

ACCORDO ASI-INFN

n. 2019-15-HH.0

“Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:  
Attività Congiunte presso INFN-LNF”

ALLEGATO TECNICO GESTIONALE

CUP: F14I17000010005



## INDICE

|             |                                                                   |           |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.0</b>  | <b>SCOPO .....</b>                                                | <b>4</b>  |
| 1.1         | OGGETTO DELL'ACCORDO.....                                         | 4         |
| <b>2.0</b>  | <b>DEFINIZIONI ED ACRONIMI .....</b>                              | <b>4</b>  |
| 2.1         | DEFINIZIONI.....                                                  | 4         |
| 2.2         | ACRONIMI.....                                                     | 4         |
| <b>3.0</b>  | <b>DOCUMENTAZIONE APPLICABILE E DI RIFERIMENTO .....</b>          | <b>6</b>  |
| 3.1         | DOCUMENTAZIONE APPLICABILE.....                                   | 6         |
| 3.2         | DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....                                | 6         |
| 3.3         | ORDINE DI PRECEDENZA .....                                        | 8         |
| <b>4.0</b>  | <b>OBIETTIVI E ATTIVITÀ .....</b>                                 | <b>8</b>  |
| 4.1         | CONTESTO DI RIFERIMENTO.....                                      | 9         |
| 4.2         | RISULTATI DEL PROGETTO.....                                       | 10        |
| 4.3         | DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ E REQUISITI.....                       | 10        |
| <b>5.0</b>  | <b>ORGANIZZAZIONE ED INTERFACCE.....</b>                          | <b>11</b> |
| 5.1         | ORGANIZZAZIONE DELL'ASI.....                                      | 11        |
| 5.2         | ORGANIZZAZIONE DELL'INFN.....                                     | 11        |
| <b>6.0</b>  | <b>RESPONSABILITÀ.....</b>                                        | <b>12</b> |
| 6.1         | RESPONSABILITÀ DELL'ASI.....                                      | 12        |
| 6.2         | RESPONSABILITÀ DELL'INFN.....                                     | 12        |
| <b>7.0</b>  | <b>PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ, FASI ED EVENTI CHIAVE .....</b> | <b>12</b> |
| <b>8.0</b>  | <b>FORNITURE DI RESPONSABILITÀ DELL'ASI.....</b>                  | <b>14</b> |
| <b>9.0</b>  | <b>FORNITURE DI RESPONSABILITÀ DI INFN .....</b>                  | <b>14</b> |
| <b>10.0</b> | <b>ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ .....</b>                        | <b>14</b> |
| 10.1        | WORK BREAKDOWN STRUCTURE.....                                     | 14        |
| 10.2        | DESCRIZIONE DEI PACCHI DI LAVORO (WPD).....                       | 16        |
| 10.3        | PIANO TEMPORALE dei LAVORI.....                                   | 16        |
| 10.4        | CONTROLLO E CONSUNTIVAZIONE PERIODICA DELLE ATTIVITÀ .....        | 16        |
| 10.5        | ANALISI DEI RISCHI .....                                          | 16        |
| <b>11.0</b> | <b>GESTIONE DELLA DOCUMENTAZIONE E DEI DATI .....</b>             | <b>16</b> |
| 11.1        | PRESENTAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE .....                          | 16        |
| 11.2        | LINGUA.....                                                       | 17        |

SPN

6



12.0 RISULTATI DELLE ATTIVITÀ CONGIUNTE ..... 17

ALLEGATO 2: WORK PACKAGE DESCRIPTION ..... 19

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



## 1.0 SCOPO

Questo documento costituisce l'Allegato Tecnico Gestionale dell'Accordo Attuativo per il progetto "Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali: Attività Congiunte presso INFN-LNF".

L'Accordo Attuativo è stipulato tra l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN).

Nel presente documento sono descritte le attività da svolgere e le modalità per la gestione dell'Accordo da parte di ASI e INFN.

## 1.1 OGGETTO DELL'ACCORDO

Obiettivo del progetto è la realizzazione di attività congiunte ASI-INFN nel campo di sistemi avanzati laser per applicazioni spaziali basati su retroriflettori laser e tracciamento laser di precisione dei satelliti e della Luna. Ciò sarà realizzato mediante la collaborazione tra ASI e INFN al fine della condivisione delle competenze tecnico-scientifiche specialistiche nel campo. In particolare, queste sono state sviluppate per l'ASI presso il Centro di Geodesia Spaziale (CGS) di Matera e per INFN dal team SCF\_Lab (Satellite/lunar laser ranging and altimetry Characterization Facilities Laboratory) presso i Laboratori Nazionali di Frascati (LNF).

## 2.0 DEFINIZIONI ED ACRONIMI

Si riportano qui di seguito le definizioni e acronimi di uso frequente.

### 2.1 DEFINIZIONI

Prodotto: s'intende la fornitura contrattuale.

ETRUSCO: programma R&D ASI-INFN (per Galileo e GPS-3: 2006-2009; per Copernicus, Galileo e IRNSS: 2013-2015)

ETRUSCO-2: progetto R&D ASI-INFN (2010-2015)

Galileo: GNSS europeo

SCF-Test: Thermal-Optical-Vacuum Testing carried out at the SCF\_Lab

### 2.2 ACRONIMI

|       |                                                   |
|-------|---------------------------------------------------|
| ASI   | Agenzia Spaziale Italiana                         |
| ATG   | Allegato Tecnico Gestionale                       |
| BIPR  | Background Intellectual Property Rights           |
| CAS   | Chinese Academy of Sciences                       |
| CfA   | Center for Astrophysics                           |
| CGS   | Centro di Geodesia Spaziale                       |
| CNSA  | Chinese National Space Agency                     |
| CR    | Clean Room                                        |
| DA    | Documento Applicabile                             |
| DR    | Documento di Riferimento                          |
| EIDP  | End Item Data Package                             |
| EGNOS | European Geostationary Navigation Overlay Service |

SPR

B



|         |                                                                               |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------|
| ESA     | European Space Agency                                                         |
| ETRUSCO | Extra Terrestrial Ranging to Unified Satellite CONstellations,                |
| FFDP    | Far Field Diffraction Pattern                                                 |
| FIPR    | Foreground Intellectual Property Right                                        |
| G2G     | Galileo Second Generation                                                     |
| GCP     | Ground Control Point                                                          |
| GLONASS | GLObal NAVigation Satellite System                                            |
| GNSS    | Global Navigation Satellite System                                            |
| GPS     | Global Positioning System                                                     |
| GRA     | GNSS Retroreflector Array                                                     |
| GSEG    | Ground SEGment                                                                |
| GSFC    | Goddard Space Flight Centre                                                   |
| GTB     | Galileo Transition Batch (satellites for the transition from Galileo to G2G)  |
| HW      | HardWare                                                                      |
| ILRS    | International Laser Ranging Service                                           |
| INFN    | Istituto Nazionale di Fisica Nucleare                                         |
| INSIGHT | INterior exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport |
| ISF     | Internal Special Facility                                                     |
| KO      | Kick-Off                                                                      |
| KOM     | Kick-Off Meeting                                                              |
| LAGEOS  | LAser GEOdynamics Satellites                                                  |
| LARES   | LAser RElativity Satellite                                                    |
| LEO     | Low Earth Orbits                                                              |
| LLR     | Lunar Laser Ranging                                                           |
| LNf     | Laboratori Nazionali di Frascati                                              |
| LOP-DGS | Lunar Orbital Platform and Deep Space Gateway                                 |
| LR2G    | Laser Ranging To Galileo                                                      |
| LRA     | Laser Retroreflector Array                                                    |
| MAIT    | Manufacture Assembly Integration and Testing                                  |
| MIUR    | Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca                               |
| MLRO    | Matera Laser Ranging Observatory                                              |
| N/A     | Non Applicabile                                                               |
| OGSE    | Optical Ground Support Equipment                                              |
| OT      | Osservazione della Terra                                                      |
| PA      | Product Assurance                                                             |
| PEP     | Planetary Ephemeris Program                                                   |



|         |                                                                                    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
| QA      | Quality Assurance                                                                  |
| RA      | Riunione di Avanzamento                                                            |
| RD      | Reference Document                                                                 |
| R&D     | Research and Development                                                           |
| RF      | Riunione Finale                                                                    |
| SCF     | Satellite/lunar laser ranging and altimetry Characterization Facility              |
| SCF_Lab | Satellite/lunar laser ranging and altimetry Characterization Facilities Laboratory |
| SCF-G   | Satellite/lunar laser ranging and altimetry Characterization Facility for GNSS     |
| SLR     | Satellite Laser Ranging                                                            |
| SSEG    | Space SEGment                                                                      |
| SW      | SoftWare                                                                           |
| ToF     | Time of Flight                                                                     |
| TRL     | Technology Readiness Level                                                         |
| TS      | Riunione Tecnico-Scientifica                                                       |
| WBS     | Work Breakdown Structure                                                           |
| WP      | Work Package                                                                       |
| WPD     | Work Package Descriptions                                                          |

### 3.0 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE E DI RIFERIMENTO

#### 3.1 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE

- [DA 1] Convenzione Quadro di durata quinquennale tra ASI e INFN n. 2016-4-Q.0 dell'1/8/2016.
- [DA 2] Accordo Attuativo tra ASI e INFN-LNF per le attività relative a "Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali: Attività Congiunte presso INFN-LNF".

