

MITI

Multimessenger Infrastructures
and
Technologies in Italy

MITI WP02: PoETIC – Chi, cosa, quando, come (... e perché?)

Rosario De Rosa

Università di Napoli «Federico II»

Kick off Meeting tecnico

Roma, 28 agosto 2026

Le attività del WP02 sono focalizzate sul **P**otenziamento di alcuni laboratori realizzati (o a loro volta potenziati) nell'ambito dell'infrastruttura distribuita di ricerca **ETIC**.

Le attività saranno finalizzate, in maggiore misura, sulle prestazioni del rivelatore a bassa frequenza, quali:

- Sistemi di isolamento sismico;
- Sistemi per la riduzione del rumore termico;
- Sistemi per la riduzione dei rumori di fase;

Altre attività riguardano più propriamente l'aggiornamento di alcuni laboratori.

WP02 – PoETIC – Tasks, unità, attività, costi in breve

WP02A01: Studio di fattibilità del triplo pendolo

Unità: **Perugia**

Contatto: Francesco Bianchi, francesco.bianchi@pg.infn.it

Descrizione: Prototipo del sistema di sospensione sismica

Costi:

Personale: 110.080,00 €

Attrezzature: 300.000,00 €

Costi generali: 20.850,00 €

WP02A02: Analisi dei materiali per il sistema di filtraggio verticale

Unità: **Perugia**

Contatto: Gabriele Capoccia, gabriele.capoccia@pg.infn.it

Descrizione: Materiali e costruzione di macchine per test meccanici

Costi:

Personale: 110.080,00 €

Attrezzature: 100.000,00 €

Costi generali: 7.000 €

WP02 – PoETIC – Tasks, unità, attività, costi in breve

WP02A03: Aggiornamento del laboratorio

Unità: **Napoli**

Contatto: Luciano Di Fiore, luciano.difiore@na.infn.it

Descrizione: Realizzazione camera pulita e carro ponte

Costi:

Lavori: 300.000,00 €

Progettazione: 30.000,00 €

WP02A04: Componenti meccanici

Unità: **Napoli**

Contatto: Luciano Errico, luciano.errico@na.infn.it

Descrizione: Meccanica e sistema da vuoto per il tiltmetro, sistema di sospensione per l'interferometro

Costi:

Personale: 110.080,00 €

Attrezzature: 850.000,00 €

Spese generali: 59.500 €

WP02 – PoETIC – Tasks, unità, attività, costi in breve



WP02A05: Elettronica e Ottica

Unità: **Napoli**

Contatto: Antonino Chiummo, antonino.chiummo@na.infn.it

Descrizione: Componenti ottici ed elettronici per tiltmetro e interferometro, sensori sismici, sistema di controllo e computer per data processing

Costi:

Personale: 110.080,00 €

Attrezzature: 905.000,00 €

Costi generali: **63.500,00 €**

WP02A06: Applicazioni di materiali ad alta conducibilità termica per i payload criogenici di ET

Unità: **Roma**

Contatto: Eugenio Benedetti, eugenio.benedetti@roma1.infn.it

Descrizione: Acquisto componenti per selezione preliminare, implementazione degli apparati, costruzione del prototipo

Costi:

Personale: 110.080,00 €

Attrezzature: 400.000,00 €

Costi generali: 28.000,00 €

WP02 – PoETIC – Tasks, unità, attività, costi in breve

WP02A07: Completamento dei laboratori ETICO2

Unità: **Cagliari**

Contatto: Angelo Loi, angelo.loi@ca.infn.it

Descrizione: Attrezzature per il completamento del laboratorio ETICO2: wire bonder, flip-chip, stazione di probe

Costi:

Personale: 110.080,00 €

Attrezzature: 1.115.000,00 €

Costi generali: 78.050,00 €

WP02A08: Prototipo della sorgente laser per ET

Unità: **Cagliari**

Contatto: Andrea Lampis, andrea.lampis@ca.infn.it

Descrizione: Prototipo dell'IMC di ET-HF

Costi:

Personale: 110.080,00 €

Attrezzature: 650.000,00 €

Costi generali: 45.500,00 €

WP02 – PoETIC – Tasks, unità, attività, costi in breve



WP02A09: Prototipo completo della sospensione

Unità: **Napoli**

Contatto: Lucia Trozzo, lucia.trozzo@na.infn.it

Descrizione: Realizzazione del prototipo completo della sospensione NIP, inclusa camera da vuoto e sistema di pompaggio

Costi:

Attrezzature: 1.400.00,00 €

Costi generali: 98.000,00 €

MITI

Multimessenger Infrastructures
and
Technologies in Italy

WP02A01 - Studio di fattibilità del triplo pendolo

Francesco Bianchi

INFN – Sezione di Perugia

Kick off Meeting tecnico

Roma, 28 agosto 2026

Attività da svolgere

Il laboratorio CAOS è stato creato nell'ambito del progetto di infrastruttura di ricerca **ETIC-PNRR**. È destinato anche a fungere da palestra per lo **sviluppo di tecnologie legate al futuro interferometro Einstein Telescope** di terza generazione. Ospita due torri da vuoto di 15 metri di altezza.

L'obiettivo del progetto è quello di implementare un interferometro Fabry-Pérot (FP) definendo **una torre che possa ospitare tre specchi sospesi (triplo pendolo) al vertice L dello strumento** per ricreare due cavità FP e incorporare uno specchio beam splitter.

Le attività si articolano in una prima fase di studio di fattibilità e di successiva progettazione del sistema a triplo pendolo per concludersi con la costruzione di un prototipo del sistema volto allo studio principale dei controlli.

1. Relazione sulle simulazioni FEM e OCTOPUS del triplo pendolo.
2. Progettazione del prototipo in scala con architettura di controllo.
3. Relazione sul progetto preliminare.
4. Costruzione e commissioning di un prototipo in scala del pendolo triplo.



Attrezzature da acquistare

Ambienti simulativi (OCTOPUS e ANSYS) e software di disegno meccanico (CAD 3D - Solidworks) sono già in uso e disponibili nella sezione di Perugia. Una stima approssimata per la costruzione del prototipo è riportata di seguito, considerando sistema primario da vuoto e sistema DAQ e real time PC già disponibili in sezione e nel laboratorio CAOS.

Voce	Costo (k€)
Meccanica pendoli (strutture, tubi, piastre, pesi)	40
Giunti flexure in acciaio maraging	20
Motori e attuatori vacuum compatible	40
LVDT e sensoristica vacuum compatible	25
Elettronica di controllo	30
Feedthrough elettrici e meccanici	10
Camera a vuoto in acciaio inox	70
Pompa turbomolecolare	25
Vacuometri e controllo pressione	15
Valvole e flange	25
Totale	300

Ripartizione percentuale costo per macro-area

Meccanica	20%
Sensoristica	18%
Attuazione	14%
Vuoto	48%

Gantt dell'attività WP02A01

Progetto MITI - Piano attività (Gantt)

WP	Acronimo	Attività	UO responsabile	Mese avvio	Durata (mesi)	Mese fine	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
WP02	WP02A01	Studio di fattibilità del triplo pendolo	Sezione di Perugia	1	30	30																														
	WP02A01_1	Simulazioni FEM e OCTOPUS		1	6	6																														
	WP02A01_2	Progettazione meccanica del prototipo		5	13	17																														
	WP02A01_3	Relazione progetto preliminare		14	6	19																														
	WP02A01_4	Costruzione e commissioning del prototipo		16	15	30																														

Personale

- **N. 1 Tecnologo meccanico** previsto dal progetto
- **N. 2 Dottorandi:** un dottorando in Fisica (già disponibile) e uno in ingegneria meccanica/elettronica (da reclutare) sfruttando la vicinanza geografica (e disciplinare) di CAOS al Dipartimento di Ingegneria di UNIPG.
- **Richiesta di un assegno tecnologico** in particolare per la fase di costruzione e commissioning del prototipo.

