

# FISICA E GEOLOGIA - Scheda Candidatura

## Sezione A: Informazioni generali

La sezione è precompilata con l'anagrafica del Dipartimento (nome, sede, Direttore, aree CUN di riferimento), le informazioni a disposizione sull'ISPD (valore, aree CUN che hanno contribuito positivamente e negativamente) e con le informazioni di base del personale strutturato e non strutturato afferente al Dipartimento stesso (numerosità, tipologia (I fascia, II fascia, ricercatore, ...)).

### Quadro: A.1 | A.1 Struttura del Dipartimento

Ateneo	Università degli Studi di PERUGIA
Struttura	FISICA E GEOLOGIA
Direttore	Daniele Fioretto
Referente tecnico del portale	Daniele Fioretto
Altro Referente tecnico del portale	Bruna Bertucci

Aree CUN del Dipartimento e personale che vi afferisce

Codice Area	Descrizione Area	Prof. Ordinario	Prof. Associato	Ricercatore	Assistente	Prof. Ordinario r.e.	Straord. a tempo determ.	Ric. a tempo determ.	Assegnista	Dottorando	Specializzando	Totale
02	Scienze fisiche	5	20	2	0	0	0	12	2	0	0	41
03	Scienze chimiche	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
04	Scienze della Terra	3	10	7	0	0	0	3	6	0	0	29
09	Ingegneria industriale e dell'informazione	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
-	Nessuna Afferenza	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8

Indicatore Standardizzato della Performance Dipartimentale (ISPD) 99.5

Incidenza delle Aree Cun nel Calcolo dell'ISPD

Aree preminenti (sopra la media)	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 02 - Scienze fisiche</li> </ul>
Altre Aree (sotto la media)	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 04 - Scienze della Terra</li> <li>o 09 - Ingegneria industriale e dell'informazione</li> </ul>
Quintile dimensionale	3

### Quadro: A.2.1 | A.2.1 Professori ordinari e associati, Ricercatori, Assistenti

Cognome	Nome	Codice Fiscale	Qualifica	Area Cun	Area Vqr	SSD	Data Presa Servizio/ Inizio Contratto	Data Fine
ANZIVINO	Giuseppina	NZVGP55E45F397F	Professore Associato confermato	02	02	FIS/01	01/09/2005	
BALDANZA	Angela	BLDNL65S58F158L	Ricercatore confermato	04	04	GEO/02	19/03/2001	
BARCHI	Massimiliano Rinaldo	BRCMSM58T27D653M	Professore Ordinario	04	04	GEO/03	15/05/2005	
BAWAJ	Mateusz	BWJMSZ86S12Z127X	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-a L. 240/10)	02	02	FIS/01	06/04/2020	19/01/2022
BERTINELLI	Angela	BRTNGL68A46G478Y	Ricercatore confermato	04	04	GEO/02	01/11/2006	
BERTUCCI	Bruna	BRTBRN65M67H501E	Professore Associato confermato	02	02	FIS/01	03/12/2007	
BIANCHI	Francesco	BNCFNC82S16A475T	Ricercatore a t.d. - t.defin. (art. 24 c.3-a L. 240/10)	09	09	ING-IND/10	07/10/2019	06/10/2022
BIASINI	Maurizio	BSNMRZ67P17G478L	Professore Associato confermato	02	02	FIS/01	01/11/2006	
BUSSO	Maurizio Maria	BSSMZM52B12L219G	Professore Ordinario	02	02	FIS/05	01/11/2001	
CAMBI	Costanza	CMBCTN71A46G478V	Ricercatore confermato	04	04	GEO/05	02/05/2002	
CAMPANELLA	Renzo	CMPRNZ57M14L483J	Professore Associato confermato	02	02	FIS/07	01/11/2001	
CARDELLINI	Carlo	CRDCRL73D12G478U	Professore Associato (L. 240/10)	04	04	GEO/08	01/10/2015	
CARLOTTI	Giovanni	CRLGNN63E03E230I	Professore Associato confermato	02	02	FIS/03	07/12/2000	
CATALINI	Sara	CTLSRA92H60E230K	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-a L. 240/10)	02	02	FIS/03	01/01/2022	31/12/2024
CECCHI	Claudia	CCCCLD68T50H501G	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/01	22/12/2016	
CENCETTI	Corrado	CNCCRD60A19E256Z	Professore Ordinario	04	04	GEO/05	28/06/2013	
CHERIN	Marco	CHRMRC83S24E506P	Professore Associato (L. 240/10)	04	04	GEO/01	30/11/2021	
CIRILLI	Simonetta	CRLSNT57D64C745F	Professore Ordinario	04	04	GEO/02	28/06/2013	
CLEMENTI	Giacomo	CLMGCM88T28D786G	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-a L. 240/10)	02	02	FIS/01	01/01/2022	31/12/2024
COMODI	Paola	CMDPLA60M48G478K	Professore Associato confermato	04	04	GEO/06	15/05/2001	
COREZZI	Silvia	CRZSLV67C61A851P	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/03	01/10/2019	
COTTONE	Francesco	CTTFNC74P22L191M	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/01	30/11/2021	
DI MATTEO	Lucio	DMTLCU73P20E435U	Professore Associato (L. 240/10)	04	04	GEO/05	21/12/2018	
DI MICHELE	Alessandro	DMCLSN74P02C632K	Ricercatore a t.d. - t.defin. (art. 24 c.3-a L. 240/10)	03	03	CHIM/07	10/03/2021	09/03/2024
DIAMANTINI	Maria Cristina	DMNMCR65R46D653U	Ricercatore confermato	02	02	FIS/02	05/01/2005	
FANO'	Livio	FNALVI73M25E506L	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/01	28/10/2015	
FIANDRINI	Emanuele	FNDMNL61B27G478W	Ricercatore confermato	02	02	FIS/01	01/01/2007	
FIORETTO	Daniele	FRTDNL63M10G478B	Professore Ordinario	02	02	FIS/03	31/12/2010	
FRONDINI	Francesco	FRNFNC65D13G478X	Professore Associato confermato	04	04	GEO/08	28/12/2012	
GAMMAITONI	Luca	GMLLCU61H16G478P	Professore Ordinario	02	02	FIS/01	03/03/2014	
GERMANI	Stefano	GRMSFN76B27H501A	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-a L. 240/10)	02	02	FIS/05	02/09/2019	01/09/2022
GRAZIANI	Maura	GRZMRA86D55G148Y	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-a L. 240/10)	02	02	FIS/01	04/11/2019	03/11/2022

GRIGNANI	Gianluca	GRGGLC60518G478R	Professore Ordinario (L. 240/10)	02	02	FIS/02	01/12/2018	
KANXHERI	Keida	KNXKDE87R60Z100Y	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-a L. 240/10)	02	02	FIS/07	01/01/2022	31/12/2024
MADAMI	Marco	MDMMRC75T01E230G	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/01	07/11/2019	
MATTARELLI	Maurizio	MTTMRZ73S26G478E	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	02	02	FIS/03	08/02/2021	07/02/2024
MELELLI	Laura	MLLLRA70T57D653F	Ricercatore confermato	04	04	GEO/04	01/01/2005	
MINELLI	Giorgio	MNLGRG56D30D653L	Professore Associato confermato	04	04	GEO/03	08/01/2001	
MIRABELLA	Francesco	MRBFNC73B10G478V	Professore Associato (L. 240/10)	04	04	GEO/03	01/12/2017	
NAZZARENI	Sabrina	NZZSRN69S52A390O	Ricercatore confermato	04	04	GEO/06	01/01/2007	
NERI	Igor	NREGRI80S051155I	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-a L. 240/10)	02	02	FIS/01	01/08/2019	31/07/2022
ORECCHINI	Andrea	RCCNDR73R05H501J	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/07	28/12/2015	
ORSELLI	Marta	RSLMRT73S66A475V	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/02	29/12/2017	
PACETTI	Simone	PCTSMN72D17G148L	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/02	01/12/2017	
PACIARONI	Alessandro	PCRLSN68E29A045S	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/03	09/03/2015	
PALMERINI	Sara	PLMSRA82S51G478H	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/04	30/11/2021	
PAULUZZI	Michele	PLZMHL60H22H501G	Professore Associato confermato	02	02	FIS/01	01/11/1999	
PAUSELLI	Cristina	PSLCS71547G478U	Ricercatore confermato	04	04	GEO/10	01/01/2005	
PERUGINI	Diego	PRGDGI71A21D653I	Professore Associato confermato	04	04	GEO/07	01/06/2015	
PETRELLI	Maurizio	PTMRZ75H11A475O	Professore Associato (L. 240/10)	04	04	GEO/07	28/12/2021	
PETRILLO	Caterina	PTRCRN60M46L739B	Professore Ordinario	02	02	FIS/01	02/01/2007	
PORRECA	Massimiliano	PRRMSM75C21A489B	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	04	04	GEO/03	10/06/2019	09/06/2022
RETTORI	Roberto	RTRRT764B18C662W	Professore Associato confermato	04	04	GEO/01	01/11/2006	
RINALDI	Matteo	RNLMTT87A07L188W	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-a L. 240/10)	02	02	FIS/04	30/11/2021	29/11/2023
RIPANTI	Francesca	RPNFNC91C45C615P	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-a L. 240/10)	02	02	FIS/03	01/10/2021	30/09/2024
ROSSI	Alessandro	RSSLN83R02E975Y	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	02	02	FIS/01	29/11/2019	28/11/2022
SANTOCCHIA	Attilio	SNTTTL65C05G478G	Professore Associato confermato	02	02	FIS/01	10/11/2017	
SCOPETTA	Sergio	SCPSRG67C31G478Q	Professore Associato confermato	02	02	FIS/04	31/12/2006	
SPINA	Amalia	SPNMLA72T60C351N	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	04	04	GEO/02	08/02/2021	07/02/2024
TOMASSETTI	Nicola	TMSNCL80B27D488O	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	02	02	FIS/04	10/06/2019	09/06/2022
TOSTI	Gino	TSTGNI60P20D653B	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/05	03/08/2015	
VALIGI	Daniela	VLGDNL63M45G478I	Ricercatore confermato	04	04	GEO/05	02/05/2000	
VOCCA	Helios	VCCHLS70T29H501Q	Professore Associato (L. 240/10)	02	02	FIS/01	28/12/2017	
ZUCCHINI	Azzurra	ZCCZRR83C50G478Y	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	04	04	GEO/06	13/12/2021	12/12/2024

