Communications Technologies

Coadiuvate da un servizio Centrale di Ingegneria che provvede supporto gestionale ai progetti

Non si prevede una riorganizzazione di questa struttura che si è rivelata efficiente e funzionale. Gli interventi previsti vanno soprattutto verso il rafforzamento del Servizio Centrale di Ingegneria che svolge un ruolo sempre più importante non solo nel coordinamento gestionale ma anche nella formazione delle capacità gestionali nelle sedi periferiche che sono i luoghi deputati alla costruzione e gestione dei progetti tecnologici. Un altro tipo di intervento previsto è quello di formare una unità per la valutazione scientifica di supporto alla DS nell'espletamento delle procedure di valutazione e nel fornire i dati su cui si basa la valutazione scientifica esterna (ANVUR).

Capitolo 2 Dotazione Organica

2.1 Dotazione organica

La dotazione organica dell'Ente, così come rideterminata con DPCM 22 gennaio 2013, in attuazione del comma 5, dell'art. 2, del DL n. 95/2012 convertito, con modificazioni, dalla Legge 7 agosto 2012, n. 135, è pari attualmente a 1.214 unità, suddivise per profili e livelli (vedi allegato **Tabella 2 - Dotazione Organica**).

Detta dotazione organica è tuttora caratterizzata dalla presenza di posti relativi al personale appartenente alle qualifiche del comparto Università, ovvero personale di categoria EP (ad esaurimento), e di personale di ricerca in regime di diritto pubblico che continua ad essere inquadrato nella qualifica di astronomo, non avendo esercitato il diritto di opzione per l'equiparazione nei profili del comparto Ricerca.

2.1.1 Personale in servizio al 31/12/2014

Personale a tempo indeterminato

Il personale a tempo indeterminato, in servizio al 31/12/2014, risulta essere pari a n. 989 unità, ripartite per profili e livelli, così come evidenziato nella **Tabella 2 - Dotazione Organica**.

Personale a tempo determinato

Al 31/12/2014 risultano in servizio, con contratto di lavoro subordinato a tempo determinato, n. 85 unità di personale, come evidenziato nella **Tabella 2 - Dotazione Organica**, delle quali n. 4 unità risultano a carico del Fondo ordinario (FOE) e n. 81 unità a carico di finanziamenti esterni.

Personale associato per la ricerca

Per il raggiungimento dei propri fini istituzionali, l'INAF si avvale anche di personale delle università o di altri enti pubblici e privati, nazionali ed internazionali, nonché proveniente dal mondo dell'impresa, associato alle proprie attività. L'associatura può essere attribuita anche a personale che abbia svolto, o svolga, attività di ricerca o tecnico-scientifica di rilevante interesse per i fini istituzionali dell'INAF, in particolare può essere attribuita a personale docente e personale di ricerca in quiescenza, a laureandi, dottorandi, borsisti, contrattisti o assegnisti di ricerca delle Università o di altri Enti, nazionali o internazionali. L'associatura è gratuita, ha una durata minima di tre mesi e massima di due anni ed è rinnovabile.

Il personale associato INAF alla data del 31/12/2014 risulta pari a 678 unità.

2.2 Costo del personale

2.2.1 Costo del personale a tempo indeterminato

I costi annui lordi, compresi gli oneri riflessi, del personale a tempo indeterminato al 31/12/2014 sono riportati in dettaglio nella tabella seguente. La tabella riporta, secondo il

criterio di cassa, i costi sostenuti dall'INAF nel corso del 2014 per stipendi ed altre indennità a carattere fisso e continuativo gravanti sul capitolo stipendi. I costi sostenuti, escluso il trattamento accessorio, la cui spesa grava su fondi appositamente costituiti, ammontano complessivamente ad € 49.612.152

<i>Personale T.I.</i>	<i>n. Unità</i>	<i>Costo Annuo lordo (€)</i>
Personale Astronomo	210	16.171.453
Personale Ricercatore	236	12.641.924
Personale Tecnologo*	135	7.251.663
Dirigenti Amministrativi	2	36.394
Personale Tecnico-Amm.vo	406	13.510.718
Totale anno 2014	989	49.612.152

* il costo è comprensivo dei 130 tecnologi e dei 5 EP ruolo ad esaurimento inquadrati, ai soli fini economici, nel profilo di tecnologo

2.2.2 Costo del personale a tempo determinato

I costi annui lordi, compresi gli oneri riflessi, del personale dipendente a tempo determinato al 31/12/2014 sono riportati in dettaglio nella tabella seguente. La tabella riporta, secondo il criterio di cassa, la spesa relativa a tale categoria di personale compresi gli oneri riflessi, escluse le voci a carico del fondo accessorio.

La spesa gravante sui fondi ordinari, escluso il trattamento accessorio finanziato con l'apposito fondo, ammonta ad € 143.394 mentre quella gravante sui fondi attivi è pari ad € 3.145.843 per un totale di € 3.289.237.

	<i>n. Unità</i>	<i>Costo annuo lordo (€)</i>
Personale T.D. su Fondi Ordinari*	4	143.394
Personale T.D. su Fondi Attivi	81	3.145.843
Totale anno 2014	85	3.289.237

*Il numero delle unità si riferisce al personale risultante in servizio al 31/12/2014 mentre il costo comprende tutte le somme comunque pagate al personale in attività nel corso dell'anno di riferimento.

2.2.3 Salario accessorio del personale a tempo indeterminato e determinato 2014

L'importo complessivamente erogato nell'anno 2014 ammonta ad € 5.983.922.

Tale importo, determinato secondo il criterio di cassa, comprende tutte le somme corrisposte a titolo di salario accessorio di competenza dell'anno 2014, gli oneri sulle predette somme nonché gli importi corrisposti anche a titolo di arretrato.

La tabella che segue illustra la composizione del salario accessorio:

Salario accessorio	Costo annuo (€)
Accessorio competenza 2014 erogato	3.877.296
Oneri salario accessorio 2014	1.262.834
Arretrati Accessorio	636.283
Oneri salario accessorio arretrato	207.510
Totale salario accessorio 2014	5.983.922

2.2.4 Costo del personale parasubordinato e associato per la ricerca 2014

Il personale con contratto di collaborazione coordinata e continuativa in servizio al 31/12/2014 è pari a 16 unità. Il costo sostenuto nel corso del 2014 per tale tipologia contrattuale ammonta ad € 661.485, compresi gli oneri riflessi.

Al 31/12/2014 risultavano altresì attivi n. 256 assegni di ricerca e n. 85 borse di studio.

I costi complessivi relativi a tali tipologie di contratti sono evidenziati nella tabella seguente:

Personale Parasubordinato	n. Unità	Costo annuo lordo (€)
Personale Co Co Co	16	542.541
Personale titolare di Assegno di ricerca	256	8.545.852
Personale titolare di Borsa di studio	85	1.851.422
Totale parasubordinati anno 2014	357	10.939.815

2.2.5 Costo del personale a tempo indeterminato, determinato e Co.Co.Co. su FOE 2014

Il costo sostenuto nel 2014 per il personale con contratto a tempo indeterminato, determinato e Co.Co.Co., con oneri a carico del FOE, è evidenziato nella tabella seguente:

	Costo annuo (€)
Personale T.I.	49.612.152
Personale T.D. (solo FOE)	143.394
Personale Co Co Co. (solo FOE)	0
Salario accessorio	5.983.922
Tot. anno 2014	55.739.468

2.2.6 Previsione dei costi del personale - anno 2015

Con il decreto legge 31 maggio 2010 n. 78, convertito con modificazioni dalla Legge 30/07/2010, n. 122 sono state introdotte numerose norme di contenimento della spesa pubblica che producono, inevitabilmente, notevoli effetti sulla programmazione e sulla stima dei costi del personale per il triennio 2015-2017.

L'articolo 9 del citato decreto legge 78/2010 al comma 1 stabilisce che *“per gli anni 2011, 2012 e 2013 il trattamento economico complessivo dei singoli dipendenti, anche di qualifica dirigenziale, ivi compreso il trattamento accessorio non può superare, in ogni caso, il trattamento ordinariamente spettante per l'anno 2010”*. Al comma 2 bis il medesimo articolo dispone che *“l'ammontare complessivo delle risorse destinate annualmente al trattamento accessorio del personale non può superare il corrispondente importo dell'anno 2010 ed è ridotto in misura proporzionale alla riduzione del personale in servizio”*.

Il D.P.R. 4 settembre 2013, n. 122 - in attuazione a quanto previsto dall'articolo 16, comma 1, del decreto legge 6 luglio 2011, n. 98 convertito con Legge 15 luglio 2011, n. 11 - ha disposto la proroga delle disposizioni di contenimento delle spese in materia di pubblico impiego recate dall'articolo 9, commi 1, 2 nella parte vigente, commi 2-bis e 21 del decreto legge 31 maggio 2010, n. 78 fino al 31 dicembre 2014.

Nella stessa ottica di contenimento della spesa pubblica è stato sancito il blocco, per il triennio di riferimento, degli incrementi retributivi determinati dai CCNL. In particolare, il comma 17 del citato decreto legge 78/2010 stabilisce che *“non si darà luogo, senza possibilità di recupero, alle procedure contrattuali e negoziali relative al triennio 2010-2012”*. Il sopra citato D.P.R. 122/2013 ha disposto, altresì, che si darà luogo alle procedure contrattuali e negoziali ricadenti negli anni 2013 e 2014 per la sola parte normativa e senza possibilità di recupero per la parte economica; inoltre, in deroga alle previsioni di cui all'articolo 47-bis, comma 2, del D.Lgs. 165/2001 ed all'articolo 2, comma 35, della Legge n. 203/2008, per gli anni 2013 e 2014 non si darà luogo, senza possibilità di recupero, al riconoscimento di incrementi a titolo di indennità di vacanza contrattuale.

In materia di rinnovi contrattuali, l'articolo 1, comma 254, della Legge n. 190/2014 (legge di stabilità 2015), modificando l'articolo 9, comma 17, del citato Decreto Legge n. 78/2010, ha esteso anche al 2015 la previsione secondo cui per il personale dipendente dalle amministrazioni pubbliche di cui all'articolo 1, comma 2, del decreto legislativo n. 165/2001 si può dar luogo alle procedure contrattuali e negoziali solo per la parte normativa e senza recupero per la parte economica.

In materia di indennità di vacanza contrattuale (IVC) occorre comunque tener conto di quanto stabilito dall'articolo 1, comma 452, della Legge di stabilità 2014 e delle modifiche apportate a tale norma dall'art. 1, comma 255, della Legge n. 190/2014 (Legge di stabilità 2015). Ai sensi di tali disposizioni l'IVC da considerare in riferimento a ciascuno degli anni 2015-2018, quale anticipazione dei benefici complessivi che saranno attribuiti all'atto del rinnovo contrattuale, è quella in godimento al 31 dicembre 2013. Conseguentemente, anche per il periodo 2015-2018, occorrerà fare riferimento all'IVC in vigore dal 1 luglio 2010.

A partire dal 1 gennaio 2015 invece, ferma restando l'impossibilità di riconoscere arretrati per gli anni dal 2011 al 2014, sono cessati gli effetti delle norme di contenimento delle spese di personale previste dall'articolo 9 del citato Decreto Legge n. 78/2010, concernenti il blocco dei trattamenti economici individuali (commi 1 e 2) ed il blocco economico delle progressioni di carriera comunque denominate e dei passaggi tra le aree (comma 21, terzo e quarto periodo). L'art. 1, comma 256, della Legge di stabilità 2015 infatti, ha disposto la proroga, per l'anno 2015, solo delle disposizioni di cui al primo ed al secondo periodo del

comma 21, dell'art. 9, del DL n. 78/2010, convertito con modificazioni dalla Legge n. 122/2010 ovvero delle disposizioni che prevedono il blocco dei meccanismi di adeguamento retributivo automatico per il personale non contrattualizzato, escludendo pertanto dal blocco retributivo le progressioni, comunque denominate, del personale contrattualizzato.

Stante il suddetto dettato normativo, la proiezione dei costi del personale per l'anno 2015 è stata elaborata tenuto conto dei costi sostenuti nel corso del 2014 a titolo di stipendi ed indennità fisse e continuative, anche di natura accessoria, e considerando quali unici fattori che andranno a modificare tali costi le assunzioni previste per l'anno 2015, nonché le cessazioni previste per il medesimo anno 2015, tenuto conto delle progressioni stipendiali da riconoscere al personale ricercatore e tecnologo ai sensi e per gli effetti delle vigenti disposizioni del CCNL di comparto.

Tabella costi del personale a tempo indeterminato - Previsioni 2015						
Qualifica	Livello	Personale in servizio alla data del 31-12-2014	Cessazioni 2015 (previsione)	Assunzioni 2015 (previsione)	costo unitario lordo annuo + oneri	tot costo lordo annuo + oneri
DIRIGENTE DI RICERCA	I	13	2	3	113.430	1.588.021
PRIMO RICERCATORE	II	56	0	4	82.547	4.952.835
RICERCATORE	III	167	1	15	56.867	10.292.979
TOTALE RICERCATORI		236				16.833.835
DIRIGENTE TECNOLOGO	I	2	1	0	118.290	118.290
PRIMO TECNOLOGO	II	20	0	0	77.220	1.544.402
TECNOLOGO	III	108	1	7	53.691	6.120.783
TOTALE TECNOLOGI		130				7.783.476
ASTRONOMO ORDINARIO		22	0	0	122.863	2.702.982
ASTRONOMO ASSOCIATO		53	0	0	89.908	4.765.139
RICERCATORE ASTRONOMO		135	5	0	63.963	8.315.201
TOTALE PERSONALE ASTRONOMO		210				15.783.322
COLLABORATORE TECNICO E.R.	IV	118	3	0	53.354	6.135.668
COLLABORATORE TECNICO E.R.	V	57	0	0	47.583	2.712.220
COLLABORATORE TECNICO E.R.	VI	31	0	6	42.834	1.584.849
TOTALE COLLABORATORI TECNICI E.R.		206				10.432.737
OPERATORE TECNICO	VI	45	1	0	43.342	1.907.034
OPERATORE TECNICO	VII	12	0	0	38.432	461.179
OPERATORE TECNICO	VIII	6	0	2	35.112	280.897
TOTALE OPERATORI TECNICI		63				2.649.111
DIRIGENTE GENERALE		0	0			
DIRIGENTE II fascia		2	0	0	55.467	110.934
TOTALE DIRIGENTI		2				110.934
FUNZIONARIO DI AMMINISTRAZIONE	IV	22	0	0	53.674	1.180.824
FUNZIONARIO DI AMMINISTRAZIONE	V	17	0	1	47.583	856.490
TOTALE FUNZIONARI DI AMMINISTRAZIONE		39				2.037.315
COLLABORATORE DI AMMINISTRAZIONE	V	55	0	0	48.769	2.682.289
COLLABORATORE DI AMMINISTRAZIONE	VI	13	0	0	42.834	556.839
COLLABORATORE DI AMMINISTRAZIONE	VII	13	0	5	38.432	691.769
TOTALE COLLABORATORI DI AMMINISTRAZIONE		81				3.930.897
OPERATORE DI AMMINISTRAZIONE	VII	13	1	0	39.451	473.412
OPERATORE DI AMMINISTRAZIONE	VIII	4	0	1	35.112	175.561
TOTALE OPERATORI DI AMMINISTRAZIONE		17				648.973
R.E. ex ctg. EP		5	0	0		443.252
TOTALE		989	15	44		60.653.852

Capitolo 3 Fabbisogno di personale

3.1 Fabbisogno complessivo di personale a tempo indeterminato per il triennio 2015-2017 e piano assunzionale a tempo indeterminato per il triennio 2015-2017

Il piano di fabbisogno di personale a tempo indeterminato per il triennio 2015-2017 è stato sviluppato sulla base delle rilevate necessità dell'Ente per la realizzazione dei programmi di ricerca e delle relative infrastrutture tecnico – scientifiche, tenuto conto della dotazione organica, così come rideterminata con DPCM del 22 gennaio 2013, ed è riportato nella **Tabella 3 – Fabbisogno del personale (vedi allegato)**.

A seguito dell'autorizzazione al piano assunzionale 2014-2016, rilasciata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri –Dipartimento della Funzione Pubblica e dal Ministero dell'Economia e delle Finanze – Ragioneria Generale dello Stato, con note, rispettivamente prot. n. 0000671 del 16 febbraio 2015 e prot. n. 29733 del 2 aprile 2015, l'INAF sta procedendo a bandire procedure di reclutamento ordinarie per l'assunzione delle seguenti unità di personale:

PIANO ASSUNZIONALE PTA 2014-2016				
	BUDGET AUTORIZZAZIONE A BANDIRE/ASSUMERE 2014 (CESSAZIONI 2011-2013: 1.305.978)		BUDGET DISPONIBILE AUTORIZZAZIONE A BANDIRE 2015 (CESSAZIONI 2014-2015: 533.638)	
Profilo e livello	Unità	Onere complessivo a regime unità autorizzate *	Unità	Onere complessivo a regime unità autorizzate *
Dirigente di ricerca- I livello	3	231.002		
Primo ricercatore – II livello	4	240.926		
Ricercatore – III livello	7	333.461	4	190.473
Tecnologo – III livello	3	142.854	1	47.618
Funzionario di amministrazione V livello	1	51.116		
CTER – VI livello			4	191.926
Operatore tecnico VIII livello	2	85.327		
TOTALE UNITA' AUTORIZZATE	20		9	
TOTALE SPESA PER ASSUNZIONI		1.084.686		430.017
BUDGET RESIDUO		221.292		103.621

* Gli oneri relativi alle assunzioni riportati nella tabella, sulla base dei quali l'INAF è stato autorizzato ad assumere, sono stati calcolati secondo i criteri di computo previsti dal Decreto Interministeriale del 10 agosto 2011 per gli anni di riferimento (artt. 2 e 3)

Al riguardo, si rappresenta che sono già in corso di espletamento le procedure concorsuali per il reclutamento di n. 11 ricercatori di III livello, n. 4 primi ricercatori di II livello, n. 3 dirigenti di ricerca I livello e n. 4 tecnologi di III livello, come riportate nella suddetta tabella, già previste ed autorizzate con il Piano Triennale 2014-2016, unità di personale che l'Ente procederà ad assumere a valere sul budget assunzionale 2014 (cessazioni 2011-2013), stante la proroga del termine, al 31 dicembre 2015, per procedere alle assunzioni di personale a tempo indeterminato relative alle cessazioni verificatesi negli anni 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013, così come stabilita dall'art. 1, commi 1 e 2, del Decreto Legge 31 dicembre 2014, n. 192 convertito, con modificazioni, dalla Legge n. 11/2015.

Tenuto conto che la spesa da sostenersi per le assunzioni delle unità di personale già autorizzate a valere sul budget assunzionale 2014 (cumulo delle cessazioni 2011-2013) è inferiore a detto budget, l'INAF intende utilizzare il budget residuo per l'assunzione di ulteriori 4 unità di personale di livello III con profilo di ricercatore e tecnologo ovvero per l'assunzione delle seguenti unità di personale tramite procedure di reclutamento ordinario:

Profilo e livello	Unità	Posti vacanti al 31/12/2014	Onere unitario *	Onere complessivo a regime *
Tecnologo	1	19	47.618	47.618
Ricercatore	3	23	47.618	142.854
TOTALE UNITA'	4			
TOTALE SPESA PER ASSUNZIONI				190.472
BUDGET 2014 RESIDUO				221.292

* Gli oneri relativi alle assunzioni programmate, come riportate nella tabella, sono calcolati secondo i criteri di computo previsti dal Decreto Interministeriale del 10 agosto 2011 per gli anni di riferimento (artt. 2 e 3)

Nel limite del budget assunzionale 2014, quindi, pari ad euro 1.305.978, come certificato in sede di approvazione del Piano Triennale 2014-2016, l'INAF intende procedere all'assunzione di complessive n. 24 unità di personale, per un onere complessivo a regime pari ad euro 1.275.158, così come riepilogato nella tabella seguente:

Profilo e livello	Unità	Posti vacanti al 31/12/2014	Onere complessivo a regime
Dirigente di ricerca- I livello	3	28	231.002
Primo ricercatore - II livello	4	44	240.926
Ricercatore - III livello	10	23	476.315
Tecnologo - III livello	4	19	190.472
Funzionario di amministrazione V livello	1	2	51.116
Operatore tecnico VIII livello	2	3	85.327
TOTALE	24		1.275.158
BUDGET DISPONIBILE ASSUNZIONI 2014			1.305.978

Stante quanto sopra, continua a permanere per l'Ente l'esigenza di acquisire personale tecnico, ricercatore e tecnologo, anche di elevata professionalità ovvero di II e I livello, a fronte dello svolgimento e dell'implementazione dei programmi di ricerca e scientifico – tecnologici in atto e della gestione delle relative infrastrutture, tenuto anche conto delle numerose cessazioni di detti profili e livelli che sono già intervenute e che interverranno nel corso del triennio.

Il regime assunzionale attualmente vigente per le pubbliche amministrazioni, compresi gli Enti di Ricerca, non consente una completa attuazione del piano di fabbisogno di personale a tempo indeterminato così come riportato nella **Tabella 3 – Fabbisogno del personale** (vedi allegato).

La previsione di assunzione di personale a tempo indeterminato per il triennio 2015-2017 è infatti limitata dalle restrizioni dovute ai vincoli di turnover imposti dagli attuali decreti sulla Pubblica Amministrazione, che purtroppo non soddisfano le rilevate necessità dell'Ente per la realizzazione dei programmi di ricerca e delle relative infrastrutture tecnico-scientifiche.

I limiti finanziari entro i quali gli EPR possono procedere ad assunzioni di unità di personale, nel triennio 2015-2017, sono definiti dall'art. 66, comma 14, del DL 25 giugno 2008, n. 112, convertito con modificazioni dalla Legge n. 133/2008 e successive modifiche ed integrazioni e dall'art. 3, comma 2, del Decreto Legge 24 giugno 2014, n. 90, convertito, con modificazioni, dalla Legge n. 114/2014, come segue:

- anno 2014: 50% delle risorse relative alle cessazioni dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato intervenute nell'anno 2013
- anno 2015: 50% delle risorse relative alle cessazioni dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato intervenute nell'anno 2014
- anno 2016: 60% delle risorse relative alle cessazioni dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato intervenute nell'anno 2015
- anno 2017: 80% delle risorse relative alle cessazioni dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato intervenute nell'anno 2016
- anno 2018: 100% delle risorse relative alle cessazioni dei rapporti di lavoro a tempo indeterminato intervenute nell'anno 2017

fatto comunque salvo il limite costituito dalla spesa sostenuta per il personale di ruolo, che non deve superare l'80% delle entrate correnti complessive, come risultanti dal bilancio consuntivo dell'anno precedente a quello di riferimento.

Nel merito, si rappresenta che, ai sensi del citato art. 3, comma 3, del Decreto Legge n. 190/2014, a decorrere dall'anno 2014 è consentito il cumulo delle risorse destinate alle assunzioni per un arco temporale non superiore a tre anni, nel rispetto della programmazione del fabbisogno e di quella finanziaria e contabile.

Per quanto concerne le modalità di calcolo dei risparmi da turn-over, il citato art. 3, comma 2, del Decreto Legge n. 90/2014, stabilisce che, a decorrere dal 1 gennaio 2014, non si tiene conto del criterio di calcolo di cui all'art. 35, comma 3, del Decreto Legge 30 dicembre 2008, n. 207, convertito con modificazioni dalla Legge n. 14/2009. Al riguardo, il Ministero dell'Economia e delle Finanze – Ragioneria Generale dello Stato, con nota prot. n. 29733 del

2 aprile 2015, ha segnalato all'Istituto che, con riferimento alla quantificazione del budget ed ai relativi criteri di calcolo delle risorse assunzionali per il periodo 2014-2016, non essendo più utilizzabile, per effetto della norma citata, il criterio di calcolo definito con il Decreto Interministeriale del 10 agosto 2011, la Ragioneria Generale dello Stato provvederà ad adottare un nuovo criterio, congiuntamente al Dipartimento della Funzione Pubblica. Detto criterio però, a tutt'oggi, non risulta essere stato ancora definito.

Tutto quanto premesso, sulla base delle risorse finanziarie disponibili, come derivanti dal cumulo del turn over degli anni 2014, 2015 e 2016, così come evidenziate nel **Prospetto analitico C1 e nel Prospetto sintetico C2** (vedi allegati) e calcolate secondo le modalità di computo indicate dall'art. 3, del Decreto interministeriale del 10 agosto 2011, nelle more della definizione, da parte del MEF e del Dipartimento della Funzione Pubblica, del nuovo criterio di calcolo da adottare ai sensi della normativa vigente, tenuto conto delle 9 unità di personale il cui reclutamento è già stato autorizzato con l'approvazione del piano assunzionale relativo al PTA 2014-2016, l'INAF intenderebbe acquisire, complessivamente, almeno n. 26 unità di personale, come risulta dal **Prospetto sintetico C3** (vedi allegato).

In merito alla spesa complessiva da sostenersi per le suddette assunzioni, pari ad euro 1.377.981, relativamente al budget assunzionale disponibile e pari ad euro 1.219.380, si fa presente che, nelle more della definizione del nuovo criterio di calcolo da parte del Ministero dell'Economia e delle Finanze, di concerto con il Dipartimento della Funzione Pubblica, si è prudenzialmente utilizzato il criterio di calcolo dei risparmi previsto dal Decreto Interministeriale del 10 agosto 2011, sebbene non più vigente, ovvero non sono state considerate nel calcolo dei risparmi da cessazione, per i livelli IV-VIII, tutte le voci retributive che ritornano al fondo destinato alla contrattazione integrativa (ad es. RIA, livello economico acquisito e finanziato dal fondo), mentre per i livelli I-III i risparmi da cessazione sono stati calcolati al valore iniziale delle fasce stipendiali del livello di riferimento, tenuto conto, per tutti i livelli e profili, del valore medio del trattamento accessorio, calcolato sempre secondo il criterio di cui al Decreto Interministeriale del 10 agosto 2011. Pertanto, poiché i risparmi da cessazione, sulla base del suddetto criterio, sono stati calcolati senza tener conto dell'effettivo risparmio di spesa, si evidenzia che, qualora si dovesse considerare nel calcolo dei risparmi tutto il maturato economico dei dipendenti che cessano e non solo il trattamento economico di ingresso, il budget assunzionale effettivo a disposizione dell'Ente risulterebbe evidentemente superiore a quello che è stato riportato nel citato Prospetto sintetico C3, consentendo pertanto di realizzare tutte le assunzioni previste per il triennio di riferimento.

Al riguardo, si rappresenta che le unità di personale, ricercatore, tecnologo e tecnico di supporto alle attività di ricerca, che l'Ente intende reclutare mediante procedure di reclutamento ordinario, rappresentano le risorse umane strettamente necessarie per consentire all'Ente di poter svolgere ed implementare le attività scientifico-tecnologiche e di ricerca.

Nel merito, si evidenzia che non sussistono graduatorie concorsuali vigenti che possono essere utilizzate per l'acquisizione delle suddette specifiche professionalità.

3.2 Previsione di assunzioni di personale a tempo determinato – anno 2015

Il limite finanziario previsto dall'art. 1, comma 187, della Legge 23 dicembre 2005, n. 266, così come modificato dal comma 538, dell'art. 1, della Legge n. 296/2006 e dal comma 80, dell'art. 3, della Legge n. 244/2007, per le assunzioni a tempo determinato con oneri a carico del fondo di funzionamento ordinario (FOE) è pari per l'INAF ad euro 294.356.

Tanto premesso, attualmente risultano in servizio a tempo determinato, con oneri a carico del FOE, le seguenti unità di personale:

- Dirigente Tecnologo – I livello: n. 1 unità
- Funzionario di amministrazione – V livello: n. 1 unità
- Operatore tecnico – VIII livello: n. 2 unità

per una spesa complessiva annua lorda pari ad euro 201.965.

Al riguardo si evidenzia che, stante la riduzione percentuale dei posti in dotazione organica del personale tecnico-amministrativo, operata con il DPCM 22 gennaio 2013 ai sensi dell'art. 2, comma 5, del DL n. 95/2012, che non consente l'acquisizione a tempo indeterminato di ulteriori professionalità ascrivibili a detti profili, al fine di poter far fronte alle eccezionali esigenze derivanti dalla riorganizzazione degli uffici e delle relative competenze, sia a livello centrale che periferico, al fine di garantire il corretto e regolare svolgimento delle attività di supporto della ricerca, l'INAF, nel rispetto del prescritto limite finanziario, intende procedere ad acquisire a tempo determinato, con oneri a carico del fondo ordinario, n. 1 unità di personale con profilo di Funzionario di amministrazione – V livello e n. 1 unità di personale con profilo di CTER – VI livello per una spesa complessiva annua lorda pari ad euro 90.417.

3.3 Assunzioni obbligatorie di personale disabile ex legge n. 68/1999

In ottemperanza a quanto disposto dalla Legge 12 marzo 1999, n. 68, è stata effettuata la ricognizione annuale del personale disabile in servizio a tempo indeterminato al 31/12/2014, al fine di verificare il rispetto dei prescritti oneri assunzionali.

Tale monitoraggio obbligatorio comporta che, laddove l'Ente risulti carente di tale tipologia di personale, dovrà avviare le previste procedure di assunzione delle relative unità, anche in deroga alle ordinarie procedure assunzionali subordinate all'autorizzazione da parte dei Ministeri Vigilanti.

Il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, in risposta all'interpello n. 50/2011, ha precisato che anche il personale ricercatore e tecnologo, livelli I-III, precedentemente escluso dalla base computo in quanto ritenuto equiparabile al personale ricercatore astronomo non contrattualizzato, sia da iscriversi all'interno dell'Area del personale non dirigente e, conseguentemente, da inserirsi nella base computo per calcolare la quota d'obbligo di disabili da assumere (7%).

La suddetta quota d'obbligo è stata pertanto ricalcolata secondo la nuova base computo, anche ai sensi dell'art. 7, comma 6, del DL n. 101/2013 convertito, con modificazioni, dalla Legge n. 125/2013.

Dal monitoraggio che l'Ente ha effettuato *ex lege* n. 68/99, risultano quindi da assumere, nel triennio 2015-2017, n. 32 unità di personale disabile a fronte di 989 dipendenti a tempo indeterminato in servizio al 31 dicembre 2014.

Al riguardo, si rappresenta che, a seguito della stipula di una apposita convenzione con il Dipartimento III della Città Metropolitana di Roma Capitale, ai sensi dell'art. 11 della Legge 12 marzo 1999, n. 68, l'Istituto si è impegnato a realizzare un programma di assunzioni di n. 6 soggetti disabili, ai fini della copertura delle posizioni relative alla quota d'obbligo e risultanti non coperte alla data del 31 dicembre 2014, per l'ambito di competenza della ex Provincia di Roma ovvero della città Metropolitana di Roma Capitale. A seguito della stipula di detta convenzione l'INAF ha recentemente bandito una procedura concorsuale riservata ai soggetti disabili di cui alla Legge n. 68/99, per il reclutamento di n. 5 unità di personale con profilo di Collaboratore di amministrazione - VII livello e sta procedendo altresì ad attivare una procedura per l'avviamento di una unità di personale con profilo di Operatore di amministrazione - VIII livello.

Per le restanti unità da reclutarsi, l'Ente sta valutando la possibilità di stipulare apposite convenzioni per l'avviamento di lavoratori disabili con gli Uffici del lavoro delle ex Province interessate, in alternativa ad ulteriori procedure di reclutamento, tenuto conto delle specifiche professionalità richieste dalle Strutture territoriali di ricerca.

3.4 Progressioni artt. 53 e 54 CCNL 1998-2001

In applicazione delle disposizioni previste dai CCNL del Comparto delle Istituzioni ed Enti di Ricerca e Sperimentazione concernenti le procedure di progressione di livello e di sviluppo professionale, l'INAF ha proceduto con le Organizzazioni Sindacali FLC-CGIL, CISL-FIR e ANPRI-CIDA alla stipula di due apposite ipotesi di accordo concernenti l'applicazione degli artt. 53 e 54 del CCNL del 21/02/2002.

In ottemperanza a quanto previsto dal Titolo III, del D. Lgs n. 150/2009, in particolare dalla disposizione di cui all'art. 23, le ipotesi sottoscritte sono state predisposte nel rispetto del principio della selettività, tenuto conto del fabbisogno di personale nei diversi profili e livelli interessati.

Al riguardo, si evidenzia che :

- in riferimento all'ipotesi di Accordo per l'applicazione dell'art 53, *ex* CCNL 21/02/2002 - decorrenza giuridica 01/01/2013 - la cui procedura di certificazione da parte del Collegio dei revisori è ancora in corso, sono stati destinati € 114.918, al lordo degli oneri riflessi, a carico del Fondo per il salario accessorio per il seguente numero di posizioni da bandire:

Funzionario IV livello:	12
CTER IV livello:	39
Collaboratore di Amministrazione V livello:	26
Operatore tecnico VI livello:	25
Operatore di Amministrazione VII livello:	5

- in riferimento all'ipotesi di Accordo per l'applicazione dell'art 54, *ex* CCNL 21/02/2002 - decorrenza giuridica 01/01/2013 - la cui procedura di certificazione

da parte del Collegio dei revisori è ancora in corso, sono stati destinati € 143.501, al lordo degli oneri riflessi, a carico del Fondo per il salario accessorio per il seguente numero di posizioni da bandire:

Progressione Funzionario da V a IV livello:	7 unità
Progressione CTER da V a IV livello:	10 unità
Progressione CTER da VI a V livello:	10 unità
Progressione Collaboratore di Amministrazione da VI a V livello:	3 unità
Progressione Collaboratore di Amministrazione da VII a VI livello:	3 unità
Progressione Operatore tecnico da VII a VI livello:	8 unità
Progressione Operatore di Amministrazione da VIII a VII livello:	3 unità
Progressione Operatore tecnico da VIII a VII livello:	1 unità

3.5 Assunzioni per mobilità ex art. 30 D. Lgs. n. 165/2001 e s.m.i.

Tenuto conto che la mobilità è sempre stata attuata dall'Istituto esclusivamente per i profili tecnico-amministrativi, attesa la necessaria specializzazione scientifica del personale ricercatore e tecnologo, e che i posti vacanti, nei predetti profili, si sono drasticamente ridotti a seguito del taglio operato nella relativa dotazione organica dal DPCM 22 gennaio 2013, l'INAF intenderebbe procedere ad acquisire in mobilità quel personale, già in servizio in posizione di comando, che manifesti la volontà di transitare nei ruoli dell'Ente, fatta salva la disponibilità dei relativi posti in organico e quanto previsto dai commi 424 e 425, dell'art. 1, della Legge di stabilità 2015 in merito alla ricollocazione del personale delle ex province e delle città metropolitane.