MITI

Multimessenger Infrastructures
and
Technologies in Italy

Analisi dei materiali per il sistema di filtraggio verticale

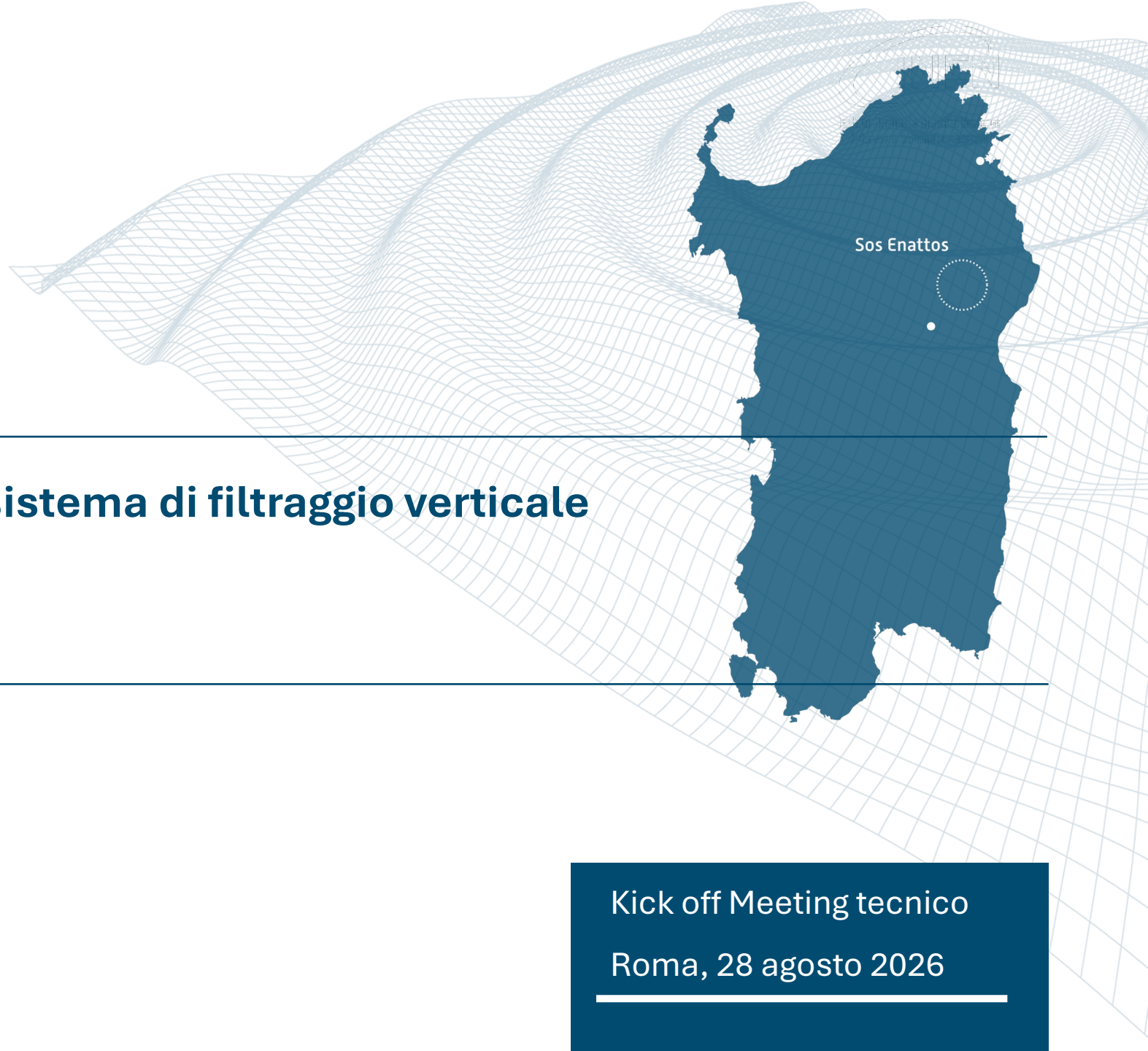
WP02A02

Gabriele Capoccia

INFN-Perugia

Kick off Meeting tecnico

Roma, 28 agosto 2026



Stato dell'arte e attività future



- Il materiale usato negli attuali rilevatori di onde gravitazionali per la realizzazione dei sistemi di attenuazione sismica verticale è l'Acciaio **Maraging** – acciaio alto resistenziale trattato termicamente. Da qualche anno si riscontra una notevole difficoltà di approvvigionamento di tale materiale → È necessario cercare una alternativa per la costruzione di ET;
- Il Centro per Applicazioni sulle Onde Gravitazionali e la Sismologia (CAOS) ospiterà due Super Attenuatori di 13 mt di altezza e durante la fase di progettazione il gruppo di ricerca ha scelto di usare il **Titanio** come materiale alternativo al Maraging da testare in condizioni operative;
- Il laboratorio CAOS, inizializzato da ETIC presso l'UO INFN-Perugia può effettuare un potenziamento delle sue capacità di ricerca sui materiali da utilizzare per l'attenuazione sismica verticale attrezzandosi per condurre test di:
 - **Trazione**;
 - **Creep**;

Attività future

- Indagini bibliografiche e di mercato;
- Indagini sui trattamenti termici e sulle tecniche di lavorazione supportate da ciascun materiale che garantiscano l'ottenimento delle geometrie richieste;
- Prove di trazione;
- Installazione di uno strumento per valutare i fenomeni di creep;
- Lo studio dei trattamenti termici e dei processi tecnologici potrà essere condotto in collaborazione con realtà industriali facilitando il trasferimento di conoscenze all'industria;
- Misura dell'attenuazione verticale con lame del materiale scelto utilizzando un banco prova costruito ad hoc;

Budget, Gantt e Personale

Budget

- Stimati in fase di proposal $\approx 100'000 \text{ €} \rightarrow 80\% \text{ Inventario Attrezzature} - 20\% \text{ Consumabili}$
- Una macchina per effettuare test di trazione è già stata acquistata l'anno scorso ed è presente in dipartimento;
 - 5 k€ per afferraggi custom da realizzare;
- Progettazione e realizzazione di attrezzatura per effettuare test di creep:
 - 60 k€ comprensiva della parte meccanica e di quella elettronica (Lvdt, tastatori..)
- 5 k€ per acquisto materiali di prova;
- 10 k€ realizzazione provini di misura di varia geometria;
- 20 k€ realizzazione banco prova per misura dell'attenuazione verticale compreso di sensoristica (accelerometri, attuatori...)

Progetto MITI - Piano attività (Gantt)

WP	Acronimo	Sotto Attività	Mese avvio	Durata (mesi)	Mese fine	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
WP02	WP02A02		1	30	30																														
		Analisi Bibliografica	1	3	3																														
		Prove di trazione	3	3	5																														
		Design banco creep	6	5	10																														
		Build. and commiss. banco creep	12	9	20																														
		Design banco test	6	11	16																														
		Build. and commiss. banco test	12	17	28																														
		relazione finale	2	29	30																														

Personale

- Il personale che sarà coinvolto nella UO di Perugia sarà costituito da:
 - 1 Tecnologo (TI);

Si prevede il coinvolgimento di altro personale già in servizio presso UniPG e altre sezioni dell'INFN (es. Pisa)

MITI

Multimessenger Infrastructures
and
Technologies in Italy

WP02A03: Aggiornamento del laboratorio

Luciano Di Fiore

INFN – Sezione di Napoli

Kick off Meeting tecnico

Roma, 28 agosto 2026



Attività da svolgere

Per il completamento dell'infrastruttura realizzata a Napoli per ET, uno dei due laboratori è stato ristrutturato solo in parte per cui è opportuno provvedere a ulteriori miglioramenti.

- Realizzazione di un **carro-ponte** con portata pari a 1.5 tonnellate, necessario per la movimentazione di carichi (componenti meccanici pesanti, virole delle camere da vuoto, ...)
- Realizzazione di una **camera pulita** (superficie $\sim 20 \text{ m}^2$) per ospitare le attività relative alla generazione di luce squeezed

Criticità:

Lavori in locali di proprietà dell'Università di Napoli.

Stiamo valutando, con l'aiuto degli uffici tecnici di entrambi gli enti, le possibili soluzioni



Modalità

Per la progettazione del carro ponte e della camera pulita ci si avvarrà di una consulenza professionale oltre che del supporto dell'ufficio tecnico dell'Università.

Questo perché la localizzazione del laboratorio in cui andranno installate le facility è peculiare e richiede particolari accorgimenti sia per la realizzazione che per l'operatività.

Non è richiesto personale aggiuntivo su questo task.