Quadro: A.2.2 | A.2.2 Dottorandi, Assegnisti, Specializzandi di area medico sanitaria

Cognome	Nome	Codice Fiscale	Qualifica	Area Cun	Area Vqr	SSD	Data Presa Servizio/ Inizio Contratto	Data Fine
AKIMBEKOVA	Assel	KMBSSL86P62Z255M	Dottorando				01/11/2019	31/10/2022
AZZARA'	Beatrice	ZZRBRC93H58G478R	Dottorando				01/11/2019	31/10/2022
BERRETTA	Alessandra	BRRLSN91L47G478T	Dottorando				01/11/2019	31/10/2022
CARBONI	Filippo	CRBFPP90M28D969A	Assegnista	04	04	GEO/03	15/02/2021	14/02/2022
GUADAGNANO	Fabio	GDGFBA90S09A089S	Assegnista	04	04	GEO/05	01/07/2021	30/06/2022
LIBERA	Valeria	LBRVLR94D64E230L	Dottorando				01/11/2019	31/10/2022
MORGAVI	Daniele	MRGDNL82T22H501Q	Assegnista	04	04	GEO/08	01/02/2021	31/01/2022
MUCCIOLA	Riccardo	MCCRRC95D25A488S	Dottorando				01/11/2019	31/10/2022
PELLEGRINI	Camilla	PLLCLL82R63A475C	Assegnista	02	02	FIS/01	15/10/2021	14/10/2022
PICCINELLI	Andrea	PCCNDR95C08F839P	Dottorando				01/11/2019	31/10/2022
PISELLO	Alessandro	PSLLSN92B14E975J	Assegnista	04	04	GEO/07	01/06/2021	31/05/2022
PLACIDI	Andrea	PLCNDR95M07D653R	Dottorando				01/11/2019	31/10/2022
RIBALDI	Claudia	RBLCLD57C68G478J	Assegnista	04	04	GEO/05	01/06/2021	31/05/2022
ROSI	Benedetta Petra	RSOBDT92H41A475H	Assegnista	04	04	GEO/02	01/02/2021	31/01/2022
TEDESCHI	Tommaso	TDSTMS95M25G478C	Dottorando				01/11/2019	31/10/2022
YERIN	Yuriy	YRNYRY82A24Z138P	Assegnista	02	02	FIS/01	15/01/2021	14/01/2022

Sezione B: Selezione dell'area CUN

Nella sezione, il Dipartimento sceglie l'area CUN di riferimento e le eventuali ulteriori aree su cui è sviluppato il progetto.

Quadro: B.1 | B.1 Area CUN del progetto ed eventuali aree CUN da coinvolgere

Area CUN del progetto:

02 Scienze fisiche

Eventuali ulteriori Aree CUN da coinvolgere:

04 Scienze della Terra

Quadro: B.2 | B.2 Referente

REFERENTE: BERTUCCI Bruna Professore Associato confermato FIS/01

## Sezione C: Risorse a disposizione del progetto

La sezione è precompilata e contiene le informazioni relative alle risorse a valere sul "Budget MIUR - Dipartimenti di Eccellenza". Nella sezione è riportata una tabella con gli importi minimi e massimi per ciascuna attività, come previsto dalla Legge 232/2016

### Quadro: C | C Risorse per la realizzazione del progetto

	Annuale	Quinquennale
Budget MIUR - Dipartimenti di Eccellenza	1.350.000	6.750.000
Eventuale ulteriore budget per investimenti in infrastrutture per le aree CUN 1 - 9	250.000	1.250.000
<b>Totale</b>	<b>1.600.000</b>	<b>8.000.000</b>

Importi minimi e massimi per ciascuna attività, come previsto dalla Legge 232/2016

Budget per dipartimenti di eccellenza	Budget Complessivo Quinquennale	
Reclutamento Personale - Min 65% - Max 80%	4.491.750	5.424.000
Infrastrutture - Maggiorazione per le aree CUN 1-9	1.250.000	1.250.000
Altre Attività - Max 50% - Min 30%		
Infrastrutture		
Premialità	2.258.250	1.326.000
Attività didattiche di elevata qualificazione		
<b>TOTALE</b>	<b>8.000.000</b>	<b>8.000.000</b>

## Sezione D: Descrizione del progetto

Il numero massimo di caratteri (spazi esclusi) complessivamente inseribili nei quadri D0-D9 della sezione D è 40.000.

### Quadro: D.0 | D.0 Sintesi del progetto

E' possibile inserire fino a 2 allegati in formato non testuale (ad es. grafici o tabelle) purché abbiano unicamente un contenuto esplicativo delle informazioni già contenute nel progetto. Il quadro contiene la descrizione della motivazione per la presentazione del progetto, degli obiettivi previsti, delle strategie, risorse e azioni programmate per conseguirli (max 2.000 caratteri dei 40.000 previsti, spazi esclusi).

Lo studio dell'Universo ha avuto nell'ultimo decennio una forte accelerazione grazie alla combinazione di informazioni provenienti da diversi messaggeri: onde elettromagnetiche, raggi cosmici, neutrini e onde gravitazionali. L'ambiente spaziale, inoltre, sta attraendo una crescente attenzione come fonte di nuove opportunità non solo per la ricerca scientifica ma anche per nuove prospettive di sviluppo nel comparto della space economy.

Il Dipartimento di Fisica e Geologia ha al suo interno solide competenze espresse in diverse linee di ricerca nello studio dell'Universo, è dotato di importanti infrastrutture di laboratorio, e presenta una coerente offerta formativa nel settore, sia nei suoi corsi di laurea triennali che in quelli magistrali.

Per proiettare il Dipartimento ad un livello superiore e renderlo vincente nelle prossime sfide offerte dallo studio e dall'esplorazione dell'Universo è di fondamentale importanza instaurare un processo che:

- metta a fattor comune le competenze già esistenti, creando sinergie tra le diverse linee di ricerca già sviluppate;
- investa in nuove risorse umane, anche per acquisire competenze non ancora disponibili;
- ampli le infrastrutture esistenti per rendere Perugia punto di riferimento nazionale ed internazionale nello sviluppo di nuovi programmi di ricerca dedicati alle suddette tematiche;
- fornisca opportunità di alta formazione, preparando una nuova generazione di ricercatori con competenze intersettoriali nell'ambito dello studio dell'Universo.

La creazione di una piattaforma dipartimentale con questi obiettivi, lo Space and Universe PERugia Research Cluster (SUPER-C), costituisce lo strumento con cui gestire in maniera coordinata questo processo di sviluppo con la consapevolezza che, per poter cogliere appieno le opportunità offerte dallo Spazio e dall'Universo, la ricerca svolta nel Dipartimento può giocare un ruolo chiave anche in ambiti applicativi, sia offrendo le competenze acquisite in decenni di attività di ricerca fondamentale, che sviluppando ricerche innovative ad elevato contenuto tecnologico.

### Allegati

- Allegato.pdf

### Quadro: D.1 | D.1 Stato dell'arte del Dipartimento

Il quadro contiene le informazioni relative alla situazione iniziale in cui si trova il Dipartimento.

E' possibile riportare all'interno della scheda:

- o Descrizione di elementi distintivi, ulteriori rispetto all'ISPD, relativi alle strategie di ricerca del Dipartimento;
- o Descrizione dei punti di forza, definiti come risultati della ricerca di maggior valenza accademica e impatto, ivi incluso quello socio-economico, presenza di ricercatori di riconosciuto profilo internazionale nel loro campo, risorse strumentali già a disposizione e eventuali finanziamenti competitivi/peer-reviewed ottenuti (ad es. ERC, progetti MUR, ecc.), inclusivi dell'eventuale finanziamento per i Dipartimenti di Eccellenza nel periodo 2018-2022, sistemi incentivanti e premiali o di offerta didattica di elevata qualificazione, e contributo di questi al conseguimento degli obiettivi del progetto;
- o Individuazione di aspetti critici da superare con la realizzazione del programma.