Capitolo 4 Partecipazioni Societarie

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

4.1 Quadro generale delle 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.

LBT Corporation

Per la gestione della costruzione e delle attività del Large Binocular Telescope, nel 1992 è stata costituita la LBT Corporation, organizzazione no profit di diritto. 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 2.5 Milioni di €/anno.

SKA Organization LTD

La recente istituzione di 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. Le entrate della SKA Organization sono rappresentate dalle quote di ciascun partner e la quota che l'INAF è tenuto a versare si aggira intorno ai 500.000 €/anno.

CTA: 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 Germania, UK, Svizzera, Repubblica Ceca, Spagna e Giappone Italia e nel 2015 hanno verrà formalizzato l'ingresso di Francia ed Austria

Fondazioni

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 è stata esclusivamente finanziata dall'Ente.

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

Organizzazioni in via di formalizzazione

Jive ERIC Il sistema delle antenne radio europee componenti il Very Long Baseline interferometer (EVN) raccolgono dati che vengono correlati presso il Jive in Olanda. Questa organizzazione aveva la forma giuridica di una fondazione di diritto olandese ed è stata trasformata nel 2014 in un ERIC. L'Italia è in fase di adesione a questa nuova forma statutaria e al momento partecipa tramite MOU.

Denominazione	Tipo	anno di costituzione e / partecipazione	capitale/fondo versato INAF	contributi /trasferimenti annuali	2010		2011		2012	
					Utili	Perdite	Utili	Perdite	Utili	Perdite
Apriti Cielo	Associazione	2005	10K u.t							
Festival della Scienza	Associazione	2008	40K u.t	15K u.t 2009						
CIFS	Consorzio	2005	10K u.t							
Consorzio per la Fisica di Trieste	Consorzio	2007		7.747K/anno						
COMETA	Consozio	2005	15K u.t							
Distretto tecnologico Sicilia Micro e nano Sistemi	S.c.a.r.l	2007	35k u.t	5K/anno						
Distretto aerospaziale della Campania	S.c.a.r.l	2012	20K u.t							
Distretto Aerospaziale Sardegna	S.c.a.r.l	2013	4K u.t							
Fundacion Galileo Galilei	Fondazione	2003		2,3 milioni/anno						
SKA	Company limited by guarantee	2012		250K/anno						
Jive	Fondazione scientifica di diritto olandese	1993		250K/anno						

LBT	Corporazione di diritto privato US	2004		2,3 milioni/anno						
Distretto Aerospaziale Lombardia	Associazione	2014	1.5K							

Tabella 4.1 Partecipazioni finalizzate alla valorizzazione della ricerca e al trasferimento tecnologico

Denominazione	Codice Fiscale	Sito web
Distretto Tecnologico Aerospaziale della Campania S.c.a.r.l.	03807450618	http://www.daccampania.com/
Distretto Aerospaziale Sardegna Soc. Cons. A R.L	03509480921	n.d.
Distretto Tecnologico Sicilia Micro e Nano Sistemi S.C.A.R.L.	04620770877	http://www.distrettomicronano.it/
Distretto Aerospaziale Lombardia	n.d.	http://aerospacelombardia.it

Capitolo 5. Attività di Ricerca

5.1 Introduzione: gli obiettivi generali e strategici da conseguire nel triennio

In questa sezione sono presentati gli obiettivi che l'INAF ritiene prioritari in ambito scientifico e tecnologico individuati come strategici nel Documento di Vision (DVS) dell'Ente. Nel fare ciò si è tenuto conto della roadmap scientifica definita nel piano Europeo ASTRONET, che include le priorità del programma scientifico dell'ESA "Cosmic Vision", alla redazione del quale hanno anche contribuito i ricercatori e gli astronomi dell'INAF. Di seguito, verranno elencati i temi e i quesiti fondamentali cui l'Istituto intende dare una risposta.

Di particolare rilevanza la novità introdotta nel par. 5.2.1 relativo alla astrofisica dallo spazio: in esso si propone, operativamente, un approccio nuovo teso ad evitare il declino della astronomia dallo spazio, attualmente in corso da qualche anno a causa dei mancati interventi della Agenzia Spaziale Italiana. Nel par. 5.2.1, in sostanza, si valuta la spesa necessaria alla attività di astrofisica dallo spazio e si propone di gestire direttamente tale somma, in collaborazione con ASI, senza alcun aggravio di spesa per il MIUR.

5.1.1 Cosmologia e galassie: l'Universo ad alto redshift.

Nei prossimi anni verranno rese pubbliche **le mappe finali ottenute dal satellite Planck**, basate su quattro anni di osservazione, che includeranno il pieno utilizzo dei dati sulla **polarizzazione**. Ciò consentirà di migliorare ulteriormente la precisione sui parametri, riducendo notevolmente la degenerazione tra gli stessi e l'impatto dell'ausilio di altri set di dati, e di vincolare quindi ulteriormente i modelli e la scala di energia dell'inflazione (eventualmente scoprendo i modi B primordiali associati al campo stocastico di onde gravitazionali), la fisica fondamentale e il processo di reionizzazione. Parimenti, tutti gli studi sui segnali astrofisici si avvarranno della preziosa informazione in polarizzazione.

La legacy scientifica dei dati di Planck e le analisi accurate post-periodo proprietario dureranno per molti anni e costituiranno, assieme ai metodi originali di analisi scientifica dei dati, una base di partenza fondamentale per caratterizzare gli obiettivi e i requisiti delle prossime missioni di CMB. Tra questi obiettivi emerge, ovviamente, lo studio accurato dei modi B di polarizzazione, l'estensione allo stesso di analisi accurate di geometria e non-gaussianità, la migliore caratterizzazione in frequenza delle componenti astrofisiche e del CMB, l'analisi dell'effetto SZ su tutto il volume di Hubble, con le ovvie implicazioni per la struttura su larga scala, inclusi gli effetti cinematici, una precisa caratterizzazione del segnale di fondo astrofisico nel lontano infrarosso e del suo legame con l'evoluzione delle galassie.

Come su menzionato, un metodo di indagine cosmologica che si sta rivelando sempre più promettente è l'analisi combinata (cross-correlazione) di **mappe e survey realizzate in bande diverse di frequenza** e, in particolare, quella tra le fluttuazioni del CMB e i cataloghi di galassie (alle diverse lunghezze d'onda) fornisce informazioni preziose sull'effetto Sachs-Wolfe integrato, la natura della DE, il livello di non-gaussianità delle perturbazioni primordiali. La combinazione tra le mappe di CMB di Planck e delle future missioni con le survey che si realizzeranno con SKA, Euclid, Athena, etc. si rileverà cruciale sia per queste e altre tematiche prettamente cosmologiche, sia, più in generale, per una visione tridimensionale dell'universo e dell'evoluzione cosmologica della sua ricca fenomenologia astrofisica.

Un'altra sfida interessante è rappresentata dal riuscire a caratterizzare l'evoluzione della componente barionica da alto a basso redshift utilizzando le informazioni provenienti da mezzo intergalattico, mezzo intra-cluster e oggetti collassati.

Gli obiettivi prioritari dell'astronomia extragalattica mondiale e italiana dei prossimi anni in quest'area possono essere riassunti secondo alcuni filoni principali:

- Lo studio **dell'universo ad alto redshift**, e la formazione delle prime stelle e galassie nell'universo giovane, al fine di comprendere quando e come si siano formate le prime stelle, quali sorgenti abbiano reionizzato l'universo e come si siano assemblate le prime galassie e formati i primi buchi neri e quasars;
- La comprensione delle leggi fisiche che governano le proprietà e **l'evoluzione delle galassie** sin dalla loro formazione e l'effetto dell'ambiente sui processi evolutivi per chiarire i fenomeni alla base della diversità di forme, masse, storie stellari nelle popolazioni delle galassie alle diverse epoche cosmiche;
- La **distribuzione della materia oscura intorno alle galassie** a varie epoche, grazie, per esempio, alle misure di strong e weak lensing su grandi volumi dell'universo (vedi le survey pubbliche ESO ai telescopi VST e VISTA, KiDS e VIKING innanzitutto) o dalle misure cinematiche in galassie di diversi tipi morfologici nell'universo locale, per comprendere i dettagli della distribuzione di materia oscura intorno alle galassie e discriminare tra modelli cosmologici con materia oscura 'cold' o 'warm';
- L'evoluzione della **struttura cosmica su grande scala** tracciata dagli ammassi di galassie e dal mezzo intergalattico al fine di caratterizzare proprietà di fisica fondamentale e parametri di modelli cosmologici standard e non-standard (progetti E-ELT, SKA, spettrografi ad alta e media risoluzione, survey CCAT per ammassi di galassie, Athena, SPICA).

Tali ricerche sono caratterizzate dallo studio delle proprietà delle galassie in epoche diverse del nostro universo, talvolta così lontane che, anche con l'utilizzo della più moderna strumentazione, le nostre conoscenze restano ancora parziali. Passi avanti si stanno compiendo con i dati ottenuti da ALMA a lunghezze d'onda millimetriche, con l'attuale strumentazione del VLT e con LBT.

Un contributo fondamentale per questi filoni di ricerca viene dalle grandi survey fotometriche e spettroscopiche che hanno giocato un ruolo molto importante negli ultimi anni, e continueranno a farlo nel prossimo triennio. In preparazione all'era dei grandissimi telescopi (e.g. E-ELT), le survey che vedranno impegnati i ricercatori dell'INAF nel prossimo triennio comprendono quelle ottenute con strumenti ESO-VLT, quali KMOS and MUSE, i telescopi VST, VISTA, ALMA, la partecipazione a survey quali SDSS-IV e la preparazione a nuovi strumenti e survey quali WEAVE. È facile prevedere uno sviluppo dell'acquisizione di dati "a campo integrale", in cui le galassie vengono mappate ad alta risoluzione per risolvere le singole regioni all'interno di una galassia. Questo porterà a progressi significativi nella comprensione della formazione delle diverse componenti delle galassie (dischi e sferoidi), nello studio dei buchi neri al centro delle galassie e del ruolo dei nuclei galattici attivi nell'evoluzione delle galassie che li ospitano.

5.1.2 Le Stelle, le Popolazioni Stellari e il Mezzo Interstellare: i laboratori per capire la storia della materia dal big bang ad oggi. I pianeti esterni al sistema solare: una grande sfida per l'astrofisica

Capire l'origine e la natura delle popolazioni stellari multiple negli ammassi globulari galattici e nei sistemi stellari del Gruppo Locale sarà una delle sfide più affascinanti dei prossimi anni. In attesa della futura generazione di telescopi da terra e dallo spazio (E-ELT, LSST, JWST, SKA, EUCLID, etc.), l'uso innovativo dell'attuale strumentazione dovrà svelare quantità astrofisiche fondamentali quali l'efficienza della formazione stellare, la funzione di massa iniziale, l'età, la composizione chimica, il rapporto massa luminosità, etc. degli aggregati stellari di differenti dimensioni, dai giovani ammassi stellari agli antichi globulari attraverso le deboli galassie nane fino alle distanti galassie a spirale ed ellittiche. Gli studi teorici e osservativi avranno il compito estremamente arduo di capire se la complessità delle multi-popolazioni osservate nei sistemi stellari dell'universo locale si ripeta o meno nei sistemi di ammassi globulari appartenenti a galassie di diverso tipo morfologico, storia evolutiva e caratteristiche fisiche.

E' ormai risultato acquisito che popolazioni stellari multiple sono state scoperte negli ammassi globulari galattici, una scoperta che ha rivoluzionato l'idea che le stelle di questi sistemi stellari semplici si sono formate in un unico episodio di formazione stellare. Come e quando si sono formate queste popolazioni multiple? Come e chi (stelle di AGB o di grande massa in rapida rotazione o binarie?) ha prodotto il gas necessario a formare la seconda (la terza, etc.) generazione di stelle? Quali sono le conseguenze di questa rivoluzionaria scoperta nella comprensione dei sistemi stellari esterni alla nostra galassia?

L'analisi dei dati del **satellite GAIA** – nella quale i ricercatori dell'INAF rivestono ruoli di primaria importanza – produrrà una "fotografia" unica della **Via Lattea** con informazioni uniche sulle dimensioni spaziali e sullo stato evolutivo e dinamico della nostra galassia, fornendo un banco di prova ineguagliabile per verificare, a un livello di precisione mai raggiunto, la validità delle moderne previsioni teoriche sulla formazione della Via Lattea e dei sistemi stellari più vicini. Inoltre, questi risultati forniranno calibrazioni eccezionali degli indicatori di distanza (ad esempio, variabili, supernovae e fluttuazioni di brillantezza superficiale) aprendo una nuova era in termini di precisione e accuratezza della **scala di distanza extragalattica** e dunque nella conoscenza delle reali dimensioni spaziali dell'Universo. Infine, Gaia avrà un impatto fondamentale nel derivare misure molto accurate dell'energia emessa da ciascuna stella per un campione enorme ($> 10^7$) di stelle della galassia. I ricercatori dell'INAF, che già detengono la leadership internazionale nel campo delle teorie di evoluzione e pulsazione stellare, saranno in grado di confrontare i loro modelli con questi dati, rendendo possibile un vero salto di qualità nella conoscenza della fisica stellare.

Tra le infrastrutture da cui si attendono informazioni innovative nell'ambito delle stelle e del mezzo interstellare, il telescopio ALMA, con il supporto e il coordinamento dell'"Alma Regional Centre", operativo presso l'IRA di Bologna, consentirà, insieme ai dati dei grandi telescopi (es. LBT), di comprendere i dettagli della formazione stellare e della formazione ed evoluzione di dischi protostellari/protoplanetari e dei fenomeni di accrescimento di massa delle stelle.

Le proprietà, i progenitori e i "rates" di **Supernovae** di tipo I e le diverse classi di SN di tipo II saranno oggetto di osservazioni (es. VLT, LBT, VST) e di studi teorici che avranno importanti conseguenze sulla cosmologia e nell'evoluzione chimica dell'Universo.

Inoltre, l'astrofisica stellare è chiamata a rispondere a quesiti fondamentali che guideranno le linee di ricerca più importanti del prossimo triennio e che avranno un impatto diretto sulla comprensione dell'**evoluzione della materia** nell'universo. Quali sono i meccanismi fisici che governano la formazione di stelle di massa diversa? Quali sono gli effetti dell'ambiente in cui si formano? Quali sono le proprietà fisiche dei dischi di accrescimento delle stelle in formazione? Quale è il ruolo dei jet collimati supersonici e degli "outflow" spesso osservati in associazione ai dischi di accrescimento? Come questi flussi energetici influenzano la struttura e i processi fisici nelle regioni dei dischi dove si stanno per formare i pianeti? La funzione di massa iniziale (IMF) è universale? Il tasso di formazione delle stelle (SFR) segue la stessa legge in galassie di differente età e "redshift"? Con quale precisione conosciamo le dimensioni dei sistemi stellari locali e di quelli remoti? Quali sono le incertezze delle Cefeidi e degli indicatori di distanza nel misurare la distanza attraverso la scala di distanza extragalattica? Cosa sappiamo realmente dei progenitori stellari che esplodono come Supernovae? In quale modo la curva di luce delle Supernovae di tipo Ia dipende dalle proprietà fisiche dei progenitori? Interpretiamo correttamente il crescente "zoo" di esplosioni di Supernovae? Siamo in grado di prevedere (e con quale precisione) gli elementi prodotti dai processi di nucleosintesi nelle Supernovae e nelle stelle di ramo asintotico delle giganti (AGB)?

Inoltre, deve ancora essere definita uno scenario convincente per **la prima generazione di stelle** comparse nell'epoca della reionizzazione e cioè della ricercatissima popolazione III. Come si sono formate le prime stelle e le prime galassie e come si sono evolute? Qual è l'interazione tra stelle, radiazione, gas e polvere durante la storia evolutiva di una galassia? Recentemente, sono state scoperte stelle raggruppate in deboli e ultra-deboli galassie nane. Queste strutture sono i reperti del processo di formazione gerarchico di galassie di massa più grande come la Via Lattea? Che cosa sappiamo riguardo al contenuto di materia oscura in queste galassie che presentano un rapporto massa-luminosità elevatissimo? I telescopi Cerenkov di nuova generazione (ASTRI, CTA) saranno in grado di dimostrare l'esistenza della materia oscura in queste galassie? Quali inesplorati eventi sulle prime fasi della formazione della nostra galassia possiamo scoprire studiando le popolazioni stellari di queste galassie?

Nel prossimo futuro ci aspettiamo nuovi ed importanti risultati relativi a distanze, velocità radiali e abbondanze chimiche per milioni di stelle ad opera di grandi surveys (RAVE, OGLE, APOGEE, HERMES, GES, LAMOST) e dai telescopi del presente e del futuro (VISTA, VST, ALMA, Gaia, JWST and E-ELT). Attraverso queste surveys e questi strumenti saremo pertanto in grado di studiare molto più in dettaglio l'evoluzione chimica della Galassia e di tutte le galassie del Gruppo Locale (sferoidali nane, nane ultra-deboli, irregolari nane e spirali) e di verificare le teorie di formazione delle galassie, nonché delle diverse componenti stellari della nostra Galassia. Questo studio chiarirà anche l'evoluzione delle galassie nelle prime fasi e consentirà di capire il ruolo delle prime stelle e la loro natura.

E' importante sottolineare che l'insieme di questi risultati, insieme alla grande esperienza dei ricercatori dell'INAF nel campo dell'astrofisica stellare, costituiranno uno strumento investigativo privilegiato e cruciale nel comprendere la formazione e l'evoluzione delle popolazioni stellari osservate nelle galassie dell'universo locale fino a quelle remote ad alto "redshift".

L'astronomia italiana ha acquisito negli ultimi anni la capacità di contribuire in modo decisivo allo studio dei **pianeti extra-solari**. Il TNG si sta specializzando come uno dei telescopi capaci delle migliori osservazioni, grazie ad HARPS-N, che fornisce velocità radiali di altissima precisione rivaleggiate solo da HARPS-S all'ESO (anch'esso fortemente

utilizzato dalla nostra comunità), e a GIANO, che nel prossimo triennio potrebbe avere un ruolo unico come spettrografo ad alta risoluzione nel vicino IR. Per sfruttare appieno queste possibilità, la comunità italiana non solo partecipa al consorzio che utilizza il tempo GTO ad HARPS-N (in particolare per il follow-up di Kepler) ma ha costituito il consorzio GAPS per utilizzare lo strumento durante il tempo italiano. Iniziative analoghe sono in progetto per l'utilizzo di GIANO. In prospettiva, la comunità è molto impegnata in ESPRESSO, il nuovo spettrografo ad alta risoluzione per il VLT, che dovrebbe entrare in funzione verso la fine del triennio. ESPRESSO dovrebbe permettere la rivelazione di pianeti analoghi alla Terra attorno a stelle un po' più piccole del Sole. Nel corso del 2014 dovrebbe inoltre diventare operativo all'ESO il nuovo strumento ad alto contrasto SPHERE, alla cui realizzazione l'INAF ha molto contribuito. SPHERE dovrebbe permettere di rivelare e caratterizzare alcune decine di pianeti a grandi separazioni, determinandone la frequenza. Uno strumento più semplice (SHARK), ma con potenzialità simili, è in studio per entrare presto in funzione ad LBT. L'Italia ha anche un ruolo importante in due missioni approvate dall'ESA (CHEOPS e PLATO) destinate allo studio di pianeti in transito: CHEOPS permetterà misure di altissima precisione su alcuni sistemi selezionati, mentre PLATO consentirà di rivelare un grande numero di sistemi, molti dei quali potranno poi essere studiati in dettaglio da E-ELT ed altri strumenti da Terra. Infine, un ruolo fondamentale sarà svolto da Gaia: mentre il pieno impatto delle migliaia di sistemi che ci si aspetta di scoprire richiederà l'analisi dei dati completi della missione, si stima che già i dati preliminari disponibili alla fine del 2015 permetteranno la determinazione delle masse per diversi pianeti rivelati con immagini dirette, contribuendo alla comprensione delle prime fasi di evoluzione dei pianeti.

5.1.3 Il Sole e il sistema solare: le grandi potenzialità scientifiche delle missioni di esplorazione spaziale

Proseguiranno gli studi dei dati di tutte le missioni spaziali in corso, sia di quelle che hanno già raggiunto i corpi da studiare, sia di quelle che sono fase di crociera e sia di quelle in fase post-operativa.

Il triennio di riferimento vedrà la preparazione della missione spaziale Solar Orbiter del programma ESA Cosmic Vision 2015-2025 (lancio previsto nel 2018). La definizione dei requisiti scientifici e tecnici del coronografo METIS (PI INAF) è sotto la responsabilità italiana; METIS otterrà per la prima volta immagini della corona solare simultaneamente nelle bande del visibile, UV ed EUV e studierà origine ed evoluzione dell'eliosfera, osservando l'accelerazione del vento solare e la propagazione iniziale delle sue perturbazioni in corona. Il coronografo SCORE, progettato e realizzato dalla comunità INAF come prototipo di METIS sarà lanciato a breve per la seconda volta con un razzo suborbitale nel quadro del programma Herschel della NASA, in collaborazione con il Naval Research Laboratory.

La comunità eliosferica nazionale parteciperà poi a livello di Co-PIship anche alla suite di plasma SWA, collaborando al disegno dei 4 sensori, alla definizione dei loro requisiti scientifici e fornendo il Data Processing Unit ed il S/W di bordo. SWA fornirà misure in-situ di protoni, elettroni, particelle alfa e ioni minori a risoluzioni temporali mai raggiunte nell'eliosfera interna, fondamentali per individuare i meccanismi fisici alla base del riscaldamento ed accelerazione del vento solare. La comunità scientifica italiana fornirà anche un importante contributo nell'elaborazione delle tecniche di ricostruzione di immagini per lo strumento STIX dedicato all'acquisizione di immagini della corona solare nei raggi X.

A seguito del finanziamento dello studio di fattibilità del telescopio di futura generazione EST, nell'ambito del progetto FP7-INFRASTRUCTURES. EST: The large aperture European Solar Telescope, è stato presentato lo studio di un telescopio gregoriano in asse di classe 4 metri ottimizzato per lo studio della dinamica e dell'interazione tra il plasma della stella e i campi magnetici nella fotosfera e cromosfera della stella, i processi MHD all'origine degli eventi coronali che determinano lo Space Weather. Questo progetto vede attualmente i finanziamenti SOLARNET (EU-FP7-2011-I3-High-Resolution Solar Physics) e H2020-GREST (Getting Ready for the European Solar Telescope). SOLARNET raccoglie più di 500 ricercatori di fisica solare europei con 32 partner provenienti da 16 paesi: 24 istituti di ricerca dell'UE; 6 aziende private europee; 2 istituti di ricerca negli Stati Uniti. Il progetto riunisce e integra le principali infrastrutture europee di ricerca nel campo della fisica solare ad alta risoluzione al fine di promuoverne l'uso coordinato e lo sviluppo. Gruppi di ricerca ed industriali nazionali, all'interno delle collaborazioni SOLARNET e GREST, sono coinvolti nella realizzazione di prototipi e strumentazione di punta per telescopi di futura generazione nel campo: dei sistemi di MCAO e sistemi ad ottiche deformabili, di interferometri a grande campo e controllo nanometrico di posizionamento delle cavità ottiche e di elementi ottici e di reiettori di calore al fuoco primario. Più in dettaglio, il progetto GREST prevede, sotto la diretta responsabilità di gruppi di ricerca INAF, lo studio del sistema di ottica adattiva multiconiugata del telescopio solare europeo EST, e di nuovi approcci al wavefront sensing a grande campo mediante sensori ad altissima efficienza, con notevoli ricadute e sinergie previste, nel medio termine, anche nel campo della strumentazione avanzata notturna.

Per quanto concerne, poi, la missione ESA Proba-3 (formazione di satelliti), si rileva come la comunità eliosferica dell'INAF abbia sviluppato il prototipo dello spettro-polarimetro elettro-ottico ASPIICS del coronografo, che è stato già collaudato durante osservazioni di eclissi naturali e verrà installato presso il Lomnický štít Observatory, in Slovacchia; il coronografo in questione potrà osservare, per la prima volta, la base della corona solare per periodi molto estesi (grazie a una geometria di eclissi artificiali di un satellite rispetto all'altro). L'obiettivo scientifico è la diagnostica dei campi magnetici coronali. Questo progetto è supportato dalla EU-Cost Action MP 1104 "Polarization as a tool to study the Solar System and beyond", che ha anche finanziato in passato l'attività della forte comunità italiana attiva nel campo della polarimetria in tutte le branche dell'Astrofisica e delle Scienze Planetarie.

Spostando l'attenzione dal sole agli effetti dell'attività solare e del vento solare sullo spazio circumterrestre, è bene menzionare che il radar ionosferico, a guida italiana, installato nel 2013 presso la base Concordia in Antartide, continua a fornire regolarmente osservazioni. Questo radar fa parte della catena internazionale SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network), dedicata allo studio della ionosfera ad alta latitudine, per la comprensione dei processi dello spazio circumterrestre e nel contesto dello Space Weather. Sempre in quest'ambito, l'osservatorio S.V.I.R.CO (Studio Variazioni Intensità Raggi Cosmici) continuerà ad effettuare misure della componente secondaria nucleonica del flusso di raggi cosmici. L'osservatorio, parte delle rete mondiale dei neutron monitor, è considerato, per efficienza ed affidabilità, uno dei siti osservativi essenziali per la ricerca internazionale nel settore delle relazioni Sole-Terra.

Nel 2017 è previsto il lancio di Bepi Colombo, missione “cornerstone” ESA e JAXA per lo studio di Mercurio, con due satelliti che orbiteranno intorno al pianeta. La missione è progettata per studiare la composizione, la geofisica, l'atmosfera, la magnetosfera e la storia di Mercurio facendo tesoro delle osservazioni compiute dalla sonda Messenger della NASA. In particolare, lo studio della parte solida del pianeta (l'attività vulcanica, l'abbondanza di elementi volatili nella crosta, l'età della crosta e la sua composizione, la struttura interna del pianeta e l'origine del suo campo magnetico, la composizione dei depositi polari), lo studio dell'esosfera (composizione e dinamica in relazione all'attività solare) e del campo magnetico (e sua interazione con il vento solare) ed infine anche fornire un test della teoria della relatività con una accuratezza mai raggiunta in precedenza. Il contributo dell'INAF è rilevante attraverso gli esperimenti SIMBIO-SYS (una suite di strumenti che combina una camera ad alta risoluzione, una stereocamera ed uno spettrometro ad immagine per lo studio della superficie del pianeta dal punto di vista della sua composizione e geologia), SERENA (un esperimento internazionale a guida INAF consistente in quattro strumenti per l'osservazione di particelle cariche e neutre per lo studio delle interazioni tra superficie, esosfera e magnetosfera del pianeta), ISA (un accelerometro per rilevare le accelerazioni agenti sul satellite di origine nongravitazionale) e MORE, lo strumento di Radio Scienza dedicato allo studio del campo gravitazionale di Mercurio e alle verifiche della relatività generale.

E' in fase realizzativa il programma marziano EXOMARS, che è strutturato in due sonde: la prima TGO - Trace Gas Orbiter che verrà lanciata nel 2016 e che trasporta a bordo un lander denominato Schiaparelli, il cui unico strumento DREAMS, avente come obiettivo lo studio dell'ambiente marziano, è a PIsip INAF; la seconda trasporta un rover ed una stazione fissa al suolo. L'obiettivo della prima missione è lo studio delle componenti minori dell'atmosfera marziana dall'orbiter ed effettuare misure di tipo climatologico sulla superficie. Il rover del 2018 avrà il compito principale di rilevare tracce, se esistono, di condizioni adatte alla vita a profondità di circa due metri, in condizioni ritenute immuni dall'effetto di interazione con il vento solare e raggi cosmici. In entrambe le missioni è rilevante il contributo di diversi gruppi di ricercatori dell'INAF che hanno proposto la strumentazione sia per l'orbiter (NOMAD) che per il rover con l'obiettivo di studiare la struttura geologica superficiale del pianeta attraverso un sistema di telecamere (CLUPI) e la mineralogia del sottosuolo attraverso uno spettrometro miniaturizzato (Ma_MISS).

Nell'ambito della missione GAIA, ci si attende una rivoluzione nel campo della ricerca sulle proprietà fisiche degli asteroidi, con un importante contributo dell'Istituto che è molto ben rappresentato negli incarichi di maggiore responsabilità legati alla riduzione ed interpretazione dei dati relativi ai piccoli corpi del sistema solare.

5.1.4 Astrofisica Relativistica e Particolare

In un discorso ad ampio respiro, proiettato negli anni futuri, lo studio degli oggetti compatti galattici trarrà notevole giovamento dall'attuale sviluppo, con forte coinvolgimento dell'INAF, di missioni e strumenti dedicati alle diverse bande energetiche. Tra questi, vi sono certamente ASTRI e mini-arrays (come passi preliminari e fondamentali del progetto internazionale CTA) nella banda TeV, SRT e SKA nel radio e, con prospettiva molto più lunga, ATHENA nella banda X, con lo sviluppo di microcalorimetri capaci di garantire una risoluzione spettrale mai raggiunta a queste energie.

Rilevante sarà, inoltre, il contributo della missione LOFT, che ha come obiettivo primario il timing ad alta sensibilità, e dei telescopi Cherenkov (come MAGIC, con ampia partecipazione dell'INAF) di attuale generazione, che consentiranno di proseguire gli studi dei fenomeni di accrescimento e di accelerazione di particelle fino ad altissime energie in varie sorgenti astrologiche, da binarie X e pulsar ad AGN.

Di particolare interesse ed attualità è la possibilità, tramite osservazioni ad alte energie, di ottenere importanti informazioni sulla natura della materia oscura andando a studiarne i possibili decadimenti in ambienti ad elevato rapporto massa/luminosità. In tal senso, la disponibilità di missioni come NuSTAR, con sensibilità ad energie più alte degli attuali telescopi X, permetterà di ottenere informazioni spettrali più complete per un'ampia gamma di sorgenti. La missione Swift, con il suo ricco parco strumenti, sebbene attiva ormai da quasi 10 anni, rappresenterà ancora uno strumento insostituibile per la ricerca nel campo dei GRB ma anche per il crescente interesse nei confronti dei transienti di alta energia.

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

L'INAF è altresì coinvolto nella rete EVN e VLBI e in progetti in preparazione al VLBI spaziale, compreso il progetto Radioastron, con osservazioni radio ad altissima risoluzione spaziale e nella banda delle alte frequenze radio, nonché nei progetti LAGEOS e LAGEOS II e nella collaborazione internazionale LIGO/Virgo per lo studio delle Onde Gravitazionali.

L'analisi delle Onde Gravitazionali e dei neutrini di alta energia sta entrando nella piena maturità aprendo prospettive di studio della fisica fondamentale estremamente stimolanti. La cosiddetta astronomia a "multi-messaggio", dove informazioni di tipo elettromagnetico e non convergeranno nella caratterizzazione astrofisica degli oggetti studiati, appare essere uno dei settori di più promettente sviluppo nei prossimi anni e nel quale un'ampia partecipazione di scienziati del nostro ente è presente sia nel lato strumentale (NTE, VST, ecc.) che di modellizzazione ed interpretazione teorica. In questo contesto, la flessibilità operativa di Swift rappresenta ancora un contributo irrinunciabile.

5.1.5 Strumentazione Astronomica

La produzione di risultati scientifici di eccellenza è legata anche alla qualità e versatilità della strumentazione astronomica, a disposizione della comunità INAF, montata su telescopi da terra e dallo spazio.

Numerosi gruppi collaborano per la costruzione di strumentazione innovativa e tra gli strumenti in fase di costruzione, o recentemente completati, si possono citare, a titolo esemplificativo, nell'ottico:

- ESPRESSO, spettrografo ad alta risoluzione per ESO-VLT;
- SPHERE, spettropolarimetro ad alta risoluzione per ESO-VLT;
- MOONS, spettrografo multi oggetto per ESO-VLT
- SOXS, spettrografo per ESO-NTT recentemente selezionato da ESO

e per missioni prossime al lancio:

- Lo strumento SERENA e SIMBIO-SYS per il satellite Bepicolombo;
- Lo spettrografo METIS per Solar Orbiter;
- Gli strumenti DREAMS e MA_MISS a bordo delle missioni del programma EXOMARS.

Di notevole importanza poi la partecipazione alla definizione della strumentazione per E-ELT con la PI-ship dello spettrografo HIRES.

5.1.6 Sviluppi tecnologici

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

Ottiche Attive ed Adattive: Nel campo delle Ottiche Adattive INAF, insieme all'industria Italiana, ricopre da molti anni una posizione di chiara leadership mondiale. I sistemi di ottica adattiva basati su specchi deformabili ad attuazione acustica di grandi dimensioni, correntemente installati nei più grandi telescopi al mondo, sono stati tutti sviluppati e prodotti da INAF e dalla industria italiana.