Componente	Costo
Carroponte	70.000,00 €
Camera Pulita	230.000,00 €
Progettazione	30.000,00 €
Spese Generali	7.000,00 €

Missioni	Consumo	Inventario	Apparati	Servizi
- €	- €	- €	- €	337.000,00 €

Sub-task	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
Progettazione																														
Carro ponte																														
Camera pulita																														

	Partecipanti
WP02A03	Luciano Di Fiore
WP02A03	Martina De Laurentis
WP02A03	Rosario De Rosa
WP02A03	Valeria Sequino

MITI

Multimessenger Infrastructures
and
Technologies in Italy

WP02A04: Componenti meccanici

Luciano Errico

Università di Napoli «Federico II»

Kick off Meeting tecnico

Roma, 28 agosto 2026



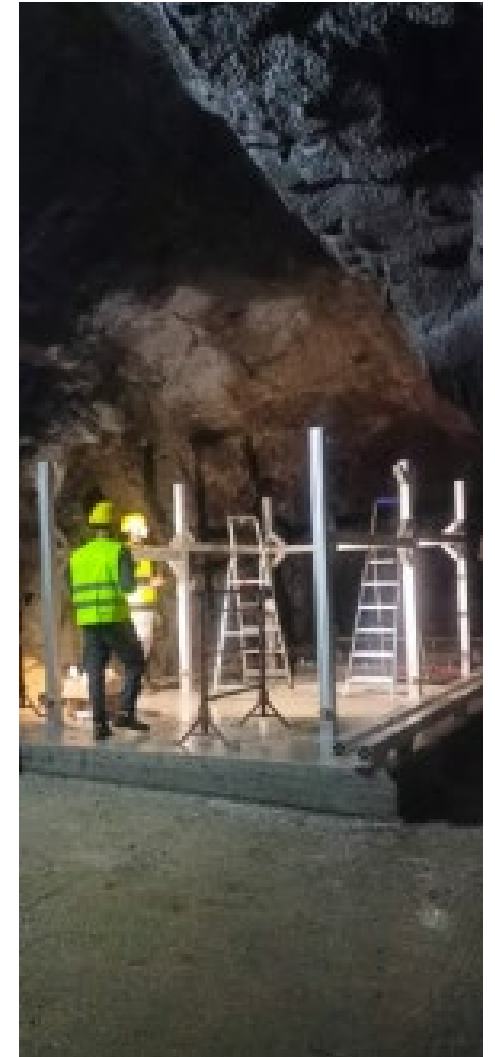
Attività da svolgere

Questo task ed il successivo sono entrambi finalizzati alla realizzazione di due degli apparati reputati utili per il raggiungimento delle prestazioni a bassa frequenza del rivelatore ET-LF.

In particolare:

- Realizzazione di un **tiltmetro a grande base**, capace di operare a bassa frequenza e con elevata sensibilità. Rispetto ad ET, questo apparato consentirà la determinazione del tilt nel sottosuolo e la conseguente riduzione del rumore newtoniano nel segnale prodotto dal rivelatore. **La realizzazione del laboratorio sotterraneo presso Sos Enattos è quasi ultimata e si prevede l'installazione del tilmetro standard (ET-2) entro fine 2026.**
- Realizzazione di un sistema per la misura, ad alta sensibilità, di **micro-vibrazioni di elementi meccanici**. Esso si basa su un interferometro sospeso tramite un sistema di isolamento sismico di elevate prestazioni. Nell'ambito di ET, questo sistema consentirà la validazione delle funzioni di trasferimento meccaniche delle sospensioni per le masse test

In questo task sono inclusi la progettazione e l'acquisto dei componenti meccanici necessari per la costruzione di entrambi gli apparati.



Modalità

Per la realizzazione dell'interferometro è **già disponibile** un sistema di sospensione basato su un doppio pendolo invertito (NGSA).

Ne sarà **cambiata** l'attuale **dummy-mass** per permettere la sospensione di uno degli specchi dell'interferometro. Con una parte dei fondi disponibili sarà realizzata la seconda sospensione (camera da vuoto già disponibile: da modificare in parte)

Per la progettazione del **tiltmetro** ci si baserà sul **prototipo già esistente (ET-2)** modificando le dimensioni del braccio per consentire di estendere la banda a frequenze più basse rispetto a quelle attuali.

Sub-task	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
Design tiltmetro																														
Design sospensione																														
Meccanica tiltmetro																														
Meccanica sospensione																														
Vuoteria tiltmetro																														
Vuoteria interferometro																														
Assemblaggio tiltmetro																														
Assemblaggio interferometro																														
Commissioning tiltmetro																														
Commissioning interferometro																														

Componente	Costo
Camera da vuoto e pompaggio per tiltmetro	160.000,00 €
Accessori per vuoto tiltmetro	70.000,00 €
Componenti meccanici	120.000,00 €
Sistema di isolamento NIP	500.000,00 €
Spese Generali	19.833,00 €

Partecipanti
Alcide Bertocco
Annalisa Allocca
Enrico Calloni
Lucia Trozzo
Luciano Di Fiore
Luciano Errico
Moreno Nacca
Rosario De Rosa
Tecnologo da reclutare

Missioni	Consumo	Inventario	Apparati	Servizi
9.916,00 €	80.000,00 €	- €	770.000,00 €	9.917,00 €

MITI

Multimessenger Infrastructures
and
Technologies in Italy

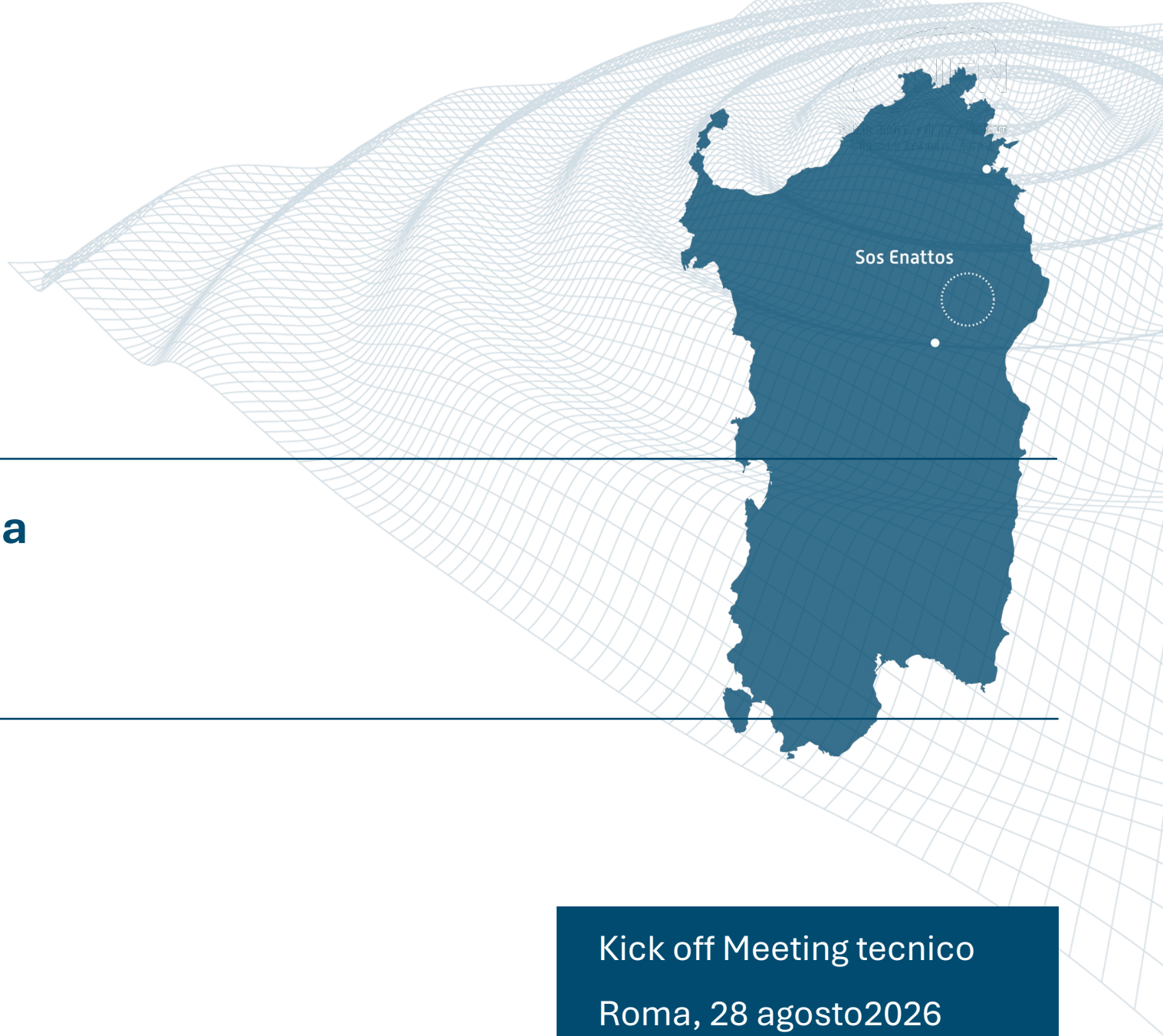
WP02A05: Elettronica e Ottica

Antonino Chiummo

INFN – Sezione di Napoli

Kick off Meeting tecnico

Roma, 28 agosto 2026



Questo task, oltre ai **componenti elettronici ed ottici** per la realizzazione del **tiltmetro** e dell'**interferometro**, include anche:

- Realizzazione di una **rete di sensori sismici**, a larga banda e ad alte prestazioni, potenziata rispetto a quella realizzata nell'ambito di PLaNET. Questa rete costituirà la base per lo studio e l'applicazione di tecniche di intelligenza artificiale, sviluppate in collaborazione con aziende del settore, per la **ricostruzione del campo sismico** a partire da un numero ridotto di sensori.
- L'acquisto di **server** per la gestione dei dati e lo sviluppo delle tecniche di IA per la ricostruzione del campo sismico.
- Lo scopo è valutare la riduzione del numero di sensori necessari per la cancellazione del rumore Newtoniano.
- La rete di sensori sarà utilizzata anche per verificare la fattibilità e la funzionalità di un **sistema di controllo ibrido** per il tiltmetro.