#### 3.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

- [DR 1] Dell'Agnello, S., et al, "Creation of the new industry-standard space test of laser retroreflectors for GNSS and LAGEOS", J. Adv. Space Res. 47 (2011) 822-842.
- [DR 2] Dell'Agnello, S., et al, "ETRUSCO-2: an ASI-INFN project of technological development and SCF-Test of GNSS laser retroreflector arrays", in ESA Proc. 3rd International Colloquium – Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Programme, Copenhagen, Denmark, 2011.
- [DR 3] A. Boni et al, "Optical Far Field Diffraction Pattern Test of Laser Retroreflectors for Space Applications in Air and Isothermal Conditions at INFN-LNF", INFN-LNF Internal Report, LNF-08/26 (IR), November 24, 2008.
- [DR 4] P. Willis, "Preface, Scientific applications of Galileo and other Global Navigation Satellite Systems (II)", J. Adv. Space Res., 47 (2011) 769.

*[Handwritten signature]*



- [DR 5] S. Dell'Agnello et al, "Isothermal FFDP-Test and SCF-Test of Flight-quality Uncoated Cube Corner Laser Retroreflectors", in Proc. 17th International Workshop on Laser Ranging, Bad Kötzing, Germany, May 2011.
- [DR 6] Boni, A., et al, "World-first SCF-Test of the NASA-GSFC LAGEOS Sector and Hollow Retroreflector", in Proc. 17th International Workshop on Laser Ranging, Bad Kötzing, Germany, May 2011.
- [DR 7] Dell'Agnello, S., G. Delle Monache, G., Cantone, C., et al. (2011), "ETRUSCO-2: an ASI-INFN Project of Development and SCF-Test of GNSS Retroreflector Arrays (GRA) for Galileo and GPS- 3", in Proc. 17th International Workshop on Laser Ranging, Bad Kötzing, Germany.
- [DR 8] A. Bosco, C. Cantone, S. Dell'Agnello, G. O. Delle Monache et al, "Probing Gravity in NEO with High-accuracy Laser-ranged Test Masses", Int. Jou. Mod. Phys. D, Vol. 16, No. 12° (2007) 2271-2285.
- [DR 9] D. Currie, S. Dell'Agnello, G. Delle Monache, "A Lunar Laser Ranging Retroreflector Array for the 21st Century", Acta Astron. 68, 667– 680 (2011).
- [DR 10] S. Dell'Agnello et al, "Probing General Relativity and New Physics with Lunar Laser Ranging", NIMA (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2012.01.002>.
- [DR 11] S. Dell'Agnello et al, "Fundamental Physics and Absolute Positioning Metrology with the MAGIA Lunar Orbiter, Phase A Study for ASI's Call for Small Missions, Exp. Astron. (2011) 32:19–35, DOI 10.1007/s10686-010-9195-0 (2010).
- [DR 12] Alley, C. O. et al, Apollo 11 Laser Ranging Retro-Reflector: Initial Measurements from McDonald Observatory, Science, 167, 3917, 368 (1970).
- [DR 13] Williams, J. G. et al, Lunar Laser Ranging Science: Gravitational Physics and Lunar Interior and Geodesy, Adv. in Space Res. Vol. 37, Issue 1, 67-71 (2006).
- [DR 14] Murphy, T. et al, Long-term degradation of optical devices on the Moon, Icarus, Vol. 208, Issue 1, 31-35 (2010).
- [DR 15] Murphy, T. et al, Laser ranging to the lost Lunokhod 1 reflector, Icarus, Vol. 211, Issue 2, p. 1103-1108 (2011)
- [DR 16] D. Currie, S. Dell'Agnello, G. Delle Monache, A Lunar Laser Ranging Retroreflector Array for the 21<sup>st</sup> Century, Acta Astron. 68, 667–680 (2011).
- [DR 17] National Research Council (NRC), 2011, Committee on the Planetary Science Decadal Survey, Vision and Voyages for Planetary Science in the Decade 2013-2022, National Academies Press, Washington, 382pp.
- [DR 18] R. March, G. Bellettini, R. Tauraso, S. Dell'Agnello, Constraining spacetime torsion with the Moon and Mercury, Phys. Rev. D 83, 104008 (2011).
- [DR 19] Constraining spacetime torsion with LAGEOS, R. March, G. Bellettini, R. Tauraso, S. Dell'Agnello, Gen. Relativ. Gravit, DOI 10.1007/s10714-011-1226-2 (2011).
- [DR 20] Currie, D. G.; Dell'Agnello, S.; Delle Monache, G. O.; Behr, B.; Williams, J. G., A Lunar Laser Ranging Retroreflector Array for the 21st Century, Nucl. Phys. B, Volume 243, p. 218-228. (2013).
- [DR 21] Currie, D. G., Ivan Prochazka, Lunar laser ranging and limits due to the Earth's atmosphere, Proceedings of SPIE Vol. 9614, 96140C (2015).
- [DR 22] Moon Express Agreement 2015 <http://www.prnewswire.com/news-releases/moon-express-announces-first-international-multi-mission-payload-agreement-with-the->



- [DR 23] Moon Express 2018 <http://www.moonexpress.com/>.
- [DR 24] M. Martini and S. Dell'Agnello, Probing gravity with next generation lunar laser ranging, Chapter in the book: R. Peron et al. (eds.), *Gravity: Where Do We Stand?* DOI 10.1007/978-3-319-20224-2\_5, Springer International Publishing, Switzerland (2016).
- [DR 25] R. Reseanberg et al, Modeling and Analysis of the APOLLO Lunar Laser Ranging Data (2016), arXiv:1608.04758v1.
- [DR 26] S. Dell'Agnello, et al, Thermo-optical vacuum testing of Galileo In-Orbit Validation laser retroreflectors, J. Adv. in Space Res. 57 (2016) 2347–2358.
- [DR 27] E. Ciocci et al, Performance analysis of next-generation lunar laser retroreflectors, J. Adv. in Space Res. 60 (2017), 1300-1306.
- [DR 28] R. March et al, The 1/c expansion of nonminimally coupled curvature-matter gravity model and constraints from planetary precession, Phys. Rev. D 95, 024017 (2017).
- [DR 29] A. Bourgoïn et al, Lorentz Symmetry Violations from Matter-Gravity Couplings with Lunar Laser Ranging, Phys. Rev. Lett. 119, 201102 (2017).
- [DR 30] S. Dell'Agnello, et al, INRRI-EDM/2016: the first laser retroreflector on the surface of Mars, J. Adv. in Space Res. 9 (2017) 645–655.
- [DR 31] S. Dell'Agnello et al, LaRRI: Laser Retro-Reflector for InSight Mars Lander, Space Research Today N. 200, 25-32, December 2017, ISSN: 1752 – 9298.

### 3.3 ORDINE DI PRECEDENZA

L'ordine di precedenza tra i documenti applicabili al progetto sarà il seguente:

- Accordo Quadro quinquennale ASI-INFN n. 2016-4-Q.0 del 01/08/2016;
- il presente Accordo e Allegato Tecnico Gestionale;
- i Documenti Applicabili (DA) identificati nella sezione 3.1;
- tutti i documenti generati dall'ASI ed accettati dall'Ente partecipante.

In caso di conflitto tra i requisiti ha prevalenza il più stringente.

L'Ente partecipante evidenzierà ogni eventuale conflitto tra requisiti e lo sottoporrà ad ASI per risoluzione.