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

INAF e l'Industria italiana affrontano le nuove sfide europee quali EELT (contribuendo lo specchio deformabile M4 ed il modulo post-focale di MCAO MAORY) continuando a contribuire con la propria tecnologia proprietaria alle grandi facilities americane come GMT.

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

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

- microcalorimetri a transizione di fase superconduttiva Transition Edge Sensor (TES);
- polarimetri ad effetto fotoelettrico basato su tecnologia Gas Pixel Detector (GPD) e polarimetri Compton nella banda X duri/gamma molli;
- Single Photon Avalanche Diode (SPAD) e SiPM sia per la rivelazione di fotoni X e gamma che per la rivelazione di luce Cherenkov;
- Large-area Silicon Drift Detectors (SDD) per timing, imaging e spettroscopia nella banda 2-50 keV;
- calorimetri basati su nuovi cristalli scintillatori di nuova generazione come il LaBr₃[Ce];
- lenti di Laue a larga banda per la focalizzazione di raggi X e gamma;
- sensori 3D di CZT/CdTe per spettroscopia, imaging e polarimetria a scattering in raggi X duri/gamma molli;
- sviluppo di ottiche multilayer per raggi X molli e duri;
- segmenti di specchi di sottili (0.4 mm) formati a caldo;
- sviluppo di specchi polinomiali sottili (2 mm, 50 cm diametro) con risposta piatta su grande campo (1 deg).

A tali attività, prettamente legate allo sviluppo di rivelatori ed ottiche per l'Astrofisica delle Alte Energie, viene affiancato un significativo sviluppo dell'elettronica analogica e digitale (e.g. ASIC e FPGA) e dell'elettronica criogenica (e.g. SQUID) complemento essenziale per un pieno sfruttamento di rivelatori innovativi.

Nel loro complesso, le linee di sviluppo perseguite hanno permesso alla comunità INAF delle Alte Energie di partecipare energicamente alle Call del programma Cosmic Vision dell'ESA, in particolare con la missione LOFT, a leadership scientifica e tecnologica INAF e proposta a PI-ship italiana, arrivata in "finale" per la Call ESA M3, e con la "small mission" XIPE, anch'essa a PI-ship italiana, per la call S1. Infine, è importante notare che il consorzio europeo che ha presentato la proposta vincente, "*The Hot and Energetic Universe*", come tema scientifico per la seconda missione spaziale di classe L del programma Cosmic Vision, vede gli scienziati italiani, in particolare quelli dell'INAF, in posizioni di eccellenza sul fronte scientifico e di leadership sulla strumentazione avanzata, basata sui microcalorimetri criogenici di nuova generazione.

Nuovi materiali: si tratta di un settore molto promettente sia per l'Opto-meccanica della strumentazione (materiali polimerici e compositi per la riduzione di peso a parità di prestazioni) sia per l'elettronica (rivelatori di nuovo concetto e ad alte prestazioni) ed anche per l'ottica in senso stretto (coatings anti-riflesso a banda larga, fibre ottiche in materiale innovativo).

Elementi Ottici Olografici: Gli elementi ottici olografici (HOE) si sono affermati negli ultimi anni come una tecnologia di grande valore sia per la caratterizzazione delle ottiche di forma complessa, tipiche della strumentazione astronomica, sia come elementi disperdenti (VPHGS, Volume Phase Holographic Gratings) degli spettrografi per astronomia.

INAF ha sviluppato nell'ultima decade un ruolo di assoluta leadership mondiale nel settore proponendosi con successo in percorsi innovativi quali la realizzazione di HOEs riscrivibili a base polimerica-fotocromica e di VPHGs a base fotopolimerica.

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

A questo proposito i Ricercatori dell'INAF, di concerto con una delle maggiori industrie aerospaziali operanti in Italia, hanno sviluppato la tecnologia denominata "Fly-Eye" che prevede una ripartizione del campo in numerosi sotto-settori ciascuno monitorato con una camera a campo largo di ottica opportuna.

La tecnologia "Fly-Eye" è un programma di valore tecnologico particolarmente promettente e dalla applicazione in diverse aree strategiche del paese quali la difesa, la protezione civile oltre, naturalmente, alla osservazione astronomica.

Sensori piezoelettrici per la misura di contaminazione nello Spazio. Microbilance a cristalli piezoelettrici sono state spesso usate in passato per monitorare contaminazione nello Spazio. Le microbilance utilizzate sono sempre state di produzione US, anche in caso di missioni europee. L'Agenzia Spaziale Europea ha come obiettivo la realizzazione di questi sensori con prestazioni migliorate (p. es. migliore accuratezza in temperatura) con un know-how interamente e delle facilities interamente europee. Il consorzio guidato da INAF (composto inoltre da CNR, Politecnico di Milano e Kayser Italia) ha la leadership europea per lo sviluppo di questo tipo di sensori ed è sotto contratto ESA per la loro realizzazione.

5.2 Obiettivi presentati per la prima volta

5.2.1 Progetti Spaziali

Si descrivono in questo capitolo, sotto il titolo proposto per lo schema redazionale del PTA come "Obiettivi presentati per la prima volta" i progetti di astrofisica spaziale, non certo perché siano una novità per INAF ma perché, come annunciato sopra, verrà qui proposto un nuovo metodo di finanziamento dei progetti stessi.

Il metodo di finanziamento NON implica un maggiore aggravio di spesa per il FOE/MIUR. Semplicemente, dopo aver notato il pericolo di declino della astrofisica spaziale stessa indotta dalla riduzione abnorme di fondi ASI alla propria Unità "Osservazioni dell'Universo" (vedi tabella sui PTA ASI dal 2009 al 2016), si passa a valutare nel dettaglio i bisogni della disciplina nel triennio.

Il costo totale annuo (circa 44 Meuro), da gestire in collaborazione con ASI, è richiesto da INAF ma è parte dl budget "scientifico" attuale di ASI stessa, quindi NON è un aumento globale di spesa. Ovviamente, diverse soluzioni contabili sono possibili.

I progetti spaziali rappresentano una delle attività principali di INAF. Per quanto concerne i progetti spaziali attualmente in corso a cui l'INAF partecipa, i finanziamenti provengono in massima parte da contratti/accordi emessi dall'ASI: l'Istituto e l'Agenzia, del resto, vantano una lunga tradizione di collaborazione reciproca, attraverso la quale l'Italia ha ottenuto significativi successi in questa disciplina. La tabella riassume i finanziamenti allocati dall'ASI (PTA dal 2009 al 2016) alla propria Unità Esplorazione e Osservazione dell'Universo:

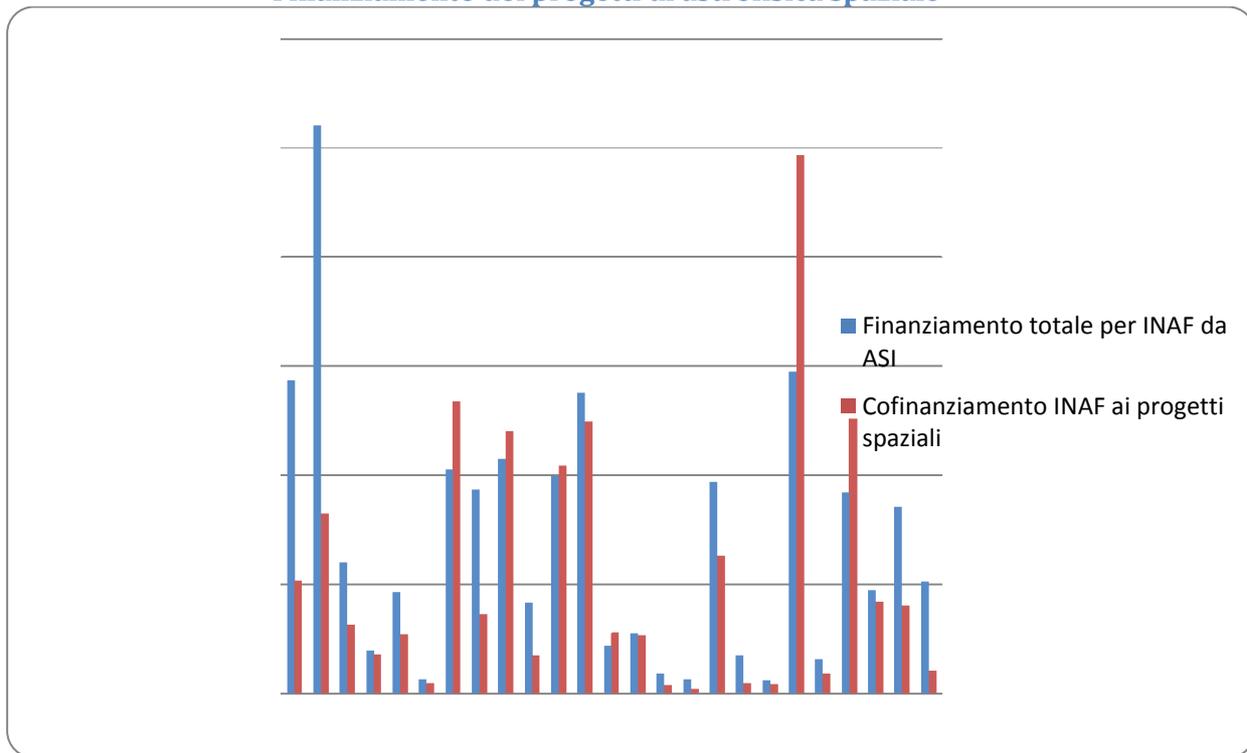
Tabella: Finanziamenti allocati dall'ASI all'Unità Esplorazione e Osservazione dell'Universo

	ANNI DI RIFERIMENTO							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Budget ASI (in M€) FOE+Premiali+Altro	608	612	538	553	542	542?	542?	542?
PTA 2008-2010	88 (14,5%)	70 (11,4%)						
PTA 2009-2011	61 (10,0%)	74 (12,1%)	79 (14,7%)					
PTA 2010-2012		69 (11,3%)	56 (10,4%)	49 (8,9%)				
PTA 2011-2013			n.a.	n.a.	n.a.			
PTA 2012-2014				n.a.	n.a.	n.a.		
PTA 2013-2015					35 (6,5%)	27 (4,9%)	27 (5,0%)	
PTA 2014-2016						23 (4,2%)	16? (3,0%)	11? (2,0%)

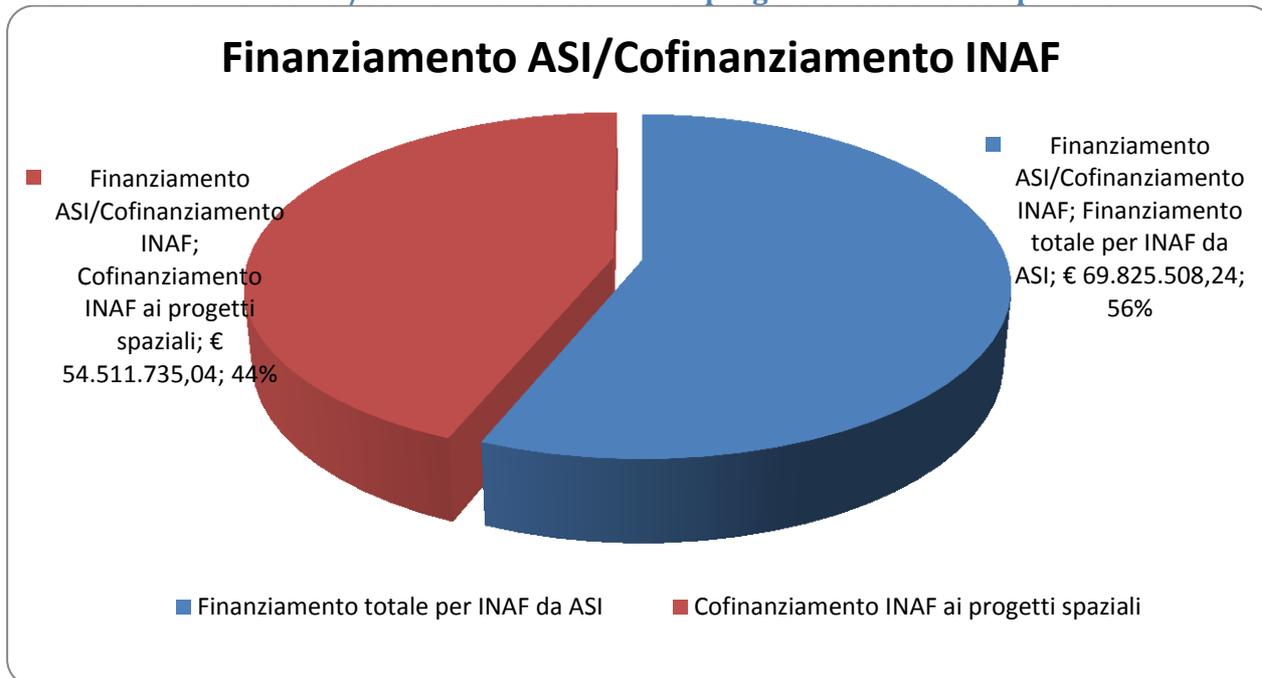
Alla luce dei dati esposti nella precedente tabella, non si può non sottolineare come, negli ultimi anni, le assegnazioni da parte dell'Agenzia Spaziale Italiana verso l'astrofisica dello spazio siano in considerevole decrescita.

Più in dettaglio, i grafici sotto riportati riguardano 25 missioni spaziali dell'ultima decade e mostrano con adeguata statistica che, fino a pochi anni fa, il contributo dell'ASI e quello dell'INAF erano sostanzialmente equivalenti, fornendo, l'una, risorse finanziarie e, l'altro, personale scientifico:

Finanziamento dei progetti di astrofisica spaziale



Totale finanziamento ASI/Cofinanziamento INAF ai progetti di astrofisica spaziale



Di seguito si propone quindi una ragionata giustificazione della varie voci di spesa per il “nuovo” (per questo PTA) capitolo di astrofisica spaziale, ancora una volta sottolineando che NON si tratta di una richiesta aggiuntiva al MIUR, ma è contenuta nel FOE ASI esistente.

Budget annuale per Astrofisica Spaziale

	Voce	Meuro
A	ESA strumenti	27.0
B1	operations and calibration	3.5
B2	an.datì comunità	1.4
C	svil.tecn.strum.ESA	5.5
D	teoria	0.3
E	bilaterali	5.8
F	SRT	1.0
	Totale	44.5

A. Costo stimato strumenti italiani (compresi contratti industriali) sulle missioni legate ai programmi scientifici dell'ESA. Il budget ESA per i programmi scientifici (obbligatori) è di 508Me/anno, che viene sostanzialmente utilizzato per pagare il management, la realizzazione dello spacecraft, il lancio e le operazioni. L'Italia contribuisce a questo budget con una quota parte del 13%. Questo budget non include la realizzazione degli strumenti, che sono contributo diretto degli stati membri, e corrispondono a ~40% della quota ESA. E' importante sottolineare come proprio la partecipazione all'ESA assicuri il ritorno scientifico e tecnologico avanzato sia alla comunità scientifica che al mondo produttivo nazionale.

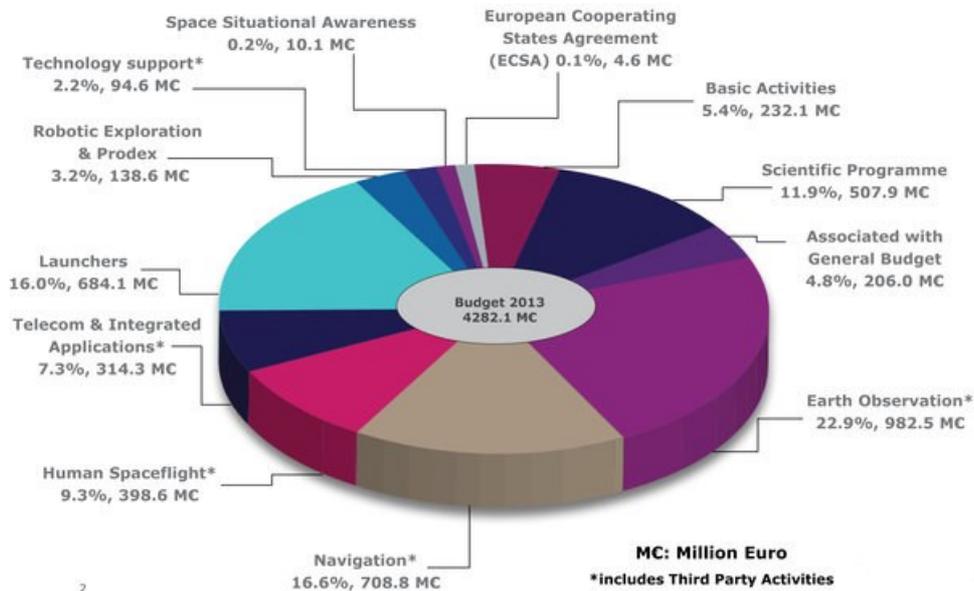


Figura. Budget ESA 2013

La mancata partecipazione, infatti, equivarrebbe a pagare lancio e operazione per il solo beneficio di altre nazioni. La minima quota parte necessaria per garantire tale ritorno all'Italia deve essere sostanzialmente simile alla stessa quota parte del budget ESA, e quindi 13% del budget dedicato alla realizzazione del payload (5% del budget ESA), ovvero 27M€ per anno. Questa stima è congruente con gli impegni delle partecipazioni italiane alle missioni del ESA Cosmic Vision.

Gran parte di queste missioni saranno in fase di implementazione nel triennio di riferimento di questo PTA ed è quindi cruciale che ricevano il sostegno finanziario previsto.

B. Costo stimato analisi dati prodotti da tali strumenti. L'altra componente necessaria per garantire il ritorno scientifico su tali missioni è il supporto all'analisi dati delle componenti italiane, tipicamente una parte legata allo strumento per le calibrazioni e lo sfruttamento del tempo garantito (B1) ed una per la comunità di riferimento at large (B2). La parte di supporto allo strumento è tipicamente il 13% del costo dello strumento (3 anni di supporto in fase operativa per missioni medie e 5 per missioni Large) al punto A, e quindi 3.5Me/anno, mentre il supporto alla comunità at large dipende dalle aree tematiche ma si attesta, in media, sul 10% del contributo Italiano (2.8 Me/anno).

C. Costo stimato dello sviluppo tecnologico per la realizzazione degli strumenti di cui alla lett. A (compresi contratti industriali). Il supporto all'R&D della strumentazione legata alle missioni al punto A è necessario per rendere la strumentazione italiana competitiva in termini di prestazioni scientifiche e tecnologie avanzate e sostenere le fasi di consolidamento della readiness tecnologica richieste da ESA. Tale attività copre tipicamente il 20% del costo dello strumento al punto A (5.5 Me/anno).

D. Costo degli studi teorici per la preparazione dell'analisi dati di cui alla lett. B. In modo analogo, la competitività italiana nello sfruttamento dei dati richiede un supporto agli studi teorici, stimato in circa l'1% del costo degli strumenti di cui al punto A (0.3Me/anno). Si noti che la stima dei costi per il supporto dell'analisi dati della comunità (B2), sviluppi tecnologici (C) e teoria è congruente con il budget dei contratti dedicati da ASI nel periodo 2007-2010 agli studi di astrofisica delle alte energie, esplorazione sistema solare, cosmologia e fisica fondamentale, per coprire sostanzialmente le stesse voci. Tali studi sono stati fondamentali per permettere tra l'altro alla comunità scientifica e all'industria italiana coinvolta di conquistare ruoli di leadership in essenzialmente tutte le missioni del Cosmic Vision di ESA. Il loro proseguimento è strategico per mantenere e consolidare tali posizioni ed assicurare quella flessibilità d'intervento essenziale per reagire nei tempi richiesti alle inevitabili variabilità del contesto internazionale.

E. Bilaterali: costo stimato di strumenti per missioni bilaterali (NASA, CNES, JAXA, Cina) o nazionali (i.e. SAX, AGILE), compresi contratti industriali. Il ruolo di leadership dell'Italia nell'astrofisica spaziale è stato ottenuto certamente grazie alla capacità autonoma di realizzare missioni utilizzando le sole risorse scientifiche ed industriali del sistema Italia. Esempi fulgidi di tale sinergia sono le missioni BeppoSAX e AGILE. Se, da un lato, è quindi strategico mantenere questa capacità, dall'altro è altresì necessario adattarla all'attuale panorama internazionale, in cui le iniziative nazionali si devono focalizzare su piccole missioni, tipicamente strutturare su accordi bilaterali. Generalmente, il budget si attesta sui 100Meuro, la metà dei quali da sostenere in Italia. Realisticamente si può identificare la realizzazione di una piccola missione ogni 13 anni, avendo ipotizzato 2 anni per consolidare un quadro di partnership, 1 anno per la selezione, 2+3+5 anni per assessment, definizione, implementazione: 3.8 Me/anno.

Il contributo di strumenti italiani a missioni di altre agenzie (es. NASA) è egualmente cruciale, come testimoniano, ad esempio, il grande successo dei satelliti SWIFT per l'astrofisica delle alte energie e Cassini per l'esplorazione del sistema solare. Prendendo come riferimento l'Explorer program della NASA, il budget delle Small e Medium missions si attesta sui 150M\$ e 250M\$, con un cap per contributi internazionali fissato a circa il 20% del budget, quindi rispettivamente 30M\$ e 50M\$. Ipotizziamo un contributo sostanziale di 20M€ in 10 anni, corrispondente a 2Me/anno.

F: contributo ASI alla gestione SRT. Nel novembre 2007 l'INAF e l'ASI hanno sottoscritto un accordo (tuttora in corso) per la realizzazione e la gestione del Sardinia Radio Telescope (SRT). Oggetto dell'accordo (art. 1) è "(...) il completamento della costruzione, la messa in opera, la gestione operativa, la manutenzione, l'utilizzazione e la valorizzazione del

Telescopio SRT come infrastruttura di primario interesse per INAF e come infrastruttura per telecomunicazione interplanetaria, sperimentazione, prestazione di servizi di primario interesse per l'ASI". Il contributo finanziario alla gestione operativa del radiotelescopio (ora in fase operativa) da parte dell'ASI è stimato in 1 Me/anno.

Capitolo 6 Le infrastrutture di ricerca

Una parte rilevante dell'attività di ricerca dell'INAF consiste nell'acquisizione ed interpretazione di osservazioni astronomiche nelle varie bande dello spettro elettromagnetico. A tal fine, l'INAF, progetta, costruisce ed utilizza, a titolo esclusivo o in compartecipazione con altre realtà nazionali ed internazionali, specifiche infrastrutture di ricerca.

Non tutto lo spettro elettromagnetico di rilevanza astrofisica è accessibile da infrastrutture da terra e, proprio per questa ragione, sin dagli albori del volo spaziale si sono realizzati esperimenti ed osservatori dedicati alla ricerca astronomica collocati fuori dall'atmosfera.

Di seguito si descrivono brevemente le Infrastrutture di ricerca da Terra e da Spazio già in esercizio o in fase di avanzata progettazione e per le quali il triennio di riferimento (2015-2017) vedrà importanti e decisivi avanzamenti.

6.1 Le Infrastrutture di Ricerca in Esercizio da Terra e da Spazio

L'INAF ha un consolidato patrimonio di infrastrutture osservative da terra e usufruisce di numerose infrastrutture osservative dallo spazio che vengono descritte nel seguito.

6.1.1. 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).

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

Il processo di realizzazione di nuove ed innovative Infrastrutture è un processo continuo al quale INAF prende parte con energia. Le prospettive per il futuro a breve e medio termine sono descritte in altre sezione di questo documento. Nelle pagine che seguono sono riassunti i dettagli salienti delle strutture correntemente operative o accessibili dall'INAF.

6.1.1.1 Sardinia Radio Telescope (SRT)

6.1.1	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Grandi Progetti da Terra - SRT	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Radio astronomia
---------------------------	------------------

Data di inizio	2014	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
<p>SRT è un Radiotelescopio versatile e di alto livello scientifico adatto ad osservazioni per Astronomia Radio ma anche per studi geodinamici ed applicazioni relative allo spazio. SRT può essere utilizzato come antenna singola oppure coordinata in configurazione VLBI. SRT propone una superficie configurabile di antenna tra le più vaste al mondo combinata con tecnologia all'avanguardia che consente osservazioni ad alta efficienza sino alla banda di 3-mm.</p>	

b.	Contenuto tecnico scientifico
<p>SRT ha svolto nel 2014 la fase di verifica scientifica ed è correntemente adoperato per Osservazioni Astronomiche a carattere scientifico.</p> <p>Nella fase di collaudo e preliminare verifica scientifica sono già stati ottenuti risultati di alto livello come la rilevazione di impulsi radio ad una frequenza di 7 GHz dal Magnetar PSR J1745-2900 nella regione del centro galattico e la verifica della operatività per osservazioni VLBI europea in banda K.</p> <p>SRT opera nel contesto di collaborazioni e campagne di osservazioni coordinate internazionali quali l'European VLBI Network.</p>	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
<p>SRT è stato costruito con contributi di INAF, del MIUR, dell'ASI e della Regione Autonoma della Sardegna.</p> <p>La struttura è operata interamente da INAF.</p> <p>Il tempo osservativo di SRT è attribuito pro-quota 20% all'ASI e 80% all'INAF. INAF attribuisce il tempo a progetti osservativi selezionati da un apposito comitato scientifico tra quelli sottomessi attraverso appositi bandi.</p>	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
L'accesso alla Infrastruttura è possibile per personale delle Università associato all'INAF	

e.	Infrastrutture di ricerca
-----------	----------------------------------

SRT: Sardinia Radio Telescope

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1500	1500	1500
	Tecnologi/ricercatori	10000	10000	10000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori			
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti			
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	600	600	600
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	2000	2000	2000

g. Fonti di finanziamento

L'infrastruttura è operata con fondi FOE di INAF ed un contributo di ASI Pro quota proprietaria

h. Costo complessivo del progetto

L'infrastruttura è costata 60 M€

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Operazioni e Manutenzione	2.5 M€	2.5 M€	2.5 M€
	Upgrade Strumentazione	500 k€	500 k€	500 k€

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Contributo Regione	800 k€	800 k€	800 k€

	Sardegna			
	Contributo ASI al Funzionamento	750 k€	750 k€	750 k€

6.1.1.2 Large Binocular Telescope (LBT)

6.1.1	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Grandi Progetti da Terra - LBT	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Grandi Telescopi Ottici-IR da Terra
---------------------------	-------------------------------------

Data di inizio	2005	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

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

b.	Contenuto tecnico scientifico
<p>Il Telescopio LBT offre alla propria comunità di riferimento due camere per Imaging nel Visibile (LBC), costruite dall'INAF, una ottimizzata per il rosso ed una per il blu, gli spettrografi nel visibile (MODS) e nel vicino infrarosso (LUCI). Sono inoltre in fase di installazione un sistema laser per realizzazione di stelle artificiali (ARGOS), un image AO a grande campo nell'IR (LINC) e uno spettrografo ad altissima risoluzione (PEPSI)</p> <p><u>Osservazioni Astronomiche:</u> Il telescopio ha iniziato la sua attività scientifica da pochi anni, in un contesto nel quale il 40% del suo tempo osservativo è ancora dedicato alla installazione di nuova strumentazione e al completamento delle funzionalità operative. Le notti a disposizione della comunità astronomica italiana sono circa 45-50 per anno, e sono gestite tramite un bando aperto all'intera comunità astronomica italiana, emesso annualmente dal Centro Italiano di Coordinamento per LBT. Per l'anno 2012/2013 sono state richieste 484 ore di osservazione, e per l'anno 2013/2014 621 ore, con un aumento del 30% circa. Di queste, nel 2012/2013 sono state eseguite 123 ore di esposizione (definite come "open shutter time in specifica"). Queste corrispondono a 13 programmi eseguiti (completamente o in maniera quasi integrale). Le osservazioni hanno riguardato i più disparati campi dell'astronomia, dalla detezione di pianeti intorno a stelle brillanti fino alle galassie nell'Universo primordiale. In totale, oltre 40 articoli sono stati pubblicati nel 2013 facendo uso dei dati raccolti dal telescopio LBT.</p>	

Sviluppo di Tecnologie Astronomiche Innovative:

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

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

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali

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.

d. Eventuali collaborazioni con le Università

Personale delle Università associato all' INAF prende parte alle attività scientifiche e tecnologiche del progetto

e. Infrastrutture di ricerca

LBT: Large Binocular Telescope

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1500	1500	1500
	Tecnologi/ricercatori	15000	15000	15000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori	1500	1500	1500
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	3000	3000	3000
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			

	Dottorandi	1000	1000	1000
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	2500	2500	2500

g.	Fonti di finanziamento
LBT è operato da una società no profit dello stato dell'Arizona (USA) che INAF partecipa per il 25%. I costi di manutenzione e funzionamento concordati in 13.8 milioni di USD per anno sono ripartiti pro quota di partecipazione. INAF sostiene quindi il 25% di questa spesa.	

h.	Costo complessivo del progetto
Il costo complessivo sostenuto per la realizzazione della infrastruttura è di 300 Milione USD	

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Quota partecipazione LBTC	3.2 Meuro	3.2 Meuro	3.2 Meuro
	Upgrade Strumentazione	300 Keuro	300 Keuro	300 keuro

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

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

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

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali

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

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

d. Eventuali collaborazioni con le Università

- Università di Ginevra per lo spettrografo HARPS-N;
- L'accesso al tempo osservativo della Infrastruttura è possibile per il personale delle Università associate all'INAF.

e. Infrastrutture di ricerca

TNG (Telescopio Nazionale Galileo) e MAGIC (Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope)

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1000	1000	1000
	Tecnologi/ricercatori	10000	10000	10000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori	1000	1000	1000
c.	Altro personale			

	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	4000	4000	4000
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	1000	1000	1000
	Personale FGG	11000	110000	11000
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	5000	5000	5000

g.	Fonti di finanziamento
La FGG è sostenuta con FOE dell'Ente	

h.	Costo complessivo del progetto
TNG 35 M€ - MAGIC 5 M€	

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Quota FGG	2.55 M€	2.55 M€	2.55 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

6.1.1.4 Rapid Eye Mount (REM) e Telescopi Robotici

6.1.1	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Grandi Progetti da Terra - REM	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Telescopi robotici per transient
---------------------------	----------------------------------

Data di inizio	2003	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
INAF opera remotamente e roboticamente REM in Cile, un telescopio a reazione rapida con uno specchio primario da 60 cm ottimizzato per la ricerca veloce di controparti ottiche ed IR di eventi transienti come GRBs, SNs, etc. REM è uno strumento per Imaging ed acquisisce immagini di campi di 10x10 am ² da 450 a 2300 nm. REM ha rappresentato un'opportunità per INAF per sviluppare competenze specifiche nel settore dei telescopi robotici.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
<p>REM offre correntemente 3 strumenti. Le camere per Imaging per il Visibile (ROSS) e per l'Infrarosso (REMIR) utilizzabili singolarmente o contemporaneamente grazie ad un microscopio. La camera a campo largo ed alta velocità TORTORA per la rilevazione serendipita di cambi rapidi di intensità in vaste aree di cielo.</p> <p>L'INAF offre il tempo di osservazione su base di 100 ore effettive al semestre. Oltre a questo, 110 ore sono destinate alla comunità astronomica cilena, in virtù degli accordi tra INAF e ESO, sito dove è collocato il telescopio REM.</p> <p>Parte di questo tempo osservativo è dedicato al follow-up dei transienti in ottico e infrarosso del GRB, i Gamma Ray Burst, che la velocità di reazione del telescopio permette di osservare dopo solo 30 sec dall'avviso. Il resto del tempo è usato per variabilità di AGN, exoplanets, campi di calibrazione per la missione Gaia. Recentemente è entrato a far parte del progetto Gloria per l'accesso pubblico a telescopi professionali.</p> <p>Le pubblicazioni sono monitorate dall'ESO e negli ultimi 3 anni la media è di circa 10 articoli/anno.</p>	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
ESO: European Southern Observatory. REM ha incorporato la camera veloce TORTORA, costruita dall'Accademia delle Scienze Russa (Special Astronomical Observatory).	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Il personale delle Università associato all'INAF ha accesso alla infrastruttura per le proprie osservazioni. Il tempo osservativo viene attribuito in modo competitivo con calls periodiche.	

e.	Infrastrutture di ricerca
REM – Rapid Eye Mount – Telescopio Robotico VIS-IR da 60 cm	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	400	400	400
	Tecnologi/ricercatori	3000	3000	3000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori	1000	1000	1000
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti			
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	300	300	300
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	100	100	100

g.	Fonti di finanziamento
REM è mantenuto con FOE di INAF	

h.	Costo complessivo del progetto
Il costo complessivo della Infrastrutture (fonti MIUR, ASI ad alcuni contributi stranieri) è di 1.2 M€ (2003)	

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Funzionamento e Manutenzione	100 k€	100 k€	100k€

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1500	1500	1500
	Tecnologi/ricercatori	5000	5000	5000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori			
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti			
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi			
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	300	300	300

g.	Fonti di finanziamento
Il progetto è finanziato dal FOE INAF	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	400 k€	400 k€	400 k€

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

6.1.1.6 Very Large Telescope (VLT)

6.1.1	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Grandi Progetti da Terra - VLT	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Grandi Telescopi ottici ed IR da terra
---------------------------	--

Data di inizio	1998	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
<p>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.</p>	

b.	Contenuto tecnico scientifico
<p>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.</p> <p>La produzione scientifica del VLT è tanto abbondante e varia al punto che l'Infrastruttura si colloca agli assoluti vertici per produttività scientifica a livello mondiale, distaccando in molti casi le dirette concorrenti. Questo anche per via del metodo di attribuzione del tempo osservativo che avviene mediante la sottomissione di proposte giudicate da un apposito comitato scientifico, garantendo la massima qualità nei prodotti. Gli Astronomi Italiani fanno grande uso del VLT, sottoponendo proposte di successo ed interpretando e</p>	

pubblicando i dati in modo efficiente.

c. Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali

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

Consorzi internazionali a partecipazione Italiana hanno, nel corso degli anni, disegnato, costruito, installato e, in taluni casi, operato strumenti di successo al VLT. Tra di essi lo spettrografo multi-oggetto nel visibile VIMOS, lo spettrografo multi-oggetto a fibre FLAMES-GIRAFFE, lo spettrografo a bassa risoluzione e larga banda spettrale X-shooter.