Il Dipartimento di Fisica e Geologia dell'Università di Perugia, nel seguito DFG, è una struttura universitaria interdisciplinare in cui si fondono molteplici competenze attorno ai temi della Fisica e della Geologia. Al Dipartimento afferiscono 15 SSD di Aree CUN 02 e 04. Le attività di ricerca dei gruppi sono integrate in una robusta rete di collaborazioni scientifiche internazionali ed interdisciplinari con enti di ricerca, centri di eccellenza e università nazionali ed estere. Il DFG è fortemente coinvolto nell'attuazione delle politiche riportate nel manifesto di indirizzo politico-strategico "Ricerca" e "Terza Missione" dell'Ateneo (<https://www.unipg.it/ricerca/strategie-di-ateneo>). In particolare, tre membri del DFG sono referenti di work package (WP) delle azioni collaborative e trasversali e diversi laboratori dipartimentali usufruiranno del finanziamento di ateneo per attrezzature scientifiche/facility/servizi di uso condiviso e diffuso (Common Laboratories di Ateneo, C-LABS).

La forte collaborazione con Enti di ricerca è testimoniata dalla loro presenza nella struttura dipartimentale. Il DFG ospita infatti una sezione dell'INFN con cui sono sviluppati programmi di ricerca congiunti nel settore della fisica fondamentale, teorica e sperimentale. Tra sezione e DFG sono condivisi laboratori e servizi tecnici comuni e questo ha permesso negli anni di sviluppare infrastrutture di rilevanza nazionale. È inoltre presente una sezione del CNR, collegata all'Istituto IOM di Trieste, che contribuisce ai servizi tecnici del Dipartimento, mettendo in condivisione personale e laboratori per ricerche congiunte nel settore della Fisica della Materia

L'offerta didattica è articolata in tre corsi di Laurea Triennale (classi L30, L34) e tre corsi di Laurea Magistrale (classi LM17, LM74), di cui uno internazionale (LM74), con un numero complessivo di 225 e 146 studenti rispettivamente per le classi di Fisica e Geologia. Due corsi di dottorato, di area 02 in "Fisica" e di area 04 in "Sistema Terra e Cambiamenti Globali", completano l'offerta formativa.

La struttura organizzativa del DFG è riportata nell'Allegato PDF.

Il DFG si è dotato di un "Piano Triennale di Sviluppo della Ricerca e della Terza Missione" ([https://www.fisgeo.unipg.it/documenti/PianoTriennaleFISGEO\\_21-23.pdf](https://www.fisgeo.unipg.it/documenti/PianoTriennaleFISGEO_21-23.pdf)) in cui vengono individuati gli ambiti di ricerca già attivati e quelli nuovi da sviluppare nel triennio 2021-2023.

Lo studio dell'Universo e dei suoi diversi messaggeri rappresenta circa 1/3 degli ambiti di ricerca pianificati, comprendendo linee di ricerca pianificate, comprendendo linee di ricerca di fisica fondamentale e di natura applicativa. In questi ambiti di ricerca, con riferimento al quinquennio 2017-2021, si registrano circa 420 pubblicazioni con un totale di oltre 25000 citazioni tra cui 6 articoli con più di 1000 citazioni ciascuno. Nello stesso periodo, e relativamente alle stesse tematiche, alla rilevante produzione scientifica si accompagna un'importante capacità di attrazione di fondi di natura istituzionale, quantificabile in circa 1.850.000€.

Le risorse attratte provengono da bandi nazionali PRIN (LoVeC-ET finanziato nel 2020), europei (progetti finanziati MSCA-EF Matisse 2016-2018, MSCA-Rise 2016 News, AHEAD 2015-2018, PAN 2020-2022) e da accordi di collaborazione con enti di ricerca nazionali ed internazionali.

A tale riguardo, si riporta come di particolare rilievo un accordo di lungo termine con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) siglato dall'Ateneo a giugno 2019 per lo sviluppo di attività di ricerca innovative per lo spazio, con una valorizzazione economica complessiva di 6.000.000€. Questo accordo garantisce una continuità di finanziamento di circa 200k€/anno alle linee di attività scientifica relative all'ambiente di radiazione ionizzante e a studi planetari fino al giugno 2034, finanziando integralmente due posizioni di RTDB.

Tra i primi risultati applicativi generati da questo accordo nel 2021 nasce una nuova Startup in collaborazione con il Politecnico di Milano, "The Space Mining Company", vincitrice della XIII edizione di Switch2Product Innovation Challenge, che offre servizi per la mappatura compositiva di asteroidi e pianeti.

Più di recente, sono state colte le opportunità di sviluppo offerte dalle diverse misure PNRR: il DFG è inserito nel progetto ETIC per le infrastrutture dell'Einstein Telescope (ET), nello spoke

ASTRA (Advanced Space Technology and Research Alliance) dell'ecosistema dell'innovazione Vitality dell'HAMU (Hub Abruzzo Marche Umbria) e collabora allo spoke relativo allo Space Weather nella proposta di partenariato esteso in risposta al bando ASI. I finanziamenti previsti con queste iniziative sono di circa 5M€, di cui la maggior parte (4M€) per la creazione di una nuova infrastruttura per lo sviluppo di nuove tecnologie in vista di ET, il laboratorio CAOS.

La sinergia della ricerca dipartimentale con quella degli Enti di Ricerca ospitati si traduce nella possibilità dei ricercatori del DFG di accedere alla programmazione della ricerca degli Enti, con ruoli di coordinamento all'interno di accordi e progetti a livello nazionale ed internazionale.

A titolo di esempio, nel corso dell'ultima decade, le Commissioni Scientifiche Nazionali dell'INFN hanno stanziato fondi per circa 7M€ destinati alla ricerca della sede di Perugia sulle tematiche caratterizzanti SUPER-C, di cui un terzo destinato alla mobilità dei ricercatori e il restante per attrezzature e materiali di consumo per laboratori/risperimenti. I responsabili per la gestione di tali fondi sono stati e sono attualmente ricercatori del DFG (Bruna Bertucci, Emanuele Fiandrini, Maura Graziani, Gianluca Grignani, Sara Palmerini, Helios Vocca).

Il profilo internazionale del DFG si concretizza in una fitta rete di collaborazioni scientifiche, integrate nei piani di ricerca di enti ed agenzie quali ASI, CNR, INAF, INFN, INGV, NORDITA, PNRA con attività condotte anche presso strutture internazionali quali il CERN, EGO, ESA e NASA.

Studi di fisica fondamentale inseriti in collaborazioni internazionali comprendono le tematiche di:

- Astrofisica Nucleare, con i progetti ASFIN2, nTOF, PANDORA per lo studio di reazioni nucleari di interesse astrofisico.
- Astrofisica delle Alte Energie nello spazio, con la missione Fermi in orbita su satellite dal 2008 ed il progetto eXTP in via di sviluppo per una missione su satellite cinese (>2026).
- Astrofisica delle Alte Energie da terra, con l'astronomia Cherenkov di CTA/CTA+ ed ASTRI.
- Onde Gravitazionali con la partecipazione agli interferometri Virgo (in Italia), KAGRA (in Giappone), all'analisi congiunta della collaborazione LVK degli interferometri attivi (LIGO, Virgo, KAGRA) ed allo sviluppo di ET, osservatorio gravitazionale sotterraneo di terza generazione.
- Astrofisica Teorica dei buchi neri e dei meccanismi di emissione di onde gravitazionali, anche in supporto all'interpretazione delle osservazioni degli attuali esperimenti e per la definizione della possibile sensibilità di quelli futuri.
- Astroparticelle nello spazio, con le missioni in orbita AMS-02 (dal 2011 sulla Stazione Spaziale Internazionale) e DAMPE (dal 2015 su satellite cinese), e quelle in preparazione, PAN (in sviluppo) e HERD (>2028 sulla stazione spaziale cinese).

Linee di ricerca più recenti e di natura più applicativa si declinano in attività di Space Weather e Studi Planetari. Nate contestualmente al progetto congiunto con ASI, si sono già inserite in network nazionali, quali il progetto CAESAR sotto la responsabilità di INAF (<https://caesar.iaps.it>), e hanno aperto nuove collaborazioni, quale quella con il Politecnico di Milano.

All'interno dei progetti sopra elencati, e più in generale nelle comunità scientifiche di riferimento, i ricercatori del DFG hanno ruoli di responsabilità non solo per task specifiche, ma anche di governance, partecipando a board scientifici nazionali ed internazionali. Ad esempio, dal 2014 Bruna Bertucci è vicespaziale internazionale e membro dell'executive board dell'esperimento AMS-02, frutto di una collaborazione di  $\approx 250$  ricercatori provenienti da 44 istituti statunitensi, europei ed asiatici, il cui responsabile è il premio Nobel S.C.C. Ting. A questo ruolo internazionale si è accompagnato per due mandati (2014-2020) il ruolo di coordinatore nazionale dei  $\approx 50$  ricercatori presenti nelle 6 università/sedi INFN.