### 4.0 OBIETTIVI E ATTIVITÀ

L'obiettivo programmatico di questi 5 anni di progetto ASI-INFN è capitalizzare quanto oggettivamente realizzato nei 15 anni (2004-2018) di vita dallo SCF\_Lab di INFN-LNF, i risultati tecnico-scientifici ottenuti, le risorse hardware e infrastrutture costruite, le esperienze e competenze acquisite, i finanziamenti interni ed esterni ricevuti da varie fonti italiane (Agenzie, Ministeri, Commissioni Scientifiche e Tecnologiche), europee ed extra-europee per consolidare la partnership INFN-ASI come un "gemellaggio" di ricerca tecnico-scientifica tra SCF\_Lab e MLRO (Matera Laser Ranging Observatory presso il CGS).

Le attività congiunte si basano sulla profonda sinergia di fatto tra MLRO e SCF\_Lab. Il primo lavora sul Segmento di Terra del tracciamento laser SLR/LLR come stazione primaria di ILRS, il secondo lavora sul Segmento Spazio come laboratorio unico per le proprie capacità di fornitura e qualifica di sistemi laser avanzati basati in particolare su retroriflettori laser (quelli tracciati, appunto, da MLRO). Entrambi rappresentano lo stato dell'arte nei due Segmenti Terra e Spazio.



#### 4.1 CONTESTO DI RIFERIMENTO

Fin dalla sua fondazione, avvenuta nel 1988, l'ASI è stata interessata alle tecnologie dell'inseguimento laser dei satelliti (Satellite Laser Ranging - SLR). Questo interesse si è manifestato nella realizzazione della prima stazione SLR in Italia, denominata SAO-1, concessa in prestito indefinito dalla NASA. A ciò è seguita la costruzione ed il lancio del satellite LAGEOS 2 nel 1992 (missione STS-52 in collaborazione con la NASA) e la realizzazione del Matera Laser Ranging Observatory (sistema MLRO operativo presso il Centro di Geodesia Spaziale "G. Colombo" dell'ASI/CGS di Matera), le cui operazioni hanno avuto inizio nei primi anni del 2000. Più recentemente, ASI ha realizzato e messo in orbita il satellite LARES (LAser Relativity Satellite) per studi di relatività generale basati su tecnica SLR.

Dal 2004, presso i Laboratori Nazionali di Frascati (LNF) dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), è attivo il laboratorio denominato SCF\_Lab, finalizzato all'esecuzione di test, caratterizzazione e qualifica delle prestazioni e del comportamento di sistemi retroriflettori laser.

Grazie al sistema MLRO e al laboratorio SCF\_Lab, da oltre 10 anni ASI e INFN hanno sviluppato una collaborazione consolidata sulle rispettive attività di ricerche scientifiche e tecnologiche, che riguardano la fisica fondamentale della gravitazione, la navigazione satellitare (Galileo EU space flagship), la geodesia spaziale (campo di eccellenza primaria di ASI-CGS) e l'esplorazione spaziale (in particolare con missioni su Marte e sulla Luna).

MLRO ha un ruolo di primaria importanza istituzionale nell'ambito della comunità spaziale di riferimento, rappresentata dall'International Laser Ranging Service (ILRS). Inoltre, il CGS dal 2004 è Primary Combination Center dell'ILRS con il compito di generare giornalmente i prodotti ufficiali del servizio.

Dal canto suo, il laboratorio SCF\_Lab ha praticamente ridefinito il concetto stesso di caratterizzazione dei sistemi di retroriflettori laser in ambiente spaziale per raggiungere una Technology Readiness Level  $TRL \geq 7$ .

Si rammenta inoltre che:

- 1) sviluppo, costruzione e fornitura di payload di volo di retroriflettori laser per LARES-2, missioni su Marte e sulla Luna avverranno presso INFN-LNF;
- 2) presso lo SCF\_Lab sono presenti attrezzature di test uniche al mondo per la qualifica e caratterizzazione di retroriflettori laser.

Le attrezzature di cui al secondo punto, due facility di tipo Optical Ground Support Equipment (OGSE) denominate SCF e SCF-G, in camera pulita, sono state sviluppate con il contributo finanziario di ASI e dell'INFN e già utilizzate per R&D comuni su Galileo, LAGEOS e, in parte, per LARES. Queste attrezzature vengono inoltre messe a disposizione per la fornitura di LARES-2 e per successive attività di calibrazione sul previsto secondo satellite *spare*.

ASI è interessata, per motivi scientifici, tecnologici e strategici, ad accedere alle altre competenze e risorse esistenti nel campo dei Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali basate su retroriflettori laser e tracciamento laser di precisione dei satelliti e della Luna. Per tale ragione, l'ASI ha supportato negli anni le attività dello SCF\_Lab attraverso il finanziamento di numerosi studi nazionali (e.g. COFIS, Astrofisica e astro particelle, Fase A di una piccola missione lunare MAGIA, progetto ETRUSCO-2, Progetto Premiale MIUR Laser Ranging to Galileo - LR2G). Attualmente, ASI e INFN stanno iniziando un'altra collaborazione sul satellite LARES-2 da lanciare con il Vega C.

SCF\_Lab collabora strutturalmente da oltre 10 anni con ASI-CGS anche nell'ambito di ILRS (di cui il CGS ha detenuto la Presidenza per due mandati biennali fino al 2018). SCF\_Lab collabora ad ampio spettro anche con NASA-GSFC, NASA-SSSERVI e NASA-JPL.

Grazie a ciò, l'Italia è l'unico Paese partner della NASA ad avere sia una "Affiliation" (di INFN, sotto il coordinamento dello SCF\_Lab, firmata il 15 settembre 2014 a Roma) che una "Association" col NASA-SSSERVI (firmata da ASI il 14 giugno 2017 a Washington DC).

In tale contesto l'interesse di ASI e INFN è rivolto anche alle missioni spaziali su Marte e sulla Luna, programmate da varie agenzie spaziali (come NASA, CNSA, ESA) e entità commerciali (e.g. industrie USA Astrobotic e Moon Express, industria indiana TeamIndus, industria tedesca PTS, industria giapponese iSpace). Si sottolinea che per l'esplorazione della Luna e per la geodesia spaziale la Cinese Academy of Sciences (CAS) auspica la collaborazione dell'INFN-LNF e di ASI-CGS per missioni di geodesia spaziale della CNSA.

#### 4.2 RISULTATI DEL PROGETTO

In vista di concrete opportunità di missione e applicazioni collegate (si vedano i WP della linea 3000, WP4000 e WP5000), il progetto richiede la continuazione di quanto già condotto in maniera congiunta tra ASI e INFN e di estendere tale collaborazione per quanto riguarda attività, risorse, capacità, HW e SW esistenti e disponibili separatamente.

In particolare, si tratterà di:

- (a) perfezionare lo sviluppo di prototipi e modelli fino a raggiungere  $6 \leq \text{TRL} \leq 8$ ;
- (b) qualificare LRA per i lanci delle future missioni;
- (c) supportare attività di laboratorio, di analisi (sperimentale e teorica) e di QA/PA;
- (d) garantire il funzionamento delle "Internal Special Facilities" dei LNF (SCF\_Lab e il nuovo SCF\_Lab2).

#### 4.3 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ E REQUISITI

Con riferimento ai risultati citati nel paragrafo precedente, le attività previste nell'ambito del progetto sono di seguito elencate.

- Supporto a INFN-LNF da parte di MLRO con acquisizioni di dati LLR dedicate e ottimizzate su LRA attuali e futuri sviluppati da INFN-LNF.
- Disponibilità del sito CGS per attività di installazione di GCP per la georeferenziazione e la co-localizzazione delle tecniche geodetiche SLR, SAR e GNSS.
- Studio e perfezionamento dello sviluppo di prototipi e modelli di payload LRA per missioni sulla Luna e future missioni del sistema di Marte.
- Ottimizzazione delle prestazioni del SW PEP (Planetary Ephemeris Program). PEP è stato sviluppato a partire dagli anni 60/70 da I. Shapiro e collaboratori presso il CfA di Harvard ed è utilizzato da circa 10 anni da INFN. Il SW permette di fare analisi e test di precisione della fisica della gravitazione e della Relatività Generale, in particolare della Luna (usando i dati LLR di Matera sugli esistenti e nuovi LRA) e di Marte (usando una combinazione di misure radio e laser ranging/altrimetry presi grazie agli LRA italiani sulle missioni InSight, Mars 2020 ed ExoMars 2020).
- Implementazione nel SW PEP di nuove formule matematiche di gravitazione presenti attualmente in letteratura (estensioni della Relatività Generale), come le equazioni del moto alternative per l'orbita della Luna e di Marte.
- Studio dell'aggiornamento della Range Correction di LAGEOS con la moderna strumentazione definita da ILRS e studio e progettazione di un apparato per la misura della Range Correction di LARES-2, satellite in fase di realizzazione nell'ambito di un accordo separato ASI-INFN. È previsto anche uno studio della Range Correction di Galileo.
- Perfezionamento del progetto di un modello di LRA per i satelliti "Galileo Transition Batch (GTB)" e per la costellazione Galileo Second Generation (G2G), in continuità con quanto già realizzato nell'ambito del progetto congiunto ASI-INFN ETRUSCO-2.