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.

d. Eventuali collaborazioni con le Università

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.

e. Infrastrutture di ricerca

VLT: Very Large Telescope

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	2000	2000	2000
	Tecnologi/ricercatori	30000	30000	30000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori	5000	5000	5000
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	8000	8000	8000
	Borsisti	1000	1000	1000
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	3000	3000	3000
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	10000	10000	10000

g. Fonti di finanziamento

Il VLT è operato da ESO, Organizzazione Internazionale per Trattato di cui l'Italia è parte. I

costi di gestione e funzionamento sono sostenuti dalla Organizzazione che assegna il tempo osservativo attraverso un meccanismo competitivo.

La gestione scientifica dei dati e gli studi tecnologici relativi all'upgrade della strumentazione sono sostenuti con i finanziamenti a disposizione di INAF (FOE, Premiali, etc.)

h. Costo complessivo del progetto

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Upgrade e nuova strumentazione	1 M€	1 M€	1 M€
	Sfruttamento scientifico dei dati	250 k€	250 k€	250 k€

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

6.1.1.7 VLT Survey Telescope (VST)

6.1.1	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Grandi Progetti da Terra - VST	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Telescopi ottici da terra
---------------------------	---------------------------

Data di inizio	2007	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

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

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

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

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Tutti i ricercatori italiani che si occupano di Astronomia possono richiedere tempo osservativo al VST. Il tempo viene assegnato per selezione competitiva. Molti progetti vengono sviluppati insieme con le Università.	

e.	Infrastrutture di ricerca
VST: VLT Survey Telescope	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori	600	600	600
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori	350	350	350
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	600	600	600
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi			
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	300	300	300

g.	Fonti di finanziamento
<p>Il VST è operato da ESO, Organizzazione Internazionale per Trattato di cui l'Italia è parte. I costi di gestione e funzionamento sono sostenuti dalla Organizzazione che assegna il tempo osservativo attraverso un meccanismo competitivo.</p> <p>La gestione scientifica dei dati sono sostenuti con i finanziamenti a disposizione di INAF (FOE, Premiali, etc.)</p>	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Sfruttamento Scientifico	100 k€	100 k€	100 k€

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

6.1.1.8 Atacama Large Millimetric Array (ALMA)

6.1.1	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Grandi Progetti da Terra - ALMA	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Radio astronomia
---------------------------	------------------

Data di inizio	2013	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
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.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
ALMA è un osservatorio versatile concepito per contribuire a svariati casi scientifici. Tra questi:	
<ul style="list-style-type: none"> • 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.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
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.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Personale delle Università associato all' INAF prende parte alle attività scientifiche e tecnologiche del progetto	

e.	Infrastrutture di ricerca
ALMA: Atacama Large Millimetric Array	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
--------------------------	------------------	------------------	------------------

a.	Personale di ruolo			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori	5000	5000	5000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori	1000	1000	1000
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	2500	2500	2500
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	1000	1000	1000
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	1000	1000	1000

g.	Fonti di finanziamento
<p>Il Progetto ALMA è partecipato da ESO, Organizzazione Internazionale per Trattato di cui l'Italia è parte. I costi di gestione e funzionamento sono sostenuti dalla Organizzazione che assegna il tempo osservativo attraverso un meccanismo competitivo.</p> <p>La gestione scientifica dei dati e gli studi tecnologici relativi all'upgrade della strumentazione sono sostenuti con i finanziamenti a disposizione di INAF (FOE, Premiali, etc.)</p>	

h.	Costo complessivo del progetto
Il Progetto ALMA ha avuto un costo complessivo di 1.4 miliardi di USD	

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
Alma Regional Center	250	250	250

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

6.1.2 Spazio

L'INAF ha un ruolo chiave nello sviluppo, nella gestione e nell'analisi dati di grandi progetti spaziali nazionali ed internazionali dedicati alle tematiche scientifiche illustrate in precedenza. I grandi progetti spaziali, dall'emissione dell'Announcement of Opportunity (AO), al lancio, alle fasi orbitali e all'utilizzo scientifico della missione, spesso hanno durata più che decennale. In questi termini, troviamo missioni che sono già operative da tempo, missioni ancora nelle prime fasi operative e missioni che si trovano nelle ultime fasi realizzative prima del lancio.

L'esplorazione del Sistema Solare vede tuttora operative diverse missioni che stanno fornendo un contributo cruciale a due questioni fondamentali: la formazione del nostro sistema solare e le condizioni di abitabilità di pianeti. **Mars Express** dell'ESA e **MRO** della NASA studiano l'atmosfera, la superficie ed il sottosuolo di Marte. Analogamente opera la missione **Cassini** (ESA/NASA/ASI) sul sistema di Saturno, mentre è appena entrata (Dicembre 2014) in fase post-operativa la missione **Venus Express** (ESA) su Venere.

Dawn (NASA), missione che ha come obiettivo gli asteroidi Vesta e Cerere (la missione ha raggiunto Vesta alla fine del 2011 e Cerere nel marzo 2015). **Rosetta** (ESA), dopo 10 anni di viaggio, è finalmente giunta al suo obiettivo (la cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko) nell'agosto del 2014 e nel Novembre del 2014 la sonda Philae è atterrata (primo "accometaggio" della storia) sulla cometa. Le due missioni ci stanno fornendo informazione fondamentali nella caratterizzazione dei "mattoni" a partire dei quali si sono formati i pianeti terrestri e sulla composizione originale del disco protoplanetario.

Alcuni dei principali strumenti scientifici di bordo (VIRTIS e GIADA per Rosetta, VIR per DAWN) sono a responsabilità italiana, con finanziamenti importanti da parte dell'ASI.

In questo ambito, la missione Gaia dell'ESA sta portando avanti la sua scansione del cielo, che include osservazioni dei corpi minori del Sistema Solare che secondo le previsioni dovrebbero portare ad una vera rivoluzione nel campo degli studi dinamici e fisici degli asteroidi.

Una missione planetaria ancora in fase di crociera è **Juno** (NASA), dedicata allo studio della struttura interna di Giove cui l'INAF contribuisce (finanziamento ASI) con uno spettrometro ad immagine (JIRAM) e con tre CoI-ship nel team scientifico. In attesa del suo arrivo, previsto per il 2016, sono stati già raccolti ed analizzati dati relativi alla Terra, nella prima fase del viaggio verso Giove.

Inoltre è ancora operativa la missione Cluster per lo studio dei principali processi di fisica del plasma che hanno luogo nella magnetosfera terrestre.

L'Hubble Space Telescope (NASA/ESA), cui gli astrofisici italiani hanno accesso come membri di ESA, continua ad essere il telescopio spaziale *multi-purpose* (capacità unica di osservare nelle bande ultraviolette e del vicino infrarosso) di maggior successo scientifico. Il suo contributo è tuttora ineguagliato per studi fondamentali sulla formazione di stelle e pianeti, identificazione di pianeti extra-solari, studio delle popolazioni stellari risolte e dell'evoluzione delle galassie vicine e lontane. Gli Italiani sono fra gli astrofisici che partecipano con maggior successo sia all'assegnazione del prezioso tempo di osservazione su HST sia all'uso dei suoi dati.

Lo studio dell'Universo estremo è perseguito tramite missioni con strumenti sensibili ai raggi X e gamma. L'Italia è tra i leader del settore. Scienziati italiani hanno creato e fatto crescere l'astrofisica delle alte energie, a partire dai fondatori Rossi, Occhialini e Giacconi.

Le missioni **XMM** (ESA), **INTEGRAL** (ESA) e **SWIFT** (NASA/UK/ASI) continuano ad accrescere la nostra comprensione delle sorgenti più violente dell'Universo, come, per esempio, i buchi neri al centro delle galassie o le ultime fasi dell'evoluzione stellare. La rilevanza di queste osservazioni si estende all'Universo più lontano, come testimoniato dalle osservazioni dei lampi gamma, tra gli oggetti più distanti dell'Universo che è possibile studiare. **XMM**, missione cornerstone dell'ESA è, con Chandra (NASA), uno dei due grandi osservatori per astrofisica X oggi disponibili; **INTEGRAL**, missione medium size dell'ESA, estende l'intervallo in frequenze fino al regime dei raggi gamma molli; **SWIFT** è una medium size mission della NASA dedicata, sulla scia delle scoperte di BeppoSAX (Satellite per Astronomia X, missione Italo-olandese dedicata a Giuseppe Occhialini), allo studio dei lampi gamma a cui ha dato un contributo fondamentale l'Italia, sia a livello di strumentazione che di operazioni scientifiche. Queste missioni, grazie al loro successo, sono state prolungate ben oltre l'operatività prevista. Il contributo dell'INAF alla strumentazione volata su queste missioni è stato cruciale per il loro successo e include l'elettronica per CCD, lo strumento a stato solido per imaging in raggi X duri e le ottiche focalizzanti per raggi X. Anche il livello del ritorno scientifico sui ricercatori italiani è il maggiore all'interno della comunità europea. Ad esempio, su XMM circa il 20% delle osservazioni approvate sono con PI italiani, in larga parte dell'INAF. Gli scienziati italiani hanno ora accesso anche alle osservazioni di **nuSTAR** (NASA), ottenuto grazie alla partecipazione allo sviluppo del software di analisi dati presso l'ASI Science Data Center (progetto congiunto ASI-INAF) e la messa a disposizione dell'antenna di Malindi dell'ASI. Nella prima Call competitiva per osservazioni con NuSTAR la comunità italiana ha ottenuto una ampia percentuale del tempo totale messo a disposizione dalla NASA.

Anche nella banda dei raggi gamma continua il primato italiano con i satelliti **AGILE** (ASI) e **Fermi** (NASA e diverse altre agenzie nazionali tra cui l'ASI). Queste due missioni hanno aperto una nuova finestra sull'origine dei fotoni di energie sopra il GeV e sugli straordinari acceleratori di particelle che sono in funzione nell'Universo. **AGILE** è la prima delle piccole Missioni scientifiche; realizzata interamente in Italia sotto l'egida ASI, si basa sulla stretta collaborazione scientifica e tecnologica tra INAF, INFN e aziende nazionali. **Fermi** è una missione della NASA nell'ambito di una collaborazione internazionale a cui partecipa l'Italia. Lo strumento principale di Fermi utilizza, su scala più grande, la stessa tecnologia di strumento sviluppata per **AGILE** dagli istituti italiani.

Nel Dicembre 2013 è stata lanciata con successo la missione **GAIA** (ESA). **GAIA** rivoluzionerà le nostre conoscenze della Galassia mediante una survey stereoscopica dettagliata di circa un miliardo di stelle che permetterà di produrre una mappa tridimensionale e dinamica della Via Lattea di ampiezza e precisione mai raggiunte prima; svelerà inoltre le proprietà fisiche di ciascuna stella, quali la luminosità, la gravità superficiale, la temperatura e la composizione chimica. Il costo della missione è completamente a carico del programma obbligatorio dell'ESA, ad eccezione del trattamento scientifico dei dati, a responsabilità del consorzio chiamato "Gaia Data Processing and Analysis Consortium" (DPAC), che raggruppa oltre 400 ricercatori da tutta Europa. Grazie all'impegno congiunto di ASI ed INAF, oggi la partecipazione in Gaia (Gaia Italia) è una delle attività di punta della comunità astronomica nazionale e, in ambito Europeo, è seconda solo a quella francese. L'Italia realizza anche uno dei sei centri di elaborazione dati dedicati alla missione, denominato DPCT (Data Processing Center), che avrà anche il compito di dare supporto alla comunità nazionale nello sfruttamento scientifico immediatamente dopo il

rilascio del catalogo Gaia da parte di ESA, previsto dopo tre anni dalla fine della vita operativa del satellite.

Conclusioni e proposte

I dati sopra riportati pongono, con particolare urgenza, il problema del ritorno scientifico nell'astrofisica spaziale degli investimenti realizzati ogni anno dall'Italia attraverso il contributo obbligatorio, dato in percentuale del PIL all'ESA. Pertanto, anche al fine di continuare a garantire il perseguimento dei brillanti risultati sin qui ottenuti nel campo dell'astrofisica spaziale, ma, ancor di più, per assicurare il giusto ritorno dell'investimento pubblico, si propone innanzitutto di effettuare la valutazione delle necessità di risorse finanziarie annuali per l'astrofisica spaziale, attraverso la somma delle seguenti voci.

6.2 Le grandi infrastrutture di ricerca in via di sviluppo a Terra e nello spazio

6.2.1 Terra

L'INAF è fortemente impegnato nelle Infrastrutture di riferimento Europee per la ricerca in campo astronomico come descritte nel documento di roadmap del Forum Strategico Europeo per le Infrastrutture di Ricerca (ESFRI). Nella fattispecie, l'INAF ha ruoli molto rilevanti nel progetto E-ELT (European Extremely Large Telescope), nel progetto SKA (Square Kilometer Array) e CTA (Cherenkov Telescope Array).

Di seguito sono riassunti i dettagli salienti della partecipazione dell'Istituto a questi progetti, in forma di schede tematiche (una per progetto).

6.2.1.1 European Extremely Large Telescope (E-ELT)

6.2.1	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Grandi Progetti da Terra - EELT	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Grandi Telescopi ottici-IR da terra
---------------------------	-------------------------------------

Data di inizio	2024	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
<p>Il "European Extremely Large Telescope (E-ELT)" è un telescopio da terra della classe ELT (Telescopi estremamente grandi) in corso di avanzato disegno, coordinato da ESO. Si tratta di un telescopio con un primario segmentato da 39.3 metri di diametro (il più largo attualmente in programmazione al mondo) intrinsecamente dotato di ottica adattiva per la correzione della turbolenza atmosferica (unico al mondo sotto questo aspetto). Il telescopio sarà dotato di strumenti multipli con varie funzioni: sei sono correntemente programmati ed allo studio.</p>	

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

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
<p>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</p>	

44 M€) unito ad un aumento incrementale della quota annuale di funzionamento (pari al 2% per anno).

d. Eventuali collaborazioni con le Università

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

e. Infrastrutture di ricerca

E-ELT: European Extremely Large Telescope

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1000	1500	1500
	Tecnologi/ricercatori	8000	10000	12000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	600	1000	1200
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori	2000	2000	2000
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	5000	6000	7000
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	1500	1500	1500
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	2000	2000	2000

g. Fonti di finanziamento

E-ELT è finanziato con il FOE di INAF

h. Costo complessivo del progetto

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Quota di partecipazione	4 M€	4.2 M€	4.4 M€
	Sviluppo Strumentazione	1 M€	1.2 M€	1.4 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017

6.2.1.2 Square Kilometer Array (SKA)

6.2.1	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Grandi Progetti da Terra - SKA	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Radio astronomia
---------------------------	------------------

Data di inizio	2020	Data di fine	
-----------------------	------	---------------------	--

a.	Finalità e obiettivi
<p>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.</p>	

b.	Contenuto tecnico scientifico
<p>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.</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
<p>Collaborazione con la SKA Organization (società no profit di diritto Britannico partecipata dall'INAF).</p>	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Personale Universitario associato all'INAF partecipa agli sviluppi tecnologici e scientifici relativi a SKA.	

e.	Infrastrutture di ricerca
SKA: Square Kilometer Array	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	1000	1000	1000
	Tecnologi/ricercatori	3500	3500	3500
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori	600	600	600
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	2500	2500	2500
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	600	600	600
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università			

g.	Fonti di finanziamento
Il Progetto SKA è finanziato dal FOE INAF e dal programma di "Astronomia Industriale" del MISE	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	1.5 M€	1.5 M€	1.5 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa	Annualità	Annualità	Annualità
---------------	-----------	-----------	-----------

		2015	2016	2017
	Astronomia Industriale	1.5 M€	2.0 M€	3.0 M€

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.

d. Eventuali collaborazioni con le Università

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

e. Infrastrutture di ricerca

CTA: Cherenkov Telescope Array

f. Personale impiegato (in giornate/uomo)

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	2000	1500	1000
	Tecnologi/ricercatori	3000	4000	4000
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi			
	Tecnici			
	Tecnologi/ricercatori	5000	5000	5000
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca			
	Assegnisti	5000	5000	5000
	Borsisti			
	Co.Co.Co.			
	Comandi in entrata			
	Dottorandi	600	600	600
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	300	300	300

g. Fonti di finanziamento

CTA è sostenuto dal FOE INAF per la parte di ricerca e sviluppo, dal programma "Astronomia Industriale" del MISE per la realizzazione. INFN collabora a CTA con risorse proprie

h. Costo complessivo del progetto

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Finanziamento Generale al progetto	2 M€	2 M€	2 M€

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Astronomia Industriale	8.5 M€	8 M€	7 M€

6.2.2. Spazio

Come nel caso delle grandi infrastrutture da terra, le grandi infrastrutture per osservazioni dallo spazio sono pianificate, disegnate e realizzate a livello internazionale. Il riferimento in Europa è l'ESA e, a livello nazionale, l'ASI. Su queste grandi missioni, l'INAF ha la responsabilità della costruzione di strumentazione basata su tecnologie avanzatissime, che viene realizzata con il supporto dell'industria nazionale e supportata dalla nostra Agenzia Spaziale. Il ruolo dell'INAF è quindi cruciale per garantire che i programmi obbligatori dell'ESA abbiano un ritorno scientifico (verso la comunità scientifica) e tecnologico (verso le industrie nazionali). Delle grandi missioni spaziali strategiche per l'INAF, una (**Bepi-Colombo** - ESA/JAXA), è in fase avanzata di completamento e vicina al lancio. Le altre missioni di particolare interesse per l'INAF sono parte del programma dell'ESA Cosmic Vision 2015-2025 già approvate ed in fase di realizzazione (**JUICE, Solar Orbiter, EUCLID, PLATO e CHEOPS**). Un altro progetto di forte interesse per l'INAF è **ExoMars**, uno dei punti chiave del programma Aurora dell'ESA, mirato all'analisi di campioni del suolo marziano, anche al fine della ricerca di possibile forme di vita extraterrestre. L'INAF partecipa anche alla fase di definizione e studio della missione **OSIRIS-REX** (NASA) che ha come obiettivo primario quello di raccogliere e riportare a terra campioni di regolite dall'asteroide 1999 RQ36.

Rilevante nell'ambito dell'astronomia di banda X sarà poi il lancio nel 2015 del satellite ASTRO-H della JAXA, con partecipazione ESA, che permetterà alla comunità italiana l'accesso (tramite tempo ESA) alle osservazioni ad alta risoluzione spettrale di sorgenti X con la prima generazione di microcalorimetri criogenici.

Per finire a valle di un processo che ha visto la competizione di 27 missioni, ESA ha ristretto la rosa per la selezione della quarta missione di classe "M" a tre missioni. Le tre missioni ancora in competizione sono: **Xipe, Thor e Ariel** dedicate, rispettivamente, alla polarimetria in banda X, allo studio del plasma spaziale in condizioni di turbolenza ed allo studio delle atmosfere stellari di esopianeti in orbita attorno a stelle vicine.

La ricerca in campo spaziale è supportata nel prossimo Programma Quadro "Horizon 2020" sotto il cappello "Industrial Leadership", il cui programma SPACE dovrebbe permettere alla comunità di ricerca europea lo sviluppo di tecnologie spaziali innovative, "dall'idea alla dimostrazione in volo", e di usare i dati raccolti per finalità di carattere scientifico, pubblico o commerciale. Ci si aspetta che la comunità INAF partecipi in maniera energica ai bandi che sono già previsti e che verranno via via emessi nei prossimi anni per gli argomenti che sono in linea con le attività dell'Ente (e.g. Space Weather, caratterizzazione di Near Earth Objects, analisi dati da missioni spaziali, etc.).

Le missioni sulla rampa di lancio nel triennio 2015-2017

Bepi-Colombo: missione cornerstone dell'ESA, congiuntamente alla JAXA, per studiare Mercurio e le sue caratteristiche: la geofisica, la geochimica, il campo magnetico, l'interazione con il Sole e gli effetti gravitazionali in relatività generale. Il lancio è previsto per il 2016 e l'arrivo su Mercurio nel 2022. La missione prevede per la prima volta l'inserimento contemporaneo intorno a Mercurio di due satelliti: MPO (ESA) in orbita quasi circolare e MMO (JAXA) in orbita ellittica. L'INAF è direttamente coinvolto con una serie di strumenti con PIs e Co-PIs.

ExoMars: uno dei punti chiave del programma Aurora dell'ESA. Lo scopo principale di Aurora è creare ed implementare un piano europeo a lungo termine per l'esplorazione robotica e umana del sistema solare, con Marte, la Luna e gli asteroidi come obiettivi più probabili. ExoMars è un programma congiunto tra l'ESA e Roscosmos, l'Agenzia Spaziale Russa e si compone di due missioni, la prima fissata per il 2016 e la seconda per il 2018. Il programma Exomars consiste di un orbiter e di un modulo di discesa per la missione "ExoMars 2016" e di un rover e piattaforma di superficie per la missione "ExoMars 2018". Il lander della missione "**ExoMars 2016**" è stato dedicato all'astronomo italiano **Giovanni V. Schiaparelli**, il primo a mappare le caratteristiche della superficie del pianeta rosso nel XIX secolo. L'Italia ha un ruolo guida e, attraverso l'Agenzia Spaziale Italiana, rappresenta il maggior contribuente europeo al programma ExoMars .

Le missioni in preparazione:

Solar Orbiter: prima missione di classe M del programma Cosmic Vision dell'ESA selezionata per un lancio nel 2018. Il satellite si collocherà in vicinanza del Sole a meno di 60 raggi solari per parte della sua orbita in una condizione di quasi co-rotazione con il Sole. Questa situazione permetterà di misurare il plasma del vento solare e il campo magnetico da esso trasportato con strumenti in situ e, allo stesso tempo, di osservare le sorgenti solari che hanno generato il vento stesso. La missione rappresenta un'opportunità senza precedenti per scoprire il legame fisico esistente tra il trasporto verso l'esterno dell'energia solare, le sue manifestazioni nei fenomeni di convezione solare, le variazioni dei campi magnetici coronali, nonché le sorgenti ed i meccanismi di accelerazione e riscaldamento del vento solare stesso. L'INAF è coinvolto a livello di PI-ship nella realizzazione di strumentazione per coronografia e spettrometria nell'UV, XUV e VL, e a livello di Co-PI-ship nella realizzazione della suite di plasma per le misure in-situ del vento solare.

Euclid: seconda missione di classe M dell'ESA dedicata allo studio di aspetti fondamentali della cosmologia moderna: Energia Oscura, Materia Oscura e possibili deviazioni dalla

teoria della Relatività Generale. Il lancio è previsto nel 2021. Euclid effettuerà una *survey* della quasi totalità del cielo extragalattico (l'obiettivo è coprire 15,000 gradi quadrati). Grazie all'immensa mole di dati raccolti, ci sarà una notevolissima ricaduta su molti campi dell'astrofisica. Il *payload* scientifico e gran parte dell'analisi dei dati a terra saranno a cura di un consorzio europeo, l'Euclid Consortium. La comunità italiana ha un ruolo di primo piano, con responsabilità cruciali: due membri sono presenti nel *Board* del consorzio e nello *Science Team* guidato da ESA. A questi si aggiungono le posizioni di *mission survey scientist*, uno dei responsabili della stesura dei *requirement* scientifici e i co-leader di molti dei gruppi di lavoro scientifico; la responsabilità di coordinare l'intero *Ground Segment* è italiana, come la responsabilità di definire e organizzare parti cruciali della riduzione dati sia di *imaging* che spettroscopici. Nel progetto sono coinvolte centinaia di scienziati appartenenti a molte strutture dell'INAF e università italiane.

PLATO: terza missione di classe M dell'ESA con lancio previsto intorno al 2023. L'obiettivo della missione è identificare pianeti extrasolari di tipo terrestre tramite il metodo dei transiti e di misurare le oscillazioni delle stelle intorno alle quali essi orbitano per determinare completamente le proprietà dei sistemi planetari identificati. In particolare, la caratterizzazione include l'analisi sismica delle stelle ospitanti pianeti, dalla quale ottenere una precisa misura di masse, raggi ed età, parametri fondamentali per poi ricavare una misura precisa delle stesse quantità per i pianeti ospitati. Tutti i sistemi planetari scoperti da PLATO potranno inoltre essere successivamente osservati spettroscopicamente da Terra e dallo spazio per: a) completare la caratterizzazione dei parametri orbitali e b) misurare le proprietà fisico-chimiche dei pianeti e delle loro atmosfere. La comunità astronomica italiana ha partecipato fin dalla definizione della proposta ed è interessata ad entrare attivamente sia nel Payload Consortium sia nel Science Consortium.

JUICE: prima missione di classe Large del programma Cosmic Vision dell'ESA selezionata per un lancio nel 2022, con arrivo al sistema di Giove nel 2029 e di durata operativa di 3 anni. L'Europa si propone per la prima volta nel ruolo di leader nell'esplorazione di un pianeta del Sistema solare esterno e delle sue lune. L'obiettivo primario è studiare le condizioni potenzialmente adatte allo sviluppo di elementari forme di vita (*abitabilità*) in ambienti ostili ed estremi come i sottosuoli ghiacciati di Europa, Ganimede e Callisto. JUICE entrerà in orbita intorno a Ganimede ed effettuerà alcuni fly-by su Europa e Callisto. Fra gli strumenti in studio, di cui vari a guida italiana con significativa partecipazione dell'INAF, uno spettrometro ed una suite di camere con l'obiettivo di effettuare la copertura globale dei satelliti gioviani e lo studio del loro ambiente.

ATHENA: seconda missione di classe "L" dell'ESA. Sarà il grande osservatorio di Astrofisica in raggi X dei prossimi decenni (lancio previsto nel 2028), dando all'Europa la leadership nel settore. Athena svelerà la formazione e l'evoluzione congiunta delle due componenti di altissima temperatura ed energetiche del nostro Universo come il plasma caldo negli ammassi di galassie e gli oggetti celesti più estremi che si conoscano, ovvero i buchi neri e i lampi gamma, spingendosi fino all'epoca in cui si sono formate le prime stelle supermassicce. Per esplorare l'Universo profondo nei raggi X, Athena avrà a bordo strumentazione avanzatissima, combinando un telescopio di grande area con due strumenti di piano focale. Lo strumento di punta è lo X-IFU, la prima X-ray Integral Field Unit in raggi X, basata su microcalorimetri criogenici con una elevatissima risoluzione energetica e buona capacità di *imaging*, accompagnato da uno strumento di campo largo WFI (Wide-Field Imager). La comunità italiana ha un ruolo fondamentale nella missione sia

sulla parte scientifica che sulla strumentazione; una competenza ed eccellenza tutta italiana che si è sviluppata e consolidata anche grazie ad alcuni programmi dell'ASI come Beppo-Sax e Agile. Contributo primario è lo X-IFU, ma è previsto inoltre un ruolo rilevante sulle attività di *ground segment*.

CHEOPS: selezionato dall'ESA come prima missione di classe "Small" (S) con lancio previsto per la fine del 2017. Missione dedicata alla caratterizzazione di pianeti di piccola massa in transito mediante fotometria di altissima precisione di stelle luminose i cui pianeti sono già stati scoperti con il metodo delle velocità radiali. CHEOPS consentirà la determinazione accurata dei loro raggi, permettendo in questo modo la determinazione accurata della loro struttura interna. Coordinato dalla Svizzera, il Consorzio CHEOPS coinvolge l'Italia, il Belgio, la Francia, l'Austria, la Svezia e il Regno Unito. In Italia i principali contributi tecnologici per CHEOPS sono la fornitura degli specchi dei telescopi, lo schermo solare del satellitare e i sensori di guida fine. E' inoltre previsto l'utilizzo della stazione ASI di Malindi e dell'ASI Science Data Center (ASDC). Gli scienziati italiani daranno un contributo significativo alla preparazione scientifica utilizzando anche i risultati dei progetti in corso condotti con lo spettrografo HARPS-N al TNG.

Prima di procedere con la presentazione delle schede sui maggiori programmi di astrofisica dallo spazio in cui l'INAF è attualmente coinvolta, è importante fare alcune premesse e precisazioni. La partecipazione ai programmi di astrofisica dallo spazio dell'INAF è principalmente finanziata mediante specifici accordi pluriennali con ASI. ASI, infatti, finanzia sia in forma diretta verso INAF o in forma indiretta (e.g. quando INAF è sottocontrattore di un accordo tra l'INAF e una Università) circa il 97% delle attività di Astrofisica dallo spazio del nostro Ente. Da un punto di vista formale, la collaborazione si sostanzia attraverso il raggiungimento di intese che portano alla firma di accordi attuativi della Convenzione Quadro. Questi prevedono un ruolo paritario tra le parti: a tal fine l'INAF contribuisce con l'expertise e il lavoro del proprio personale (ricercatori, tecnologi, tecnici ed amministrativi per la cura degli aspetti contrattuali) e con le proprie attrezzature e laboratori.

I dati riportati nelle schede che seguono costituiscono uno spaccato della situazione attuale degli accordi e sono limitate temporalmente alla durata dell'accordo ASI-INAF in corso. E' naturale che diverse delle maggiori missioni/progetti descritti di seguito (e.g. Euclid, Gaia, Bepicolombo, Exomars, Juice, Solar Orbiter, ASDC) verranno estesi (ed a volte con maggiore impegno economico e di man-power) ben oltre la durata attuale riportata nelle schede.

Laddove non è possibile fornire dati certi relativi al triennio di riferimento, sono state indicate delle previsioni contenute in parentesi quadre.