Modalità

Questo task sarà svolto i parallelo al precedente, con il quale condividerà la fase di progetto.

La realizzazione dei vari sistemi: tiltmetro, interferometro e rete sismica sarà finalizzata in parallelo.

Sub-task	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
Acquisto server																														
Acquisto sismometri																														
Ottica per tiltmetro																														
Ottica per interfometro																														
Commissioning rete sismica																														
Assemblaggio tiltmetro																														
Assemblaggio interferometro																														
Commissioning tiltmetro																														
Commissioning interferometro																														

Partecipanti
Annalisa Allocca
Antonino Chiummo
Enrico Calloni
Fabio Garufi
Lucia Trozzo
Luciano Di Fiore
Luciano Errico
Rosario De Rosa
Tecnologo da reclutare

Componente	Costo
Server per gestione dati e calcolo	200.000,00 €
Laser per tiltmetro	50.000,00 €
Sistema di acquisizione	180.000,00 €
Sismometri	200.000,00 €
Componenti ottici	60.000,00 €
Componenti elettronici	65.000,00 €
Cavità di riferimento	150.000,00 €
Spese Generali	21.117,00 €

Missioni	Consumo	Inventario	Apparati	Servizi
10.558,00 €	50.000,00 €	780.000,00 €	75.000,00 €	10.559,00 €

MITI

Multimessenger Infrastructures
and
Technologies in Italy

WP02A06

Applicazioni di materiali ad alta conducibilità termica per i
payload criogenici di ET

Eugenio Benedetti and
Ettore Majorana

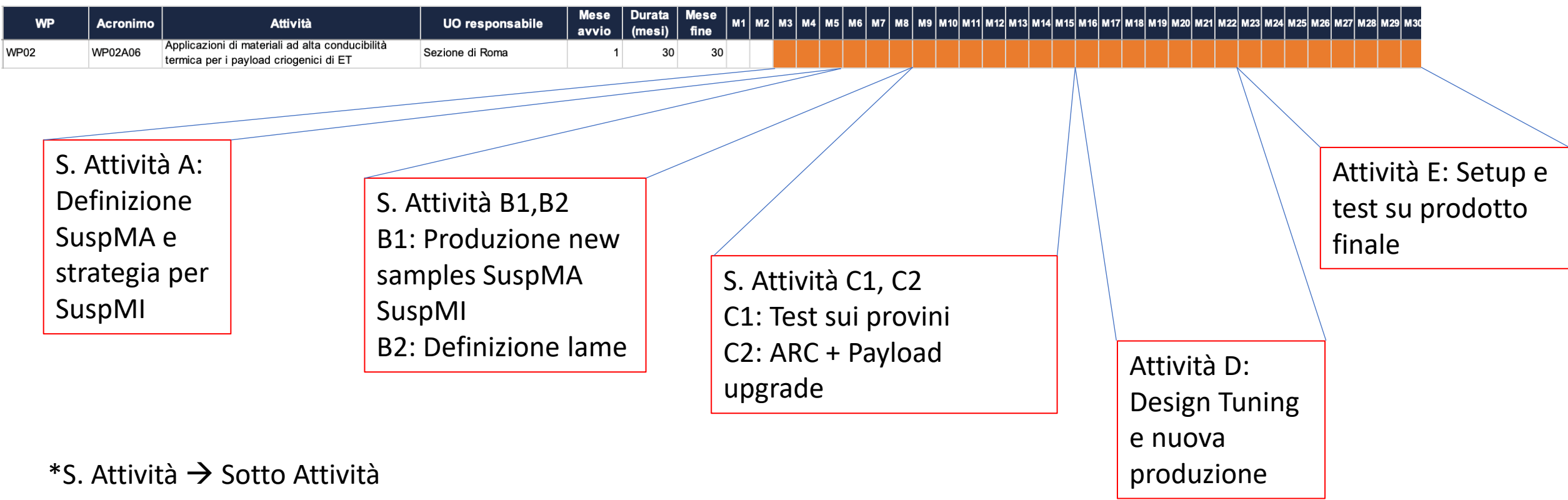
Affiliazione: INFN ROMA1



Sos Enattos

Kick off Meeting tecnico
Roma, 28 agosto 2026

Applicazioni di materiali ad alta conducibilità termica per i payload criogenici di ET



*S. Attività → Sotto Attività

WP02A06

Budget estimation

- **Personale** → **110k€** → Persona TBD
- **Consumo** → **312k€**
 - Provini e componenti finali per sospensioni MA e MI e lame → 275 k€
 - Meccanica → 32k€
 - Upgrade payload criogenico ARC → 10 k€
 - Set up per test su provini → 27k€
- **Apparato** → **60k€**
 - Componentistica vuoto per criostato → 50k€
 - Upgrade ARC → 10k€
- **Missioni** (da spese Generali): **20 k€**

Team



E. Majorana



E. Benedetti 60 %



P. Puppo 20%



L. Naticchioni 20%



M. Ricci



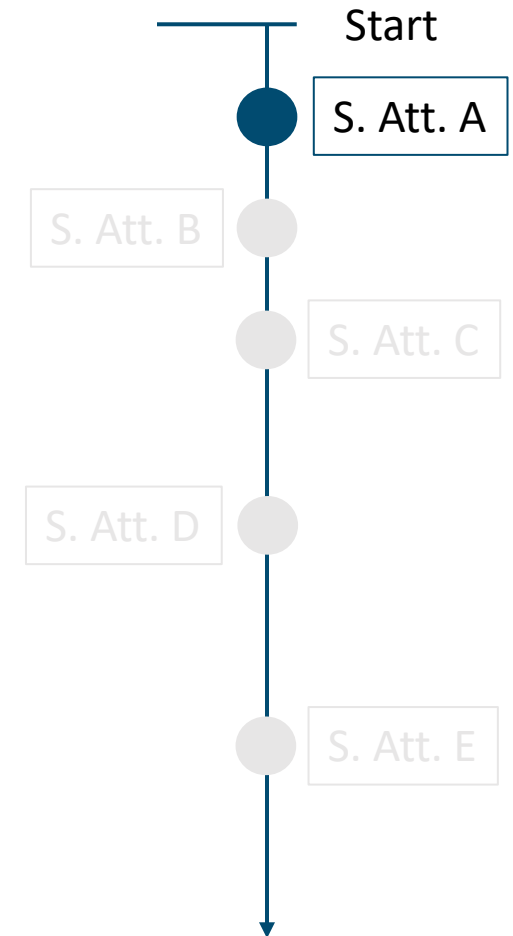
A. Quintavalle



Persona TBD 100%

S. Attività A: Studio geometrie SuspMA e SuspMI

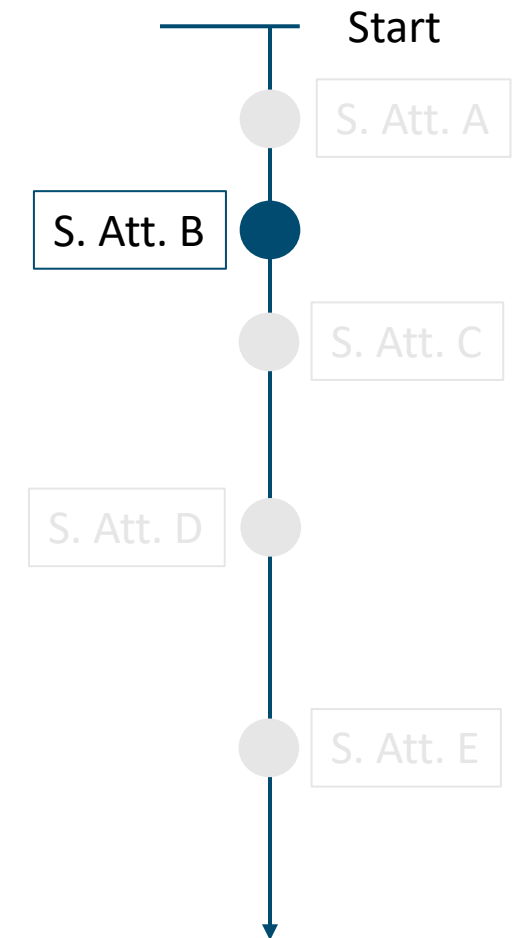
- **Breve descrizione:** Studio di soluzioni tecniche in **zaffiro** per la sospensione della marionetta e dello specchio del payload criogenico di ET: progettazione di campioni da testare con carico nominale. Collaborazione con ditta giapponese, avviata durante ETIC, ora in corso.
- **Durata:** 3 mesi
 - Inizio M3 → Fine M6
- **Budget estimation:** Nessun costo