- Studiare la proposta di fornitura di un sistema retroriflettore laser altamente innovativo per le future generazioni di EGNOS.
- Conduzione operativa, manutenzione ordinaria e preparazione degli strumenti e degli apparati della prima ISF per l'esecuzione delle attività tecniche e di QA/PA del progetto. Tale facility, denominata SCF\_Lab, è stata costruita ai LNF a partire dal 2004 ed è situata presso l'edificio "Capannone Gran Sasso" in camera pulita di circa 90 mq.
- Adeguamento del nuovo SCF\_Lab2 per realizzare una stazione di lavoro per l'assemblaggio di LRA miniaturizzati per satelliti di OT, denominati "microriflettori". L'SCF\_Lab2, situato presso l'edificio 7B dei LNF in camera pulita di circa 70 mq, sarà operativo da T0+12 mesi. Le due ISF lavorano in sinergia per il progetto, ma devono essere indipendenti e ridondanti in modo da funzionare in parallelo ed eventualmente l'una sopperire, per quanto possibile, ad una momentanea interruzione del funzionamento dell'altra.

## 5.0 ORGANIZZAZIONE ED INTERFACCE

### 5.1 ORGANIZZAZIONE DELL'ASI

Il progetto sarà gestito dal team di gestione composto da:

- Responsabile del Procedimento
- Responsabile di Progetto
- Project Scientist
- Referente per gli Aspetti normativi
- Referente per gli Aspetti di rendicontazione

Il Responsabile di Progetto assumerà, per conto dell'ASI, la supervisione delle attività al fine di assicurare il raggiungimento degli obiettivi previsti nell'Accordo. Il Responsabile di Progetto sarà supportato dalle figure indicate da ASI per quanto riguarda il controllo degli aspetti normativi e di rendicontazione.

In particolare, nell'espletamento dei propri compiti il Responsabile di Progetto:

- sarà il responsabile e il rappresentante ufficiale dell'ASI nei confronti dell'ente partecipante;
- verificherà che le attività svolte siano corrispondenti a quanto stabilito dall'Accordo medesimo e dal presente Allegato Tecnico;
- autorizzerà i pagamenti evidenziando l'eventuale ritardo nella consegna;
- approverà la documentazione di programma secondo quanto previsto;
- fornirà un parere sull'eventuale richiesta di proroga dell'Accordo.

### 5.2 ORGANIZZAZIONE DELL'INFN

Per lo svolgimento delle attività l'INFN si avvarrà della struttura sotto descritta. I nominativi saranno comunicati alla riunione iniziale.

#### Responsabile Scientifico

Il Responsabile Scientifico assicurerà il coordinamento scientifico e tecnico-programmatico delle attività previste nell'Accordo. Egli è responsabile, nei confronti dell'ASI, della validità e completezza dei risultati scientifici e tecnici conseguiti e in particolare assicura:

- l'interfaccia dei rapporti con l'ASI,

*SAI B*



- la direzione scientifica, tecnica e il coordinamento delle attività interne,
- la programmazione delle spese di ricerca e del personale,
- il coordinamento tra i gruppi di lavoro e con eventuali enti esterni,
- la soluzione dei conflitti fra aree di responsabilità e il controllo della programmazione temporale, delle spese di ricerca e del personale, degli stati di avanzamento e dell'esecuzione delle azioni,
- la supervisione ed approvazione della documentazione tecnico-contrattuale prodotta nel corso delle attività.
- la gestione degli aspetti contrattuali con il supporto istituzionale dell'Amministrazione Centrale dell'INFN.

#### **Responsabile Amministrativo**

Il Responsabile Amministrativo di INFN gestisce, in accordo con il Responsabile Scientifico, gli aspetti amministrativi e finanziari dell'Accordo.

#### **Personale a contratto**

Per lo svolgimento delle attività, il Responsabile Scientifico si avvarrà del personale sia strutturato che arruolato sulla base del presente Accordo e finanziato con i fondi di questo.

### **6.0 RESPONSABILITÀ**

#### **6.1 RESPONSABILITÀ DELL'ASI**

L'ASI, attraverso l'organizzazione e le persone incaricate, gestisce il rapporto, stabilito nell'Accordo, con l'Ente Partecipante.

#### **6.2 RESPONSABILITÀ DELL'INFN**

L'Ente Partecipante, attraverso l'organizzazione e le persone incaricate, gestisce il rapporto, stabilito nell'Accordo, con l'ASI. L'INFN ha la piena e completa responsabilità per l'esecuzione delle attività secondo quanto prescritto e richiesto nell'Accordo, nonché per tutte le attività che non sono esplicitamente individuate, ma che sono necessarie alla completa e conforme esecuzione dell'Accordo e in particolare per:

- il raggiungimento degli obiettivi nel rispetto dei requisiti e dei vincoli;
- la produzione della documentazione dei risultati della ricerca, coerentemente a quanto definito nell'Allegato 1.

L'INFN dovrà garantire a tutti i componenti del gruppo di gestione del progetto ASI il pieno accesso a informazioni, siti e attività secondo le prescrizioni previste nell'Accordo.

### **7.0 PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ, FASI ED EVENTI CHIAVE**

La durata delle attività sarà di 60 mesi. La pianificazione è riferita rispetto alla riunione di Kick Off (KO), che stabilisce il riferimento "T0". Tutti gli eventi contrattuali sono definiti e si calcolano rispetto al T0. Le "Milestone"/Riunioni di Avanzamento (RA) sono gli eventi ai quali sono associati i pagamenti e costituiscono gli unici riferimenti vincolanti, dove tipicamente intervengono verifiche di attività e sono autorizzate le relative fatturazioni. Alle Milestone si alternano riunioni intermedie di verifica delle attività tecnico-scientifiche (TS), cui non è associato alcun pagamento.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



La seguente tabella riporta le Milestone, le riunioni di verifica intermedie e le date contrattualmente vincolanti.

| ID # | Riunione / Milestone                          | Data         |
|------|-----------------------------------------------|--------------|
| 1    | Kick-Off Meeting (KOM)                        | T0           |
| 2    | Riunione di Avanzamento 1 (RA1)               | T0 + 5 mesi  |
| 3    | Riunione Tecnico-Scientifica intermedia (TS1) | T0 + 12 mesi |
| 4    | Riunione di Avanzamento 2 (RA2)               | T0 + 17 mesi |
| 5    | Riunione Tecnico-Scientifica intermedia (TS2) | T0 + 24 mesi |
| 6    | Riunione di Avanzamento 3 (RA3)               | T0 + 29 mesi |
| 7    | Riunione Tecnico-Scientifica intermedia (TS3) | T0 + 36 mesi |
| 8    | Riunione di Avanzamento 4 (RA4)               | T0 + 41 mesi |
| 9    | Riunione Tecnico-Scientifica intermedia (TS4) | T0 + 48 mesi |
| 10   | Riunione di Avanzamento 5 (RA5)               | T0 + 53 mesi |
| 11   | Riunione Finale (RF)                          | T0 + 60 mesi |

#### **Riunione di Avvio – Kick-Off Meeting (KOM)**

La Riunione avrà per obiettivi:

- organizzazione e Team (interfacce, persone chiave)
- presentazione del progetto
  - obiettivi;
  - attività Ente Partecipante;
  - deliverable;
  - pianificazione ed eventi chiave;
  - criticità di progetto e strategie.