6.2.2.1 Agile

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Agile	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	Direzione Scientifica – Unità Scientifica Centrale III “Gestione Progetti
Dipartimento	Spaziali

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	08/10/2012	Data di fine	07/07/2015
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
<p>AGILE, acronimo di Astrorivelatore Gamma a Immagini LEggero, è un piccolo satellite per esplorare l’Universo violento. Lanciato il 23 Aprile 2007 dalla base di Sriharikota, in India, AGILE è la prima delle Piccole Missioni scientifiche realizzata interamente in Italia sotto l’egida ASI. Le caratteristiche principali di AGILE sono: ottimo imaging nella banda di energia 30 MeV – 30 GeV, simultaneo imaging nella banda X 15-45 keV, timing al μs e rivelazione di GRB su un ampio spettro dinamico.</p>	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifiche, estensione fase operativa e post operativa.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
La missione si basa sul coordinamento tra gli istituti INAF (IAPS Roma, IASF Milano, IASF Bologna), INFN, CIFS e industria spaziale nazionale.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite AGILE (ancora in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	6	[6]	0
	Tecnologi/ricercatori	117	[117]	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	[0]	0

	Tecnici	0	[0]	0
	Tecnologi/ricercatori	59	[59]	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	[0]	0
	Assegnisti	71	[71]	0
	Borsisti	98	[98]	0
	Co.Co.Co.	36	[36]	0
	Comandi in entrata	0	[0]	0
	Dottorandi	0	[0]	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	0	[0]	0

g.	Fonti di finanziamento
	ASI - Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. Personale di ruolo	38018	[38018]	0

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	External major product	1000	[1000]	0
	External services	5667	[5667]	0
	Missioni	6313	[6313]	0
	Altri costi diretti	2000	[2000]	0
	Personale finanziato	35017	[35017]	0

6.2.2.2 Euclid

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Euclid	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	13/08/2012	Data di fine	12/08/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Euclid realizzerà una mappa tridimensionale del nostro universo, misurando la posizione di circa 10 miliardi di oggetti celesti, tra cui 1 miliardo di galassie; esplorerà così la storia del cosmo degli ultimi 10 miliardi di anni. Euclid è una missione di classe "Medium" approvata dall'ESA nell'ambito del programma Cosmic Vision 2015-2025 ed è dedicata alla comprensione dell'accelerazione dell'universo e allo studio dei suoi costituenti, in particolare Dark Energy, Dark Matter.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività relative alla fase B2/C della missione	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Euclid è una missione ESA. Il contributo italiano è finanziato da ASI. Gli Enti di ricerca che partecipano alla missione sono INAF (capofila) ed INFN.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Bologna	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite Euclid (data presunta di lancio intorno al 2020-2021).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	676	676	676
	Tecnologi/ricercatori	5370	5370	5370
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	1556	1556	1556
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	3478	3478	3478
	Borsisti	190	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	2091	2091	2091

g.	Fonti di finanziamento
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. Personale di ruolo	1292946	1292946	1292946

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	886865	886865	886865
	Missioni	212118	212117	212117
	External services	10085	10085	10085
	External major products	102984	102984	102984

6.2.2.3 Gaia

6.2.2	Attività di ricerca		
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Gaia			
<input checked="" type="checkbox"/> Dipartimento <input type="checkbox"/> Horizon 2020 <input type="checkbox"/> Altra area di intervento <input type="checkbox"/> Attività di ricerca con risultati pubblicabili <input checked="" type="checkbox"/> Attività di ricerca istituzionali			
Descrizione			
Dipartimento			
Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia		
Data di inizio	09/06/2014	Data di fine	08/07/2018
a.	Finalità e obiettivi		
GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics) produrrà una survey astrometrica, fotometrica e spettroscopica di tutto il cielo fino a magnitudine V=20			
b.	Contenuto tecnico scientifico		
Partecipazione italiana al DPAC (Data Processing and Analysis Consortium), un consorzio di istituti di ricerca europei che ha l'obiettivo di sintetizzare e organizzare l'enorme mole di dati prodotti dalla missione.			
c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali		
Gaia è una missione del programma scientifico dell'ESA, realizzata direttamente da ESA, anche per la parte della strumentazione scientifica. La partecipazione italiana è finanziata da ASI. Nel presente accordo è prevista solo la partecipazione di INAF.			
d.	Eventuali collaborazioni con le Università		
/			
e.	Infrastrutture di ricerca		
Satellite GAIA (in fase operativa).			
f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)		

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	3470	3258	3258
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	11347	10661	10661
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	918	784	784
	Borsisti	158	60	60
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	1133	174	174

g.	Fonti di finanziamento
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. Personale di ruolo	1340192	966157	966157

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	698308	510926	510926
	Missioni	38771	28653	28653
	External services	232295	129795	129795
	Altri costi diretti	422	422	422
	External major product	1665	1665	1665

6.2.2.4 Integral

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Integral	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	31/07/2013	Data di fine	30/07/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
INTEGRAL è un Osservatorio Spaziale per astrofisica nei raggi X duri e nei raggi gamma soffici con una sensibilità e capacità di fare immagini delle sorgenti di alta energia. Importanti risultati sono stati ottenuti nello studio di classi di sorgenti quali Bursters, Black Holes, AGNs, PWNs e X-ray Pulsars	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifiche di sfruttamento dei dati e supporto in orbita.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Integral è una missione ESA i cui strumenti di bordo sono stati realizzati dalla collaborazione dell'INAF, di istituti francesi e tedeschi e con contributi di altri paesi europei e USA. INAF è presente con il responsabile dello strumento IBIS, l'imager di alta energia e numerosi co-responsabili di vari istituti sullo spettrometro e sull'X-ray monitor.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite Integral (ancora in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	508	254	0
	Tecnologi/ricercatori	3809	1905	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	214	107	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	214	107	0
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	0	0	0

g.	Fonti di finanziamento
	ASI - Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. Personale di ruolo	209570	104785	0

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	84268	42134	0
	Missioni	29818	14910	0
	External services	30734	15367	0
	Electrical parts	833	417	0
	External major product	1333	667	0
	Altri costi diretti	3000	1500	0

6.2.2.5 Nustar

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Nustar	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	22/01/2013	Data di fine	21/01/2017
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
NuStar (Nuclear Spectroscopic Telescope Array) ha l'obiettivo di eseguire un censo delle stelle compatte e dei buchi neri nella nostra galassia e nell'Universo in generale; localizzare il materiale che viene sintetizzato nelle supernovae. NuStar è il primo satellite in grado di focalizzare la radiazione X di alta energia tra 5 e 80 keV, avvalendosi di due telescopi per raggi X duri dalla lunghezza focale di 10 metri.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifiche per il programma NuSTAR	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Collaborazioni con la NASA e con il California Institute of Technology (Caltech). Diversi ricercatori INAF o associati INAF partecipano al progetto grazie al coinvolgimento di ASI, che fornisce la base di Malindi per i collegamenti con il satellite, e lo sviluppo del software per l'analisi dei dati a cura di ASDC.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite NuStar (in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	136	136	[136]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	[0]
	Tecnici	0	0	[0]
	Tecnologi/ricercatori	0	0	[0]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	[0]
	Assegnisti	187	187	[187]
	Borsisti	27	27	[27]
	Co.Co.Co.	0	0	[0]
	Comandi in entrata	0	0	[0]
	Dottorandi	0	0	[0]
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	44	44	[44]

g.	Fonti di finanziamento
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. Personale di ruolo	48685	48685	[48685]

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	31165	31165	[31165]
	Altri costi diretti	117500	117500	[117500]
	Missioni	26289	26289	[26289]

6.2.2.6 Planck

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Planck	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	12/06/2014	Data di fine	11/01/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Il satellite Planck è completamente dedicato allo studio del fondo cosmico di microonde, segnale originato circa 13 miliardi di anni fa. Planck ha l'obiettivo di determinarne la geometria, il contenuto, l'evoluzione e di studiare la fase di espansione parossistica dell'universo, detta "inflazione", che lo ha portato a dilatarsi in una frazione di secondo a dimensioni paragonabili a quelle attuali e di gettare luce sulla misteriosa materia oscura e energia oscura di cui in gran parte è formato	

b.	Contenuto tecnico scientifico
LFI Fase E2 - Analisi dati	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Planck è una missione ESA del programma Horizon2000+. Il contributo INAF è costituito da uno dei due strumenti, denominato LFI (Low Frequency Instrument. PI Italiano), dal Data Processing Center (DPC), finanziato da ASI, e dalle attività teoriche necessarie per l'analisi e l'interpretazione dei dati.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Padova e Università di Ferrara	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite Planck (in fase post-operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	531	0	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	888	0	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	1147	0	0
	Borsisti	508	0	0
	Co.Co.Co.	124	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	1453	0	0

g.	Fonti di finanziamento
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. Personale di ruolo	164857	0	0

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	460451	0	0
	Missioni	72515	0	0
	External services	50526	0	0
	Exyernal major product	9322	0	0

6.2.2.7 Swift

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Swift	

- Dipartimento
 Horizon 2020 Altra area di intervento
 Attività di ricerca con risultati pubblicabili
 Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Astrofisica e Cosmologia
---------------------------	--------------------------

Data di inizio	10/03/2011	Data di fine	09/12/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
<p>Il satellite Swift ha a bordo tre strumenti che permettono agli scienziati di osservare i Gamma Ray Burst. L'osservazione dei Gamma Ray Burst permette di monitorare la luce prodotta nelle esplosioni del lampo gamma e di trasferire i dati a tutti i telescopi del mondo.</p>	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifiche estensione Fase E2	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
<p>Swift è una missione NASA-ASI-UK. L'INAF-Oabrera ha provveduto le ottiche XRT. La partecipazione italiana è resa possibile grazie al supporto di ASI, che fornisce anche la stazione di terra di Malindi.</p>	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite Swift (in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	104	104	[104]
	Tecnologi/ricercatori	731	731	[731]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	[0]
	Tecnici	0	0	[0]
	Tecnologi/ricercatori	0	0	[0]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	[0]
	Assegnisti	1498	1498	[1498]
	Borsisti	0	0	[0]
	Co.Co.Co.	175	175	[175]
	Comandi in entrata	0	0	[0]
	Dottorandi	0	0	[0]
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	110	110	[110]

g.	Fonti di finanziamento
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. Personale di ruolo	264472	264472	[264472]

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	234503	234503	[234503]
	Missioni	41869	41869	[41869]
	External services	1565	1565	[1565]
	External major product	8477	8477	[8477]
	Altri costi diretti	5575	5575	[5575]

6.2.2.8 Bepicolombo

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Bepicolombo	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Eliofisica e Fisica fondamentale dallo Spazio
---------------------------	---

Data di inizio	22/06/2010	Data di fine	21/05/2017
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
<p>BepiColombo è la missione ESA e JAXA per l'esplorazione del pianeta Mercurio, basata su due satelliti: MPO (ESA) e MMO (JAXA), dedicati a misure planetarie e magnetosferiche. SIMBIO-SYS, la cui partecipazione italiana è interamente finanziata da ASI, è il pacchetto a bordo di MPO costituito da tre canali per osservazioni stereoscopiche (STC - responsabilità INAF), ad alta risoluzione spaziale (HRIC - responsabilità Università Parthenope e INAF) e iperspettrali (VIHI - responsabilità INAF) nel visibile che consentirà l'esplorazione accurata delle proprietà geofisiche e geochimiche del pianeta. Ad affiancarlo ci saranno anche gli strumenti a guida INAF SERENA (Search for Exosphere Refilling and Emitted Neutral Abundance) e ISA (Italian Spring Accelerometer). Inoltre ricercatori INAF fanno parte dei team degli strumenti SIXS (Solar Intensity X-ray and particle Spectrometer) e MEA (Mercury Electrostatic Analyzer).</p>	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività Scientifica - Fase B2/C	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Bepicolombo è una missione ESA, in collaborazione con l'agenzia spaziale giapponese JAXA. Il contributo italiano è finanziato dall'ASI.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Padova, Università di Perugia e Università Parthenope.	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite Bepicolombo (lancio è previsto nel 2016, la fase operativa nel 2022).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			

	Tecnici	398	398	166
	Tecnologi/ricercatori	1464	1464	610
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	407	407	169
	Tecnologi/ricercatori	1341	1341	559
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	1979	1979	825
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	65	65	27
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	97	97	41
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	1291	1291	538

g.	Fonti di finanziamento
	ASI - Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
Tot. personale di ruolo	466760	466760	194483

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
Personale finanziato	964337	964337	401807
Missioni	118722	118722	49467
Altri costi diretti	59450	59450	24770
External major product	39600	39600	16274
External services	23314	23314	9715
Raw Material	723	723	300
Mechanical parts	1300	1300	542
Electrical parts	8200	8200	3415

6.2.2.9 CAM

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - CAM	

- Dipartimento
 Horizon 2020 Altra area di intervento
 Attività di ricerca con risultati pubblicabili
 Attività di ricerca istituzionali

Descrizione Dipartimento	
---------------------------------	--

Area di intervento	Strumentazione spaziale
---------------------------	-------------------------

Data di inizio	01/04/2014	Data di fine	30/06/2016
----------------	------------	--------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Lo scopo del progetto CAM (Contamination Assessment Microbalance) è il design e la realizzazione di un breadboard e di un modello ingegneristico di un sensore, basato sulla tecnologia delle microbilance a cristalli piezoelettrici, in grado di rivelare e misurare la contaminazione spaziale sullo spacecraft e relativo payload.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività tecnologica - Breadboard e EM model	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Il progetto è finanziato da ESA. È sviluppato da un consorzio di istituti, guidato da IAPS-INAF e che vede coinvolti l'IIA-CNR, il Politecnico di Milano e la Kayser Italia.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Il Politecnico di Milano è tra gli istituti del consorzio e si occupa della gestione delle attività di design e manifattura della testa sensoriale.	

e.	Infrastrutture di ricerca
/	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	69	44	0
	Tecnologi/ricercatori	26	50	0
b.	Personale non di ruolo			

	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	0	0	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	3	89	0
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	0	0	0

g.	Fonti di finanziamento
	ESA – European Space Agency

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
Tot. personale di ruolo	22255	23936	0

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
Personale finanziato	712	22131	0
Missioni	1361	680	0
Material costs	4500	7500	0
External services	4000	0	0
External major product	0	4000	0

6.2.2.10 Cassini

6.2.2.	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Cassini	

- Dipartimento
 Horizon 2020 Altra area di intervento
 Attività di ricerca con risultati pubblicabili
 Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Eliofisica e Fisica fondamentale dallo Spazio
---------------------------	---

Data di inizio	21/12/2014	Data di fine	20/12/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Cassini-Huygens è una missione robotica che sta studiando il pianeta Saturno e i suoi satelliti. Il contributo italiano alla missione consiste con lo spettrometro a immagine nel visibile e vicino infrarosso VIMS-V, l'esperimento RADAR e lo strumento HASI su Huygens, dedicato allo studio dell'atmosfera di Titano.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifiche per Cassini Huygens fase E2.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
La missione nasce da una collaborazione con la NASA, l'ESA, ASI ed INAF.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Le infrastrutture impegnate nella missione sono l'orbiter Cassini e la sonda Huygens (ancora in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	218	218	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	277	277	0

c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	112	112	0
	Borsisti	112	112	0
	Co.Co.Co.	53	53	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	42	42	0

g.	Fonti di finanziamento
	ASI - Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. personale di ruolo	76814,50	76814,50	0

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	34465	34465	0
	Missioni	15522	15522	0

6.2.2.11 Dawn

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Dawn	

- Dipartimento
 Horizon 2020 Altra area di intervento
 Attività di ricerca con risultati pubblicabili
 Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Eliofisica e Fisica fondamentale dallo Spazio
---------------------------	---

Data di inizio	01/03/2012	Data di fine	30/11/2017
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Sonda lanciata per l'esplorazione dell'asteroide Vesta, prima, e Cerere poi. L'INAF contribuisce alla missione con lo spettrometro ad immagine VIR (Visual and Infrared Spectrometer) nel visibile e vicino infrarosso.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifica di supporto alla missione - continuazione fase E2	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Dawn è una missione del programma discovery della NASA il cui contributo italiano è finanziato dall'ASI. L'INAF è il solo ente di ricerca nel presente accordo.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Sonda Dawn (in fase operativa).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	37	37	34
	Tecnologi/ricercatori	341	341	312
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	347	347	317
c.	Altro personale			

	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	412	412	378
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	0	0	0

g.	Fonti di finanziamento
	ASI – Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. personale di ruolo	122406	122406	112205

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	146987	146987	134738
	Missioni	45032	45032	41279
	Raw materials	5217	5217	4782
	Mechanical parts	3478	3478	3188
	Electrical parts	3478	3478	3188
	External major product	6873	6873	6300
	External services	14174	14174	12990

6.2.2.12 Exomars

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Exomars	

- Dipartimento
 Horizon 2020 Altra area di intervento
 Attività di ricerca con risultati pubblicabili
 Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Eliofisica e Fisica fondamentale dallo Spazio
---------------------------	---

Data di inizio	27/03/2015	Data di fine	26/01/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
<p>Exomars rappresenta uno dei punti chiave del programma dell'ESA di esplorazione (programma Aurora). Sono previsti due lanci: il 2016 e il 2018. Lo scopo principale è l'esplorazione robotica e umana del sistema solare, in particolare di Marte con la ricerca di vita. ExoMars consiste di un orbiter e un modulo di discesa (2016), e un rover con drill (2018). L'INAF contribuisce alla missione con la responsabilità di due strumenti scientifici e con la co responsabilità di un altro strumento e la partecipazione a diversi altri. Gli strumenti con responsabilità diretta di INAF sono: MaMISS - Spettrometro inserito nel sistema di carotaggio-driller per lo studio del sottosuolo marziano (INAF-IAPS) e DREAMS (INAF-OACN) per la caratterizzazione dell'ambiente marziano e CaSSIS (Co-PI ship) la camera a bordo dell'orbiter.</p>	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifica per lo sviluppo del payload italiano.	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Exomars è una missione ESA, il cui notevole contributo italiano è finanziato dall'ASI.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Padova	

e.	Infrastrutture di ricerca
Programma EXOMARS (in fase di realizzazione).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	19	25	25
	Tecnologi/ricercatori	241	321	321
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	642	856	856
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	510	680	680
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	0	0	0

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. personale di ruolo	74175	98899	98899

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	34465	34465	0
	Missioni	29756	39675	39675
	Raw materials	1324	1764	1764
	Mechanical parts	22500	30000	30000
	Altri costi diretti	5294	7059	7059

6.2.2.13 Juice

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Juice	

- Dipartimento
 Horizon 2020 Altra area di intervento
 Attività di ricerca con risultati pubblicabili
 Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Eliofisica e Fisica fondamentale dallo Spazio
---------------------------	---

Data di inizio	31/10/2013	Data di fine	30/10/2015
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
<p>JUICE (JUper ICy moon Explorer) è una missione spaziale verso il sistema solare esterno, avente come obiettivo primario lo studio di Giove e dei satelliti galileiani. La missione JUICE è la prima missione selezionata da ESA come classe LARGE per il programma Cosmic Vision 2015-2025. La tematica scientifica è quella di studiare l'intero complesso sistema gioviano ed in particolare l'abitabilità delle lune di Giove, prime fra tutte Ganimede ed Europa, ove si pensa ci sia un oceano sotterraneo con condizioni potenzialmente abitabili</p>	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Partecipazione italiana alla fase A/B1 della missione	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
La missione JUICE è la missione selezionata da ESA come classe L1 per il programma Cosmic Vis	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Sono coinvolte: Cisas - Università di Padova, Università del Salento, Politecnico di Milano, Università di Trento, Università di Bologna, Università di Pisa, Università di Roma "La Sapienza", Università di Roma 3, Università di Napoli "Parthenope"	

e.	Infrastrutture di ricerca
Sonda Juice (missione in fase di realizzazione)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	56	[56]	[56]
	Tecnologi/ricercatori	368	[368]	[368]

b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	[0]	[0]
	Tecnici	0	[0]	[0]
	Tecnologi/ricercatori	205	[205]	[205]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	[0]	[0]
	Assegnisti	1795	[1795]	[1795]
	Borsisti	0	[0]	[0]
	Co.Co.Co.	337	[337]	[337]
	Comandi in entrata	0	[0]	[0]
	Dottorandi	581	[581]	[581]
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	1478	[1478]	[1478]

g.	Fonti di finanziamento
ASI - Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. personale di ruolo	251899	[251899]	[251899]

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	208550	[208550]	[208550]
	Missioni	45487	[45487]	[45487]
	External major product	42700	[42700]	[42700]
	External services	11500	[11500]	[11500]

6.2.2.14 Juno Jiram

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Juno Jiram	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Eliofisica e Fisica fondamentale dallo Spazio
---------------------------	---

Data di inizio	09/12/2014	Data di fine	08/09/2015
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Gli obiettivi scientifici di JUNO sono di determinare se Giove ha un interno solido, misurare l'abbondanza di acqua, il campo del vento nella bassa atmosfera e le caratteristiche del campo magnetico e dei fenomeni inerenti. L'Italia partecipa con due esperimenti, JIRAM e KaT. JIRAM (Jovian InfraRed Auroral Mapper) è uno strumento che permette di acquisire immagini e spettri nel range spettrale 2-5 μm . KaT (Ka-Band Translator) è la porzione nella banda Ka dell'esperimento per mappare il campo di gravità del pianeta	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Supporto alle operazioni dello strumento durante la fase di crociera	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
JUNO fa parte del programma New Frontiers della NASA. Al programma partecipa anche il CNR.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite Juno (in fase di crociera).	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	[0]
	Tecnologi/ricercatori	258	258	[258]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	[0]
	Tecnici	0	0	[0]
	Tecnologi/ricercatori	277	277	[277]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	[0]
	Assegnisti	214	214	[214]
	Borsisti	0	0	[0]
	Co.Co.Co.	0	0	[0]
	Comandi in entrata	0	0	[0]
	Dottorandi	0	0	[0]
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	0	0	[0]

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. personale di ruolo	82912,50	82912,50	[82912,50]

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	99736	99736	[99736]
	Missioni	22642	22642	[22642]

6.2.2.15 Osiris Rex

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Osiris Rex	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Eliofisica e Fisica fondamentale dallo Spazio
---------------------------	---

Data di inizio	14/10/2013	Data di fine	13/10/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Gli obiettivi della missione sono riportare a terra e analizzare un campione di regolite primitivo ricco di carbonio, proveniente dall'asteroide 1999RQ36 con lo scopo di caratterizzare le proprietà globali integrate di un asteroide primitivo ricco di carbonio per permettere un confronto diretto con le osservazioni da terra dell'intera popolazione degli asteroidi.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Partecipazione scientifica alla missione per la fase B2/C/D	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Osiris-Rex è una missione NASA	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Sonda Osiris (missione in fase di realizzazione)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	[0]
	Tecnologi/ricercatori	180	135	[135]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	[0]
	Tecnici	0	0	[0]
	Tecnologi/ricercatori	0	0	[0]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	[0]
	Assegnisti	214	160	[160]
	Borsisti	0	0	[0]
	Co.Co.Co.	0	0	[0]
	Comandi in entrata	0	0	[0]
	Dottorandi	0	0	[0]
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	0	0	[0]

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. personale di ruolo	58801	44100	[44100]

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	33000	24750	[24750]
	Missioni	16378	12284	[12284]
	External Major product	32667	24500	[24500]
	Altri costi diretti	870	652	[652]

6.2.2.16 Rosetta

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Rosetta	

- Dipartimento
 Horizon 2020 Altra area di intervento
 Attività di ricerca con risultati pubblicabili
 Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Eliofisica e Fisica fondamentale dallo Spazio
---------------------------	---

Data di inizio	30/07/2012	Data di fine	29/07/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Il lander Philae, atterrato sulla cometa 67P/Churyumov Gerasimenko nel novembre 2014, permetterà di effettuare misure in-situ e di campionare il materiale superficiale per una analisi chimico-mineralogica dettagliata. L'INAF ha un ruolo di responsabilità con lo strumento VIRTIS, che studierà la composizione mineralogica e le proprietà termiche del nucleo, le abbondanze molecolari nella cometa. Le altre partecipazioni italiane sono: GIADA che analizzerà la dinamica ed il flusso di particelle solide dal nucleo della cometa; OSIRIS che è il sistema di imaging a bordo della sonda; SD2 è il trapano usato a bordo del lander per raccogliere e distribuire campioni del suolo cometario.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività scientifica e supporto alle operazioni fase E2	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Rosetta è una missione ESA il cui contributo italiano è finanziato dall'ASI	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Padova, Politecnico di Milano e Università Parthenope di Napoli	

e.	Infrastrutture di ricerca
Sonda Rosetta (missione in fase operativa)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	320	186	[186]
	Tecnologi/ricercatori	723	422	[422]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	[0]
	Tecnici	80	47	[47]
	Tecnologi/ricercatori	377	220	[220]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	[0]
	Assegnisti	1712	998	[998]
	Borsisti	0	0	[0]
	Co.Co.Co.	0	0	[0]
	Comandi in entrata	0	0	[0]
	Dottorandi	248	145	[145]
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	2187	1276	[1276]

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. personale di ruolo	612708	357413	[357413]

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	351545	175772	[175772]
	Missioni	38700	19350	[19350]
	Altri costi diretti	6500	3500	[3500]

6.2.2.17 Solar Orbiter

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio – Solar Orbiter	

- Dipartimento**
 Horizon 2020 **Altra area di intervento**
 Attività di ricerca con risultati pubblicabili
 Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Eliofisica e Fisica fondamentale dallo Spazio
---------------------------	---

Data di inizio	15/05/2012	Data di fine	14/05/2018
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
<p>La missione Solar Orbiter è caratterizzata da un'orbita che la porterà a distanze dal Sole finora mai raggiunte. Nel 2009 sono stati selezionati gli strumenti del carico scientifico del Solar Orbiter. Tra questi, INAF, col supporto di ASI svilupperà con contributi da Germania e Repubblica Ceca, METIS e SWA (Solar Wind Analyzer). METIS è finalizzato a osservare la corona nella luce visibile polarizzata, nell'UV e nell'EUV, otterrà immagini coronali monocromatiche nella riga dell'idrogeno (HI 121.6 nm) e dell'elio (He II 30.4 nm) e misure spettroscopiche nel dominio UV-EUV in un settore della corona. SWA analizzerà le principali componenti del plasma nelle regioni circumsolari.</p> <p>La comunità scientifica italiana fornirà anche un importante contributo nell'elaborazione delle tecniche di ricostruzione di immagini per lo strumento STIX dedicato all'acquisizione di immagini della corona solare nei raggi X.</p>	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Supporto scientifico alla realizzazione degli strumenti METIS e SWA/DPU - fasi B2/C1	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Rosetta è una missione ESA il cui contributo italiano è finanziato dall'ASI. Partecipano alla missione anche Università e il CNR	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Padova, Politecnico di Torino, Università di Firenze, Università di Genova, Università degli studi di Tor Vergata.	

e.	Infrastrutture di ricerca
Satellite Solar Orbiter (in fase di realizzazione)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
--------------------------	------------------	------------------	------------------

a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	580	580	580
	Tecnologi/ricercatori	1300	1300	1300
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	1463	1463	1463
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	1057	1057	1057
	Assegnisti	1712	998	0
	Borsisti	891	891	891
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	1343	1343	1343

g.	Fonti di finanziamento
	ASI - Agenzia Spaziale Italiana

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
Tot. personale di ruolo	580697	580697	580697

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa	Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
Personale finanziato	553296	553296	553296
Missioni	64340	64340	64340
Altri costi diretti	3192	3192	3192
External major product	17333	17333	17333
External services	26667	26666	26666

6.2.2.18 Venus Express

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - Venus Express	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Eliofisica e Fisica fondamentale dallo Spazio
---------------------------	---

Data di inizio	26/11/2010	Data di fine	25/01/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
La missione Venus Express ha come obiettivo principale lo studio della superficie di Venere, della sua spessa atmosfera, della loro interazione e dell'interazione del pianeta con lo spazio profondo ed il vento solare. L'INAF svolge un ruolo di primo piano sul payload, con responsabilità diretta su VIRTIS (una camera iperspettrale tra .3 e 5 micron) e con una importante partecipazione su ASPERA-4 (per lo studio del plasma).	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Attività Scientifica - Fase E	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Venus Express è una missione ESA e finanziata dall'ASI	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
Sonda Venus Express (in fase operativa)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	41	3	0
	Tecnologi/ricercatori	33	3	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	279	23	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	172	14	0
	Borsisti	0	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	0	0	0

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. personale di ruolo	22354	1862	0

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	76971	6414	0
	Missioni	13854	1155	0
	External services	3694	140	0
	External major product	6740	562	0

6.2.2.19 ASDC

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio - ASDC	

Dipartimento

Horizon 2020

Altra area di intervento

Attività di ricerca con risultati pubblicabili

Attività di ricerca istituzionali

Descrizione	
Dipartimento	

Area di intervento	Attività di supporto
---------------------------	----------------------

Data di inizio	05/12/2014	Data di fine	04/12/2016
-----------------------	------------	---------------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Nel settembre 2010, l'ASI ha istituito l'ASI Science Data Center con il compito di gestire gli archivi scientifici dei satelliti relativi all'Esplorazione e Osservazione dell'Universo. L'ASDC si inserisce nel contesto internazionale quale centro multi-missione e multi-frequenza in grado di offrire alla comunità scientifica Italiana ed Europea di Astrofisica la disponibilità di dati nelle diverse bande di energia, consentendo anche un'analisi scientifica comparata di dati astronomici multi-missione.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Realizzazione di attività tecniche e scientifiche presso l'ASDC	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
La gestione dell'ASDC è effettuata insieme con l'ASI	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
/	

e.	Infrastrutture di ricerca
ASDC: ASI Science Data Center (in fase operativa)	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	[0]
	Tecnologi/ricercatori	920	920	[920]
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	642	642	[642]
	Tecnici	0	0	[0]
	Tecnologi/ricercatori	3209	3209	[3209]
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	[0]
	Assegnisti	214	214	[214]
	Borsisti	214	214	[214]
	Co.Co.Co.	0	0	[0]
	Comandi in entrata	0	0	[0]
	Dottorandi	0	0	[0]
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	0	0	[0]

g.	Fonti di finanziamento
ASI – Agenzia Spaziale Italiana	

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tot. personale di ruolo	319978,50	319978,50	[319978,50]

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	868598	868598	[868598]
	Missioni	70214	70214	[70214]
	External major product	3975	3975	[3975]
	Altri costi diretti	7200	7200	[7200]

6.2.2.20 Rivelatori criogenici superconduttivi per astrofisica spaziale

6.2.2	Attività di ricerca
Area di specializzazione: Progetti dallo Spazio – Rivelatori criogenici superconduttivi per astrofisica spaziale	

- Dipartimento
 Horizon 2020 Altra area di intervento
 Attività di ricerca con risultati pubblicabili
 Attività di ricerca istituzionali

Descrizione Dipartimento	
--------------------------	--

Area di intervento	Tecnologia
--------------------	------------

Data di inizio	28/11/2014	Data di fine	27/11/2015
----------------	------------	--------------	------------

a.	Finalità e obiettivi
Costruzione di uno strumento che ottenga immagini ad altissima risoluzione spettrale nei raggi X. Lo strumento richiede tecnologie di punta sia nel settore della sensoristica avanzata che nella fisica e chimica dei materiali, nei sistemi criogenici per lo spazio e nella elettronica criogenica.	

b.	Contenuto tecnico scientifico
Rivelatori criogenici superconduttivi per astrofisica spaziale	

c.	Eventuali collaborazioni nazionali e internazionali
Collaborazione con ESA, con il CNR e con l'INFN. Il contributo italiano è finanziato dall'Agenzia Spaziale Italiana nell'ambito dei Progetti Premiali 2012.	

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
Università di Genova e Università di Palermo	

e.	Infrastrutture di ricerca
/	

f.	Personale impiegato (in giornate/uomo)
-----------	---

Tipo di personale		Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017
a.	Personale di ruolo			
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	1170	0	0
b.	Personale non di ruolo			
	Amministrativi	0	0	0
	Tecnici	0	0	0
	Tecnologi/ricercatori	214	0	0
c.	Altro personale			
	Altri incarichi di ricerca	0	0	0
	Assegnisti	855	0	0
	Borsisti	586	0	0
	Co.Co.Co.	0	0	0
	Comandi in entrata	0	0	0
	Dottorandi	0	0	0
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	397	0	0

g.	Fonti di finanziamento

h.	Costo complessivo del progetto
-----------	---------------------------------------

Finanziamento a carico FOE

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Tor. Personale di ruolo	247771	0	0

Eventuali ulteriori finanziamenti

Voce di spesa		Annualità 2015	Annualità 2016	Annualità 2017
	Personale finanziato	217104	0	0
	Raw materials	26460	0	0
	Semi fin. Parts	7156	0	0
	Electrical parts	4965	0	0
	External major product	56380	0	0
	External services	158774	0	0
	Missioni	125167	0	0

6.3 e-Infrastructures ed ICT

Le e-infrastructures rappresentano uno dei pilastri sui quali poggiare lo sviluppo della ricerca nelle modalità auspicate dalle politiche europee dei progetti ESFRI e, come tali, rappresentano un 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 d'innovazione tecnico-scientifico con importanti ricadute sul tessuto produttivo e nel contesto sociale del sistema Paese.

L'INAF collabora con varie istituzioni Europee allo sviluppo dell'infrastruttura di calcolo e data storage per i grandi progetti strumentali di astrofisica quali ALMA, SRT, VLBI, VST, GAIA e LBT, ed Euclid, CTA e SKA nel futuro, ed è coinvolta nello sviluppo di standard internazionali di interoperabilità tra i dati (è il caso del **Virtual Observatory**), e di sviluppo di middleware per supporto al calcolo (**EGI**). Lo scopo di questo pesante coinvolgimento è quello di supportare i progetti scientifici per lo sfruttamento dei dati provenienti sia dai telescopi da terra o dallo spazio sia dal calcolo teorico.

Nell'ambito delle *e-Infrastructure* di calcolo/dati, esistono fondamentalmente tre diverse linee, dotate di caratteristiche tra loro complementari: **HPC** (High Performans Computing), **HTC** (High Troughput Computing) e **Data Infrastructure**. Pur rispondendo a necessità tra loro differenti, vi è un ampio margine 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 è da considerare anche tutto il lavoro nello sviluppo ed ingegnerizzazione di software sia come framework che come sistemi di analisi dei dati raccolti.

Scopo della Unità VI della Direzione Scientifica - ICT è quella di valorizzare ed integrare le realtà presenti nel territorio nazionale legate ai vari progetti, oltre ad incentivare una sempre più forte interazione con gli altri Enti di Ricerca Italiani, in quanto molte problematiche infrastrutturali sono simili.

Attualmente presso l'INAF esistono molte esperienze in questi campi, ma sono spesso dedicate ai singoli progetti. Lo sviluppo che si è messo in atto con la creazione dell'Unità VI della Direzione Scientifica dovrà portare nei prossimi anni a migliorare l'efficienza dell'offerta ICT, per 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 dovranno concentrarsi su 4 punti principali:

- **Infrastruttura di rete**
- **Infrastruttura di Calcolo**
- **Archivi**
- **Networking**

Sviluppo dell' infrastruttura di rete

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

l'integrazione delle risorse di calcolo. Se per le due prime due voci potrebbero essere sufficienti gli accessi a 2-30 Mbit/s previsti dalle moderne ADSL forniti dagli operatori, l'attività di ricerca richiede che siano garantite velocità ben maggiori. Basti pensare al e-vlbi che richiede dei flussi di 2-4 Gbit/s tra le singole antenne ed il correlatore distante alcune migliaia di Km, oppure il trasferimento dei dati osservativi di un telescopio o di un satellite che vengono analizzati in istituti di differenti paesi, o l'utilizzo di supercomputer che generano TBy di dati da analizzare localmente. Le reti della ricerca assolvono a questa funzione fornendo le dorsali ad altissima velocità (100-500 Gbit/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 internazionale è necessario disporre di collegamenti veloci tra le nostre sedi ed i punti di accesso alle dorsali (PoP del GARR). In particolare si rendono necessari collegamenti in fibra ottica, gli unici che permettono le velocità richieste. Anche utilizzando fibre ottiche possiamo avere differenti soluzioni più o meno economiche e più o meno versatili. Il collegamento tra le nostre sedi ed il 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. Arrivare al POP attraverso una MAN universitaria o cittadina è notevolmente più economico, ma sono più ridotte le possibilità di avere bande alla massima velocità, bande che comunque vanno concordate. Infine si può avere un "servizio di trasporto" da un operatore di connettività con cui si concordare una tariffa ed una banda, tipicamente (n x 100Mbit/s).

Lo stato delle sedi INAF è notevolmente migliorato nell'ultimo anno grazie al progetto Garr-X-Progress che ha portato al collegamento in fibra "dark" di tutte le sedi del Sud, ma presenta ancora criticità che devono essere risolte.