Gino Tosti è responsabile dell'ingegneria di sistema per il mini-array di ASTRI e del sistema dei 40 CTA-SST, frutto di una collaborazione internazionale di circa 1500 ricercatori da 25 paesi. Si evidenzia come CTA è previsto come l'osservatorio della comunità internazionale per raggi gamma tra 20 GeV e 300 TeV per le prossime decadi. Precursore degli Small Size Telescopes (SST) di CTA in Italia è stato ASTRI, progetto bandiera di INAF.

Helios Vocca è responsabile internazionale per lo sviluppo delle sospensioni dell'upgrade di Virgo (AdV+), membro del Management Team di AdV+ e dell'Executive Office di KAGRA, dimostrando come Perugia rappresenti un punto di riferimento per l'intera comunità sperimentale nello studio delle onde gravitazionali.

Per lo studio dello Spazio e dell'Universo sono state sviluppate negli anni diverse infrastrutture, con risorse strumentali particolarmente caratterizzanti. Ai laboratori del DFG nella sede di Perugia si accompagnano infrastrutture nel territorio, a Borgo Colotti - nel comune di Montone (PG) - e a Terni, presso il Polo Scientifico e Didattico dell'Ateneo. Particolare attenzione è stata data negli anni allo sviluppo di laboratori e competenze per attività di trasferimento tecnologico e divulgazione, come recentemente evidenziato nel congresso della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia (SISFA) ospitato dal DFG ([www.sisfa.org/convegni/xlii-national-congress-of-sisfa/](http://www.sisfa.org/convegni/xlii-national-congress-of-sisfa/)).

A Perugia, presso gli edifici dipartimentali, si trovano:

- due laboratori per la realizzazione di sistemi di sospensione a basso rumore termico per rivelatori di onde gravitazionali. Uno dei due laboratori è caratterizzato dall'isolamento sismico rispetto all'edificio mediante uno scavo con un basamento di cemento di profondità 4m con inserita una camera a vuoto con un'altezza interna utile di 2m. Due criostati per misure criogeniche delle dissipazioni meccaniche di coating e di fibre di sospensioni completano l'allestimento del laboratorio. Il secondo laboratorio, equipaggiato di tre banchi ottici, dispone di un interferometro Brillouin per la caratterizzazione di film sottili, una camera a vuoto per la misura delle dissipazioni meccaniche degli specchi di Virgo dovute ai componenti di controllo e posizionamento ed un set-up di test per il controllo della posizione di specchi sospesi all'interno di un criostato. Ai laboratori esistenti si aggiungerà nei prossimi anni l'infrastruttura CAOS, finanziata nella proposta PNRR ETIC e finalizzata a sviluppare tecnologie per la costruzione dei futuri detector di onde gravitazionali. CAOS ospiterà un interferometro Michelson con ottiche in vuoto e isolate dal rumore sismico mediante sospensioni di nuova concezione. Lo sviluppo delle ottiche richiederà lo studio di materiali e soluzioni idonee sia per la temperatura ambiente che per temperature criogeniche. In particolare, per le ottiche criogeniche sono in considerazione zaffiro e silicio, con bassi assorbimenti ottici per laser con lunghezze d'onda di 1550nm o 2000nm.
- laboratori di alta temperatura (fino a 1700°C) per la produzione di rocce extraterrestri e mappatura composizionale delle superfici dei pianeti. Questi laboratori rappresentano un benchmark internazionale per quanto riguarda la riproduzione di composizioni planetarie, con pieno controllo delle variabili di pressione, temperatura e composizione proprie degli ambienti extraterrestri. La possibilità di produrre campioni di roccia con diverso grado di cristallizzazione rende questi laboratori unici per la planetologia. I laboratori comprendono tre forni, di cui uno equipaggiato con un reometro di ultima generazione per il controllo della viscosità del magma durante la produzione dei campioni, e un mescolatore caotico per la produzione di composizioni ibride.

A Borgo Colotti, l'Osservatorio Astronomico del DFG è una realtà unica in Umbria grazie al suo telescopio ottico da 80 cm in configurazione Cassegrain costruito come prototipo del telescopio IRAT nell'ambito del Piano Nazionale di Ricerca in Antartide. La montatura Alt-Azimutale è robotizzata e controllata tramite computer, come pure la cupola rotante dell'edificio in cui è inserito il telescopio. L'Osservatorio è regolarmente utilizzato per attività di divulgazione, ma un suo aggiornamento è necessario per migliorarne le prestazioni e permetterne l'utilizzo automatico da remoto, consentendone quindi uno sfruttamento scientifico più intenso.

A Terni, il laboratorio SERMS rappresenta una realtà unica tra università ed istituti di ricerca europei per la progettazione ed esecuzione della completa catena di test di qualifica per strumentazione spaziale. Tra le attrezzature presenti si annoverano simulatori di stress meccanico (2 shakers elettrodinamici, di cui uno accoppiabile a banco vibrante di ampie dimensioni, simulatore di pyroshock), due camere termiche, un simulatore aeronautico per test in pressione, una camera a termovuoto di ampie dimensioni ( $\approx 7 \text{ m}^3$ ). Per la preparazione della strumentazione sotto test, sono allestite 2 camere pulite intercomunicanti ( $45 \text{ m}^2 \text{ ISO7} + 45 \text{ m}^2 \text{ ISO8}$ ), di cui una dedicata alla termovuoto, ed una terza camera pulita indipendente ( $45 \text{ m}^2 \text{ ISO7}$ ). Nel corso degli anni, il laboratorio non solo ha ospitato i progetti di ricerca sviluppati dal DFG (Fermi, AMS-02, DAMPE, PAN, eXTP), ma è diventato un punto di riferimento per strumentazione sviluppata in altre Università e sedi di altri enti quali INAF e INFN. Nel 2004 dal SERMS è nato uno spinoff universitario, la SERMSrsl, convenzionato col DFG, che dal 2012 è stata acquisita dall'Umbr Group per offrire servizi di progettazione e qualifica spaziale a realtà industriali.

La varietà dei progetti internazionali sviluppati e le rilevanti responsabilità assunte dai ricercatori di Perugia testimoniano come la sede oggi rappresenti uno dei punti di riferimento per la progettazione, sviluppo e test di strumentazione destinata allo studio dello Spazio e dell'Universo mediante particelle cariche, fotoni di alta energia, onde gravitazionali. Le competenze "costruttive" si accompagnano ad un'ampia esperienza di operazione e gestione di esperimenti, analisi scientifica dei dati sperimentali e più recentemente nuovi modelli concettuali per studi teorici dei fenomeni astrofisici, spaziali, planetologici.

Esistono tuttavia alcune criticità che è necessario superare per affrontare efficacemente le nuove sfide scientifiche e tecnologiche:

- diverse eccellenze presenti nel DFG, pur presentando trasversalità dal punto di vista tecnologico e potenzialità di creazione di un ambiente culturale fertile e sinergico dal punto di vista scientifico e formativo, richiedono un importante salto qualitativo in termini di integrazione;
- la forte competizione e l'enorme sviluppo prevedibile per lo studio dello spazio richiede il raggiungimento di una "massa critica", ovvero disporre di un numero adeguato di risorse di personale dedicato, con competenze specifiche;
- per portare a maturazione lo sforzo compiuto negli ultimi anni nello sviluppo di progetti di altissimo profilo tecnologico, è necessario focalizzarsi nello sviluppo e nello sfruttamento di tecnologie direttamente applicabili nel contesto dell'emergente Space Economy e più in generale in ambiti non strettamente accademici, vicini alle necessità del tessuto industriale;
- nel DFG non sono presenti figure apicali che possano interpretare un ruolo di coordinamento scientifico, politico e strategico nelle prospettive di sviluppo di SUPER-C.

## Quadro: D.2 | D.2 Obiettivi complessivi di sviluppo del dipartimento

Il quadro contiene la presentazione e motivazione degli obiettivi del programma, individuando il percorso di crescita e di posizionamento atteso nel contesto nazionale e internazionale e gli elementi di innovazione e di originalità rispetto al panorama di riferimento e all'impatto atteso.

E' possibile riportare all'interno della scheda:

- o Contributo allo sviluppo delle aree scientifiche di riferimento, alla crescita delle conoscenze e, dove rilevante, all'impatto socio-economico;
- o Indicazione degli elementi di innovazione e di originalità rispetto al panorama nazionale o internazionale e all'impatto atteso. Per i Dipartimenti ammessi al finanziamento dell'iniziativa dei Dipartimenti di Eccellenza nel quinquennio 2018-2022, l'innovazione e l'originalità possono essere indicate sia in termini di ulteriore sviluppo degli obiettivi precedentemente prefissati dal Dipartimento sia in termini di scostamento per nuovi obiettivi ritenuti di rilievo;
- o Indicazione, ove ritenuto pertinente, di benchmark di riferimento nel panorama nazionale o internazionale, di target da raggiungere, di posizionamento in termini di rating e di ambizioni in termini di qualità delle pubblicazioni e indicazione del termine entro cui se ne prevede il raggiungimento.