#### **Riunioni di avanzamento (RA1-RA5) e riunioni tecnico-scientifiche intermedie (TS1-TS4)**

Le Riunioni di Avanzamento e le riunioni Tecnico-Scientifiche intermedie avranno come obiettivi:

- rivedere il piano delle attività di ricerca, aggiornando la descrizione tecnica e programmatica della attività da svolgere e dimostrare, alla luce di quanto svolto nel periodo, la validità dell'approccio scelto;
- presentare il piano per la divulgazione e comunicazione, che include le attività di partecipazione a workshop e convegni (inclusi quelli eventualmente suggeriti da ASI) e le attività di pubblicazione su riviste tecniche e scientifiche;
- presentare la descrizione di dettaglio delle attività di ricerca svolta alla data della riunione;
- rivedere lo stato del progetto;
- fornire ulteriori chiarimenti ove necessari;
- rendicontazione (solo per le Riunioni di Avanzamento).

### **Riunione Finale (RF)**

La Riunione avrà per obiettivi:

- rivedere la descrizione di dettaglio delle attività effettuata e completata, con riferimento particolare alle metodologie, ai risultati ottenuti, alla rispondenza a quanto inizialmente previsto (in termini sia qualitativi che quantitativi), alle eventuali divergenze dagli obiettivi inizialmente posti;
- fornire una verifica della attività di ricerca e formulare un giudizio globale sul suo esito;
- fornire ulteriori chiarimenti ove necessari;
- rendicontazione.

Per garantire il buon andamento delle attività, l'ASI si riserva di convocare altre riunioni tecniche intermedie rispetto a quelle qui indicate.

### **8.0 FORNITURE DI RESPONSABILITÀ DELL'ASI**

ASI mette a disposizione i dati necessari alla sperimentazione, acquisiti con il sistema MLRO operato presso il Centro di Geodesia Spaziale "G. Colombo" di Matera. Se richiesto e concordato, l'ASI effettuerà campagne di misura dedicate al progetto anche con altri sistemi geodetici.

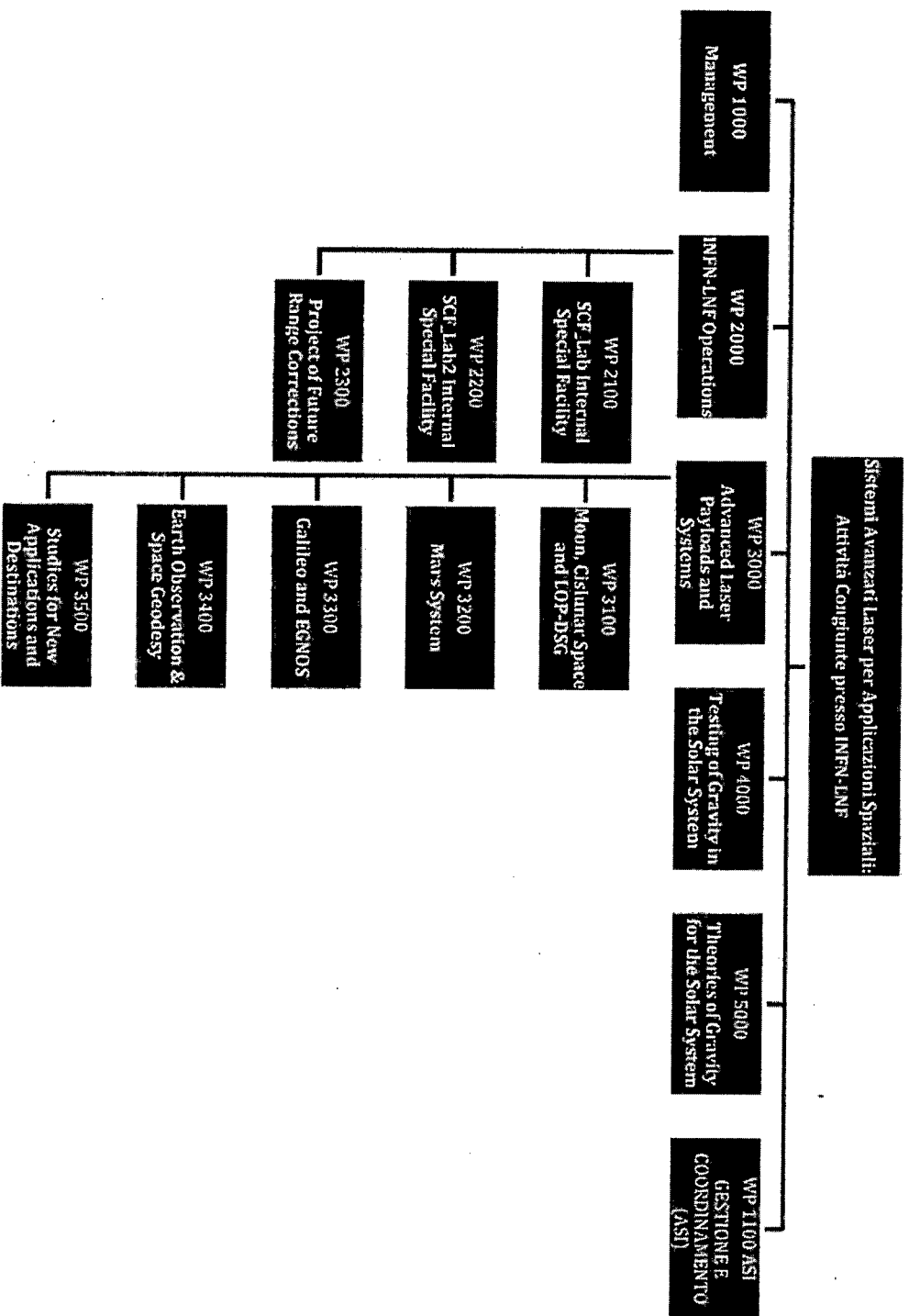
### **9.0 FORNITURE DI RESPONSABILITÀ DI INFN**

Per ottimizzare l'integrazione tra i gruppi e le attività di ricerca dello SCF\_Lab e di MLRO, i LNF si impegnano a rendere disponibile una scrivania e computer di lavoro per personale ASI associato o ospite INFN-LNF presente a Frascati per lavoro congiunto.

### **10.0 ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ**

#### **10.1 WORK BREAKDOWN STRUCTURE**

Le attività sono state organizzate come indicato nella WBS qui di seguito descritta.



*SA*

*[Signature]*



#### 10.2 DESCRIZIONE DEI PACCHI DI LAVORO (WPD)

La descrizione dei pacchi di lavoro è riportata in Allegato 2.

#### 10.3 PIANO TEMPORALE dei LAVORI

La durata delle attività sarà di 60 mesi a decorrere dal KO.

Tutti i WP iniziano a T0 e terminano a T0+60 mesi, ad eccezione del WP 2200 (SCF\_Lab2 Internal Special Facility), che inizia a T0+12 e termina a T0+60 mesi, e del WP 2300 (Range Correction project), che inizia a T0 e termina a T0+30 mesi.

Le milestone RA1/2/3/4/5 sono ogni 12 mesi a partire da T0+6 e la RF è a T0+60.

Le riunioni tecnico-scientifiche intermedie TS1/2/3/4 sono ogni 12 mesi a partire da T0+12

La pianificazione potrà essere aggiornata nel corso dello svolgimento delle attività secondo le esigenze di progetto.

#### 10.4 CONTROLLO E CONSUNTIVAZIONE PERIODICA DELLE ATTIVITÀ

Il controllo dei lavori sarà svolto attraverso la verifica dello stato delle attività alle Riunioni d'Avanzamento e alle Riunioni Tecniche.

Per ciascuna riunione verrà prodotto un rapporto d'avanzamento delle attività svolte. Il rapporto di avanzamento tratterà dei seguenti argomenti:

- stato di avanzamento di ogni pacco di lavoro;
- descrizione delle attività svolte per ogni pacco di lavoro;
- descrizione delle attività previste per il periodo successivo.

A valle di ciascuna riunione tra l'ASI e INFN verrà redatta una Minuta di riunione che sarà firmata da entrambi le Parti.

ASI e INFN presenteranno il rendiconto periodico delle spese sostenute, come prescritto nel testo dell'Accordo.

#### 10.5 ANALISI DEI RISCHI

La gestione del progetto comprenderà l'attività di Risk Management, che dovrà prevedere:

- identificazione dei possibili rischi;
- valutazione del rischio;
- messa a punto di piani e azioni per ridurre l'impatto; monitoraggio dei rischi.

#### 11.0 GESTIONE DELLA DOCUMENTAZIONE E DEI DATI

##### 11.1 PRESENTAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE

L'Ente partecipante consegnerà ad ASI la documentazione riportata in Allegato 1 almeno 15 giorni prima dell'evento. L'ASI si riserva di richiedere, durante tutta la durata dell'Accordo, ulteriore documentazione inerente le attività in corso. L'INFN dovrà inoltre inviare all'ASI, al termine delle attività e dopo la scadenza dell'Accordo, copia di tutte le pubblicazioni scientifiche realizzate.