Al 1/6/2015 la situazione dei collegamenti INAF alla rete GARR è la seguente:

Gruppo	Tipologia	Strutture	Costo
1	Collegamenti diretti dark con accesso a 10Gbit/s	Medicina, Noto, IRA Correlatore	108 KE
2	Collegamenti diretti dark con accesso a 1Gbit/s	Catania, Capodimonte, Iasf-PA, Palermo, Palemo-Lab	100 KE
3	Collegamenti via Man Cittadine o Universitarie con accesso a 1Gbit/s	Arcetri, Bologna, Loiano, Padova, Asiago, Trieste, IRA, IASF	75 KE
4	Collegamenti in varie tipologie con velocità inferiori a 1Gbit/s	Cagliari, IASF-MI, Teramo, Roma-M.Porzio, Roma-Presidenza, Milano-Brera, Merate, Torino, SRT	233 KE

Il costo attuale per l'infrastruttura di rete è di circa 520 KEuro più iva all'anno. A questa cifra vanno aggiunte alcune decine di migliaia di euro che sono pagate direttamente dalle strutture sulla base di accordi locali.

Le situazioni critiche che vanno risolte prioritariamente sono quelle del gruppo 4, che presentano una velocità di collegamento nettamente insufficiente.

Alcune delle sedi sono anche a notevole distanza dal più vicino POP Garr. Il costo per la posa di una nuova fibra ottica è stimato intorno a 4-5 KEuro/Km, e anche se può essere spalmato su un periodo di alcuni anni rimane comunque significativo. L'impegno economico su più anni comporta inoltre una complicazione amministrativa che deve essere tenuta ben presente nel momento in cui si va a stipulare il contratto con un operatore o con il GARR. Va anche considerato che il collegamento dark su lunga distanza comporta una certa vulnerabilità del collegamento. Se il fatto di non avere rindondanza può essere accettabile

per sedi osservative dove è presente poco personale e in cui si può sopperire alla mancanza di connettività con collegamenti “mobile” 3G o 4G, nel caso di strutture più critiche va previsto un sistema di backup più affidabile basato su collegamento satellitare o raddoppio della connettività, che viene a portare un aggravio di costo di un fattore 1.5 - 1.8 Vanno quindi sanate le situazioni seguenti:

Struttura	Collegamento attuale	Costo annuale KE	K m dal PoP	Note ed Attività prevista
SRT	NESSUNO		100	Impegno regione Sardegna che dovrebbe concludersi a fine 2015
Cagliari	Ponte Radio 300Mbit/s	25	25	Presenza di Voip. Impegno regione Sardegna che dovrebbe concludersi entro 2017.
IASF-MI	Rete Area CNR 100 Mbit/s	0	5	Accorpamento previsto. Nel caso non si realizzi trasferimento prevedere collegamento diretto al PoP Garr.
Milano Brera	Rete fastweb 100Mbit/s	19		Accorpamento previsto. Nel caso non si realizzi trasferimento prevedere collegamento diretto al PoP Garr.
Teramo	Servizio 8Mbit/s	4.5	10	Attività in corso per ponte radio 100Mbit/s entro 2015. Prevista fibra entro 2017
Roma M.Porzio	Servizio: 2x100 Mbit/s	56	5	Prevedere fibra dark
Roma Presidenza	Servizio 50 Mbit/s	23	5	Necessario potenziamento ad alta affidabilità almeno a 2x100 Mbit/s
Merate	Servizio: 2x100 Mbit/s	54	50	Valutare l'opportunità ed il costo di una fibra dark
Torino	Servizio 2x100 Mbit/s	54	10	Prevedere fibra dark

Quasi tutti questi collegamenti risultano saturi o hanno carichi superiori al 70% nelle ore lavorative. Il costo di questa operazione potrebbe comportare un **costo aggiuntivo di circa 200 K annuo**. Nel caso si ritenesse necessario intervenire per SRT il costo del cablaggio è stimato in 500-600 KEuro.

Il potenziamento dei collegamenti realizzati in fibra (gruppo 2 e 3) si può realizzare semplicemente con la sostituzione del router con costi a partire da 10-15 KEuro. Va considerato che il passaggio da 1 a10 GBy nella connettività richiede anche l'aggiornamento di parti consistenti delle reti locali delle strutture, molte delle quali sono ancora a 1 Gbit/s, se non a 100Mbit/s. Nel prossimo triennio andrebbe pianificato prioritariamente l'adeguamento delle reti locali prevedendo il potenziamento della connettività quando il Gbit/s inizia ad essere insufficiente. Primi segnali di congestione su reti a 1Gbit/s iniziano a vedersi per ora solo nei nodi di Padova e Trieste.

Sviluppo dell'infrastruttura di calcolo

Attualmente in INAF non esiste un'infrastruttura di calcolo dedicata all'utenza generale. I progetti o i gruppi hanno sviluppato proprie infrastrutture per le specifiche esigenze. Un esempio di ciò sono le infrastrutture per il centro dati di **Planck**, il DPC Italiano di **GAIA** o il **ALMA Regional Data Center**. Inoltre esistono piccoli cluster d'istituto o di gruppo con un numero massimo di core non superiori a 256. Il pro di questo tipo di approccio è la flessibilità e le piccole dimensioni, il contro è la difficoltà di manutenzione, la loro evoluzione ed il ristretto numero di persone che ci possono lavorare visto il target dedicato dell'infrastruttura stessa o la connotazione locale.

Manca però una infrastruttura di calcolo più generica per le esigenze dell'INAF e ciò fa perdere occasioni alla componente scientifica dell'ente che non è in grado di utilizzare adeguatamente gli strumenti scientifici sviluppati o non gli permette di essere attrattiva nelle grosse collaborazioni internazionali.

Come primo passo, e per favorire e sviluppare uno sforzo sinergico per un'infrastruttura di calcolo distribuito, gli Enti di Ricerca partecipano a un progetto, denominato **DHTCS-IT** (Distributed High Throughput Computing and Storage), già finanziato nel 2013 ed ora in fase di realizzazione. Questo progetto metterà a disposizione degli Enti di Ricerca Italiani, un'*e-Infrastructure* nazionale, costituita da un sistema ad alto *throughput* di risorse di *storage* e di calcolo distribuito, avendo come complemento la disponibilità della Rete telematica ad alte prestazioni GARR-X ed il necessario corredo di strumenti middleware già sviluppati ed 81 in continua evoluzione, capace di sostenere le attività relative alla partecipazione dei ricercatori italiani a progetti di ricerca in tutte le discipline scientifiche e, in particolare, a quelli ESFRI. Tale sistema però, oltre ad avere un budget limitato, è soggetto alle restrizioni del progetto stesso anche se può essere un buon banco di prova per hardware e middleware.

Un primo sviluppo, che potrebbe portare l'INAF a dotarsi di una infrastruttura equivalente ad un Tier-2, sarebbe essere quello di cofinanziare le attuali infrastrutture di calcolo (DHTCS-IT o ALMA Regional Center ad es.) affinché permettano di offrire un servizio "generico" all'utenza INAF, ove la richiesta è quella di sistemi HTC, puntando sullo sviluppo di competenze ed esperienze nell'abito del paradigma Cloud. Questo "cofinanziamento" che a seconda delle infrastrutture potrebbe andare dai 150 ai 300 KEuro, permetterà di partecipare all'acquisizione e/o ammodernamento delle infrastrutture in modo da renderle appetibili a parte della comunità e rendendola parte di un progetto più ad ampio respiro dell'INAF che la porti a dotarsi di una infrastruttura di punta equivalente ad un Tier-2. Questa dovrebbe essere, ad esempio, composta da:

Nodi	200
Processore per nodo	2 8-cores Intel Haswell 2.40 GHz
Core	16 cores/node
Per un totale di 3200 core	
GPU	1 Intel Phi 7120p/GPU per node
RAM	128 GB/node, 8 GB/core
Internal Network	Infiniband with 4x QDR switches
Disk Space	500 TB of local scratch (250 HPC + 250 low)
Peak Performance: >50 TFlop/s (>100 TFlop/s con gli acceleratori)	

Il sistema avrebbe un costo stimato di circa 1.5 Meuro (solo Hardware), a cui si deve aggiungere circa 200 KEuro per il condizionamento e l'adeguamento della struttura ospitante. Il costo di mantenimento della infrastruttura HW (corrente elettrica, manutenzione, componentistica) si aggira a circa il 10% del costo totale (170 -250 KEuro/anno). Il posizionamento di una tale infrastruttura dovrebbe essere oggetto di una gara interna tra le strutture stesse dell'INAF, in modo da identificarne quella che oltre a garantirne il funzionamento per almeno 5 anni permetta il suo utilizzo ottimale (anche da un punto di vista di efficienza energetica). Per garantire la gestione della stessa (h24) servirebbero 2-3 unità di personale, oltre alle persone dedicate all'implementazione del midleware.

Lo scopo di arrivare ad realizzare internamente ad INAF un centro di calcolo Tier-2 è suggerito da un vuoto infrastrutturale importante: le piccole risorse di calcolo (64-128 core) sono attualmente alla portate del ricercatore o del piccolo gruppo, che può acquistarle e gestirle localmente. Le grandi risorse di calcolo (Tier-1 o addirittura un Tier-0) sono investimenti importanti e non sempre alla portata di un singolo Istituto di Ricerca. Proprio nell'ultimo periodo si è visto che alla comunità manca la possibilità di accedere a questi sistemi intermedi utili sia come sistemi di produzione sia come sistemi di sviluppo codici per poi usarli efficientemente sui Tier-0.

Per il calcolo HPC (Tier-0) i ricercatori dell'INAF si sono dimostrati efficienti nel acquisire ore di calcolo presso il CINECA tramite i Grant, ma andrebbe sviluppata una convenzione con il CINECA stesso sia per mantenere i contatti con l'evoluzione dei sistemi HPC, sia per ottimizzare i codici in modo sinergico con il personale del CINECA competente per il calcolo ad alte prestazioni.

Archivi

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 questa ragione INAF si è già dotata da tempo di un Centro Italiano Archivi Astronomici-**IA2**. Questo gestisce i dati dei maggiori telescopi terrestri dell'INAF 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 InfrascstructuRe), permettere la loro pubblicazione tramite le classiche GUI (Grafical User Interface) o tramite i servizi del VO (Virtual Observatory), fornisce anche la possibilità di hosting di archivi vecchi o nuovi che necessitano di una infrastruttura adeguata.

L'infrastruttura consente all'intera comunità INAF la possibilità di condividere i propri dati, ma dovrà essere equipaggiata con sistemi di storage adeguato a lunga durata quali su disco e tape-library per permettere un "preservazione" del dato scientifico e/o amministrativo su tempi scala di decenni.

L'adeguamento di una tale infrastruttura, andrebbe identificato essenzialmente in due parti:

Storage tramite HD da 0.4 PB	~ 100 KEuro
Tape Library da 2 PB	~ 140 KEuro

La creazione di una tale infrastruttura aggiuntiva 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 non è il solo repository di dati dell’INAF. A parte la stretta collaborazione che ha l’INAF con ASDC (Asi Science Data Center), 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.

Networking (infrastruttura umana)

Se è voluto tenere separata la parte di Networking o “infrastruttura umana” non perchè scollegata dalle infrastrutture fisiche, ma per sottolineare l’importanza di creare un network la cui competenza può essere tranquillamente distribuita e coordinata sulle vari 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 sè una concezione “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’Unità VI della Direzione Scientifica – ICT, è quello di stimolare la creazione di collaborazioni interne ed esterne all’ente e di pubblicizzarne 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 dai astronomici siano interoperabili efficientemente;
- **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 **ASTERICS**, **INDIGO** ed **EGI** per l'uso e lo sviluppo di infrastrutture e standard da calibrare al paradigma Cloud.
- Etc.

Tutte queste iniziative, avranno un reale futuro solo se si sarà in grado di far evolvere la comunità astronomica ed il personale di supporto alla ricerca in modo coordinato. Essenziale 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 ad supportare la componente scientifica, od a sviluppare il necessario background tecnologico tramite tecnologie mirate.

Capitolo 7 Collaborazioni Nazionali ed Internazionali

7.1 La presenza nelle strutture europee, internazionali e nazionali

L'INAF è presente nelle due principali istituzioni europee per la pianificazione e attuazione della ricerca da terra e dallo spazio, l'ESO e l'ESA. In particolare, la presenza dell'INAF è articolata sia in organismi scientifici volti alla definizione e selezione di programmi di ricerca che in commissioni programmatiche che valutano la realizzabilità dei diversi progetti anche in ambito tecnologico e finanziario.

L'INAF è altresì presente nel network europeo FP7 Astronet, che comprende agenzie finanziatrici della ricerca astrofisica in Europa e ha lo scopo di produrre una pianificazione strategica per tutta l'astronomia europea.

Le roadmaps scientifiche e delle infrastrutture di Astronet, prodotte alcuni anni fa, hanno costituito l'elemento coagulante di gran parte dell'astronomia europea e costituito anche la base su cui si sono sviluppati i piani nazionali, incluso quello dell'INAF.

Nel 2014 Astronet ha proposto una revisione dei piani e, con Horizon 2020, proporrà una nuova struttura di coordinamento europeo, legata soprattutto alle possibilità di finanziamento di progetti comuni inter-europei e alla gestione comune di infrastrutture, come ad esempio i telescopi nell'Osservatorio del Roche de los Muchacos (Canarie). La definizione del nuovo coordinamento è a guida INAF e STFC.

L'INAF è anche presente in consorzi finalizzati alla gestione di infrastrutture osservative in territori internazionali, quali LBT, TNG, VLBI e MAGIC, cui l'INAF fornisce un contributo finanziario, gestionale e tecnologico per garantirne piena operatività.

Le altre infrastrutture da terra e da spazio sono spesso parte di collaborazioni internazionali. Per quanto concerne le nuove infrastrutture per l'astrofisica identificate a livello europeo da ESFRI (E-ELT, CTA, SKA), con l'eccezione di E-ELT che è gestito direttamente da ESO, INAF partecipa in modo determinante sia a SKA che a CTA con propri rappresentanti negli organismi di gestione dei progetti.

In più, a livello scientifico e tecnologico, esistono numerose collaborazioni da parte di gruppi di ricerca nelle varie strutture dell'INAF, con vari partners internazionali, come rappresentato nella seguente tabella.

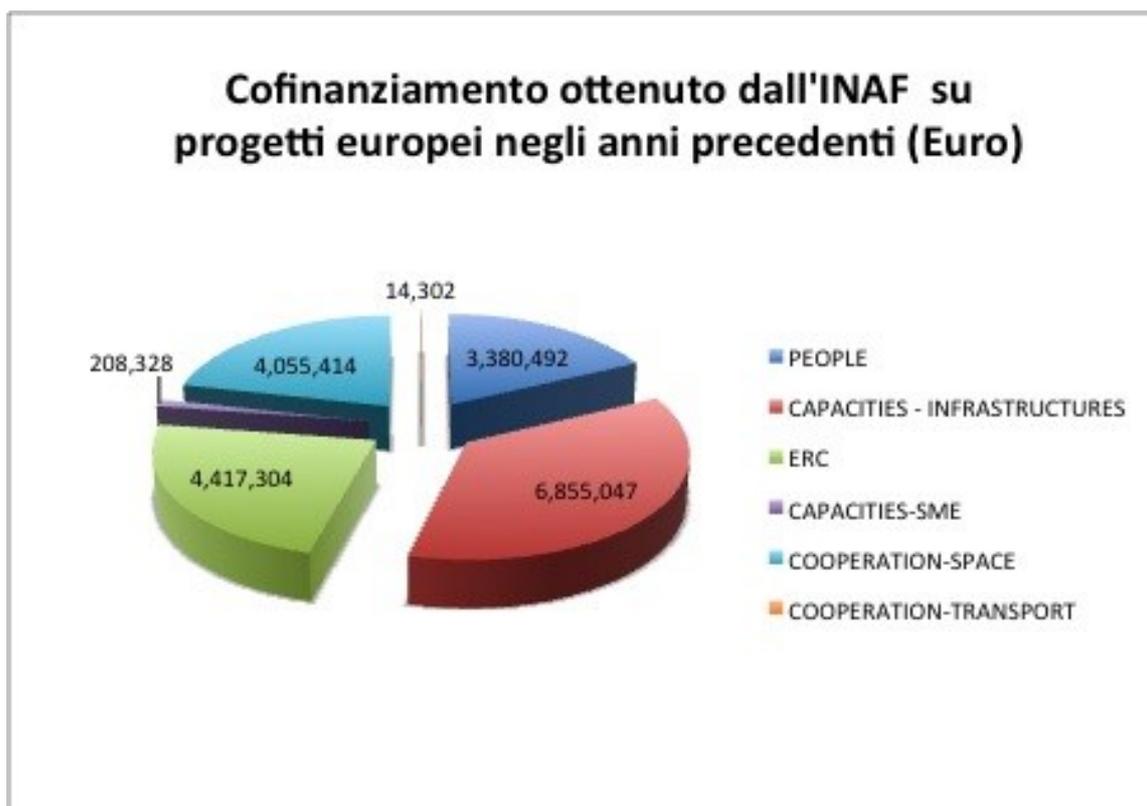
Stato	Osservatori												IASF			IAPS	IRA
	FI	BO	MI	CA	NA	CT	PD	PA	RM	TE	TO	TS	BO	MI	PA		
Francia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Germania	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
UK	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Spagna	x	x	x		x	x	x			x		x	x	x	x	x	x
Olanda		x	x	x	x		x	x			x	x	x	x		x	x
Belgio		x				x								x		x	x
Danimarca			x			x		x				x				x	
Svizzera	x	x			x		x	x				x	x	x		x	
Austria				x												x	
Portogallo	x											x	x		x		
Israele															x	x	
Russia				x		x	x		x	x	x					x	x
Polonia						x								x		x	
Svezia						x										x	x
Rep. Ceca	x												x				
Giappone			x				x	x	x				x		x	x	
India						x							x				
Cina			x			x		x			x				x		x
USA	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Canada		x			x								x				
Australia		x		x	x	x	x						x			x	x
Cile		x										x	x			x	

Estremamente importante nell'ambito delle collaborazioni è quella di carattere sia scientifico che tecnologico tra una frazione considerevole dei ricercatori INAF e l'ESO che ha rappresentato in questi anni il punto di riferimento per l'astronomia ottica italiana.

7.1.1 I contributi europei

Le linee di ricerca presentate nei paragrafi precedenti hanno avuto un riscontro molto positivo in termini di cofinanziamento ottenuto su progetti europei FP-7, fornendo un contributo rilevante che sfiora i 20 Milioni di Euro. Dalla figura e dalla tabella successive si comprende come il risultato positivo sia suddiviso in modo uniforme tra le tipologie di finanziamento congrue alle finalità scientifiche dell'INAF.

Analoghe proposte di finanziamento sono state sviluppate per quanto riguarda i bandi del programma H2020 a cui INAF ha partecipato, con successo, dall'inizio.



ACRONIMO PROGETTO	CALL	COORDINATORE UE	CONTRIBUTO COMPLESSIVO DEL CONTRATTO UE	CONTRIBUTO ALL'INAF
PEOPLE				
GalClu_ASTRO_COSMO 627474	FP7-PEOPLE-2013-IIF	INAF	249.242,80	249.242,80
Cosmological Candles 626267	FP7-PEOPLE-2013-IOF	INAF	272.285,40	272.285,40
NEAR 609800	FP7-PEOPLE-2013-NIGHT	Univ. Verona	€ 100.000,00	€ 25.454,00
ORIGINS 609617	FP7-PEOPLE-2013-NIGHT	CERN	€ 100.000,00	€ 55.000,00
PWNtori 327463	FP7-PEOPLE-2012-IEF	INAF	€ 124.621,40	€ 124.621,40
SteMaGE 326466	FP7-PEOPLE-2012-CIG	INAF	€ 100.000,00	€ 100.000,00

VenetoNight 2012 316361	FP7-PEOPLE-2012- NIGHT	Univ. Padova	€ 150.000,00	€ 7.504,00
MultiFast 322259	FP7-PEOPLE-2012- CIG	INAF	€ 100.000,00	€ 100.000,00
NSMAG 321833	FP7-PEOPLE-2012- CIG	INAF	€ 100.000,00	€ 100.000,00
Giant Radio Halos 301344	FP7-PEOPLE-2010- IEF	INAF	€ 185.763,60	€ 185.763,60
DwarfGalaxies 274151	FP7-PEOPLE-2010- IEF	INAF	€ 187.612,00	€ 187.612,00
AstroFlt 267251	FP7-PEOPLE-2010- COFUND	INAF	€ 612.981,60	€ 612.981,60
ASK 269194	FP7-PEOPLE-2010- IRSES	UNIWERSYTET WROCLAWSKI (PL)	€ 369.000,00	€ 48.300,00
GREAT ITN 264895	FP7-PEOPLE-2010- ITN (22-12-09)	UCAM (UK)	€ 4.250.580,50	€ 493.036,50
IPERCOOL 247593	FP7-PEOPLE-2009- IRSES (27-3-09)	INAF	€ 162.000,00	€ 37.800,00
CAFEGroups 247653	FP7-PEOPLE-2009- IRSES (27-3-09)	UOB (UK)	€ 133.200,00	€ 21.600,00
MAESTRO 247415	FP7-PEOPLE-2009-RG	INAF	€ 45.000,00	€ 45.000,00
PARSEC 236735	FP7-PEOPLE-IIF-2008	INAF	€ 236.272,97	€ 236.272,97
CTAGN 235285	FP7-PEOPLE-IEF- 2008 (19-3-08)	INAF	€ 227.541,01	€ 227.541,01
Black Hole Universe 215212	FP7-PEOPLE-2007-1- 1-ITN (7-5-07)	FAU (DE)	€ 2.567.522,60	€ 355.970,98
ELIXIR 214227	FP7-PEOPLE-2007-1- 1-ITN (7-5-07)	CNRS (FR)	€ 2.526.809,00	€ 428.844,00
LASSIE 238258	FP7-PEOPLE-ITN- 2008 (2-9-08)	HERIOT-WATT University (UK)	€ 6.053.548,00	€ 214.462,97
ACCESS 230834	FP7-PEOPLE-IRSES- 2008 (28-3-08)	INAF	€ 18.000,00	€ 9.000,00
TOTALE			€ 18.635.707,91	€ 3.902.020,26

CAPACITIES - INFRASTRUCTURES				
SOLARNET 312495	FP7-Infrastructures- 2012-1 (23-11-11)	IAC (ES)	€ 6.000.000,00	€ 307.120,00
OPTICON 312430	FP7-Infrastructures- 2012-1 (23-11-11)	UCAM (UK)	€ 8.500.000,00	€ 648.080,00
CoSADIE 312559	FP7-Infrastructures- 2012-1 (23-11-11)	CNRS (FR)	€ 475.000,00	€ 86.922,00
ER-flow 312579	FP7-Infrastructures- 2012-1 (23-11-11)	UoW (UK)	€ 910.000,00	€ 95.272,00
GO-SKA 283632	FP7-Infrastructures- 2011-1 (25-11-10)	NWO (NL)	€ 899.988,33	€ 152.121,90
GLORIA 283783	FP7-Infrastructures- 2011-2 (23-11-10)	UPM (ES)	€ 2.499.955,00	€ 164.321,00

SCI-BUS 283481	FP7-Infrastructures-2011-2 (23-11-10)	MTA SZTAKI (HU)	€ 3.654.045,00	€ 202.513,00
RadioNet3 283393	FP7-Infrastructures-2011-1 (25-11-10)	MPG (DE)	€ 9.500.000,00	€ 486.911,05
CTA-PP 262053	FP7-Infrastructures-2010-1 (3-12-09)	MPG (DE)	€ 5.197.775,00	€ 315.650,00
ASTRONET2 262162	FP7-Infrastructures-2010-1 (3-12-09)	CNRS/INSU (FR)	€ 1.599.971,00	€ 168.418,00
EGI-InSPIRE 261323	FP7-Infrastructures-2010-2 (24-11-09)	EGI EU (NL)	€ 25.000.000,00	€ 88.454,00
CASSIS 261618	FP7-Infrastructures-2010-2 (24-11-09)	UCL (UK)	€ 395.000,00	€ 42.800,00
Euro VO-ICE 261541	FP7-Infrastructures-2010-2 (24-11-09)	CNRS (FR)	€ 210.000,00	€ 46.000,00
NEXPreS 261525	FP7-Infrastructures-2010-2 (24-11-09)	JIVE (NL)	€ 3.499.860,00	€ 158.250,00
HELIO 238969	FP7- Infrastructures-2008-2 (11-9-2008)	UCL (UK)	€ 3.100.000,00	€ 235.200,00
VAMDC 239108	FP7- Infrastructures-2008-2 (11-9-2008)	CNRS (FR)	€ 2.899.713,00	€ 168.840,00
OPTICON 226604	FP7-Infrastructures-2008-1 (29-2-08)	UCAM (UK)	€ 10.000.000,00	€ 780.711,60
RadioNet-FP7 227290	FP7-Infrastructures-2008-1 (29-2-08)	ASTRON (NL)	€ 10.000.000,00	€ 904.655,00
EuroPlaNeT RI 228319	FP7-Infrastructures-2008-1 (29-2-08)	CNRS (FR)	€ 6.000.000,00	€ 247.209,89
PREPSKA 212243	FP7-Infrastructures-2007-1 (2-5-07)	STFC (UK)	€ 5.499.998,92	€ 405.058,87
EGEE III 222667	FP7-Infrastructures-2007-2 (20-9-07)	CERN - INFN	€ 32.000.000,00	€ 38.000,00
E-ELT Prep 211257	FP7-Infrastructures-2007-1 (2-5-07)	ESO	€ 5.000.000,00	€ 388.717,00
EST 212482	FP7-Infrastructures-2007-1 (2-5-07)	IAC (ES)	€ 3.200.000,00	€ 251.900,00
Euro VO-AIDA 212104	FP7-Infrastructures-2007-1 (2-5-07)	CNRS (FR)	€ 2.700.000,00	€ 290.922,00
EV ALSO 212891	FP7-Infrastructures-2007-1 (2-5-07)	Univ. TS (IT)	€ 1.700.000,00	€ 146.000,00
TOTALE			€ 150.441.306,25	€ 6.820.047,31

ERC				
FIRST 306476	ERC-2012-StG_20111012	INAF	€ 882.810,00	€ 882.810,00
Beacon 279702	ERC-2011-StG_20101014	MPG (DE)	€ 1.892.376,00	€ 102.993,60
DARKLIGHT 291521	ERC-2011-ADG_20110209	INAF	€ 1.723.600,00	€ 1.723.600,00
LEAP 227947	ERC-2008-AdG	Univ. Manchester (UK)	€ 2.455.285,00	€ 114.800,10
StGDeLucia2007 202781	ERC-2007-StG (25-4-07)	INAF	€ 750.000,00	€ 701.700,00

cosmolGM 257670	ERC-2010-StG_20091028	INAF	€ 891.400,00	€ 891.400,00
TOTALE			€ 8.595.471,00	€ 4.417.303,70

CAPACITIES-SME				
GRABEL 232016	FP7-SME-2008-1 (11-4-08)	EXYS (CH)	€ 1.106.579,00	€ 10.500,00
			subcontratto	€ 87.496,00
GINSEC 606644	FP7-SME-2013-1	EXYS (CH)	€ 1.067.000,00	€ 15.432,00
				€ 94.900,00
TOTALE			€ 2.173.579,00	€ 208.328,00

COOPERATION-TRANSPORT				
HIMALAYA 228430	FP7-GALILEO-2007-GSA-1 (29-2-08)	NX (CH)	€ 1.999.930,00	€ 14.302,00
TOTALE			€ 1.999.930,00	€ 14.302,00

COOPERATION-SPACE				
EUNAWE 263239	FP7-SPACE-2010-1 (8-12-09)	UL-astronomy (NL)	€ 1.903.576,97	€ 232.956,14
SWIFF 263340	FP7-SPACE-2010-1 (8-12-09)	K.U.Leuven (BE)	€ 1.559.005,60	€ 82.800,00
eHEROES 284461	FP7-SPACE-2011-1 (25-11-10)	K.U.Leuven (BE)	€ 1.999.720,98	€ 95.000,00
ASTRODEEP 312725	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	INAF	€ 1.968.710,00	€ 710.525,00
ETA-EARTH 313014	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	INAF	€ 1.994.359,00	€ 477.800,00
SPACEINN 312844	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	KIS (DE)	€ 1.994.615,00	€ 78.660,00
SOLID 313188	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	PMOD-WRC (CH)	€ 1.994.629,00	€ 137.409,00
FISICA 312818	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	UCL (UK)	€ 1.996.586,00	€ 85.360,00
AstRoMap 313102	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	INTA-CAB (ES)	€ 499.592,00	€ 55.612,00
STORM 313038	FP7-SPACE-2012-1 (23-11-11)	IASB (BE)	€ 1.999.012,00	€ 198.280,00
EXTraS 607452	FP7-SPACE-2013-1 (21-11-12)	INAF	€ 2.479.002,40	€ 506.020,00
F-CHROMA 606862	FP7-SPACE-2013-1 (21-11-12)	Univ. Glasgow (UK)	€ 2.185.725,40	€ 244.980,00
GENIUS 606740	FP7-SPACE-2013-1 (21-11-12)	Univ. Barcelona (ES)	€ 2.493.463,00	€ 100.080,00
VIALACTEA 607380	FP7-SPACE-2013-1 (21-11-12)	INAF	€ 2.488.590,85	€ 1.035.629,85
DustPedia 606847	FP7-SPACE-2013-1 (21-11-12)	Cardiff Univ. (UK)	€ 2.093.068,00	€ 235.642,00
TOTALE			€ 29.649.656,20	€ 4.276.753,99

TOTALE	€ 209.495.705,73	€ 19.624.453,26
---------------	-------------------------	------------------------

7.1.2 Horizon 2020

ACRONIMO PROGETTO	CALL	COORDINATORE UE	CONTRIBUTO COMPLESSIVO DEL CONTRATTO UE	CONTRIBUTO ALL'INAF
Excellence Science MSCA				
Cosmo Plasmas 658912	H2020-MSCA-IF-2014	INAF	€ 244.269,00	€ 244.269,00
TMSP 660657	H2020-MSCA-IF-2014	INAF	€ 168.277,00	€ 168.277,00
AstroFlt2 664931	H2020-MSCA-COFUND-2014	INAF	€ 1.911.600,00	€ 1.911.600,00
TOTALE			€ 2.324.146,00	€2.324.146,00
Excellence Science Infrastructures				
INDIGO-DataCloud 653549	H2020-EINFRA-2014-2	INFN (IT)	€ 11.138.114,00	€ 187.500,00
GREST 653982	H2020-INFRADEV-1-2014-1	IAC (ES)	€ 2.977.274,00	€ 370.000,00
ASTERICS 653477	H2020-INFRADEV-1-2014-1	ASTRON (NL)	€ 14.991.195,00	€ 1.459.290,00
AHEAD 654215	H2020-INFRAIA-2014-2015	INAF	€ 4.982.477,00	€ 1.340.434,00
EPN2020-RI 654208	H2020-INFRAIA-2014-2015	The Open University (UK)	€ 9.945.361,00	207.000,00
TOTALE			€ 44.034.421,00	€3.564.224,00
Excellence Science FET				
ExaNeSt 671553	H2020-FETHPC-2014	FORTH (GR)	€ 8.442.548,00	€ 600.000,00
TOTALE			€ 8.442.548,00	€ 600.000,00
LEIT SPACE				
EURO-CARES 640190	H2020-COMPET-2014	NATURAL HISTORY MUSEUM (UK)	€ 1.999.999,00	€ 347.275,00
UPWARDS 633127	H2020-COMPET-2014	CSIC (ES)	€ 2.103.594,00	€ 347.125,00
NEOShield-2 640351	H2020-PROTEC-2014	AIRBUS GMBH (DE)	€ 4.217.071,00	€ 185.001,00
TOTALE			€ 8.320.664,00	€ 879.401,00
TOTALE			€ 63.121.779,00	€7.367.771,00

Il Programma Quadro "Horizon 2020", caratterizzato da un forte orientamento verso l'innovazione, ha rappresentato una valida sfida per l'INAF che, già dal sesto programma

quadro, ha avuto un costante incremento dei progetti finanziati e delle conseguenti collaborazioni internazionali. Questo trend positivo è stato confermato come dimostrano gli oltre 7 Milioni di Euro di finanziamenti assegnati a soli due anni dall'avvio di Horizon 2020.

I due pilastri di maggiore interesse per l'INAF sono: Excellence Science e Industrial Leadership, i cui bandi hanno un approccio di carattere bottom -up più adatto alle attività di ricerca dell'Ente.

Il terzo pilastro, Societal Challenges, e i programmi trasversali Spreading excellence and widening participation e Science with and for Society, pur non rispondendo esattamente ai campi di ricerca dell'INAF possono rivelarsi interessanti per l'avvio di collaborazioni in ambito multidisciplinare, o per il finanziamento di progetti legati alla valorizzazione del patrimonio storico, museale e archivistico dell'INAF così come alle numerose attività di divulgazione e diffusione.

Nel corso di questi ultimi anni abbiamo potuto constatare una eccellente attrattività dell'INAF nei confronti dei ricercatori attualmente in servizio all'estero; l'obiettivo per il prossimo triennio è quello di aumentare tale percentuale e puntare sul valore aggiunto delle grandi infrastrutture di ricerca che l'INAF può mettere a disposizione della comunità scientifica nazionale e internazionale.

La possibile sinergia con gli altri strumenti di finanziamento europei, e un maggiore coinvolgimento del mondo industriale in favore di un incremento delle possibili partnership saranno oggetto di particolare attenzione, soprattutto grazie al recente assetto della Direzione Scientifica che prevede specifiche iniziative congiunte delle Unità Scientifiche Nazionali.

L'INAF conta tre infrastrutture inserite nella roadmap ESFRI, il cui grado di maturità è stato ottimamente valutato dal Comitato di Valutazione dello stato di avanzamento delle infrastrutture ESFRI istituito dalla DG Ricerca della Commissione Europea, e prevede di vedersi autorizzato nel corso del 2015 il suo primo ERIC per le attività del Joint Institute for VLBI in Europe (JIVE).

Anche nell'ambito programma quadro, Horizon 2020, INAF è risultato vincitore di un nuovo bando COFUND, AstroFIT2 in continuità con le attività avviate nel settimo programma quadro e con il primo COFUND finanziato, AstroFIT.