- **Breve descrizione:** Attività per **seguire tutte le fasi della realizzazione**. Verranno in parallelo effettuati studi relativi a soluzioni alternative in collaborazione con **Glasgow Univ.**
- **Durata:** 3 mesi
 - Inizio M6 → Fine M9
- **Budget estimation:** 80k€ → acquisto dei provini in zaffiro

S. Attività B2: Definizione lame

- **Breve descrizione:** Sono state fatte diverse ipotesi sul disegno di lame cristalline in scala, ma con proprietà adatte per la riduzione del rumore termico verticale. In questa fase di studio occorre **finalizzare un disegno esecutivo** (materiali compositi verranno anche considerati)
- **Durata:** 3 mesi
 - Inizio M6 → Fine M9
- **Budget estimation:** Nessun costo

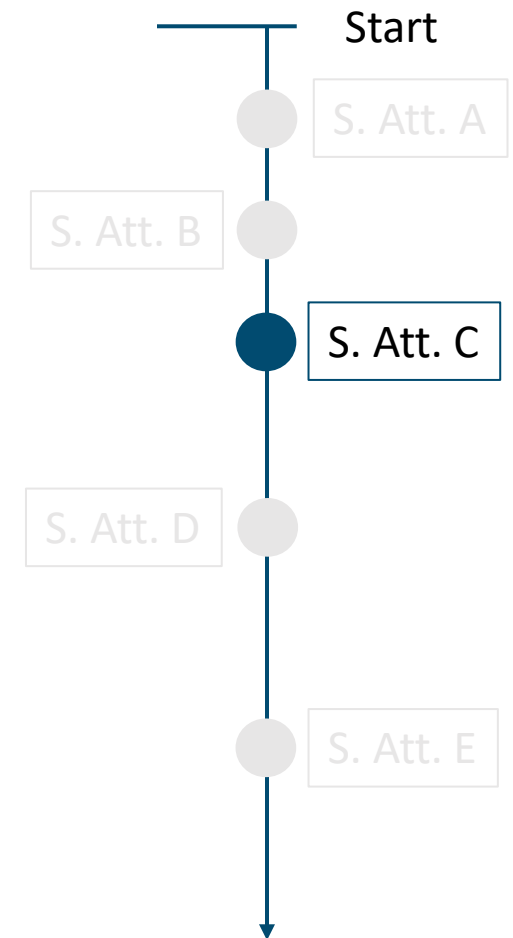


Attività C1: Test on Samples MA & MI

- **Breve descrizione:** Verranno eseguiti **test su dissipazione meccanica** a temperatura criogenica su un piccolo criostato, più **prove di tenuta** del carico con macchina di trazione.
- **Durata:** 7 mesi
 - Inizio M9 → Fine M15
- **Budget estimation:** **5k€** → Meccanica per jig di test

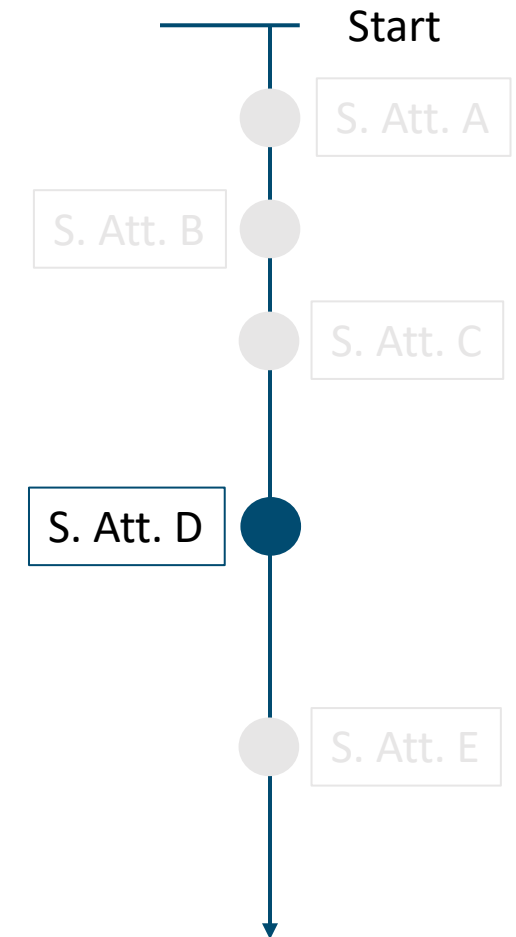
Attività C2: ARC + Payload upgrade

- **Breve descrizione:** Componentistica meccanica per completamento Payload ARC (es. meccanismo bilanciamento) e termometria. Impianto di gas tecnici per laboratorio ARC + contratti di manutenzione macchinari
- **Durata:** 7 mesi
 - Inizio M9 → Fine M15
- **Budget estimation:** **65k€** → 50k€ componentistica vuoto e termometria ARC, 10k€ upgrade laboratorio ARC, 5k€ upgrade Payload ARC



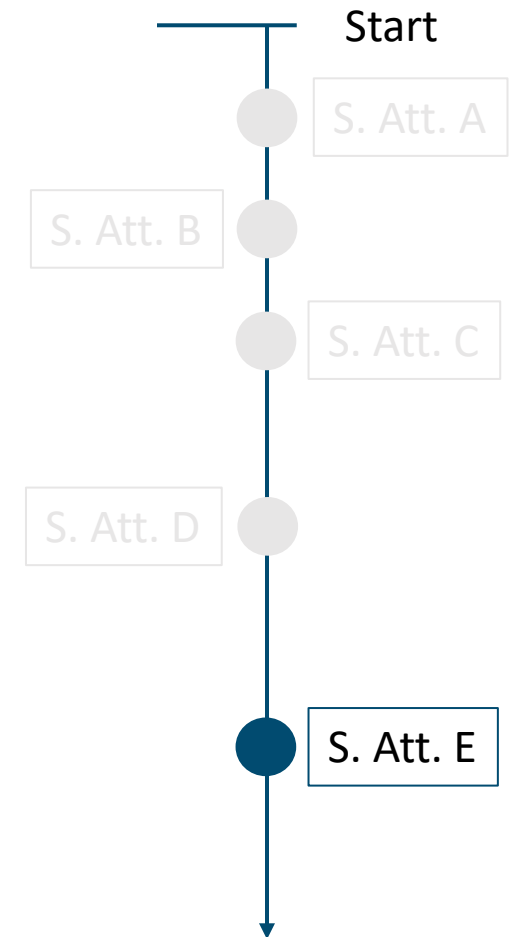
Attività D: Design tuning e nuova produzione

- **Breve descrizione:** Tenendo conto dei risultati ottenuti, in collaborazione con la ditta di manifattura verranno definite le **nuove specifiche** e il **nuovo esecutivo** per le componenti finali
- **Durata:** 7 mesi
 - Inizio M15 → Fine M22
- **Budget estimation:** 195k€ → Acquisto provini