## 11.2 LINGUA

Il Progress Report da consegnare ogni 6 mesi (in occasione delle TS e delle RA) andrà redatto in lingua italiana. Il resto della documentazione sarà redatta in Inglese o in Italiano secondo quanto opportuno.

## 12.0 RISULTATI DELLE ATTIVITÀ CONGIUNTE

Il raggiungimento degli obiettivi e requisiti specificati in questo ATG sarà dimostrato dalla documentazione da consegnare riportata nel dettaglio in Allegato 1, dove sono evidenziate:

- Titolo della documentazione;
- Ente Responsabile;
- Evento di consegna.

HW, SW e dati eventualmente acquistati e/o realizzati nell'ambito del progetto usando i fondi erogati da ASI andranno identificati univocamente in occasione della riunione finale del progetto.

L'INFN, Ente Partecipante di questo progetto, custodirà presso la propria sede dello SCF\_Lab l'HW prodotto, che sarà di co-proprietà sia di ASI che di INFN. Per quanto riguarda il SW sviluppato nel corso del progetto usando i fondi erogati da ASI, questo verrà consegnato dall'Ente Partecipante secondo le modalità concordate tra le Parti.

SBA Z



# **ALLEGATO 1: ELENCO DOCUMENTAZIONE.**

| <b>CODICE</b> | <b>TITOLO</b>                                                                                                        | <b>RESP</b> | <b>EVENTO DI CONSEGNA</b>  |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|
| DEL 001       | Progress Report                                                                                                      | INFN-LNF    | A tutte le RA e TS         |
| DEL 002       | LNF Operations Report                                                                                                | INFN-LNF    | RA1/RA2/RA3/<br>RA4/RA5/RF |
| DEL 003       | PEP: Manuale di Installazione e Uso                                                                                  | INFN-LNF    | TS1/RA2/RA3/RA4/RA5/RF     |
| DEL 004       | Report su Predizioni e Modelli di Nuova Fisica della Gravitazione                                                    | INFN-LNF    | TS1/RA2/RA3/RA4/RA5/RF     |
| DEL 005       | Report on Range Correction Project                                                                                   | INFN-LNF    | RA3                        |
| DEL 006       | Lunar LRA Report                                                                                                     | INFN-LNF    | RA2                        |
| DEL 007       | Report su concetti e disegni di prototipi e modelli di LRA per nuove opportunità di missione lunari e cislunari      | INFN-LNF    | RA3/RA4/RA5/RF             |
| DEL 008       | Report su SSEG LRA (inclusi microriflettori) per missioni di OT                                                      | INFN-LNF    | RA2/RA4                    |
| DEL 009       | Report su concetti e disegni di prototipi e modelli di LRA per nuove opportunità di missione per il sistema marziano | INFN-LNF    | RA3/RA4/RA5/RF             |
| DEL 010       | Report su LRA Galileo Transition Batch e G2G                                                                         | INFN-LNF    | RA2/RA3/<br>RA4/RF         |
| DEL 011       | Report su LRA innovativo per le future generazioni di EGNOS:                                                         | INFN-LNF    | RA3/RA4/RA5/RF             |
| DEL 012       | Report su GSEG GCP (inclusi microriflettori) per ASI-CGS                                                             | INFN-LNF    | RA2/RA4                    |
| DEL 013       | SCF_Lab EIDP                                                                                                         | INFN-LNF    | RF                         |
| DEL 014       | SCF_Lab2 EIDP                                                                                                        | INFN-LNF    | RF                         |
| DEL 015       | Report su LRA avanzati per nuove destinazioni e nuove opportunità di missione                                        | INFN-LNF    | RA3/RA4/RA5/RF             |
| DEL 016       | Report su Test di Precisione della Relatività Generale                                                               | INFN-LNF    | RA3/RA4/RA5/RF             |
| DEL 017       | Final Report                                                                                                         | INFN-LNF    | RF                         |

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



## ALLEGATO 2: WORK PACKAGE DESCRIPTION

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                    |                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                    | Pagina 1 di 1                                                                |
| Progetto: <b>Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br/>Attività Congiunte presso INFN-LNF</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                    | Fase:    N/A                                                                 |
| Macro-attività: Management                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                    |                                                                              |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Titolo     | Organizzazione     | Responsabile del WP (Nominativo)                                             |
| 1000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Management | INFN               | S. Dell'Agnello                                                              |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            | Evento Finale      | Collegamenti ad altri task (se applicabile) – Riferimento al Work Package ID |
| T <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            | T <sub>0</sub> +60 | N/A                                                                          |
| <b>INPUT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                    |                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Accordo ASI - INFN</li> <li>Il presente documento.</li> <li>Report interni.</li> <li>Contributi da tutti i WP</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                    |                                                                              |
| <b>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |                    |                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Gestione delle relazioni con il Responsabile di Progetto ASI per gli aspetti legati al presente progetto.</li> <li>Supporto ad ASI nella gestione dell'interfaccia con Enti esterni, nazionali e internazionali, con cui sia rilevante interagire (agenzie spaziali, industrie, Ministeri, etc.).</li> <li>Pianificazione di dettaglio della attività e controllo del rispetto delle scadenze.</li> <li>Coordinamento delle attività.</li> <li>Gestione delle risorse interne, gestione delle risorse finanziarie per all'attività scientifica.</li> <li>Preparazione del rapporto di avanzamento delle attività.</li> <li>Preparazione del rapporto finale di attività.</li> <li>Controllo finale per l'autorizzazione all'emissione di tutti i documenti inerenti il presente progetto.</li> <li>Coordinamento delle attività connesse alla preparazione e partecipazione a meeting.</li> <li>Organizzazione e partecipazione alle riunioni di progetto.</li> <li>Autorizzazione a viaggiare per personale e materiali.</li> <li>Gestione degli ordini d'acquisto di prodotti, parti, materiali e servizi</li> </ul> |            |                    |                                                                              |
| <b>OUTPUT (e DELIVERABLES)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                    |                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Progress Report in occasione di ogni riunione.</li> <li>Nota Tecnica in occasione delle Riunioni Tecniche</li> <li>Presentazioni e supporto alle riunioni di avanzamento.</li> <li>Produzione di tutta la documentazione necessaria, inclusa quella già prevista e riportata in Allegato 1</li> <li>Rapporto Finale di attività [DEL 017].</li> <li>Pubblicazioni</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                    |                                                                              |

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                   |                     |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   |                     | Pagina 1 di 1                                                                |
| Progetto: Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br>Attività Congiunte presso INFN-LNF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   | Fase: N/A           |                                                                              |
| Macro-attività: INFN-LNF Operations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |                     |                                                                              |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Titolo                            | Organizzazione      | Responsabile del WP (Nominativo)                                             |
| 2100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | SCF_Lab Internal Special Facility | INFN                | M. Tibuzzi                                                                   |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                   | Evento Finale       | Collegamenti ad altri task (se applicabile) – Riferimento al Work Package ID |
| T <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   | T <sub>0</sub> + 60 | N/A                                                                          |
| INPUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |                     |                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Questo ATG</li> <li>• Contributi dai WP 1000, WP 2200, WP 3100, WP 3200, WP 3300.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |                     |                                                                              |
| DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                   |                     |                                                                              |
| SCF_Lab: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conduzione operativa, manutenzione ordinaria e preparazione degli strumenti e degli apparati.</li> <li>• Gestione della camera pulita.</li> <li>• Procurement e stoccaggio dei materiali di consumo per strumenti e apparati.</li> <li>• Aggiornamento di procedure d'uso, di calibrazioni e validazioni di strumenti e apparati.</li> <li>• Interazione con gli altri servizi di supporto tecnico dei LNF.</li> <li>• In sinergia con lo SCF_Lab2, supporto continuato per MAIT, diagnostica, caratterizzazione, qualifica e dei prototipi e modelli oggetto del progetto.</li> </ul> |                                   |                     |                                                                              |
| OUTPUT (e DELIVERABLES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |                     |                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contributo al DEL 002;</li> <li>• SCF_Lab End Item Data Package [DEL 013].</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   |                     |                                                                              |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |                     |                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                     | Pagina 1 di 1                                                                   |
| Progetto: Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br>Attività Congiunte presso INFN-LNF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                    | Fase: N/A           |                                                                                 |
| Macro-attività: INFN-LNF Operations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |                     |                                                                                 |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Titolo                             | Organizzazione      | Responsabile del WP (Nominativo)                                                |
| 2200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | SCF_Lab2 Internal Special Facility | INFN                | M. Tibuzzi                                                                      |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    | Evento Finale       | Collegamenti ad altri task (se applicabile) –<br>Riferimento al Work Package ID |
| T <sub>0</sub> + 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    | T <sub>0</sub> + 60 | N/A                                                                             |
| INPUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |                     |                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Questo ATG</li> <li>• Contributi dai WP 1000, WP 2100, WP 2300, WP 3400, WP 3500..</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                    |                     |                                                                                 |
| DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                    |                     |                                                                                 |
| SCF_Lab2: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conduzione operativa, manutenzione ordinaria e preparazione degli strumenti e degli apparati.</li> <li>• Gestione della camera pulita.</li> <li>• Procurement e stoccaggio dei materiali di consumo per strumenti e apparati.</li> <li>• Aggiornamento di procedure d'uso, di calibrazioni e validazioni di strumenti e apparati.</li> <li>• Interazione con gli altri servizi di supporto tecnico dei LNF.</li> <li>• In sinergia con lo SCF_Lab, supporto continuato per MAIT, diagnostica, caratterizzazione, qualifica dei prototipi e modelli oggetto del progetto.</li> </ul> |                                    |                     |                                                                                 |
| OUTPUT (e DELIVERABLES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |                     |                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contributo al DEL 002</li> <li>• SCF_Lab2 End Item Data Package [DEL 014].</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                    |                     |                                                                                 |