7.2 Alta Formazione e rafforzamento del Capitale Umano

Il numero complessivo di ricercatori appartenenti ad Università o ad altri Enti e associati all'INAF è di circa 470 unità. Astronomi ed astrofisici sono presenti in molte Università. In particolare, vi sono Dipartimenti di Fisica e Astronomia nelle Università di Bologna e Padova. 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, Catania e Palermo. L'INAF collabora inoltre 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.

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.). Per il triennio 2014-2016 INAF intende invertire la tendenza e sostenere con la stipula delle necessarie convenzioni dei dottorati in Astronomia ed in Astrofisica e continuare a sostenere altre borse di studio presso dottorati generalisti in Fisica, Fisica ed Astrofisica, etc. Come per gli anni precedenti anche per il 2014 e il 2015 INAF mantiene il proprio impegno per 2 scuole nazionali di astrofisica rivolte a studenti di Dottorato. E' volontà dell'INAF continuare a finanziare tali scuole anche negli anni futuri, a meno di gravi difficoltà finanziarie.

Risulta strategico per l'INAF e per l'ASI implementare con maggiore efficacia l'accordo quadro e la collaborazione per la definizione e la realizzazione di progetti spaziali, in particolare all'interno del programma ESA. Numerose sono anche le iniziative comuni già in essere per lo sfruttamento scientifico e la pubblicazione dei risultati dei programmi spaziali congiunti. Da alcuni anni i rapporti tra i due Enti sono regolati da un'apposita convenzione quadro. Il coordinamento delle rispettive attività nei settori di reciproco interesse è assicurato da un Comitato permanente paritetico di raccordo. Vi è, inoltre, un'importante partecipazione dell'INAF al Centro dei Dati Scientifici dell'ASI (ASDC). La sinergia INAF-ASI rappresenta un importante fattore propulsivo per l'industria aerospaziale italiana.

Ricercatori con *background* e interessi astrofisici sono presenti in altri Enti di ricerca, e in particolare nell'INFN, il più vicino all'INAF per tematiche e interessi scientifici. Alcuni progetti spaziali per lo studio delle sorgenti cosmiche di raggi gamma, quali le missioni spaziali Fermi e Agile, e il telescopio Cherenkov MAGIC, hanno una chiara valenza astrofisica e sono state avviate collaborazioni per lo sviluppo di strumentazione nell'ambito dei progetti strategici menzionati nel presente piano. Alcuni Istituti dell'INAF hanno avviato attività scientifiche per l'implementazione di tecnologia avanzata alla strumentazione astrofisica in cooperazione con istituti del CNR e, inoltre, particolarmente rilevante dal punto di vista strategico è la collaborazione con l'INFN per CTA.

Nel corso del 2013 si sono concluse le procedure di selezione per 7 borse post-doc biennali del programma ASTROFIT riservate a ricercatori residenti all'estero. Tale programma è stato cofinanziato dalla UE a seguito di un bando competitivo FP7. Nel corso del 2014, INAF intende continuare a sostenere questa linea di azione anche in assenza del cofinanziamento dell'Unione Europea.

Nel corso dello scorso anno 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. Alla data di stesura del presente piano triennale, presso l'INAF operano oltre 60 borsisti, e 177 assegnisti di ricerca, di cui 166 regolati dall'art. 22 della Legge n. 240/2010⁷. La stragrande maggioranza di questi assegnisti concluderà il quarto anno di godimento dell'assegno nel corso dei primi mesi del 2015 senza possibilità di ulteriore rinnovo, in ottemperanza alle disposizioni di legge. *Le presenti restrizioni sul turn-*

⁷ Dati aggiornati al 18/03/2014

over precludono la possibilità che una piccola, ma adeguata frazione degli stessi possa essere assunta nel corso del triennio 2014-2016. Nei fatti, si profila all'orizzonte una situazione di forte dispersione di risorse umane altamente qualificate che sono state formate dall'INAF nel corso dello scorso quinquennio attraverso cospicui investimenti sul fronte della crescita del capitale umano.

7.3 Rapporti con l'industria nazionale

La ricerca astronomica non ha di per sé finalità applicative immediate ma, come per altri settori della ricerca fondamentale, richiede e promuove soluzioni tecnologiche sempre più raffinate. Quale esempio di innovazione tecnologica divenuta popolare e riconducibile al "Made by Astronomy", si può annoverare lo standard di trasmissione radio IEEE 802.11, meglio noto al grande pubblico come Wi-Fi, (acronimo di "Wireless Fidelity"), oggi comunemente usato come standard di connessione ad internet di popolari dispositivi portatili quali PC, tablet, cellulari ecc.. ed appunto nato per soddisfare specifiche esigenze di elaborazione e trasmissione dati per le ricerche in radioastronomia.

Anche i rivelatori per raggi X in dotazione negli aeroporti per i controlli di sicurezza si basano su tecnologie sviluppate per le osservazioni astronomiche da satellite e gli sviluppi dei nuovi strumenti trovano applicazioni per diagnostica di materiali anche biologici a bassissima invasività. La realizzazione di specchi per astronomia in raggi X tramite elettroformatura di Nichel (sviluppata presso Istituti INAF) ha trovato un'importante *spin-off* nelle applicazioni nano-litografiche, per la produzione dei microprocessori di prossima generazione.

Possibili applicazioni pratiche in altri settori delle attività umane non sono quasi mai immaginabili a priori, ma l'inventiva umana quasi mai tarda a trovarle.

L'INAF presta da sempre grande attenzione alla valenza sociale della propria ricerca, non solo analizzandone rapidamente le possibili ricadute applicative, come, ad esempio, adattare alla diagnostica medica per immagini le tecniche utilizzate per l'elaborazione ed il processing delle immagini astronomiche, ma soprattutto pianificando le proprie strategie di ricerca ed innovazione ponendosi obiettivi di Politica Industriale, quale contributo alla crescita economica del Paese. A riprova del nesso indissolubile fra ricerca pura e innovazione tecnologica, in pochi anni l'INAF ha depositato diversi brevetti e avviato *start-up* innovative che, grazie alla costruzione di grandi telescopi ottici e radio e al lancio di satelliti di prossima generazione per l'astronomia in raggi gamma e raggi X, così come pure nelle bande ottiche e infrarosse, descritte nelle precedenti sezioni, hanno comportato e comporteranno importanti ricadute industriali, specialmente per i settori della optomeccanica di grande precisione, aerospaziale, elettronico ed optoelettronico.

In questo quadro, la partecipazione ai grandi progetti astronomici internazionali sarà accompagnata da crescenti ritorni in termini di importanti commesse per l'industria italiana, che trova nell'INAF il supporto nella competitività ed internazionalizzazione, in particolare nell'aggredire i mercati basati sui settori tecnologici più avanzati, quali la sensoristica dal radio ai raggi gamma, le ottiche di precisione e adattive, l'elettronica e i sensori criogenici, la meccanica di precisione, il controllo remoto di strumentazione, la gestione ed il controllo satelliti, le reti e gli archivi dati, nei quali INAF è un *world-class player*.

Innovazione INAF

Panorama sulla innovazione contemporanea

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

In questo scenario, si è quindi compreso come, anche le Amministrazioni Pubbliche, sia per le diverse funzioni di regolamentazione dei mercati, sia per i capitali che investono nel perseguimento delle diverse missioni istituzionali, debbano giocare un ruolo nei processi di innovazione della società e dell'economia, attraverso l'attuazione di politiche che favoriscano il proliferare delle occasioni di genesi di innovazione.

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

Un moderno Ente Pubblico di Ricerca quale l'INAF, che produce conoscenza in un framework globale come la ricerca scientifica, è quindi, per sua stessa natura un provider di innovazione, pertanto chiamato a dotarsi di una specifica politica di massimizzazione dell'impatto economico della propria attività.

Policy

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

Dialogo organico con il mondo produttivo, comprensione delle capabilities industriali del Paese, analisi dei trend tecnologici di punta, ottimizzazione delle policy di gestione della proprietà intellettuale, sono quindi divenuti strumenti cardine di un sistematico ciclo dell'innovazione che trova la sua attuazione nella declinazione di specifiche strategie di partecipazione ai grandi progetti infrastrutturali di carattere internazionale, con l'obiettivo trasversale di massimizzare i ritorni in innovazione.

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

Le attività avviate per progetti quali SKA, CTA rappresentano un esempio di applicazione di questa politica, che si porterà nel prossimo futuro, un significativo numero di innovazioni nei prossimi anni, già a partire dal presente triennio.

Sviluppo di applicazioni tecnologiche

Nel novero degli obiettivi di una strategia per l'innovazione vi è anche il trasferimento diretto alla società civile di nuove tecnologie, la cui applicabilità, nel caso dell'INAF, ricade in ambiti diversi da quello astronomico.

Sulla base delle analisi e degli sviluppi tecnologici in corso nell'Istituto, nel prossimo triennio saranno poste in essere specifiche azioni di spin-off sui seguenti asset tecnologici:

- applicazioni per diagnostica, a bassissima invasività, di materiale biologico;
- 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;
- sensoristica nelle frequenze radio;
- diagnostica attraverso l'uso di rivelatori di muoni;
- big data.

Azioni operative

A supporto della politica industriale e dell'innovazione, saranno condotte le seguenti azioni:

1. emissione del nuovo regolamento generale in materia di gestione e tutela della proprietà intellettuale, valorizzazione economica ed incentivazione della innovazione;
2. nuova edizione del programma di formazione in materia di economia dell'innovazione;
3. applicazione del sistema di disseminazione intramoenia dei risultati delle analisi centrali di business intelligence;
4. costante perseguimento della sistematica sinergia, già avviata con le associazioni di categoria delle imprese dei settori industriali investiti dall'attività di ricerca dell'INAF, attraverso l'articolazione su più livelli di confronto del sistema di scambio, permanente e trasparente, di informazioni, al fine di rendere più efficace il coordinamento delle policy di partecipazione dell'Italia ai grandi progetti internazionali.
5. applicazione dei nuovi strumenti di collaborazione con le imprese previsti dalla normativa comunitaria per una più rapida ed efficace condivisione delle innovazioni con la società;
6. favorire le opportunità di internazionalizzazione, attraverso il coinvolgimento nelle nei progetti di ricerca di astrofisica di valenza internazionale;
7. stimolo alla costituzione di start-up innovative promosse dai ricercatori dell'INAF
8. istituzione del premio INAFINNOVA;
9. istituzione del Bando per l'Innovazione.

Tab. 4.1 Partecipazioni per valorizzazione della ricerca e trasferimento tecnologico

Denominazione	CF	Tipologia e finalità prevalente	Indirizzo web
INNOPadova		C	
OPTOSCANA		C	http://optoscana.net/
Frascati Scienza		C	http://www.frascatiscienza.it/
Master II livello in SCIENZA e TECNOLOGIA SPAZIALE		C	http://www.mat.uniroma2.it/mastersts
Notte dei ricercatori		C	www.nottedeiricercatori.it
accordo attuativo della convenzione CRUI-INAF TRA Il Dipartimento di Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni (DIET) dell' Università Sapienza di Roma e l'INAF		E	
accordo di collaborazione tra dipartimento scienze del sistema terra e tecnologie per l'ambiente (CNR - DTA)e INAF		E	
Project Agreement for the Scientific and Technical Cooperation Between INAF and The University of Arizona Lunar and Planetary Laboratory (UA-LPL)		E	
Convenzione CRUI - INAF tra il dipartimento di matematica e fisica dell'Università "Roma tre" e l'INAF		E	
Convenzione CRUI - INAF tra il dipartimento di matematica e fisica "Ennio de Giorgi" dell'Università del Salento e l'INAF		E	
Convenzione per la promozione di tirocini		E	

teorico pratici presso aziende/enti (master in scienza e tecnologia spaziale del dipartimento di matematica dell'Università di Roma "Tor Vergata e INAF			
Convenzione CRUI-INAF tra dipartimento di scienze e tecnologie dell'Università di Napoli Parthenope e INAF		E	
Dalle tecnologie per l'astrofisica alla creazione di impresa per lo sviluppo del territorio		C	http://www.astropa.unipa.it/indice_generale/FSE/index.html
Consorzio per la Fisica" di Trieste		C	http://www.consorzio-fisica-trieste.it
Coordinamento degli Enti di Ricerca" del Friuli Venezia Giulia		C	http://www.area.trieste.it/opencms/opencms/area/it/CER/
Welcome Office del Friuli Venezia Giulia		C	http://www.welcomeoffice.fvg.it
Modulo di insegnamento gratuito per il corso di "Laboratorio di Astronomia", del corso di Laurea Magistrale in Astrofisica e Cosmologia dell'Università di Bologna		C	
Seminario nell'ambito del corso: Sistemi a portante ottica, dell'Università di Bologna "Grandi impianti radioastronomici e sistemi in fibra ottica"		C	
Bando CORESEARCH di FILAS Regione Lazio		D	
bando MISE Fondo per la crescita sostenibile		D	
Partecipazione a una rete di aziende (capofila la MC&A di Bari) per l'innovazione logistica delle PMI pugliesi		E	

SARDASENSOR		C	http://www.sardegna.ricerche.it/index.php?xsl=370&s=262830&v=2&c=12088&nc=1&sc=&qr=1&qp=2&fa=1&o=1&t=3
SARDASENSOR		E	http://www.sardegna.ricerche.it/index.php?xsl=370&s=262830&v=2&c=12088&nc=1&sc=&qr=1&qp=2&fa=1&o=1&t=3
Progetto Speciale Multiasse "Sistema Sapere e Crescita"		C	http://saperecrescita.lngs.infn.it/
Lombardia Aerospace Cluster		A	http://www.aerospacelombardia.it
UniverLecco		C	http://univerlecco.it/about
Contratto di collaborazione con la ditta Glass-Up per lo sviluppo tecnologia olografica		D	
FameLAB		C	http://famelabbo.bo.imm.cnr.it/
PERcorsi FORMATivi post-laurea in ambito Astrofisico		C	http://www.sicilia-fse.it/DesktopDefault.aspx?tabid=4&mid=44&NewsID=137&st=1
Progetto PON01_01125 (MIUR): portale per il contrasto del contrabbando di materiale fissile Nucleare		D	
Consorzio Multi-Ente per la promozione e l'adozione di Tecnologie di calcolo Avanzato" (COMETA)		E	http://www.consorzio-cometa.it
Cluster Tecnologico Nazionale Aerospazio		A	http://www.ctna.it/ITA/
Novaetech Srl		B	http://www.novaetech.it/
Technapoli		E	http://www.technapoli.it/

Capitolo 8 Attività di terza missione

L'INAF ha ottenuto nell'ultima valutazione ANVUR dei risultati molto positivi in relazione alle attività di terza missione, dovuti essenzialmente alla costante attenzione ed agli investimenti in iniziative ad esse connesse.

8.1 Didattica e Divulgazione

L'astronomia è una delle scienze che più affascina i media ed il grande pubblico. La sua specificità le consente inoltre di essere un efficace tema di insegnamento multidisciplinare di grandi potenzialità per le scuole di ogni ordine e grado. Le competenze scientifiche di punta e le tecnologie di avanguardia che la ricerca astronomica contribuisce a sviluppare costituiscono un ottimo esempio del progresso culturale e industriale di paesi a sviluppo avanzato come vorrebbe essere l'Italia.

Le strutture di ricerca dell'INAF promuovono da anni attività di Didattica e Divulgazione (D&D) con numerosi e pregevoli iniziative per le scuole e per il pubblico, inclusi corsi di formazione per docenti e studenti, e la partecipazione a programmi di Education and Public Outreach promossi dalla Commissione Europea e dal MIUR: la "Settimana della cultura scientifica e tecnologica", la "Settimana dell'Astronomia" e la "European Researchers' Night". Di grande rilievo anche le "Olimpiadi dell'Astronomia", un'eccellenza riconosciuta dal MIUR, organizzate dall'INAF insieme alla SAI.

Una delle Unità della Direzione Scientifica ha, fra l'altro, la responsabilità di promuovere e valorizzare le attività di questo settore, coordinate e gestite da un Servizio Didattica e Divulgazione, nelle quali sono coinvolti, a diverso livello, circa 120 unità di personale dell'INAF strutturato o associato (~ 40 FTE).

Già a partire dal 2008, tale Servizio si è attivato per costituire una rete di referenti per la D&D presso tutte le strutture INAF e presso il TNG. Lo sforzo di coordinamento si è pienamente concretizzato nel 2013, con la presentazione di un progetto che ha ricevuto il maggior finanziamento tra quelli approvati dal MIUR per attività annuali a valere sui fondi della legge n. 6/2000.

Nel medio termine, la rete per la D&D dell'INAF continuerà ad operare con i seguenti obiettivi:

- promuovere, coordinare e capitalizzare a livello nazionale le iniziative di diffusione delle conoscenze astronomiche a livello locale;
- programmare, coordinare e promuovere, anche a livello ministeriale, l'attività di didattica astronomica nelle scuole;
- studiare l'utilizzo a fini didattici di strumentazione astronomica presso le strutture INAF;
- ideare e gestire moduli di lavoro D&D ormai richiesti a livello europeo anche a supporto di programmi scientifici di Ricerca e Sviluppo.

Nel corso del 2014, tale rete pianifica il coinvolgimento di INAF in programmi di respiro europeo da presentare in risposta alle specifiche call del programma H2020 della UE.

8.2 Biblioteche, Archivi Storici e Musei

Il Servizio Biblioteche e Archivi dell'INAF soddisfa le necessità documentarie della ricerca in campo astrofisico attraverso lo sviluppo e l'organizzazione in forma coordinata delle funzioni di acquisizione, conservazione e fruizione del patrimonio bibliotecario e

archivistico, la costruzione e lo sviluppo della biblioteca digitale dell'INAF, la cooperazione con altri sistemi informativi. 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.

Nel giugno 2014, su specifica iniziativa del Servizio Biblioteche e Archivi, si terrà a Napoli, presso l'Osservatorio di Capodimonte, la conferenza internazionale "Library and information Services in Astronomy VII", ospitata per la prima volta in Italia.

Il patrimonio storico strumentale custodito negli Osservatori Astronomici rappresenta nel suo insieme una delle collezioni più interessanti e preziose nel campo della storia della scienza, sia a livello italiano che a livello internazionale: lo Statuto dell'INAF lo impegna non solo a garantirne la tutela e la salvaguardia, ma anche a sostenerne la valorizzazione e la conoscenza critica attraverso appropriati studi ed idonee iniziative museali. In quest'ottica, una delle Unità della Direzione Scientifica dell'INAF ha fra i suoi compiti quello di sostenere le azioni di tutela e valorizzazione di tale patrimonio, mediante un Servizio dedicato che funge da coordinamento tra le strutture museali locali. In particolare, si intende promuovere la conservazione di tutti gli strumenti scientifici non più in uso nella moderna ricerca astronomica; la catalogazione delle collezioni e il restauro dei relativi strumenti; l'esposizione e la fruizione pubblica del patrimonio storico-scientifico nelle diverse realtà locali; la valorizzazione del patrimonio attraverso studi, ricerche, pubblicazioni e manifestazioni riguardanti la strumentazione astronomica e la storia dell'astronomia italiana ed internazionale.

Il Servizio Biblioteche e Archivi, congiuntamente con il Servizio Musei dell'INAF, sta realizzando un progetto di ricognizione, tutela e valorizzazione del patrimonio storico-culturale dell'INAF denominato "I libri, le carte e gli Strumenti di Urania: Progetto di ricognizione, tutela e valorizzazione del patrimonio storico-culturale dell'Istituto Nazionale di Astrofisica". Il progetto intende operare sia nell'ambito archivistico e bibliografico che in quello strumentale, per arrivare alla creazione di un portale unico dei beni culturali dell'INAF, dal quale siano accessibili tutti i database delle differenti tipologie di materiale storico. Per quanto riguarda il materiale bibliografico, si sta procedendo al censimento e alla catalogazione di tutti i libri antichi e alla digitalizzazione di una selezione tra i più pregiati volumi della collezione, che saranno resi fruibili attraverso la creazione di una teca virtuale. Per quanto attiene agli archivi storici, è in via di completamento il riordino degli archivi di Palermo ed Arcetri; inoltre, nel corso del 2013, è stato completato l'inventario di Padova ed è stato "scoperto" l'inventario dell'Archivio storico di Roma, di cui si ignorava l'esistenza. Trattandosi di un inventario "virtuale" e non fisico è in corso un lavoro di studio del medesimo per poter arrivare ad un riordino completo. Lo scopo finale del progetto è la stesura di un inventario analitico dei fondi archivistici di ciascun istituto dell'INAF, che potrà essere consultato attraverso *Polvere di Stelle*, il portale degli archivi storici degli osservatori astronomici italiani.

Per quanto riguarda la strumentazione storica, si sta procedendo alla realizzazione di un database nazionale degli strumenti storici, che raccolga, ampli e completi a livello nazionale quanto è già stato fatto negli anni passati a livello locale.

Nel corso del 2015 si intende completare il progetto "Urania", rendendo accessibile il Portale unico al maggior numero possibile di persone interessate, dagli scienziati e gli storici agli appassionati di cose celesti, fino al grande pubblico. Il completamento del database nazionale della strumentazione storica costituirà poi anche la premessa per la

successiva realizzazione di un catalogo cartaceo unico di tutti i beni museali INAF, da realizzarsi nel biennio successivo.

8.3 Le collezioni scientifiche

Avendo accorpato i 12 Osservatori Astronomici italiani, la cui fondazione risale in alcuni casi ad oltre 250 anni fa, all'atto della sua costituzione INAF ha acquisito anche tutto il patrimonio strumentale da questi posseduto. Nella sua globalità questo patrimonio costituisce una delle **collezioni scientifiche** più interessanti e preziose nel campo della storia della scienza, non solo a livello italiano o europeo, ma anche a livello mondiale. INAF si è quindi impegnato ad attuare tutte quelle attività che ne garantiscano la tutela e la salvaguardia, ma anche a sostenerne la valorizzazione e la conoscenza critica attraverso appropriati studi e ricerche ed idonee iniziative museali, così come previsto dallo Statuto (Art. 2, comma g). Le collezioni scientifiche INAF sono dislocate su tutto il territorio nazionale e alcune di esse sono permanentemente esposte in musei strutturati, e fruibili dal pubblico.

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

OA Arcetri (Firenze). Collezione. Gli strumenti storici più importanti dell'OA Arcetri sono da molti anni conservati al Museo Galileo di Firenze, ma dal 2009 si sono avviati interventi di recupero sugli oggetti (ca. 170 pezzi, in gran parte Novecenteschi) che erano rimasti in Osservatorio. In particolare si è attuato il restauro del telescopio 'Tempel' ed è stata effettuata la ricognizione della collezione: strumenti, opere artistiche, arredi - con ricerca di fonti documentarie ed iconografiche, che ha portato alla ricollocazione di un ritratto ottocentesco di Galileo, e al rinvenimento e ricollocazione del busto in marmo di Domenico Cipolletti, opera di Luigi Cartei. La strumentazione più piccola è esposta nel padiglione "Amici", ed è visitabile in occasione delle visite didattiche organizzate dall'Osservatorio. È attualmente in corso la catalogazione di tutta la collezione all'interno del database nazionale.

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

OA Cagliari. Collezione. Il recupero della strumentazione d'interesse storico (ca. una trentina di pezzi), ereditata dalla Stazione Astronomica di Carloforte, ha avuto avvio negli anni novanta. Alla fine del 2013, con il trasferimento dell'Osservatorio alla nuova sede, presso il comune di Selargius (Cagliari), si è concretizzata l'idea di realizzare una sala espositiva, progettata per accogliere il patrimonio storico-astrometrico e renderlo fruibile al pubblico, all'interno dei Percorsi Museali della Sardegna. In essa troveranno spazio anche dei momenti didattici con attività di laboratorio. L'allestimento della Sala Espositiva ha avuto inizio nel gennaio del 2014, secondo le linee guida indicate dalla Regione

Sardegna, per il riconoscimento del Polo Museale dell'Osservatorio cagliaritano all'interno della rete museale regionale. Per ogni strumento e, se presenti, per le parti accessorie, si stanno predisponendo le didascalie complete di tutti i dati indicativi: questi confluiranno anche nel database del Portale nazionale. L'apertura della struttura è prevista entro il 2015.

OA Capodimonte (Napoli). Museo aperto al pubblico. Il MuSA – Museo degli Strumenti Astronomici dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte è stato inaugurato il 17 novembre 2012. La collezione scientifica permanentemente esposta conta un'ottantina di strumenti ottocenteschi, anche di notevole pregio, ed è tuttora in corso lo studio della documentazione ad essa relativa, così come lo studio dei documenti biografici e la produzione scientifica degli astronomi di Capodimonte, per l'ampliamento delle note storiche presenti nelle schede catalografiche inserite nel database locale e nel nuovo database nazionale consultabile sul Portale dei Beni Culturali INAF. Nel corso del 2014 si è svolta un'intensa attività di promozione culturale, in collaborazione con le principali istituzioni culturali del territorio, fra queste segnaliamo: partecipazione alla rassegna d'arte Paleocontemporanea: *Frammenti di trascendenza nella rappresentazione artistica dalle civiltà pre-cristiane al contemporaneo*; collaborazione con la Soprintendenza speciale per il polo museale di Napoli e la Certosa e Museo Nazionale di San Martino per l'istallazione nel percorso museale del MuSA del dipinto di Costanzo Angelini *L'astronomo Giuseppe Piazzi* e dell'acquatinta di Louis Rados *Gioacchino Murat re di Napoli e Sicilia*. Le due opere sono state presentate in occasione della manifestazione *Stasera Piazzi: dalla collina di San Martino alla collina di Urania*. Nel 2014 è proseguito inoltre il lavoro di restauro sulla collezione. Tuttavia il MuSA non è ancora dotato di personale stabile a tempo indeterminato ad esso dedicato ed è auspicabile che questa prestigiosa collezione abbia al più presto un Conservatore strutturato.

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

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

OA Padova. Museo aperto al pubblico. Il Museo *La Specola*, sezione museale dell'OAPd, è stato istituito nel 1994, e da allora esso è regolarmente aperto al pubblico. Il Museo possiede una collezione scientifica di circa 150 strumenti storici, databili dalla metà del Settecento fino ai primi anni del Novecento, di cui un'ottantina esposti; ha un forte inserimento nel territorio ed è sede di attività di ricerca storica. La strumentazione novecentesca e contemporanea è per lo più conservata presso la succursale di Asiago, dove l'OA Padova convive con l'Osservatorio Astrofisico del Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova. In questa sede gli oggetti appartenenti all'Osservatorio sono stati utilizzati dal Dipartimento per allestire il "Museo degli strumenti di Astronomia". Nel corso del 2014 a Padova è proseguita l'attività di ricerca storica e l'attività di revisione catalografica per il riversamento del catalogo locale nel database nazionale, consultabile sul Portale dei Beni Culturali INAF. Si è inoltre continuata l'attività di promozione culturale della collezione scientifica, in particolare realizzando la mostra bibliografica, iconografica e strumentale «Giuseppe Lorenzoni: l'uomo, l'astronomo e il Maestro», in occasione del Convegno scientifico in commemorazione dei 100 anni dalla morte del IV direttore

dell'Osservatorio di Padova, e la mostra iconografica e strumentale «Giovanni Antonio Rizzi Zannoni, cartografo e geografo», realizzata in occasione delle celebrazioni organizzate dal Comitato Nazionale del Bicentenario della morte di Giovanni Antonio Rizzi Zannoni, qui anche l'Osservatorio ha aderito, e proposta al pubblico dei 'Notturmi d'Arte 2014'. Per questa mostra, inoltre, si è proceduto all'intervento di pulizia e restauro della Tesa parigina del Wolf (1776).

OA Palermo. Museo. Gestisce e cura da molti anni, tramite convenzione, la collezione scientifica trasferita alla proprietà di UNIPA nel 1923. Il Museo della Specola, inaugurato nel 2001, è chiuso da luglio 2010 per adeguamento alla normativa antincendio, ma continua a svolgere l'attività di ricerca di sua competenza: nel 2012 è stato realizzato un importante intervento di restauro sul pilastro lesionato del grande rifrattore Merz (1865), in occasione del quale è stata effettuata la pulitura e manutenzione dello strumento. Nel 2013 sono state avviate le operazioni di pulitura straordinaria del Cerchio di Ramsden (1789), il pezzo principale della collezione, ultimate nel 2014. Nel 2014 è stata completata l'inventariazione dei beni in deposito, non ancora catalogati, che ha prodotto un elenco aggiuntivo di circa 120 pezzi. È stato inoltre effettuato, dall'ottobre 2013 all'ottobre 2014, un rilevamento dati del microclima del Museo, grazie alla collocazione di appositi sensori, i cui dati sono ancora allo studio. Tutte le attività relative al Museo sono state comunicate al pubblico attraverso la redazione di una Newsletter elettronica (di cui nel triennio scorso sono usciti 12 numeri), consultabile alla pagina <http://www.astropa.unipa.it/NewsletterOttobre.html>. Il Museo della Specola, nel rispetto della autonoma gestione affidata ad INAF-OAPA, fa parte del Sistema Museale di Ateneo (SIMUA) costituito con proprio decreto dal Rettore di UNIPA nel 2010. Il SIMUA ha recentemente realizzato un tour virtuale interattivo che include il Museo della Specola (<http://musei.unipa.it/osservatorio.html>) e che permette una parziale fruizione del Museo durante questa fase di chiusura alle visite.

OA Roma, Museo Astronomico e Copernicano. Museo. L'INAF-Osservatorio Astronomico di Roma (OAR) possiede un patrimonio unico al mondo per ampiezza e completezza, che abbraccia un periodo che va dal XVI secolo ai nostri giorni. La collezione scientifica proviene dai due principali osservatori astronomici romani dell'Ottocento, che sono stati la culla dell'astrofisica: l'Osservatorio del Collegio Romano e l'Osservatorio del Campidoglio. Il materiale più recente è frutto delle attività svolte dall'Osservatorio di Roma nella sede di Monte Mario, nel Novecento. A questo si aggiungono le opere conservate nel Museo Astronomico e Copernicano a partire dalle collezioni raccolte in occasione delle celebrazioni di Copernico nel 4° centenario della nascita, tenutesi a Roma nel 1873. La collezione e il relativo percorso storico si sviluppano su due sedi: Monte Porzio e Monte Mario. A Monte Porzio, presso l'edificio principale dell'OAR, nel 2014 è stato inaugurato un nuovo percorso espositivo, che prevede una parte stabile e due ambienti (la cupola e una nuova sala blindata) dedicati a mostre temporanee, mentre il percorso espositivo di Monte Mario, che conserva le collezioni del Museo Astronomico e Copernicano, è attualmente in fase di riallestimento. Le attività di ricerca svolte sulle collezioni nel biennio 2013-14 hanno coinvolto unitariamente strumenti, libri e documenti d'archivio: ricognizione del patrimonio librario composto da circa 4000 libri antichi (tra cui due copie della prima edizione del *De revolutionibus* di Copernico del 1543) e ricostruzione delle collezioni e della loro provenienza; digitalizzazione di una selezione di volumi antichi e di pregio per il portale beni culturali INAF; riordinamento dei documenti dell'archivio storico; studio della strumentazione di Angelo Secchi (caratterizzazione dei prismi a visione diretta e del prisma obiettivo) in vista della mostra *Siderea lux* e delle celebrazioni del bicentenario

delle nascita di Secchi del 2018; ricognizione e analisi storico-scientifica di tutte le opere conservate per la realizzazione delle schede necessarie al nuovo allestimento del museo e al portale dei beni culturali INAF; studio per la realizzazione di un exhibit “astrolabio virtuale” per i visitatori del museo; ricerca sulla storia dell’astronomia da Monte Mario e valorizzazione della linea del primo meridiano (collocamento dello strumento dei passaggi di Bamberg nella cabina dove è stato utilizzato fino agli anni '60 del secolo scorso); collaborazioni di ricerca storica per lo studio e la valorizzazione del patrimonio comune tra Museo Astronomico e Copernicano e Università Gregoriana, Biblioteca Nazionale di Roma, CRA-CMA, Biblioteca Casanatense, Istituto Massimo; recupero e restauro di alcune opere di elevato valore storico (globo celeste di Coronelli, codice manoscritto del XIV sec.). Il personale necessario allo svolgimento delle attività sopra elencate si compone di una unità di personale, assegnista di ricerca nel biennio 2013-14, completamente impegnata in ricerche di storia dell’astronomia, che svolge anche l’attività di curatore delle collezioni; un tecnico part-time al 50% di affiancamento per tutte le attività connesse alla conservazione del patrimonio antico; un tecnico part-time al 50% per lo studio e l’inventariazione dell’archivio storico; un ricercatore per il coordinamento delle visite guidate, per una giornata alla settimana; collaboratori: giovani astronomi e fisici per condurre le visite guidate su richiesta. Dal pensionamento dei due Conservatori precedenti, che curavano separatamente la strumentazione di Monte Porzio e di Monte Mario, il museo *non è più dotato di personale a tempo indeterminato ad esso dedicato ed è quanto mai urgente che questa prestigiosa collezione abbia al più presto un Conservatore stabile, strutturato e qualificato per la sua gestione.*

OA Teramo. Museo aperto al pubblico. Il Museo, che possiede circa 40 strumenti, è fruibile da diversi anni e l’attuale allestimento è stato progettato nel 2000-2001. Tutto il materiale è stato restaurato e catalogato. Dopo la chiusura forzata a causa del sisma del 2009, sono stati eseguiti i necessari lavori di ripristino e riallestimento e il Museo ha potuto riaprire al pubblico nella seconda metà del 2014.

OA Trieste. Collezione. Possiede circa 25 strumenti, esposti con allestimento tematico a Urania Carsica. La collezione gode di una ricchezza culturale dovuta all’internazionalizzazione.