La tecnologia dello spazio e la scienza osservativa multi-messaggera dell'universo sono in enorme crescita negli ultimi 5-7 anni; tale crescita è sia quantitativa che qualitativa, come testimoniato dall'aumento esponenziale delle citazioni e dai quattro premi Nobel per la Fisica a partire dal 2015 (2015 A.D. McDonald, T.Kajita, 2017, R.Weiss, B.Barish, K. Thorne, 2019, J. Peebles, M.Mayor, D.Queiroz, 2020, R.Penrose, R.Genzel, A.Ghez).

Nella ricerca competitiva ed industriale è crescente l'attenzione alle "space-opportunities" offerte dalla ricerca scientifica, che non solo sviluppa una più accurata comprensione dell'ambiente spaziale, ma spesso richiede nuove tecnologie con requisiti che superano gli attuali limiti.

Il DFG ambisce a diventare un punto di riferimento nazionale ed internazionale, capace di cogliere appieno le opportunità di sviluppo offerte dalla scienza dello Spazio e dell'Universo. Questo progetto permette di superare rapidamente le attuali criticità mediante la creazione di una piattaforma dipartimentale, lo Space and Universe Perugia Research Cluster (SUPER-C), in grado di creare sinergie tra le competenze esistenti, acquisire nuove competenze mediante un adeguato reclutamento, mettere a sistema ed ampliare in modo strategico le infrastrutture esistenti e curare l'alta formazione delle nuove generazioni.

Più in dettaglio, si intendono perseguire i seguenti obiettivi:

- (O1) portare l'Università di Perugia alla frontiera nell'osservazione multi-messaggera dell'universo,
- (O2) rafforzare la leadership nelle tecnologie per lo sviluppo di strumentazione spaziale,
- (O3) fornire opportunità di alta formazione nei settori di punta individuati in SUPER-C,
- (O4) fare da incubatore di idee e di progetti sia nell'ambito accademico che in quello industriale.

In particolare, gli obiettivi specifici O1 e O2 prevedono sviluppi sia tecnologici e di scienza strumentale (O1-T, O2-T) che di metodi sperimentali e modelli teorici per l'analisi dati (O1-A, O2-A):

(O1-T-Onde Gravitazionali) Studio delle tecnologie abilitanti per i prossimi osservatori di onde gravitazionali (AdV+, ET), puntando alla realizzazione di sospensioni a basso rumore termico e di componenti ottici a bassa dissipazione meccanica, cruciali per superare le limitazioni degli attuali apparati. La realizzazione di materiali ad alte prestazioni termo-meccaniche e ottiche che sarà

necessaria in questi studi porterà con sé una promettente potenziale applicativo in ambito industriale.

**(O2-T-Strumentazione spaziale)** Sviluppo delle tecnologie per l'osservazione di fotoni e raggi cosmici, puntando al potenziamento delle infrastrutture per l'assemblaggio e la qualifica spaziale di rivelatori al fine di ampliare le collaborazioni del DFG nello sviluppo di nuova strumentazione, favorendo inoltre nuove collaborazioni intra-ateneo con ricercatori attivi nel settore aerospaziale e con realtà industriali locali e nazionali.

**(O1-A-Onde Gravitazionali)** Per lo sfruttamento ottimale degli osservatori esistenti, ed in preparazione alle nuove capacità osservative di quelli futuri, si intendono sviluppare nuove competenze per la descrizione teorica dei fenomeni alla base della generazione di onde gravitazionali, approfondendo le metodiche per l'analisi dei dati anche in congiunzione con osservazioni di radiazione e.m. e neutrini (osservazioni multi-messaggero) mediante lo sviluppo di strumenti di Virtual Observatory, consolidando così il ruolo già rilevante di Perugia nell'esperimento Virgo. Lo sviluppo di modelli teorici e strumenti di calcolo anche della nucleosintesi associata a fenomeni di generazione di onde gravitazionali permetterà di completare lo studio delle nucleosintesi quiescenti e ottenere un set completo di strumenti per la comprensione dei dati sulle abbondanze chimiche e dei fenomeni nucleari che caratterizzano gli oggetti osservati.

**(O1-A-Fotoni e Onde Gravitazionali)** Le sorgenti compatte che emettono fotoni di alta energia giocano un ruolo chiave nelle osservazioni multi-messaggero di onde gravitazionali, fotoni e neutrini. Per proiettare ad un diverso livello il DFG nell'analisi multi-messaggero, è prevista l'attivazione di nuovi studi delle popolazioni di sorgenti gamma e l'analisi temporale delle curve di luce di AGN e GRB facendo uso di metodi evoluti di machine-learning. Si intende inoltre condurre campagne di osservazione nell'ottico di controparti di sorgenti gamma transienti (principalmente AGN) con il potenziato Telescopio di Coloti.

**(O1-A-Astro-particelle)** Le recenti osservazioni di AMS-02 hanno misurato con precisione nuove caratteristiche nelle variazioni del flusso di raggi cosmici legate all'attività solare. La comprensione delle diverse scale temporali a cui queste variazioni sono osservate e lo studio dell'emissione di particelle energetiche nei brillamenti solari costituiscono non solo la base scientifica per la comprensione dei meccanismi di trasporto della radiazione carica in eliosfera, ma anche la possibilità di una più accurata valutazione dell'ambiente di radiazione a cui sono esposti strumentazione ed equipaggi umani nello spazio. Si intende potenziare le attività per lo sviluppo di modelli fenomenologici, e ampliare i rapporti di collaborazione con la comunità scientifica di riferimento per lo Space Weather.

**(O2-A-Planetologia)** È oramai disponibile un'ampia massa di dati spettrali dall'osservazione di pianeti ed asteroidi (ERB, Extraterrestrial Rocky Bodies), ma il loro utilizzo per la produzione di mappe composizionali ad alta risoluzione è una sfida che richiede nuovi approcci e metodologie di analisi. Si intende quindi perseguire un approccio interdisciplinare nella loro analisi, che coinvolge geologia, fisica, statistica, modellistica numerica e lavoro sperimentale innovativo. Si intende produrre nei laboratori di alta temperatura un vasto campionario di rocce la cui composizione può essere ipotizzata sugli ERB sotto diverse condizioni di formazione (temperatura, composizione, etc.). Acquisendo le differenti caratteristiche spettrali dei campioni prodotti sarà possibile produrre un database unico per il confronto e l'analisi delle osservazioni spaziali, permettendo di avanzare nella conoscenza dei meccanismi di formazione degli ERB, e del loro potenziale sfruttamento di risorse minerarie.

**(O3)** Si intende incrementare l'attrattività del DFG per studenti e dottorandi, a livello nazionale ed internazionale, ampliare i contenuti formativi di alto livello grazie al contributo di docenti di riconosciuta competenza a livello internazionale nei settori di interesse, generando quindi una rilevante evoluzione culturale e scientifica del Dipartimento.

**(O4)** Si intende aumentare l'impatto socioeconomico del DFG, migliorando e dando continuità alla relazione col contesto industriale e produttivo regionale e nazionale, anche all'interno di framework europei, come call in Horizon Europe ("Pilastro 1 - Excellence science", "Pilastro 2 - Sfide globali e competitività industriale europea - Digital, industria e spazio", "Pilastro 3 - Europa Innovativa") o call ESA, nazionali, come call PNRR, call competitive ASI.

Il conseguimento degli obiettivi di cui sopra richiede cospicui investimenti e la costituzione di una task force completamente focalizzata sulle attività del progetto: la piattaforma SUPER-C. Le linee di investimento del progetto sono quindi finalizzate al reclutamento di nuovo personale specializzato, con le competenze necessarie allo sviluppo delle attività progettuali. La qualità delle attività svolte può attrarre i migliori studenti e scienziati per la preparazione di nuovi progetti e moltiplicare le opportunità di finanziamenti nazionali e internazionali.

#### Quadro: D.3 | D.3 Strategie complessive di sviluppo del progetto

Il quadro contiene l'illustrazione delle strategie e delle risorse per raggiungere gli obiettivi con l'uso sia delle risorse esistenti che di quelle da acquisire, soprattutto con l'impiego delle risorse provenienti dal riconoscimento come Dipartimento di Eccellenza.

E' possibile riportare all'interno della scheda:

- o Identificazione delle risorse esistenti su cui puntare e/o riallocazione delle risorse disponibili, già in possesso del Dipartimento;
- o Strategie per lo sviluppo e il consolidamento del capitale umano del Dipartimento con riferimento all'attrazione di talenti, anche dall'estero, e agli incentivi previsti o programmati per assicurarne il contributo nel tempo al miglioramento dei risultati della ricerca del Dipartimento stesso. Strategie per accompagnare l'inserimento delle nuove figure reclutate nel corso del progetto;
- o Reperimento e utilizzo di risorse aggiuntive da destinare al programma (ad esempio donazioni, anche in natura, cofinanziamento aggiuntivo dall'università anche mettendo a disposizione risorse infrastrutturali, finanziamenti da programmi pubblici nazionali/regionali ed Europei) distinguendo tra quelle già disponibili e certe da quelle che il Dipartimento si impegna a reperire nel corso del progetto;
- o Esplicitazione dell'integrazione delle azioni programmate;
- o Strategie di sviluppo e/o rafforzamento interno/esterno all'università (collaborazioni, integrazioni etc);
- o Governo del processo di realizzazione.