STP

B



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |                    |                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |                    | Pagina 1 di 1                                                                |
| Progetto: Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br>Attività Còngiunte presso INFN-LNF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |                    | Fase: N/A                                                                    |
| Macro-attività: INFN-LNF Operations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                    |                                                                              |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Titolo                   | Organizzazione     | Responsabile del WP (Nominativo)                                             |
| 2300                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Range Correction Project | INFN               | S. Dell'Agnello                                                              |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          | Evento Finale      | Collegamenti ad altri task (se applicabile) – Riferimento al Work Package ID |
| T <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          | T <sub>0</sub> +30 | N/A                                                                          |
| INPUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |                    |                                                                              |
| Questo ATG<br>WP 1000, WP 2100, WP 2200.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                          |                    |                                                                              |
| DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                          |                    |                                                                              |
| Progetto tecnico-scientifico e studio finanziario e di mercato per strumentazione allo stato dell'arte di un apparato laser da laboratorio avanzato e innovativo per l'esecuzione di future campagne di misure "Laser ToF Range Corrections" su LRA d'interesse di ASI e di ILRS (errori inferiori al millimetro). In particolare, l'apparato sarà disegnato per le Range Corrections di LAGEOS, LARES-2 e per LRA per Galileo (si veda WP 3300). Il nuovo apparato sarà una test facility da realizzare allo SCF_Lab2. Al progetto si aggiungerà l'opzione di accoppiare le "Range Corrections" con lo SCF-Test eseguito allo SCF_Lab. |                          |                    |                                                                              |
| OUTPUT (e DELIVERABLES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |                    |                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Contributo al DEL 002;</li> <li>Report on Range Correction Project [DEL 005], inclusivo del progetto tecnico, scientifico e finanziario completo per la realizzazione dell'apparato.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |                    |                                                                              |




|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                     |                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                     | Pagina 1 di 1                                                                 |
| Progetto: Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br>Attività Congiunte presso INFN-LNF                                                                                                                                                                                                                                                              |                                  | Fase: N/A           |                                                                               |
| Macro-attività: Advanced Laser Payloads and Systems                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |                     |                                                                               |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Titolo                           | Organizzazione      | Responsabile del WP (Nominativo)                                              |
| 3100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Moon, Cislunar Space and LOP-DSG | INFN                | S. Dell'Agnello                                                               |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | Evento Finale       | Collegamenti ad altri tasks (se applicabile) – Riferimento al Work Package ID |
| T <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  | T <sub>0</sub> + 60 | N/A                                                                           |
| INPUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                     |                                                                               |
| Questo ATG<br>WP 1000, WP 2100, WP 2200.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                     |                                                                               |
| DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |                     |                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratterizzazione e qualifica di prototipi LRA già realizzati per missioni sulla superficie della Luna.</li> <li>• Studi e proposte di LRA per opportunità per cislunar space (orbite e punti lagrangiani lunari) e la LOP-D.</li> <li>• Studio di sistemi attivi per il puntamento degli LRA verso Terra.</li> </ul> |                                  |                     |                                                                               |
| OUTPUT (e DELIVERABLES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  |                     |                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lunar LRA Report [DEL 006]</li> <li>• Report su concetti e disegni di prototipi e modelli di LRA per nuove opportunità di missione lunari e cislunari [DEL007].</li> <li>• Attività su prototipi già realizzati.</li> </ul>                                                                                           |                                  |                     |                                                                               |

|                                                                                                                                                                                                                 |             |                    |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                  |             |                    | Pagina 1 di 1                                                                    |
| Progetto: Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br>Attività Congiunte presso INFN-LNF                                                                                                               |             | Fase: N/A          |                                                                                  |
| Macro-attività: Advanced Laser Payloads and Systems                                                                                                                                                             |             |                    |                                                                                  |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                 | Titolo      | Organizzazione     | Responsabile del WP<br>(Nominativo)                                              |
| 3200                                                                                                                                                                                                            | Mars System | INFN               | G. Delle Monache                                                                 |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                 |             | Evento Finale      | Collegamenti ad altri tasks (se applicabile) –<br>Riferimento al Work Package ID |
| T <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                  |             | T <sub>0</sub> +60 | N/A                                                                              |
| INPUT                                                                                                                                                                                                           |             |                    |                                                                                  |
| Questo ATG<br>WP 1000, WP 2100, WP 2200.                                                                                                                                                                        |             |                    |                                                                                  |
| DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'                                                                                                                                                                                     |             |                    |                                                                                  |
| Studi, sviluppo e qualifica di prototipi e modelli di LRA per lander e rover per nuove missioni sul sistema marziano.                                                                                           |             |                    |                                                                                  |
| OUTPUT (e DELIVERABLES)                                                                                                                                                                                         |             |                    |                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Report su concetti e disegni di prototipi e modelli di LRA per nuove opportunità di missione per il sistema marziano [DEL 009].</li> <li>Modelli e prototipi.</li> </ul> |             |                    |                                                                                  |

SIA





|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                    |                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                    | Pagina 1 di 1                                                                    |
| Progetto: Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br>Attività Congiunte presso INFN-LNF                                                                                                                                                                                                                                 |                   | Fase: N/A          |                                                                                  |
| Macro-attività: Advanced Laser Payloads and Systems                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |                    |                                                                                  |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Titolo            | Organizzazione     | Responsabile del WP (Nominativo)                                                 |
| 3300                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Galileo and EGNOS | INFN               | G. Delle Monache/<br>L. Porcelli                                                 |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   | Evento Finale      | Collegamenti ad altri tasks (se applicabile) –<br>Riferimento al Work Package ID |
| T <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   | T <sub>0</sub> +60 | N/A                                                                              |
| INPUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |                    |                                                                                  |
| Questo ATG<br>WP 1000, WP 2100, WP 2200, WP 2300.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                    |                                                                                  |
| DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                    |                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Studio e perfezionamento di un modello di LRA per i satelliti "Galileo Transition Batch (GTB)" e per la costellazione Galileo Second Generation (G2G).</li> <li>Studio e perfezionamento di un progetto di retroriflettore laser innovativo per le future generazioni di EGNOS.</li> </ul> |                   |                    |                                                                                  |
| OUTPUT (e DELIVERABLES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                    |                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Report su LRA Galileo Transition Batch e G2G [DEL 010].</li> <li>Report su LRA innovativo per le future generazioni di EGNOS [DEL 011].</li> </ul>                                                                                                                                         |                   |                    |                                                                                  |