Attività E: Setup and test componenti della seconda lavorazione

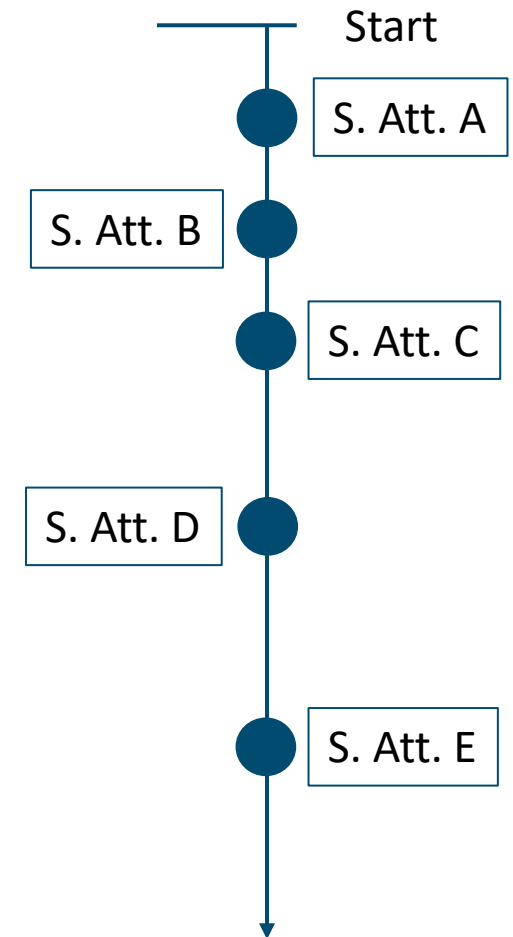
- **Breve descrizione:** definizione e realizzazione della meccanica per **assemblare la sospensione**
- **Durata:** 8 mesi
 - Inizio M22 → Fine M30
- **Budget estimation:** 22k€ → Meccanica per set up componenti seconda lavorazione



WP02A06

Sintesi spesa

Capitolo	Item	Costo [k€]
Consumo		
	Parti lavorate in zaffiro	275
	Meccanica Payload ARC	10
	Meccanica set up test provini	27
	Tot. consumo	312
Apparati		
	Componentistica vuoto criostato ARC	50
	Upgrade meccanica payload ARC	10
	Tot. Apparato	60
Personale	Personale	110
Missioni	(da spese generali)	20
	TOT.	502





Multimessenger Infrastructures
and
Technologies in Italy

WP02A07 Completamento laboratori ETICO2

INFN-Cagliari



MITI Kick Off

8/28/2026

32

Disclaimer



- Slides tirate su in fretta a causa del poco preavviso. Inoltre, causa il period estivo, non c'è stata la possibilità di discutere con tutti i colleghi locali della sezione sul contenuto.
- Informazioni contenute nelle slides si basano su informazioni raccolte ed esperienza accumulata durante lo svolgimento di ETIC
- All costs are vat excluded, which means that approximately 300 k€ of the 1.3 M€ is vat.



Facilities, scientific instrumentations and technological equipment

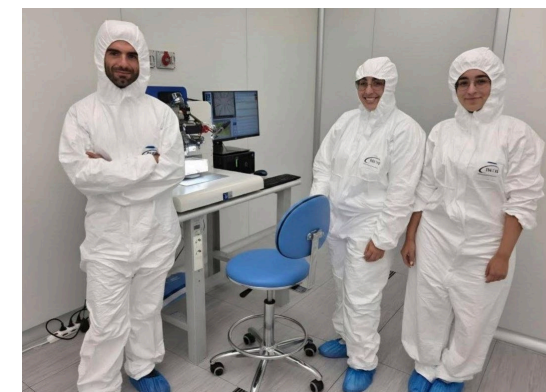
- 1) **Cleanroom:** Cleanroom con zone ISO5 e ISO6 per sviluppo e caratterizzazione fotorivelatori ed elettronica
- 2) **Optical diagnostic laboratory:** Sviluppo e test di dispositivi per la diagnostica di un interferometro (Phase Cameras)
- 3) **PCB lab:** Laboratori di assemblaggio per elettronica a componenti discrete
- 4) **Thermo optics laboratory:**

Comunicazione

- 1) Inaugurazione dei laboratori avvenuta il **9 Luglio 2025**
- 2) Settembre 2025: Primo tirocinio con studentesse UNICA
- 3) Marzo 2026: Formazione personale di comunicazione info-point Lula e Nuoro
- 4) [Inaugurazione laboratori ETIC](#)
- 5) [Intervista a Emma J. Johnson e Prajkta Hahete](#)

Presentazioni a convegni/conferenze/simposi

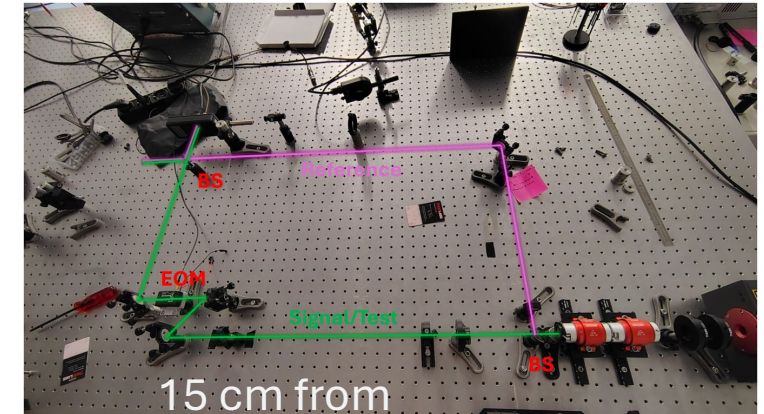
- 1) **A. Loi**, Towards the development of advanced opto-electronic components for ET: The ETICO2 laboratories, [ET Symposium Maastricht 2024](#)
- 2) **A. Lampis**, The ETICo2 Laboratories, a state-of-the-art facility for opto-electronics and coatings for ET, [ET Symposium Bologna 2025](#)



Activities ongoing / to carry out

- **Development of next generation phase camera based on a pixelated photodetector**
 - Test setup for a single channel phase camera based on a InGaAs photosensor
 - Acquisition of knowledge and experience in developing components for a multipixel phase camera
 - Setup is under finalization, beam profile analyzed along optical path.
 - Already a first preliminary study on data bandwidth and potential architecture has been made and will be adapted the more the testing in laboratory goes on
 - Development of in-house hybridization techniques for the development of hybrid pixel photo-detectors
 - First tests performed in collaboration with group V experiments using HEP ASIC and sensors as test device
 - First results will be presented at TWEPP 2026
 - Servicing for electronic board development and assembly (still to be started due to manpower shortages)
- Development for a prototype LASER source for ET (when and what ?)

The bench to date



EOM
1.27 mm

Possible preliminary design on a PC ASIC



- Weekly meeting for the development of the PC are ongoing
 - Development of optical setup
 - Discussion on measurements related to cavity locking, physical principles of demodulation with a single channel PC
- Activity in lab also helps to first brainstorm potential design of hybrid pixel photodetector using experience gathered within HEP.
 - First studies are focusing on performance, power budget and first architecture limitations
 - In the meanwhile, a single channel digital firmware is under development to demodulate the analog signal output from the photodiode

ET ITALY Einstein Telescope Phase Camera: let's do the math

$$P_{tot} = E_{tot} E_{tot}^* = (E_C + E_U + E_L + E_H) \cdot (E_C^* + E_U^* + E_L^* + E_H^*)$$

Constant term $= |E_C|^2 + |E_U|^2 + |E_L|^2 + |E_H|^2$

PDH term $= E_C E_U^* + E_U E_C^* + E_C E_L^* + E_L E_C^* + E_C E_H^* + E_H E_C^* + E_U E_L^* + E_L E_U^* + E_U E_H^* + E_H E_U^* + E_L E_H^* + E_H E_L^*$

Sidebands term $= E_C E_L^* + E_L E_C^* + E_C E_H^* + E_H E_C^* + E_U E_L^* + E_L E_U^* + E_U E_H^* + E_H E_U^*$

Phase camera term $= E_C E_H^* + E_H E_C^* + E_U E_H^* + E_H E_U^* + E_L E_H^* + E_H E_L^*$

Phase camera term is the only part with different beating frequencies for carrier and for to the AOM frequency shift)

using $E_a E_b^* + E_b E_a^* = 2 \operatorname{Re}(E_a E_b^*)$

Phase camera term

$$= 2 \operatorname{Re}(E_C E_H^*) \rightarrow 2 \operatorname{Re}[CH e^{i(\omega t + \phi_C)} e^{-i((\omega + \omega_h)t + \phi_h)}] = 2CH \cos(\omega_h t - \phi_C + \phi_h) = A_C C$$
$$+ 2 \operatorname{Re}(E_U E_H^*) \rightarrow 2 \operatorname{Re}[UH e^{i((\omega + \Omega)t + \phi_u)} e^{-i((\omega + \omega_h)t + \phi_h)}] = 2UH \cos[(\omega_h - \Omega)t - \phi_u + \phi_h]$$
$$+ 2 \operatorname{Re}(E_L E_H^*) \rightarrow 2 \operatorname{Re}[LH e^{i((\omega - \Omega)t + \phi_l)} e^{-i((\omega + \omega_h)t + \phi_h)}] = 2LH \cos[(\omega_h + \Omega)t - \phi_l + \phi_h]$$

we want to measure $A_C, A_u, A_l, \delta\phi_C, \delta\phi_u, \delta\phi_l$

01/07/2026 A. Lampis

ET ITALY Einstein Telescope Optical setup

Current goal is to modulate the laser beam with the EOM and measure the modulation effect with a photodiode

Measurement of:

- Modulation depth vs modulation frequency
- Learn laser modulation technique

Simulation could be useful to double check EOM performance, is it suitable?