Il piano complessivo di sviluppo per l'attuazione del progetto prevede le seguenti linee strategiche di azione:

**RISORSE UMANE:** è previsto un significativo aumento della massa critica di competenze scientifiche del DFG attraverso il reclutamento di n.1 P.A. (esterno) e n.3 RU-TD nei settori interessati dagli obiettivi del progetto. È programmato anche il reclutamento di n.1 P.O., cofinanziato per 0.45 punti organico dall'Ateneo, a supporto del coordinamento scientifico, politico e strategico di SUPER-C.

Questa strategia permetterà di consolidare le competenze esistenti, svilupparne di nuove e aumentare l'incisività delle azioni proposte con personale in posizione apicale che contribuisca al coordinamento e alla definizione delle strategie politiche e scientifiche nei diversi ambiti di programmazione con partner nazionali ed internazionali.

**RISORSE INFRASTRUTTURALI:** non si prevede la creazione di nuove infrastrutture di ricerca, ma il potenziamento dei laboratori già esistenti.

Questa scelta è legata all'accesso a risorse aggiuntive prevedibili nel prossimo quinquennio, in particolare:

- la disponibilità di finanziamenti già previsti nel PNRR ETIC per la creazione della nuova infrastruttura CAOS, dedicata allo sviluppo di tecnologie per ET;
- l'inserimento delle tematiche del progetto nelle linee di azione collaborative identificate dall'Ateneo, in particolare nel WP "Aerospazio, Astrofisica e Astronomia". Questo garantisce l'accesso ai bandi interni di Ateneo per il finanziamento dello sviluppo di laboratori condivisi con altri dipartimenti (C-LABS).

**ALTA FORMAZIONE:** creazione di due curricula nell'ambito dei dottorati in Fisica e Sistema Terra e Cambiamenti Globali focalizzati sulle tematiche promosse nel progetto.

- Ampliamento del Collegio dei docenti con figure accademiche di elevato spessore scientifico esperte delle tematiche del progetto e provenienti anche da Atenei e centri di ricerca esteri e aziende operanti nei settori di pertinenza.
- Finanziamento di borse di dottorato aggiuntive.
- Attività formative di visiting professor e di esperti di centri di ricerca di elevato profilo scientifico.
- Attività di promozione per favorire la partecipazione ai bandi di dottorato da parte di studenti provenienti da altre sedi universitarie nazionali ed estere.

**NETWORKING:** sviluppo di politiche di trasferimento e condivisione di know-how con altri atenei, enti e centri di ricerca pubblici e privati, e aziende di settore (sia nazionali che internazionali) per potenziare la presenza del DFG in network di ricerca.

**MANAGEMENT:** La struttura di management di SUPER-C è mostrata nella matrice riportata nell'allegato PDF.

Il progetto è guidato dal Coordinatore coadiuvato da un comitato di gestione (CG) così composto:

- Direttore del DFG, con responsabilità diretta sul processo di reclutamento.
- Responsabile amministrativo del DFG.
- Referente per le attività di ricerca, con responsabilità nelle strategie di networking.
- Referente per le attività di terza missione, con responsabilità di strategie di disseminazione dei risultati e degli sviluppi tecnologici.
- Referente per il potenziamento dei laboratori.
- Coordinatori dei dottorati di ricerca, con responsabilità per l'alta formazione.

SUPER-C prevede anche un Advisory Board (AB) per valutarne annualmente la programmazione scientifica, proponendo eventualmente correttivi/integrazioni anche in base ai piani di sviluppo nazionali ed internazionali. La composizione dell'AB include rappresentanti degli enti di ricerca interessati alle linee tematiche sviluppate (INFN, INAF, ASI) ed un rappresentante di ateneo, esterno al DFG, identificato con il responsabile del WP "Aerospazio, Astrofisica e Astronomia".

Il CG e l'AB non sono previsti esaurire le loro funzioni con il quinquennio di durata del progetto; la loro opera di coordinamento di SUPER-C favorisce la piena condivisione degli obiettivi di sviluppo successivi con i principali stakeholder ed il pieno inserimento nella programmazione interdipartimentale di Ateneo.

**MONITORAGGIO CONTROLLO E GESTIONE DELLA QUALITÀ DEL PROGETTO:**

Il CG garantisce la qualità scientifica delle attività di ricerca e dei risultati, anche tenendo in considerazione gli aspetti amministrativi e organizzativi, relazionando regolarmente al consiglio del DFG e all'AB.

L'avvio delle attività prevede un incontro fra il Coordinatore, il CG e il personale coinvolto per discutere e pianificare le attività. Successive riunioni saranno organizzate con cadenza bimestrale per monitorare lo stato di avanzamento e individuare azioni correttive ove necessario. Con cadenza semestrale sarà prodotto come "deliverable" un resoconto sullo stato di avanzamento delle attività progettuali con i risultati conseguiti e i possibili sviluppi futuri, da presentarsi al Consiglio del DFG e, annualmente, all'AB.

## Quadro: D.4 | D.4 Reclutamento del personale

### Obiettivi specifici

Come previsto dalla strategia sulle risorse umane illustrata in D3, il piano di reclutamento a valere sulle risorse MUR prevede l'acquisizione del seguente personale:

- 1) Un PA esterno nel settore SC 02/A2 e SSD FIS/02 con competenze di Relatività Generale e nella modellizzazione del segnale di onde gravitazionali emesse da sistemi coalescenti.
- 2) Un RU-TD con competenze nel settore SC 02/A1 e SSD FIS/01 per attività di progettazione e sviluppo di rivelatori di particelle per esperimenti spaziali, e per lo sviluppo di nuove competenze per modelli di Space Weather.
- 3) Un'unità RU-TD con competenze nel settore SC 02/A1 e SSD FIS/01 per lo studio sperimentale di sorgenti astrofisiche di raggi gamma da terra e dallo spazio, e per lo sviluppo di nuove competenze legate ad un approccio multi-messaggero.
- 4) Un'unità RU-TD con competenze nel settore SC 04/A1 e SSD GEO/07 per attività di geologia planetaria legate allo studio e all'analisi della composizione delle superfici planetarie e degli asteroidi.
- 5) Un'unità PO con competenze nel settore SC 02/A1 e SSD FIS/01 al fine di rendere incisive le azioni di SUPER-C con l'acquisizione di una figura apicale con ruolo di coordinamento scientifico, politico e strategico.

### Descrizione azioni pianificate 2023-2025

Per tutte le posizioni pianificate si intende completare il reclutamento entro il 2023, con priorità delle posizioni apicali.

### Descrizione azioni pianificate 2026-2027

Il reclutamento di personale per lo sviluppo del progetto è previsto esaurirsi nel primo triennio.

### Strategie per lo sviluppo e il consolidamento del capitale umano

Al nuovo personale, e in particolare agli RU-TD, saranno destinate le seguenti azioni mirate a facilitarne l'integrazione nel DFG e in Ateneo:

- Inserimento e partecipazione all'interno dei WP delle azioni collaborative e trasversali di Ateneo, in particolare nel WP "Aerospazio, Astrofisica e Astronomia", il cui referente è anche membro dell'AB di questo progetto.
- Accesso all'utilizzo dei Common Laboratories di Ateneo (C-LABS).
- Affiancamento del project manager di dipartimento sia per fase di pre-award che di post-award progettuale.
- Partecipazione a percorsi di formazione in materia di open access e gestione della proprietà intellettuale.

Queste azioni sono in sintonia e corroborano i contenuti del manifesto di indirizzo politico-strategico "Ricerca" e "Terza Missione" dell'Ateneo (<https://www.unipg.it/ricerca/strategie-di-ateneo>).

## Quadro: D.5 | D.5 Infrastrutture

### Obiettivi specifici

È previsto l'ampliamento e il potenziamento di infrastrutture già esistenti sia nella sede di Perugia che in quelle distaccate a Borgo Coloti e Terni per un investimento complessivo di 1.962.600€ di cui 561.600€ cofinanziate dall'Ateneo. Nel seguito si elencano puntualmente gli interventi previsti in relazione agli obiettivi specifici presentati nella sezione D2.

(O1-T-Onde Gravitazionali) Per lo sviluppo dell'interferometro a bassa frequenza di ET è necessario cambiare il materiale degli specchi da silice fusa a silicio cristallino. Questa è una rivoluzione in termini di sorgenti laser, fotonica e opto-elettronica. L'allestimento di un Laboratorio ottico a 1550 nm è indirizzato allo sviluppo delle tecnologie da utilizzare prima in CAOS, e quindi in ET. L'allestimento del laboratorio è presso i locali del DFG. Il costo complessivo stimato per l'insieme delle apparecchiature, comprensive di sorgenti laser, ottiche e sistemi di acquisizione dati, è di 256.700 €

(O2-A-fotoni ed onde gravitazionali) L'aggiornamento delle ottiche e del sistema di controllo dell'Osservatorio di Coloti è funzionale alla realizzazione di campagne osservative nell'ottico. Si prevede quindi una rilavorazione dei due specchi per migliorarne la forma e la superficie ottica, con un nuovo trattamento di alluminatura per entrambi. Il risultato atteso è un significativo miglioramento della qualità delle immagini acquisite con impatto sia per le osservazioni scientifiche che per gli eventi divulgativi. L'aggiornamento del sistema di controllo da remoto è finalizzato ad un utilizzo continuativo dell'osservatorio. Importo previsto: 50.000€.