SAA

B



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   |                    |                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                   |                    | Pagina 1 di 1                                                                 |
| Progetto: Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br>Attività Congiunte presso INFN-LNF                                                                                                                                                                                                                                         |                                   | Fase: N/A          |                                                                               |
| Macro-attività: Advanced Laser Payloads and Systems                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   |                    |                                                                               |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Titolo                            | Organizzazione     | Responsabile del WP (Nominativo)                                              |
| 3400                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Earth Observation & Space Geodesy | INFN               | S. Dell'Agnello                                                               |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   | Evento Finale      | Collegamenti ad altri tasks (se applicabile) – Riferimento al Work Package ID |
| T <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                   | T <sub>0</sub> +60 | N/A                                                                           |
| INPUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                    |                                                                               |
| Questo ATG<br>WP 1000, WP 2100, WP 2200, WP 3200.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                   |                    |                                                                               |
| DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   |                    |                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Sviluppo e installazione di GCP per la georeferenziazione e la co-localizzazione delle tecniche geodetiche SLR, SAR e GNSS.</li> <li>Studio di LRA microriflettori per future opportunità di missioni OT e Geodesia Spaziale da installare sia a terra (GSEG) che sui satelliti (SSEG).</li> </ul> |                                   |                    |                                                                               |
| OUTPUT (e DELIVERABLES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                    |                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Report su GSEG GCP (inclusi microriflettori) per ASI-CGS [DEL 012].</li> <li>Report su SSEG LRA (inclusi microriflettori) per missioni di OT [DEL 008]</li> </ul>                                                                                                                                  |                                   |                    |                                                                               |

*ffa*

*B*



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                  |                    |                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |                    | Pagina 1 di 1                                                                   |
| Progetto: Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br>Attività Congiunte presso INFN-LNF                                                                                                                                                                                                                                               |                                                  | Fase: N/A          |                                                                                 |
| Macro-attività: Advanced Laser Payloads and Systems                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                  |                    |                                                                                 |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Titolo                                           | Organizzazione     | Responsabile del WP<br>(Nominativo)                                             |
| 3500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Studies for New Applications and<br>Destinations | INFN               | G. Delle Monache                                                                |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                  | Evento Finale      | Collegamenti ad altri task (se applicabile) –<br>Riferimento al Work Package ID |
| T <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  | T <sub>0</sub> +60 | N/A                                                                             |
| INPUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                  |                    |                                                                                 |
| Questo ATG<br>WP 1000, WP 2100, WP 2200.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                  |                    |                                                                                 |
| DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                  |                    |                                                                                 |
| Studio di LRA per opportunità di missione su altre destinazioni nel sistema solare, come per esempio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lune ghiacciate di Giove,</li> <li>• Asteroidi e comete.</li> </ul> Questi studi saranno basati sugli LRA sviluppati e studiati per la Luna e Marte e lanciati su Marte con missioni ESA e NASA. |                                                  |                    |                                                                                 |
| OUTPUT (e DELIVERABLES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                    |                                                                                 |
| Report su LRA avanzati per nuove destinazioni e nuove opportunità di missione come per esempio le lune ghiacciate di Giove, asteroidi e comete [DEL 015].                                                                                                                                                                                       |                                                  |                    |                                                                                 |

SFA

B



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                        |                    |                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                        |                    | Pagina 1 di 1                                                                    |
| Progetto: Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br>Attività Congiunte presso INFN-LNF                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                        | Fase: N/A          |                                                                                  |
| Macro-attività: Testing of Gravity in the Solar System                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                        |                    |                                                                                  |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Titolo                                 | Organizzazione     | Responsabile del WP<br>(Nominativo)                                              |
| 4000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Testing of Gravity in the Solar System | INFN               | L. Porcelli                                                                      |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                        | Evento Finale      | Collegamenti ad altri tasks (se applicabile) –<br>Riferimento al Work Package ID |
| T <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                        | T <sub>0</sub> +60 | N/A                                                                              |
| INPUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                        |                    |                                                                                  |
| Questo ATG<br>WP 1000, WP 3100, 3200, 3300, 5000.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                        |                    |                                                                                  |
| DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                        |                    |                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Porting di PEP da piattaforma Linux su macOS</u></li> <li>• <u>Analisi e simulazioni di dati LLR (anche di MLRO) con il software specialistico PEP per lo studio della Relatività Generale</u></li> <li>• <u>Analisi e simulazioni di dati LLR (anche di MLRO) con PEP per lo studio di nuove teorie della gravitazione elaborate con il WP 5000.</u></li> </ul> |                                        |                    |                                                                                  |
| OUTPUT (e DELIVERABLES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                        |                    |                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Report su Test di Precisione della Relatività Generale [DEL 016].</u></li> <li>• <u>SW PEP per piattaforma macOS</u></li> <li>• <u>Manuale per l'installazione e l'uso di PEP su piattaforma macOS [DEL 003].</u></li> </ul>                                                                                                                                     |                                        |                    |                                                                                  |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |                    |                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |                    | Pagina 1 di 1                                                                 |
| Progetto: Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br>Attività Congiunte presso INFN-LNF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                          | Fase: N/A          |                                                                               |
| Macro-attività: Theories of Gravity for the Solar System                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |                    |                                                                               |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Titolo                                   | Organizzazione     | Responsabile del WP (Nominativo)                                              |
| 5000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Theories of Gravity for the Solar System | INFN               | S. Capozziello                                                                |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          | Evento Finale      | Collegamenti ad altri tasks (se applicabile) – Riferimento al Work Package ID |
| T <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          | T <sub>0</sub> +60 | N/A                                                                           |
| INPUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |                    |                                                                               |
| Questo ATG<br>WP 1000, WP 3100, 3200, 4000..                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |                    |                                                                               |
| DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |                    |                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Studi delle nuove teorie della fisica della gravitazione, presenti in letteratura, rilevanti per Luna e Marte.</u></li> <li>• <u>Implementazione nel SW PEP delle equazioni del moto di nuova fisica della gravitazione.</u></li> </ul>                                                                                                                              |                                          |                    |                                                                               |
| OUTPUT (e DELIVERABLES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                          |                    |                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Report su predizioni e modelli di nuova fisica della gravitazione, comprensivo della valutazione dei limiti sperimentali e vincoli sui parametri di queste nuove teorie [DEL 004].</u></li> <li>• <u>SW PEP aggiornato con l'implementazione delle equazioni del moto della nuova fisica della gravitazione;</u></li> <li>• <u>Contributo al DEL 003.</u></li> </ul> |                                          |                    |                                                                               |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                |                                                                                  |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| WORK PACKAGE DESCRIPTION (WPD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |                                                                                  | Pagina 1 di 1                       |
| Progetto: Sistemi Avanzati Laser per Applicazioni Spaziali:<br>Attività Congiunte presso INFN-LNF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                |                                                                                  | Fase: N/A                           |
| Macro-attività: Gestione e Coordinamento (ASI)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |                                                                                  |                                     |
| Work Package ID                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Titolo                         | Organizzazione                                                                   | Responsabile del WP<br>(Nominativo) |
| 1100 ASI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Gestione e Coordinamento (ASI) | ASI                                                                              | C.Benedetto                         |
| Evento Iniziale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Evento Finale                  | Collegamenti ad altri tasks (se applicabile) –<br>Riferimento al Work Package ID |                                     |
| T <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | T <sub>0</sub> +60             | N/A                                                                              |                                     |
| INPUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                |                                                                                  |                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accordo ASI.</li> <li>• Il presente documento.</li> <li>• Tutti i documenti forniti dall'Ente partecipante</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |                                                                                  |                                     |
| DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                |                                                                                  |                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestione delle relazioni con il Responsabile Scientifico dell'Ente partecipante per quanto riguarda gli aspetti legati al presente progetto.</li> <li>• Coordinamento delle attività interne al team ASI.</li> <li>• Verifica della corrispondenza in termini di qualità, quantità e tempi delle attività svolte.</li> <li>• Verifica sullo stato delle attività, pianificazione e rispetto delle scadenze.</li> <li>• Verifica delle rendicontazioni fornite dal Ente partecipante e dell'ammissibilità delle spese rendicontate.</li> <li>• Verifica sull'utilizzazione delle apparecchiature e dei materiali acquistati</li> <li>• Verifica della documentazione/deliverable dovuta dall'Ente partecipante</li> <li>• Valutazione dei risultati scientifici ottenuti.</li> <li>• Organizzazione, convocazione e partecipazione alle riunioni di progetto.</li> </ul> |                                |                                                                                  |                                     |
| OUTPUT (e DELIVERABLES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                |                                                                                  |                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Predisposizione della documentazione prevista da ASI per il pagamento delle milestone</li> <li>• Contributo alle pubblicazioni</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                |                                                                                  |                                     |

SIA

Z