Next step: addition of AOM to complete optical setup

First understanding of modulation procedures

- Readout through a single PD
- Oscilloscope used as a fast ADC
- Demodulation at first could be done offline with PC software

Having a simulation tool with a similar setup useful to produce a first dataset to employ demodulation

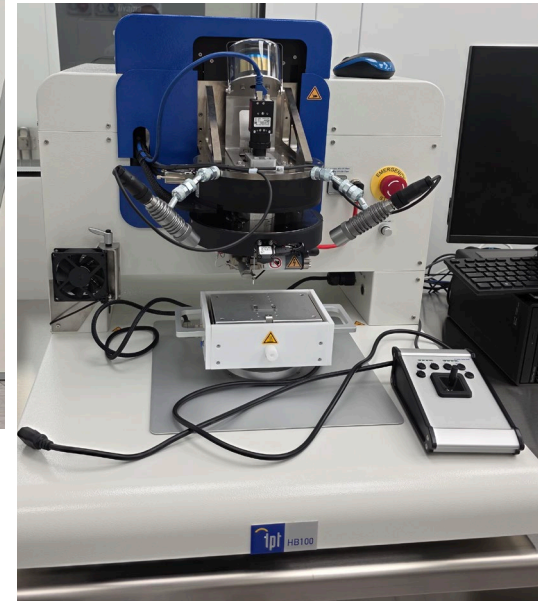
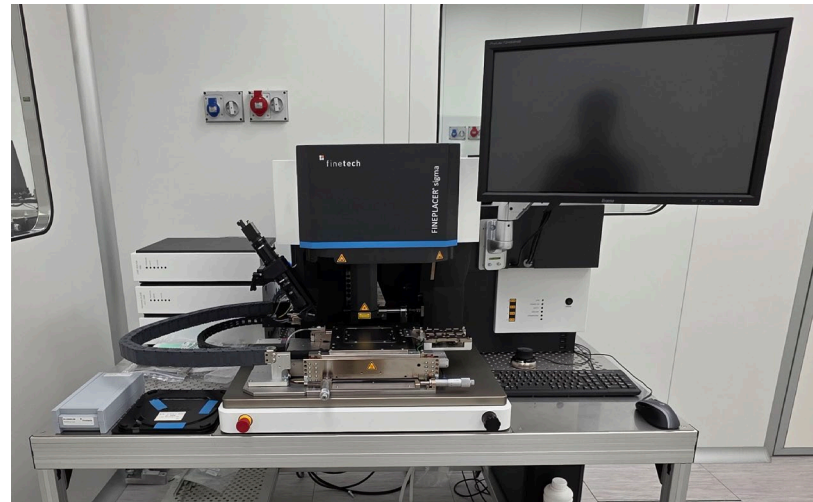
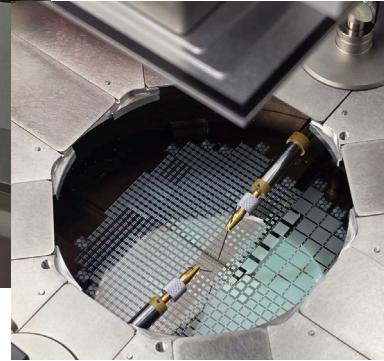
01/07/2026 A. Lampis

Sensors and ASIC laboratory

Status and needed instrumentation

Available devices/instrumentation

- ASIC and Sensors Laboratory
 - 8" Probestation with thermal chuck
 - Flip chip die bonder
 - Wirebonder
- Activities
 - Development of in-house hybridization techniques using ACF film. First results already available.
 - Collaboration among different institutes and universities established (CERN, UNIGeneva)
- Criticalities:
 - Instrumentation for inspection needed (microscope e.g.)
 - Compressed clean air supply is not sufficient, stronger compressor with more volume per minute needed!



Needed instrumentation



- Cleanroom:

- High end microscope with profilometry function
 - Surface scanning at 500 nm resolution
 - Useful especially for scanning sensor surface or characterizing mechanical components
 - First quote request ca. 140 k€ currently remodeling by removing unnecessary parts like surface material analyzer, estimated final price around 100k€ +/- 20 k€
- Oscilloscope for cleanroom
 - Allow to have an oscilloscope within the cleanroom without the need to bring inside already dirty devices
 - Requested high bandwidth and sampling rate compatible with ET operation (max. 100 k€ depending on configuration)
- Die bonding additional components:
 - Heated pick and place tool (quote already received (10000 k€))
 - Ultrasonic bonding arm (quote requested 90000 k€)
- Wirebonding upgrade
 - Optics and bonding tool upgrade + proper training (40 k€)
- Fridge with environmental control for delicate sample storage
 - Quote requested, price varies depending on configuration and volume (3 k€ - 15 k€)
- New compressor for pressurized air supply for cleanroom (50 k€)
 - Current supply is insufficient, upgrade urgently required



Additional needs for cleanroom



- Possible periodic maintenance of the cleanroom for the next 10 years
 - To be understand how to manage it (CR is University owned) no estimation possible
- Consumable for cleanroom over the next years
 - Cleaning equipment
 - Small items like tweezers, screwdrivers, testers and other material (ca. 40k€ + 5 k€ per year)
- The area before the cleanroom entrance is intended as a pre-service / assembly area:
 - Compressed air nozzles and devices for cleaning
 - Working table and chairs (< 5 k€)
 - Basic Soldering equipment and consumables (<10k€ + 1 k€ per year)

Personal involved/required



- Involved

- Angelo Loi
 - Die Bonder and Wirebonder operator (ad interim)
 - RUP related to all direct assigned ETIC purchases for the CR during 2024 and 2025
- Andrea Lampis
 - Probe Station and testing equipment

- Required

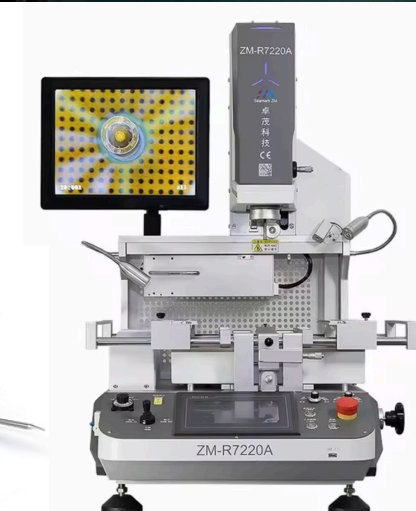
- Full time electronic technician/technologist
 - Possible field of operation is the full time operation of all electronic devices withing the sensors and ASIC laboratory as well as the PCB lab
- PhD student
 - Interest presented, waiting for selection results

PCB lab

Status and needed instrumentation

Status and Needed instrumentation

- ETICOO PCB lab layout is merged within the INFN-Ca electronics lab and is currently being under major reorganization due to the presence of different electronic projects of the Cagliari section
 - Arrangements are already taken between responsible of the electronic service and the university of Cagliari
- PCB lab
 - Rework station (<15k€)
 - Manual soldering equipment (<10k€)
 - Optical microscope for local soldering inspection (5-10 k€)
 - Consumables (5k€ + 1 k€ per year)
 - Working tables, chairs etc. (10-20k€)



Personal involved/required



- Involved

- Electronic service of the INFN Cagliari
- Angelo Loi (only on procurement as RUP)

- Required

- Full time electronic technician/technologist
 - Possible field of operation is the full time operation of all electronic devices withing the sensors and ASIC laboratory as well as the PCB lab