(O2-T-Strumentazione spaziale) Sono previste due linee di intervento per potenziare le capacità di sviluppo di strumentazione e test di qualifica spaziale del laboratorio SERMS presso la sede di Terni, l'estensione delle capacità di testing termico in vuoto e l'ampliamento dell'infrastruttura per l'integrazione e metrologia di prototipi.

Il laboratorio SERMS nasce alla fine degli anni '90 per le esigenze di qualifica spaziale dell'esperimento AMS-02, attualmente operante sulla Stazione Spaziale Internazionale, e riflette nella sua configurazione le necessità di un esperimento di grandi dimensioni (6x5x4 m<sup>3</sup>), ingente massa (≈7 Ton) ed un sistema di controllo termico attivo che limita le basse temperature a cui è esposta l'elettronica (min ≈ 40°). Più recentemente (2018-2019) è stato utilizzato per la qualifica dell'UTTPS, il sistema di pompe installato da Luca Parmitano per l'upgrade di AMS in orbita. Il SERMS è dotato di un simulatore spaziale di grande volume e tempi di depressurizzazione significativi (24-36 h), dove effettuare test tra -60°C, +125°C con pressioni di 10<sup>-5</sup> mbar. Queste caratteristiche corrispondevano alle esigenze di qualifica di AMS-02, ma i progetti attualmente in corso richiedono il raggiungimento di temperature più basse (<100°C). Per soddisfare le richieste dei nuovi programmi spaziali, che tendono a impiegare cluster di piccoli satelliti, si intende acquisire un nuovo simulatore spaziale, di dimensioni contenute (≈m<sup>3</sup>) e range di temperature esteso tra -120° e +150°C, da installarsi nella seconda camera pulita del laboratorio. Il costo previsto per il nuovo simulatore e la sua installazione è di 624.560€

Con le due camere pulite principali utilizzate a servizio dei simulatori, si prevede di ampliare la terza camera pulita per l'integrazione e test funzionali di nuovi rivelatori/strumenti, equipaggiandola con strumentazione per la metrologia al micron dei sistemi ivi assemblati. L'impegno per la realizzazione dell'ampliamento è stimato in 378.200€, mentre il costo della strumentazione metrologica è di 200.420€.

### (O2-A-Planetologia)

Per rendere la ricerca indipendente dalla disponibilità di strutture esterne è necessario il potenziamento del laboratorio di alta temperatura con strumentazione analitica. Le attrezzature per la produzione di rocce in diverse condizioni di pressione/temperatura sono già disponibili, ma la caratterizzazione spettrale dei campioni è attualmente condotta presso istituti terzi. Si intende quindi acquisire strumentazione per l'analisi spettrale, composizionale e microscopica dei campioni. In particolare:

- uno spettrometro XRF, con stazione per la preparazione dei campioni (costo previsto 129.320€)
- uno spettrometro FTIR con estensione nella gamma NIR/VIS/UV e microscopio infrarossi (costo previsto 268.400€)
- un microscopio a catodoluminescenza (costo 55.000€)

### Descrizione azioni pianificate 2023-2025

Si intendono far partire già nei primi mesi del 2023 le procedure finalizzate all'acquisto delle attrezzature ed i lavori di ampliamento della camera pulita. In accordo con le procedure amministrative di ateneo, è previsto che tutte le attrezzature siano operative entro il primo biennio, con piccoli residui nel primo semestre del terzo anno.

### Descrizione azioni pianificate 2026-2027

Non sono previste azioni, salvo la gestione di eventuali ritardi nelle procedure di acquisto.

## Quadro: D.6 | D.6 Premialità

### Obiettivi specifici

Il Dipartimento intende incentivare e valorizzare il contributo del Personale Tecnico e Amministrativo (PTA) alla buona riuscita del Progetto, prevedendo compensi aggiuntivi al raggiungimento degli specifici obiettivi di performance. A tale fine è stata prevista una copertura finanziaria di 75.000€, comprensiva del compenso, fino ad un massimo del 2% sull'imponibile base d'asta, da erogare al RUP per lavori e strumentazione ai sensi dell'Art. 113, D.Lgs. 50/2016. La gestione della premialità è in linea con il regolamento interno vigente (D.R. 1527/04.10.2017).

### Descrizione azioni pianificate 2023-2025

Definizione incarichi e relativi compensi.  
Erogazione compensi per attività concluse.

### Descrizione azioni pianificate 2026-2027

Definizione incarichi e relativi compensi.  
Erogazione compensi per attività concluse.

## Quadro: D.7 | D.7 Attività didattiche di elevata qualificazione

### Obiettivi specifici

La Laurea Magistrale in Fisica comprende diversi Curricula, tra cui "Astrofisica e Astroparticelle" e "Fisica Teorica", con insegnamenti in linea con i temi del progetto affidati anche a ricercatori a tempo determinato. Il nuovo personale permetterà di garantire nel lungo termine la sostenibilità dell'offerta formativa e possibilmente un suo ampliamento.

L'acquisizione di un nuovo ricercatore di area GEO con competenze specifiche è funzionale all'attivazione di un insegnamento di "Fondamenti di Planetologia" nel corso di laurea Triennale in Geologia (L34), garantendo l'avvicinamento degli studenti alla tematica. Dopo un primo triennio, sarà quindi valutata l'opportunità di offrire un corso avanzato a livello di Laurea Magistrale. Entrambi i corsi di dottorato del dipartimento necessitano di un potenziamento specifico nelle aree di ricerca di SUPER-C, per consentire l'alta formazione di nuove generazioni di ricercatori nei campi della Scienza e della Tecnologia per l'astrofisica multi-messaggera e per lo spazio. Nell'ambito dei corsi di dottorato si prevede quindi l'istituzione di due nuovi curricula, uno per il dottorato in Fisica (finanziando 2 borse) e uno per il dottorato in Geologia (finanziando 1 borsa), dal titolo: "Fundamental and Instrumental Science for the Investigation of the Universe". È previsto il finanziamento complessivo di 1.050.000€ per erogare tre borse, ciascuna dell'importo di 70.000€, nei cinque cicli di dottorato (cicli XXXIX - XLIII) che saranno attivati nel periodo del

progetto. Nel corso di Fisica è anche possibile l'erogazione del doppio titolo attraverso la convenzione con il Niels Bohr Institute dell'Università di Copenaghen. Per i nuovi curricula è pianificata la docenza di Visiting Professors di prestigio Internazionale. Viene riservato un budget di 50.000€ per coprirne i costi relativi.

Descrizione azioni pianificate 2023-2025

Erogazione del corso di "Fondamenti di Planetologia" nella laurea triennale in Geologia.  
Erogazione delle borse di dottorato (2 FIS e 1 GEO) all'attivazione di ciascuno dei cicli XXXIX, XL, XLI.  
Invito di almeno 12 visiting professors.

Descrizione azioni pianificate 2026-2027

Erogazione del corso di "Fondamenti di Planetologia" nella laurea triennale in Geologia.  
Erogazione di un corso di "Planetologia" a livello di Laurea Magistrale di area Geologica.  
Erogazione delle borse di dottorato (2 FIS e 1 GEO) all'attivazione di ciascuno dei cicli XLII, XLIII.  
Invito di almeno 8 visiting professors.

#### Quadro: D.8 | D.8 Modalità e fasi del monitoraggio

Il quadro descrive le modalità e le fasi del monitoraggio del conseguimento dei risultati

Il CG stilerà i piani attuativi all'inizio delle attività progettuali, costruendo il Gantt di progetto e le relative curve ad S. Dovrà altresì redigere annualmente, entro il primo trimestre dell'anno solare, il piano dettagliato degli incarichi/obiettivi specifici per il PTA.

Il monitoraggio, il controllo e la gestione della qualità del progetto sono basati sulla verifica quantitativa degli obiettivi intermedi definiti nel piano del progetto. Sono identificati tre indicatori:

- di budget, determinato dalla deviazione dalla "curva ad S" del budget per le spese del progetto. Questo indicatore mostra il livello di spesa rispetto a quanto aspettato;
- di attività, determinato dalla deviazione dalla "curva ad S" del numero di attività che sono state avviate e/o completate rispetto al piano stilato all'inizio del programma;
- di risorse umane, che descrive la frazione di risorse umane reclutate dal progetto rispetto ai piani.

La valutazione del livello di scostamento rispetto ai piani di riscontro viene effettuata dal CG con cadenza semestrale, identificando attraverso un report, sottoposto al Consiglio del DFG, le azioni di correzione o di mitigazione in caso di sostanziale discrepanza attualmente identificata ad un livello del 15%.