Nel corso del triennio 2015-17, in tutti gli Osservatori proseguiranno le attività di ricerca finalizzate ad incrementare la conoscenza, la catalogazione, il restauro e la conservazione degli strumenti scientifici non più in uso per la ricerca moderna. A **Cagliari** sarà aperto al pubblico l’allestimento museale. A **Napoli** prenderanno avvio il restauro conservativo dell’Apparecchio per l’osservazione delle immagini riflesse delle stelle di Heurtaux (1881) e quello della cupola del cerchio meridiano di Repsold (1935), con annessa pulitura della strumentazione antica lì conservata; inoltre sarà realizzato *Smart observatory*, un progetto pilota presentato alla Regione Campania per la realizzazione di un’applicazione per smartphone e l’installazione di alcuni dispositivi Ibeacon su specifici beni storici sia museali che architettonici. Per la primavera 2015 è stata organizzata la mostra *Napoli patria della Fantascienza: dagli infiniti mondi di Giordano Bruno al primo viaggio alla Luna di Ernesto Capocci* (Salone delle colonne dell’Osservatorio Astronomico di Capodimonte, 13 marzo – 30 aprile 2015; prorogata fino al 31 maggio 2015). Alla fine del 2015 sarà anche organizzato un Workshop storico dedicato allo studio dell’astronomia all’epoca di von Zach e Fraunhofer (fine ‘700, inizi ‘800). A **Catania** prenderà avvio il recupero degli strumenti del “Regio Osservatorio Astrofisico di Catania” (attualmente dispersi) e il restauro della

canna del telescopio Merz ora custodito nel deposito delle Officine di Meccanica dell'OACT; si intende poi allestire un piccolo "Museo della Specola", all'interno di uno degli ambienti del Monastero dei Benedettini di Catania, sede del primo osservatorio cittadino; sarà realizzata una mostra dedicata a "Tacchini: astronomo e avventuriero", legata al recupero e digitalizzazione di lastre fotografiche di fine '800 ed inizi '900 che descrivono i viaggi di Tacchini dedicati all'osservazione delle eclissi di Sole; sarà poi realizzata una monografia dedicata al "Regio Osservatorio" ed ai suoi strumenti. A **Padova** si eseguiranno degli interventi di restauro sugli infissi dei locali museali, sia per una maggior valorizzazione dei locali stessi, storici e sottoposti a vincoli di tutela, sia per garantire un miglioramento del microclima degli ambienti espositivi. Si intende poi dare avvio allo studio di fattibilità del restauro del grande Circolo meridiano di Starke (1836), uno dei più importanti strumenti della collezione, e certamente un pezzo unico all'interno della stessa collezione INAF complessiva. A **Palermo** è stata programmata la mostra "Cerere Ferdinanda" (Palermo, Osservatorio Astronomico, 10 aprile-8 maggio 2015) in occasione dell'evento "Cerere ieri e oggi: da Piazzesi a Dawn" (Palermo, 10 aprile 2015), in collaborazione con l'INAF-IASP di Roma. Si parteciperà anche alla mostra "Dal cielo, dalla terra: macchine, collezioni" (Palermo, Palazzo Steri, 14 maggio-7 giugno 2015) organizzata dal Sistema Museale di Ateneo dell'Università di Palermo. A **Roma**, presso la sede di Monte Porzio, è stata programmata la mostra "Astronomi: Gps del passato! Storie di viaggi e di scoperte" (11 aprile - 14 giugno 2015, con proroga fino a fine anno) e la mostra *Siderea lux*, da aprile 2016. Le collezioni del Museo Astronomico e Copernicano ospitate presso Villa Mellini, a Monte Mario, saranno invece oggetto di un'importante e sostanziale operazione di rinnovamento sia nell'aspetto dell'allestimento che nella logica del percorso espositivo, con l'introduzione di contenuti multimediali. Questo dovrebbe portare finalmente alla riapertura del museo. A **Torino**, in occasione del convegno della *Scientific Instruments Commission*, programmato per settembre 2015, sarà organizzata una mostra temporanea presso l'Osservatorio. Si sta poi organizzando, in occasione dell'anno della luce, la mostra "OltreLuce", che sarà allestita presso Palazzo Madama da Ottobre 2015 a Gennaio 2016 e nella quale saranno esposti anche diversi pezzi provenienti dalla collezione dell'Osservatorio Astronomico.

Nel biennio 2015-16, gli Osservatori di **Arcetri, Capodimonte, Padova, Palermo e Roma**, inoltre, parteciperanno al progetto PDIN INAF "Analyzing starlight" per la valorizzazione del patrimonio museale INAF con la realizzazione della mostra a rete STARLIGHT (21 marzo-21 giugno 2016).

Per poter coordinare le diverse attività di recupero e conservazione gestite singolarmente nelle diverse strutture locali, INAF si è dotato un Servizio dedicato, il Servizio Musei, afferente all'Unità Scientifica Centrale I della Direzione Scientifica, che sostiene tutte le azioni volte alla catalogazione delle collezioni e il restauro dei relativi strumenti; l'esposizione e la fruizione pubblica del patrimonio storico-scientifico nelle diverse realtà locali; la valorizzazione del patrimonio attraverso studi, ricerche, pubblicazioni e manifestazioni riguardanti la strumentazione astronomica e la storia dell'astronomia italiana ed internazionale. In particolare, dal 2013 il Servizio Musei, di concerto con il Servizio Biblioteche e Archivi, ha dato avvio alla realizzazione di **Polvere di Selle, il Portale dei beni culturali astronomici italiani** (www.beniculturali.inaf.it), che raccoglie i database archivistici, bibliografici e strumentali di tutti i beni culturali INAF e che è tuttora in fase d'implementazione e aggiornamento. L'obiettivo primario del Portale è la realizzazione di uno strumento informatico interattivo che consenta, agli studiosi, ricerche simultanee sulle differenti tipologie di materiale che costituiscono le collezioni storico-

scientifiche dell'INAF. In particolare, per quanto riguarda la strumentazione storica, si sta procedendo alla realizzazione di un database nazionale delle collezioni, che risponda ai criteri di catalogazione richiesti dall'ICCD (Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione), al fine di pervenire, per ciascun oggetto della collezione INAF, all'assegnazione del numero di catalogo generale NCTN. Il completamento del database nazionale della strumentazione storica costituirà poi anche la premessa per la successiva realizzazione di un catalogo cartaceo unico di tutti i beni museali INAF.

Dal 2014 e il Servizio Musei si è anche fatto promotore di alcuni eventi culturali volti a recuperare la memoria storica degli Osservatori Astronomici italiani e delle loro collezioni scientifiche: ha quindi supportato il Convegno scientifico «Giuseppe Lorenzoni: l'uomo, l'astronomo e il Maestro», in commemorazione dei 100 anni dalla morte del IV direttore dell'Osservatorio di Padova, e il workshop su "I telescopi Merz in Italia" (Palermo, Museo della Specola, 26-27 maggio 2015), organizzato dall'Osservatorio Astronomico di Palermo per fare il punto sull'attuale stato di conservazione e musealizzazione in Italia dei telescopi realizzati dalle Officine Merz, mettendo in evidenza come questa costituisca una delle collezioni più importanti dell'INAF nel suo insieme.

Le **attività di ricerca legate alle collezioni scientifiche** hanno prodotto anche una serie di pubblicazioni, tra le quali si segnalano:

- Chinnici I., *Il patrimonio storico-scientifico dell'Osservatorio di Palermo*, Atti del Convegno "Gli strumenti scientifici delle collezioni storiche nell'area palermitana"- Palermo, 23 e 24 ottobre 2014 in: Quaderni di Ricerca in Didattica (Science) 7 (2015), 1-9.
- Chinnici I.- D. Randazzo – F. Casi, *Instruments on Movie Sets: A Case Study*, "Scientific Instruments on Display" (edited by S. Ackermann, R. L. Kremer, M. Miniati), Leiden, Brill, 2014, pp. 188-198.
- *Museo della Specola – Newsletter* (a cura di I. Chinnici) nn. 9-20 (2012-2014)
- Meschiari A., Bianchi S., 2013, *L'eredità di Giovanni Battista Amici ad Arcetri nel 150° anniversario della morte*, «Il Colle di Galileo», Vol. 2, N. 1, pp. 9-25.
- *Viaggiatori del Cosmo: dagli infiniti mondi di Giordano Bruno al primo viaggio alla Luna di Ernesto Capocci*, pubblicazione realizzata a corredo della mostra "Napoli patria della Fantascienza: dagli infiniti mondi di Giordano Bruno al primo viaggio alla Luna di Ernesto Capocci" (3 marzo – 30 aprile 2015, prorogata fino al 31 maggio 2015).
- Ristampa anastatica dei volumi di Capocci: *Relazione del primo viaggio alla Luna fatto da una donna l'anno di grazia 2057* (1857), *Dialoghi sulle comete* (1825), *Quadro del sistema planetario solare con relativa tavola* (1853).
- Pubblicazione documento inedito ritrovato nell'Archivio Storico dell'Osservatorio: *Discorso letto per l'inaugurazione del monumento funebre dell'astronomo Ernesto Capocci* (2015)

Realizzazione di una collezione speciale di 3 cartoline dedicate alla mostra "Napoli patria della Fantascienza", con la realizzazione di un annullo postale speciale (2015)

Quadro 8 – Servizi erogati

Quadro 8 (b) *Attività di Alta Formazione e rafforzamento del Capitale Umano*

Il numero complessivo di ricercatori appartenenti ad Università o ad altri Enti e associati all'INAF è di circa 570 unità. 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 inoltre 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.

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. In totale nel corso del 2014 INAF ha finanziato 19 nuove borse di studio di dottorato sia a valere su risorse FFO che su fondi di progetti premiali. Il numero complessivo di borse attive finanziate da INAF nel 2014 è invece pari 36; ulteriori dati sono sintetizzati nella tabella 8.b.1. Come per gli anni precedenti anche per il 2015 e il 2016 INAF mantiene il proprio impegno per 2 scuole nazionali di astrofisica rivolte a studenti di Dottorato. E' volontà dell'INAF continuare a finanziare tali scuole anche negli anni futuri, a meno di gravi difficoltà finanziarie.

Tabella 8.b.1 Collaborazione ad attività formative istituzionali svolte dalla università

Numero totale di corsi di didattica universitaria (corsi di laurea, master e di dottorato) erogati in toto o in parte.	81
Numero totale di ore di didattica universitaria complessivamente erogate	1976
Numero di ricercatori e tecnologi complessivamente coinvolti	60
Numero totale di corsi di dottorato in convenzione	3
Numero totale di studenti di dottorato attivi nell'anno (con tutor o co-tutor dell'INAF)	92
Numero di borse di dottorato erogate dall'ente	36

Nel corso del 2014 è stato presentato alla UE un programma di borse post-doc biennali cofinanziate dalla UE riservate a ricercatori residenti all'estero che mira a continuare un analogo programma nominato ASTROFIT. Il nuovo programma è stato approvato e finanziato dalla UE e, nel corso del 2015, si prevede di avviarlo con l'emissione del primo bando di borse di studio e la selezione dei borsisti.

Nel corso dello scorso anno 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. Alla data di stesura del presente piano triennale, presso l'INAF operano 85 borsisti, e 246 assegnisti di ricerca, di cui 241 regolati dall'art. 22 della Legge n. 240/2010 e successive modificazioni. La stragrande maggioranza di questi assegnisti concluderà il sesto anno di godimento dell'assegno nel corso del 2017 senza possibilità di ulteriore rinnovo, in ottemperanza alle disposizioni di legge. *Le presenti restrizioni sul turnover precludono la possibilità che una piccola, ma adeguata frazione degli stessi possa essere assunta nel corso del triennio 2015-2017. Nei fatti, si profila all'orizzonte una situazione di forte dispersione di risorse umane altamente qualificate che sono state formate dall'INAF nel corso dello scorso quinquennio attraverso cospicui investimenti sul fronte della crescita del capitale umano.*

Ricercatori e Tecnologi dell'INAF hanno nel corso del 2014 partecipato ad attività di formazione professionale continua rivolti i) all'aggiornamento di personale docente della scuola secondaria, ii) alla formazione di personale nell'ambito di progetti PON e iii) alla realizzazione di due progetti finanziati dalla Regione Sicilia a valere sul FSE per Rafforzare l'occupabilità nel sistema della R&S e la nascita di spin off di ricerca in Sicilia.

Tabella 8.b.2 Formazione continua e permanente

Numero totale di corsi erogati	11
Numero totale di ore di didattica assistita complessivamente erogate	1542
Numero totale di partecipanti	45
Numero di ricercatori e tecnologi complessivamente coinvolti	11
Numero di organizzazioni esterne coinvolte come utilizzatrici dei programmi	2
Di cui imprese	0
Di cui enti pubblici	2
Di cui istituzioni no profit	0

8.c Servizi conto terzi

Entrate commerciali	Entrate di cassa
- di cui Entrate per ricerca commissionate	€ 6.313,22
- di cui Entrate per prestazioni a tariffario	-
- di cui Entrate per attività didattica in conto terzi, seminari e convegni	-
- di cui altre Entrate da attività commerciali	€ 353.602,36
Entrate finalizzate da attività convenzionate	-

(contratti/convenzioni/accordi di programma)	
Trasferimenti correnti da altri soggetti	-
Trasferimenti per investire da altri soggetti	-
Totale generale	€ 359.915,58

8.d Attività di Public Engagement

L'astronomia è una delle scienze che più affascina i media ed il grande pubblico. La sua specificità le consente inoltre di essere un efficace tema di insegnamento multidisciplinare di grandi potenzialità per le scuole di ogni ordine e grado. Le competenze scientifiche di punta e le tecnologie di avanguardia che la ricerca astronomica contribuisce a sviluppare costituiscono un ottimo esempio del progresso culturale e industriale di paesi a sviluppo avanzato come vorrebbe essere l'Italia.

Le strutture di ricerca dell'INAF promuovono da anni attività di Didattica e Divulgazione (D&D) con numerosi e pregevoli iniziative per le scuole e per il pubblico, inclusi corsi di formazione per docenti e studenti, e la partecipazione a programmi di Education and Public Outreach promossi dalla Commissione Europea e dal MIUR: la "Settimana della cultura scientifica e tecnologica", la "Settimana dell'Astronomia" e la "European Researchers' Night". Di grande rilievo anche le "Olimpiadi dell'Astronomia", un'eccellenza riconosciuta dal MIUR, organizzate dall'INAF insieme alla SAI. Fra i veicoli di attrazione e di comunicazione verso il pubblico e le scuole vanno segnalate le visite stabilmente organizzate ai Musei e delle Collezioni Scientifiche dell'INAF (di cui si fornisce una dettagliata descrizione nella sezioni 5 e 8e) oltre che presso altri laboratori e strutture osservative di INAF. Fra questi ricordiamo il *Centro Visite Marcello Ceccarelli* che espone strumentazioni storiche provenienti dai laboratori dei radiotelescopi e permette l'osservazione ravvicinata dei radiotelescopi del sito di Medicina.

La Direzione Scientifica di INAF si è dotata della Unità Centrale I che ha, fra l'altro, la responsabilità di promuovere e valorizzare le attività di questo settore, coordinate e gestite da un Servizio Didattica e Divulgazione, nelle quali sono coinvolti, a diverso livello, circa 120 unità di personale dell'INAF strutturato o associato (~ 40 FTE). Già a partire dal 2008, tale Servizio si è attivato per costituire una rete di referenti per la D&D presso tutte le strutture INAF e presso il TNG. Lo sforzo di coordinamento, che già nel 2013 aveva portato alla approvazione da parte del MIUR di un progetto per attività annuali a valere sui fondi della legge n. 6/2000, ha prodotto nel corso del 2014 l'approvazione da parte del MIUR a valere sui fondi della legge n. 6/2000 di un progetto triennale coordinato dalla SAI e che vede il forte coinvolgimento di varie sedi INAF ed in particolare dell'Osservatorio di Capodimonte. Un altro pregevole frutto del coordinamento e sinergie realizzati fra il personale INAF che opera in varie sedi è certamente la realizzazione del libro divulgativo ***Astrokids. Avventure e Scoperte nello spazio***. Edito da **Scienza Express** esso è stato realizzato con il contributo di astronomi, ricercatori e divulgatori dell'Istituto Nazionale di Astrofisica ed è stato curato da **Laura Daricello e Stefano Sandrelli e illustrato da Angelo Adamo**. Il volume è composto da **17 capitoli, strutturati nel seguente modo: una filastrocca, che introduce il tema scientifico in modo fantastico; 4 pagine di teoria, nelle quali gli argomenti vengono trattati brevemente e soltanto sotto alcuni punti di vista; attività e giochi tematici, che rendono i ragazzi protagonisti di quanto imparano**. Nel sito web dedicato (<http://astrokids.inaf.it/>) da maggio 2014 è possibile trovare altro materiale divulgativo come approfondimenti,

video, immagini e giochi legati ai capitoli del libro. Per rendere il libro maggiormente coinvolgente per i bambini, è stato ideato il personaggio di Martina Tremenda, una ragazzina che vive numerose avventure nello spazio, che le permetteranno di acquisire nuove conoscenze scientifiche. La realizzazione e stampa del volume, in vendita nelle migliori librerie italiane, è stata possibile grazie al finanziamento MIUR a valere sulla della legge 6/2000.

Nel corso del 2014 l'Unità Centrale I ha istruito una indagine conoscitiva volta a verificare la possibilità per INAF di accreditarsi all'albo nazionale degli enti che possono presentare ed ospitare progetti di Servizio Civile nazionale, con espresso riferimento a progetti nell'ambito di: *Educazione e promozione culturale e Patrimonio artistico e culturale*. Stante l'esito positivo di questa indagine nel corso del 2015 INAF pianifica di accreditarsi come ente di III classe e di accreditare 9 sedi di cui 8 come sedi di attuazione di progetti, e di presentare un progetto per ciascuna delle 8 sedi di attuazione distribuite su tutto il territorio nazionale. Nel caso di positiva selezione di questi progetti si prevede che nel corso del 2016 volontari di Servizio Civile potranno svolgere la loro attività e il loro processo di formazione e crescita presso sedi di INAF.

Nel medio termine, la rete per la D&D dell'INAF continuerà ad operare con i seguenti obiettivi:

- promuovere, coordinare e capitalizzare a livello nazionale le iniziative di diffusione delle conoscenze astronomiche a livello locale;
- programmare, coordinare e promuovere, anche a livello ministeriale, l'attività di didattica astronomica nelle scuole;
- studiare l'utilizzo a fini didattici di strumentazione astronomica presso le strutture INAF;
- ideare e gestire moduli di lavoro D&D ormai richiesti a livello europeo anche a supporto di programmi scientifici di Ricerca e Sviluppo.

Nel corso del triennio 2015-2017, si pianifica inoltre il coinvolgimento di INAF in programmi di respiro europeo da presentare in risposta alle specifiche call del programma H2020 della UE.

Nel seguito viene fornita informazione dettagliata su una selezione delle iniziative nel settore svolte da INAF.

Tabella 8.d Iniziative di Public Engagement

Periodo di svolgimento dell'iniziativa	gennaio-novembre 2014
Titolo dell'iniziativa	Astrokids
Categoria di attività	Iniziative divulgative rivolte a bambini e giovani
Breve descrizione	AstroKids è un progetto nazionale dell'Istituto Nazionale di Astrofisica rivolto a bambini di età compresa tra i 5 ed i 9 anni. I laboratori si svolgono nelle librerie "La Feltrinelli", nelle biblioteche comunali e negli Istituti INAF ed hanno l'obiettivo di avvicinare i più piccoli alla cultura scientifica, di incuriosirli e spingerli così ad approfondire gli argomenti di astronomia partecipando attivamente con giochi, drammatizzazioni e creazioni artistiche.
Budget complessivo utilizzato	3.000 euro
Finanziamenti esterni	1.500 euro (da finanziamenti locali e nel caso di alcune sedi anche fondi del MIUR)
Impatto stimato	5.000
Link a siti web	http://www.media.inaf.it/2014/01/31/torna-astrokids-2/

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	Ultimo venerdì del mese di settembre
Titolo dell'iniziativa	Notte europea dei ricercatori
Categoria di attività	Organizzazione di eventi pubblici
Breve descrizione	Iniziativa promossa dalla Commissione Europea fin dal 2005 che coinvolge ogni anno migliaia di ricercatori e istituzioni di ricerca in tutti i paesi europei. L'obiettivo è di creare occasioni di incontro tra ricercatori e cittadini per diffondere la cultura scientifica e la conoscenza delle professioni della ricerca in un contesto informale e stimolante. Gli eventi organizzati comprendono esperimenti e dimostrazioni scientifiche dal vivo, mostre e visite guidate, conferenze e seminari divulgativi, spettacoli e concerti. L'INAF ha aderito da subito all'iniziativa europea con una molteplicità di progetti distribuiti in tutta Italia in piazza o presso le proprie strutture che ne fanno tradizionalmente una delle istituzioni italiane che propone il maggior numero di eventi sparsi sul territorio italiano.
Budget complessivo utilizzato	15.000 euro
Finanziamenti esterni	10.000 euro da fondi europei
Impatto stimato	13.000
Link a siti web	http://www.media.inaf.it/2014/09/24/due-giorni-alla-notte-della-ricerca/

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	gennaio-maggio, ottobre dicembre
Titolo dell'iniziativa	Conferenze e visite per le scuole
Categoria di attività	Iniziative per il mondo della scuola di ogni ordine e grado e fruizione da parte delle scolaresche delle strutture INAF
Breve descrizione	L'INAF da anni propone al mondo della scuola attività didattiche attraverso conferenze, laboratori e percorsi guidati alle strutture. Oggi gli Istituti INAF sono dotati di Musei, telescopi, sale conferenze e planetari che vengono utilizzati al fine di avvicinare gli studenti al mondo scientifico e al fine di completare la formazione di docenti e studenti attraverso l'uso della strumentazione scientifica.
Budget complessivo utilizzato	35.000 euro
Finanziamenti esterni	31.000 euro, in larga parte ottenuti dai biglietti delle visite
Impatto stimato	40.000
Link a siti web	Siti degli Osservatori Astronomici

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	Settembre 2013-settembre 2014
Titolo dell'iniziativa	Olimpiadi Italiane di Astronomia
Categoria di attività	Iniziative di orientamento e interazione con le scuole superiori
Breve descrizione	Competizione per gli studenti su argomenti di Astronomia e Astrofisica; si svolge in tre fasi (Preselezione, Gara Interregionale, Finale Nazionale). Viene organizzata in collaborazione con la Società Astronomica Italiana e con il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, Direzione Generale per gli Ordinamenti scolastici e l'Autonomia scolastica. Le Olimpiadi Italiane di Astronomia rientrano nel programma di valorizzazione delle eccellenze del MIUR.
Budget complessivo utilizzato	50.000 euro
Finanziamenti esterni	30.000 euro da fondi MIUR
Impatto stimato	600
Link a siti web	www.olimpiadiastronomia.it

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	gennaio-dicembre
Titolo dell'iniziativa	Manifestazioni, Eventi e Festival delle Scienze
Categoria di attività	Organizzazione di concerti mostre eventi di pubblica utilità aperti alla comunità
Breve descrizione	L'INAF per meglio diffondere la cultura astronomica e avvalendosi di strumentazione scientifica e multimediale organizza manifestazioni, conferenze laboratori e mostre presentando con il linguaggio semplice ed accessibile le meraviglie del Cosmo. Con questi eventi si vuole, infatti, restituire al cittadino le conoscenze e competenze raggiunte in ambito astronomico celebrando l'eccellenza dell'astronomia, che ha dato e continua a dare prestigio al Paese.
Budget complessivo utilizzato	30.000 euro
Finanziamenti esterni	5.000 euro
Impatto stimato	11.000
Link a siti web	

Periodo di svolgimento dell'Iniziativa	7-14 aprile 2014
Titolo dell'iniziativa	Settimana dell'Astronomia e Settimana della Cultura Scientifica
Categoria di attività	Organizzazione di eventi pubblici
Breve descrizione	La Settimana Nazionale dell'Astronomia e della Cultura Scientifica indetta dal MIUR e organizzata dalla SAIt in collaborazione con l'INAF è divenuta un appuntamento importante per il pubblico e soprattutto per le scuole, invitate a diffondere tra i giovani la conoscenza del cielo e della ricerca astronomica, per motivarli e orientarli alla scoperta delle opportunità formative e professionali offerte dallo studio delle discipline scientifiche. Per la curiosità e il fascino che suscita nei giovani, l'Astronomia, infatti, rappresenta un valido strumento per combattere la tendenza negativa di abbandono degli studi di area scientifica che si sta verificando nella maggior parte dei Paesi Europei.
Budget complessivo utilizzato	500 euro
Finanziamenti esterni	0
Impatto stimato	2000
Link a siti web	http://www.media.inaf.it/2014/04/04/il-nostro-e-altri-mondi

8.e Produzione e gestione di beni culturali

In alcune delle Strutture INAF che conservano collezioni scientifiche si è allestito anche un vero e proprio museo aperto al pubblico, per lo più sfruttando proprio gli ambienti storici che furono interessati dall'attività di ricerca degli astronomi Sette e Ottocenteschi. Le Strutture che hanno una sezione museale sono gli Osservatori Astronomici di Brera, Capodimonte, Padova, Palermo, Roma-Monte Porzio e Teramo. Ad eccezione di Palermo, il cui Museo è stato chiuso nel corso del 2014 per adeguamento alla normativa antincendio, i restanti sono aperti al pubblico. Il museo di Cagliari e quello di Roma-Monte Mario apriranno invece nel corso del 2015-2016.

Tabella 8.e Produzione e gestione di beni culturali (dati relativi all'anno 2014)

Nome della Struttura di gestione	Servizio Musei	(note)
Numero di siti museali gestiti dal Polo Museale	6	Teramo, Padova, Capodimonte, Brera, Roma, Palermo
Numeri di giorni di apertura nell'anno	300	Teramo: 20; Capodimonte: 260

		(dal lun al ven); Brera: 260 (dal lun al ven; Roma: stagionale; Padova: tutti i sabati e domeniche, più visite prenotate in orario infrasettimanale; Palermo: al momento chiuso per adeguamento normativa antincendio.
Spazi dedicati in mq	Minimo 1085	Teramo: 250; Capodimonte: 300; Brera: 185; Roma: non quantificati; Padova: 200; Palermo: 150
Budget impegnato per la gestione dell'attività nell'anno	Minimo 56.400 di cui 39.000 di costo pro-quota del personale di staff	Teramo 1500; Capodimonte: non quantificato (è nell'FFO); Brera: 1 Cter VI livello per guardiania, 1h:30 settimanali di ric o tec. + 36 ore annue per le visite private, 20 ore di straordinario; Roma: non quantificati; Padova: 10460 (rimborsi associazione convenzionata per lo svolgimento del servizio di apertura e visita guidata) + 5000 per attività ordinarie (acquisto vetrina espositiva, stampe cartellini e pannelli, interventi e materiale per pulizie, ...); Palermo 0.25 FTE di 1 Ricercatore Astronomo come curatore del Museo, i costi generali sono coperti da FFO di INAF-OAPA e di UNIPA.
Totale finanziamenti esterni ottenuti per la gestione del polo museale nell'anno	Minimo 67.062, compresi contributi <i>una tantum</i> per l'allestimento museale	Teramo: 29.000 (per riapertura); Capodimonte: 1793 (biglietti) + 12640 (regione Campania per organizzazione eventi); Brera: 1457 (biglietti); Roma: Non-disponibile; Padova: 22172 (biglietti)
Presenza di un sistema di rilevazione delle presenze	Parziale	Teramo: SI; Capodimonte: No (le cifre indicate sono stime); Brera: SI; Roma: NO (le cifre indicate sono stime); Padova: SI per i paganti; Palermo: SI
N.ro dei visitatori nell'anno	20.478	Teramo: 2.300; Brera: 5.178; Roma: 5.000; Capodimonte: 2.500; Padova: 5.500
N.ro dei visitatori paganti nell'anno	Un minimo di 4.944	Brera: 178; Padova: 3866; Capodimonte: ~900

Nome della struttura di gestione	Centro Visite "Marcello Ceccarelli"	Nel Centro Visite sono custodite strumentazioni storiche provenienti dai laboratori dei radiotelescopi
Numero di siti museali gestiti	1	
Numero di giorni di apertura all'anno	200	
Spazi dedicati in mq	200	
Budget impegnato per la gestione dell'attività dell'anno	Circa 20.000 euro	Per l'affitto dei locali
Totale dei finanziamenti esterni ottenuti per la gestione museale		
Presenza di un sistema di rilevazione delle presenze	Sì	Attraverso la vendita dei biglietti
N.o dei visitatori nell'anno	Circa 5.000- 6.000	
N.o dei visitatori paganti nell'anno	Circa 5.000	

Capitolo 9 Le risorse finanziarie

9.1 Fondi MIUR

9.1.1 Progetti bandiera

Fondi (in milioni di €) Prosecuzione ASTRI	2013	2014	2015	2016	2017
	Stanziamiento	Stanziamiento	Necessità	Necessità	Necessità
	1.4	0	5.0	-	-

9.1.2 FOE straordinario/internazionale

Fondi (in milioni di €)	2013	2014	2015	2016	2017
	Stanziamiento	Stanziamiento	Necessità	Necessità	Necessità
CTA (in collaborazione con INFN)	-	0.9	4	8	12
SKA	1.2	1.0	4	5	5
ELT	3.2	2.7	4.4(*)	4.6(*)	4.8(*)
SRT	3.0	2.6	3.5	3.5	3.5
LBT	-	-	2.5	2.5	2.5
TNG	-	0.4	2.5	2.5	2.5
TOTALE	7.4	7.6	20.9	26.1	30.3

*Quote necessarie per la copertura dell'impegno finanziario MIUR relativo alla partecipazione al Telescopio E-ELT dell'ESO.

9.2 FOE ordinario

Fondi (in milioni di €)	2013	2014	2015	2016	2017
	Stanziamiento	Stanziamiento	Necessità	Necessità	Necessità
Personale	62.0	64.0*	64.6	64.6	64.6
Edilizia	-	-	5.3	5.9	4.2
Funzionamento Strutture	5.0	4.6	8.5	8.5	8.5
Ricerca di base	1.2	1.8	2.5	2.5	2.5
Astrofisica Spaziale	-	-	44.5	44.5	44.5
Funzionamento infrastrutture	4.5	4.1	6.0	7.0	7.0
Funzionamento Ente (organi, licenze, assicurazioni, etc.)	6.9	5.8	7.6	7.6	7.6
TOTALE	79.6	80.3	139.0	140.6	138.9

* La spesa di personale, pari a circa l'80% del FOE, pur rappresentando un fattore di rigidità per la gestione finanziaria dell'INAF, è da considerare funzionale alle esigenze di un Ente di ricerca che fonda nel suo capitale umano la risorsa fondamentale per perseguire i suoi fini istituzionali.

I fondi elencati nella tabella non consentono all'Ente di compiere adeguatamente il suo mandato. Permettono sostanzialmente il mantenimento di quanto in corso, senza porre in essere alcun investimento in ricerca, personale, strutture.

9.3 Premiali

Fondi (in milioni di €)	2013	2014	2015	2016	2017
	Stanziamiento	Stanziamiento	Necessità	Necessità	Necessità
Premialità	13.3(*)	15.9	15.9	15.9	15.9

* 70% premialità assegnata sulla base dei risultati ANVUR

Capitolo 10 Lista degli acronimi

AGB	Ramo Asintotico delle Giganti
AGN	Nuclei Galattici Attivi
ALMA	Atacama Large Millimetric Array
ANVUR	Agenzia Nazionale di Valutazione del sistema Universitario e della Ricerca
ASDC	ASI Science Data Center
ASI	Agenzia Spaziale Italiana
CCD	Charge Coupled Device
CIVR	Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca
CMB	Cosmic Microwave Background
CNR	Consiglio Nazionale della Ricerca
CR	Raggi Cosmici
CRIS	Current Research Information System
CTA	Cherenkov Telescope Array
DE	Energia Oscura
DM	Materia Oscura
DST	Dunn Solar Telescope
EAST	European Association for Solar Telescopes
E-ELT	European Extremely Large Telescope
ESA	Agenzia Spaziale Europea
ESFRI	Forum Strategico Europeo per le Infrastrutture di Ricerca
ESO	European Southern Observatory
EST	European Solar Telescope
EVN	European Very long baseline interferometry Network
FOE	Fondo Ordinario per gli Enti di ricerca
FTE	Equivalenti Full Time
GRB	Gamma Ray Burst
HST	Hubble Space Telescope
IAPS	Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali
IASF	Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica
IMF	Funzione di Massa Iniziale
INAF	Istituto Nazionale di Astrofisica
INFN	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
IRA	Istituto di RadioAstronomia
JAXA	Japan Aerospace eXploration Agency
JWST	James Webb Space Telescope
LBT	Large Binocular Telescope
LMC	Grande Nube di Magellano
LSS	Large Space Simulator
LSST	Large Synoptic Survey Telescope
MAGIC	Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope

MIUR	Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NSO	National Solar Observatory
PI	Principal Investigator
PMI	Piccole e Medie Imprese
PNR	Piano Nazionale della Ricerca
PTA	Piano Triennale delle Attività
REM	Rapid Eye Mount
SFR	Tasso di Formazione delle Stelle
SKA	Square Kilometre Array
SN	Super Novae
SRN	Sistema Radioastronomico Nazionale
SRT	Sardinia Radio Telescope
STFC	Scientific and Technology Facilities Council
TNG	Telescopio Nazionale Galileo
UE	Unione Europea
VLBI	Very-long-baseline interferometry
VLT	Very Large Telescope
VQR	Valutazione della Qualità della Ricerca
VST	VLT Survey Telescope