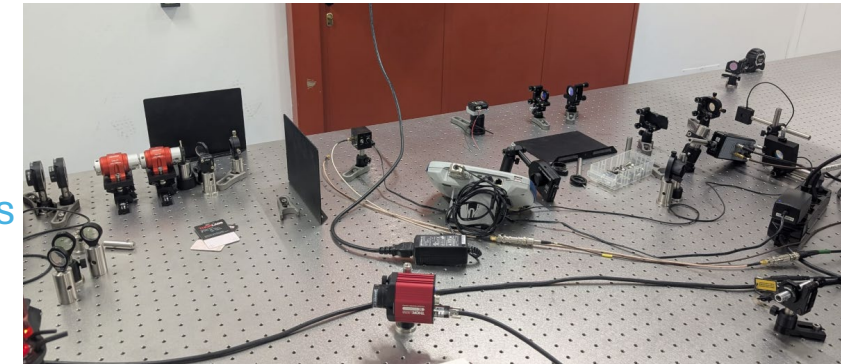
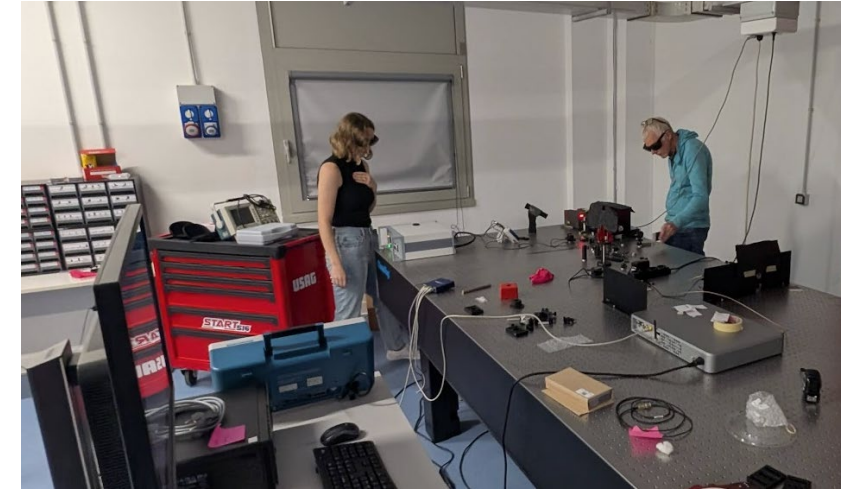
Optics laboratory

Status and needed instrumentation

Status and available devices/instrumentation



- Status
 - Development of phase camera ongoing
 - Finalization of a test bench including a small cavity almost done
 - Improving locking mechanism
 - PhD student working on the task will collaborate with an Australian group
- ASIC and Sensors Laboratory
 - Purchased with ETIC:
 - Optical table
 - Moku: Pro
 - Coherent Mephisto 2000 (ET founded)
 - E-, A- Optical Modulators, beam profiler, first set of Thorlabs consumables
 - Some criticalities:
 - Some instruments and consumables are currently borrowed from other laboratories and are needed back within the next months.
 - Due to the strong need to proceed with the activities, a stronger independence is required, especially on optical instrumentation and consumables.
 - Laboratory layout still incomplete, laser proof furniture could not be purchased due to insufficient ETIC budget. Laser safety systems such as interlocks are not installed.



Needed instrumentation / equipment



- CW low power Laser source @ 1064 nm wavelength (<40 k€ depending on brand and specifications)
- Thorlabs and general consumables (lenses, mounts etc.) <200 k€ (including already optical elements for 1064 nm)
 - Mounts, piezo stages, lenses, rails etc.
 - Additional

- MoKu delta
 - <100 k€ vat included



- InGaAs Photodetectors
 - 4 x 3000 k€ vat included



- Laboratory furniture (laser proofed)
 - Storage of consumables, instrumentation etc.
 - Needed
 - Cabinets (5k€ each)
 - Working tables (5k€ each)
 - Chairs (200 each)
 - Optical Tabletops (20 k€) or equivalent optical table structures
 - Total : ca. 55 k€



- IT/FPGA
 - Workstation for Finesse simulation (50k€)
 - FPGA ultrascale (15k€)

- LASER safety and interlock installation preparation of the laboratory (50 k)



Additional needs for Optical Laboratory



- Oscilloscope in the ET bandwidth range and performance level
 - Similar or equivalent to clean room requested device (<100 k€). Current device is borrowed from HEP group

Personal involved/required



- Involved

- Andrea Lampis
- Emma Johnson
- Andrea Contu
- Guido Zavattini
- Angelo Loi
- Augusto Alvez Jr.

- Required

- Potential PhD student (position opened in dottorato Nazionale)

Expenses Resume



- Cost estimation based on multiple information gathered during last 12 months
 - Available quotes already requested, telephonic consultation with product sellers a.s.o.
 - Max price and low price depends on multiple factors such as brand, configuration and state (new/refurbished/exposition)

Possible timeline



- Possible timeline based on previous experience gained during ETIC
 - It includes also all technical stops during 2026 and the beginning of 2027 that usually handicaps bureaucracy

Task/purchase	Aug-26	Sep-26	Oct-26	Nov-26	Dec-26	Jan-27	Feb-27	Mar-27	Apr-27	May-27	Jun-27	Jul-27	Aug-27	Sep-27	Oct-27	Nov-27	Dec-27	Jan-28	Feb-28	Mar-28	Apr-28	May-28	Jun-28	Jul-28	Aug-28	Sep-28	Oct-28	Nov-28	Dec-28
Microscope																													
Oscilloscopes																													
Die bonding components																													
Wirebonding components																													
Fridge																													
New compressor unit																													
Consumables																													
Cleanroom pre area workshop																													
PCB laboratory reconfiguration																													
Laboratory furniture purchase																													
LASER safety and interlock installation																													
Moku delta																													
Photo diodes																													

MITI

Multimessenger Infrastructures
and
Technologies in Italy



MITI WP02A07: Prototipo della sorgente laser per ET

Andrea Lampis

INFN – Sezione di Cagliari

Kick off Meeting tecnico

Roma, 28 agosto 2026

Attività da svolgere



- Si propone di progettare e realizzare un prototipo in scala ridotta dell'Input Mode Cleaner (IMC) per ET-HF e dei principali componenti necessari per disporre di un sistema di iniezione funzionante.
- Questo prototipo sarà successivamente utilizzato per studiare e affrontare sperimentalmente le principali incertezze tecnologiche.
- Il prototipo sarà successivamente trasferito al laboratorio SunLAB di Sos Enattos, non appena sarà disponibile, per beneficiare delle peculiari condizioni di estremo basso rumore vibrazionale dell'area.

Descrizione	Costo
Laser (1064nm)	50000
Laser (1550nm)	50000
Laser Amplifier	100000
Solid state amplifier for high power laser	100000
Suspended bench in vacuum 0.8 m x 0.8 m	50000
Vacuum pump	25000
Data acquisition system	100000
Altri componenti per il prototipo	175000

MITI

Multimessenger Infrastructures
and
Technologies in Italy

MITI WP02A09: Prototipo completo della sospensione

Lucia Trozzo

INFN – Sezione di Napoli

Kick off Meeting tecnico

Roma, 28 agosto 2026



Attività da svolgere

Lo scopo di questo task è la realizzazione di un secondo prototipo completo del sistema di sospensione basato sul NIP, da assemblare ed operare nel nuovo laboratorio SunLab.

La progettazione è interamente basata sul prototipo in corso di costruzione a Napoli, realizzato grazie ai fondi della call di gruppo 5 NGSA.

Il disegno del sistema è completo, per cui, a meno di piccole modifiche derivanti dal commissioning del primo prototipo, non ci aspettiamo particolari difficoltà nel fornire il progetto esecutivo.

La verifica dei singoli componenti sarà svolta nel laboratorio di Napoli, ma l'assemblaggio sarà completato direttamente nel laboratorio SunLab



Modalità

Per il montaggio a SunLab saranno necessarie le seguenti attrezzature:

- Carro ponte per la movimentazione dei carichi
- Officina meccanica per la lavorazione di piccole parti, munita di:
 - Tornio
 - Trapano/fresa
 - Vasca di lavaggio
- Sistema di pulizia per le parti in vuoto, composto da:
 - Vasca a ultrasuoni
 - Forno a vuoto

Sub-task	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
Design sospensione																														
Meccanica																														
Vuoteria																														
Sensori, attuatori, elettronica																														
Trasferimento																														
Montaggio																														

Partecipanti
Alcide Bertocco
Fabio Garufi
Lucia Trozzo
Luciano Di Fiore
Moreno Nacca
Rosario De Rosa

Componente	Costo
Sospensione e camera da vuoto	1.400.000,00 €
Spese Generali	32.667,00 €

Missioni	Consumo	Inventario	Apparati	Servizi
16.333,00 €	20.000,00 €	- €	1.380.000,00 €	16.334,00 €

MITI

Multimessenger Infrastructures
and
Technologies in Italy

GRAZIE PER L'ATTENZIONE (... e la pazienza)



Sos Enattos

Kick off Meeting tecnico

Roma, 28 agosto 2026