La valutazione di impatto del progetto nell'ambito dell'alta formazione sarà effettuata considerando due indicatori:

- 1) Internazionalizzazione e rilevanza nazionale, confrontando il numero medio di docenti esterni (ed in particolari stranieri) nel quinquennio 2023-2027, rispetto al quinquennio precedente.
- 2) Attrazione dei nuovi curricula, confrontando il numero di tesi di dottorato in argomenti relativi e/o contigui a SUPER-C nel quinquennio 2023-2027, rispetto al quinquennio precedente.

È previsto che il report sia sottoposto annualmente anche all'AB.

#### Quadro: D.9 | D.9 Strategie per la sostenibilità del progetto

Il quadro descrive le strategie per la sostenibilità del progetto al termine del quinquennio 2023-2027, esaurita la fase di finanziamento ministeriale.

Quadro: D.9 Strategie per la sostenibilità

Affinché i benefici che il Dipartimento e lo stesso Ateneo trarranno dal progetto si estendano oltre il termine del quinquennio di finanziamento specifico, la strategia di sostenibilità è parte integrante del piano di sviluppo di SUPER-C, come riassunto nel seguito.

1) Le infrastrutture Dipartimentali potenziate dal progetto sono previste contribuire allo sviluppo dei Common Laboratories (C-Labs) integrati nelle linee strategiche per la ricerca dall'Ateneo, divenendo un polo di attrazione per le attività legate allo spazio. Questo permetterà di condividere conoscenze, risorse umane e infrastrutturali già esistenti in Ateneo, ampliando la competitività progettuale e l'innovatività necessarie per l'accesso a finanziamenti sia pubblici che privati legati alle attività spaziali.

2) È pianificato il rafforzamento della presenza del DFG, sia in termini di personale che di infrastrutture, nell'ambito delle grandi collaborazioni internazionali consolidate e di lunga prospettiva quali CTA ed ET. Il potenziamento del ruolo dei ricercatori nei programmi della roadmap Europea delle grandi infrastrutture per la ricerca dà modo di accedere ad un flusso di risorse rilevante per sostenere le attività locali nel lungo periodo.

3) Il consolidamento della progettualità nazionale e internazionale è un obiettivo del progetto (O4) finalizzato a garantire la sostenibilità di SUPER-C con un aumento nell'attrazione di fondi da progetti competitivi sulle linee di attività scientifiche e tecnologiche interessate, ad esempio in risposta a bandi ASI, ESA e del programma di Horizon Europe ("Pilastro 1 - Excellence science", "Pilastro 2 - Sfide globali e competitività industriale europea - Digital, industria e spazio", "Pilastro 3 - Europa Innovativa").

4) Nel quinquennio del progetto è prevista, come parte dell'obiettivo O4, una politica di scouting per identificare quali settori produttivi possano costituirsi come portatori di interesse dei risultati di natura applicativa di SUPER-C. Il potenziamento della capacità di trasferimento tecnologico permetterà l'accesso a fondi nazionali ed europei destinati a sviluppi tecnologici in partenariato con realtà industriali.

Le azioni previste includono:

- l'esplorazione di nuovi rapporti con industrie del settore spaziale, partendo ad esempio da uno scambio di progettualità con l'Umbria Aerospace Cluster;
- l'individuazione delle possibili linee applicative degli sviluppi tecnologici necessari per gli osservatori di onde gravitazionali, quali gli ambiti di materiali speciali e monitoring sismico;
- il sostegno alla creazione di startup innovative legate agli studi di space weather o planetologia, sulla linea di Space Mining Company, con l'ausilio dell'ufficio "ILO, Terza missione e Incubatore" dell'Ateneo;

5) La partecipazione dei principali enti di ricerca all'AB permette un confronto sulle linee di sviluppo di SUPER-C e favorisce il loro inserimento nelle pianificazioni a livello nazionale e sovranazionale. La presenza nell'AB del responsabile del WP di ateneo "Aerospazio, Astrofisica e Astronomia" è garanzia di un collegamento anche con gli stakeholders territoriali. Si consolideranno quindi le collaborazioni con enti pubblici locali e nazionali (regione, comuni, dipartimento di protezione civile, INAF, INFN, ASI, INGV...), che nel corso dell'ultima decade hanno permesso di accedere a finanziamenti per oltre 10 M€, da incrementare nel futuro grazie alla crescita di competenze ed infrastrutture nell'ambito del programma sviluppato in SUPER-C.

**Sezione E: Budget per la realizzazione del progetto**
**Quadro: E.1 | E.1 Reclutamento di personale**

1 PA + 3 RU/RU B ( Punti Organico: 2.65 - Risorse: 4.491.750

Quintile: 3

Punti Organico destinati dall'Ateneo: 0,45

Punti Organico assegnati dall'Ateneo sulla base di convenzioni: 0,00

Combinazione scelta: Punti Organico = 2,65; Risorse = 4.491.750 €

Residui: Punti Organico = 0,55; Risorse = 932.250 €

Massimo destinabile: 5.424.000 €

Tipologia	BUDGET PUNTO ORGANICO (numero)					RISORSE FINANZIARIE (€)				RECLUTAMENTO (testo)			
	PO "Budget MIUR - Dipartimenti di Eccellenza"		Eventuali Punti Organico su altre risorse disponibili			Totale Punti Organico	Risorse "Budget MIUR - Dipartimenti di Eccellenza"	Eventuali altre risorse disponibili		Totale risorse	Totale persone da reclutare	Descrizione altro personale ed eventuali risorse proprie e/o di enti terzi	Area CUN di riferimento ed eventuale settore o settore concorsuale
	Opzione selezionata	PO residui	PO Ateneo	PO su finanziamenti esterni				Risorse proprie	Risorse di terzi				
Professori esterni all'ateneo di I fascia	0,00	0,55	0,45	0,00		1,00	932.250	762.750	0	1.695.000	1		Area 02, SC 02/A1
Professori esterni all'ateneo di II fascia	0,70	0,00	0,00	0,00		0,70	1.186.500	0	0	1.186.500	1		Area 02, SC 02/A2
Ricercatori art. 24, co. 3, lett b), l. 240/2010 e ricercatori universitari art. 24, l. 240/2010, come modificata dal d.l. 36/2022, (compreso passaggio II fascia)	1,95	0,00	0,00	0,00		1,95	3.305.250	0	0	3.305.250	3		Area 02, SC 02/A1 Area 02, SC 02/A1 Area 04, SC 04/A1
Altro Personale tecnico-amministrativo a tempo indeterminato e passaggi interni da RU/RU B a PA		0,00	0,00	0,00		0,00	0	0	0	0	0		
Altro personale tempo determinato (ricercatori di tipo A, contratti di ricerca, Personale TA)							0	0	0	0	0		
<b>Totale</b>	<b>2,65</b>	<b>0,55</b>	<b>0,45</b>	<b>0,00</b>		<b>3,65</b>	<b>5.424.000</b>	<b>762.750</b>	<b>0</b>	<b>6.186.750</b>	<b>5</b>		

Professori di I fascia: Il campo è utilizzato anche per inserire il reclutamento di professori di I fascia con procedure aperte, ai sensi dell'art. 18, co. 1, della l. 240/2010, oltre che quello ai sensi del co. 4 del medesimo articolo, tenuto conto di quanto comunicato con la nota MUR prot. n. 6517/2022.

Professori di II fascia: Il campo è utilizzato anche per inserire il reclutamento di professori di II fascia con procedure aperte, ai sensi dell'art. 18, co. 1, della l. 240/2010, oltre che quello ai sensi del co. 4 del medesimo articolo, tenuto conto di quanto comunicato con la nota MUR prot. n. 6517/2022.

**Quadro: E.2 | E.2 Infrastrutture, premialità' al personale, attività didattiche di elevata qualificazione**

Oggetto	Budget complessivo (€)	Budget dip. eccellenza (€)	Budget delle eventuali risorse aggiuntive certe proprie o da enti terzi (€)	Descrizione delle eventuali risorse già disponibili al Dipartimento e di quelle aggiuntive
Infrastrutture	1.962.600	1.401.000	561.600	Cofinanziamento da parte dell'Università degli Studi di Perugia
Premialità Personale	75.000	75.000	0	
Attività didattiche di alta qualificazione	1.100.000	1.100.000	0	
<b>Totale</b>	<b>3.137.600</b>	<b>2.576.000</b>	<b>561.600</b>	

**Quadro: E.3 | E.3 Sintesi**

Oggetto	Budget complessivo (€)	Budget dip. eccellenza (€)	Budget delle eventuali risorse aggiuntive certe proprie o da terzi enti (€)
Professori esterni all'ateneo	2.881.500	2.118.750	762.750
Ricercatori art. 24, c. 3, lett. b), Legge 240/2010	3.305.250	3.305.250	0
Altro Personale	0	0	0
<b>Subtotale</b>	<b>6.186.750</b>	<b>5.424.000</b>	<b>762.750</b>
Infrastrutture	1.962.600	1.401.000	561.600
Premialità Personale	75.000	75.000	0
Attività didattiche di alta qualificazione	1.100.000	1.100.000	0
<b>Totale</b>	<b>9.324.350</b>	<b>8.000.000</b>	<b>1.324.350</b>