

Attività CMB at INFN-MI: Prospettive 2025

L.P.L. Colombo, B. Caccianiga, A. Mennella, M. Tomasi

Prospettive da osservazioni CMB

- Il fondo cosmico a microonde rappresenta una delle osservabili cosmologiche primarie ed è tuttora una miniera di informazioni per la cosmologia, l'astrofisica, e la fisica fondamentale.
- Gli sviluppi futuri che ci aspettiamo da misure di anisotropie di temperature e polarizzazione del CMB includono:
 - Detezione/caratterizzazione dei modi B primordiali/onde gravitazionali prodotte dall'Inflazione
 - Caratterizzazione della storia termica dell'Universo e limiti sulle proprietà dei gradi di libertà relativistici
 - Distribuzione della materia su larga scala (lensing gravitazionale)
 - Caratterizzazioni delle prime sorgenti luminose dell'Universo
 - Proprietà dell'emissione Galattica

Progetti Locali

- Il gruppo è coinvolto in tutti gli aspetti delle attività CMB: design e realizzazione di esperimenti, analisi dati, interpretazione scientifica dei risultati:
 - Design e caratterizzazione dei detector
 - Design e caratterizzazione delle ottiche
 - Calibrazione
 - Modeling atmosfera
 - Mapmaking
 - Separazione delle componenti
 - Stima degli spettri di potenza e parametri cosmologici
- Attività divisa su 3 sigle (**LSPE/STRIP**, **QUBIC**, **LiteBIRD**, + richiesta di apertura **CMB-S4**), con forte sinergia tra i vari progetti.



Preventivi di spesa per il 2025 per LSPE/STRIP Milano

B.Caccianiga

LSPE/STRIP: misura della polarizzazione del CMB

- LSPE e' composto da due strumenti: STRIP (a terra) e SWIPE (pallone)
- Milano si occupa del rivelatore STRIP

CARATTERISTICHE DI STRIP

- Rivelatore a terra (Tenerife)
 - Misura a 43 GHz (Q-band) e 90 GHz (W band);
 - Utilizza coherent polarimeters;
 - Presa dati di ~ 2 anni;
 - Larga copertura del cielo (25%);
 - 85% di overlap con la copertura di SWIPE;
-
- Possibile problema sul volo di SWIPE: rischio di sorvolo dello spazio aereo russo;
 - ASI/INFN stanno valutando la situazione;
 - In ogni caso, il lavoro su STRIP (la parte a terra) va avanti indisturbato;

Stato di STRIP

Strumento (criostato, polarimetri, elettronica);

- E' stato completato e integrato;
- System level tests in corso a Bologna

Telescopio (specchi, montatura, motori);

- La struttura del telescopio e' stata fornito da Oxford in kind;
- Si e' dovuto ri-adattare alle esigenze di STRIP;
- La realizzazione delle parti mancanti e' stata affidata alla ditta Marchesini (che aveva anche fatto i progetti esecutivi) con fondi INFN;
- La ditta ha completato i lavori a gennaio 2024
- Il telescopio sara' montato e testato da Marchesini (fondi ASI)

Preparazione del sito (fondamenta+ copertura del telescopio)

- Gara realizzata da IAC (Istituto Astrofisico delle Canarie) con fondi INFN;
- Problema a reperire la ditta per effettuare i lavori (gara deserta)
- **Si stanno sondando soluzioni alternative → Scheda incerta. 5 mesi dall'inizio lavori**

STRIP: Anagrafica e richieste 2025 a Milano

Ricercatori+Tecnologi+Tecnici

Marco Bersanelli	40%
*Barbara Caccianiga	40%
Loris Colombo	50%
Luciano Mandelli	0%
Aniello Mennella	30%

Totale **1.6 FTE**

*Responsabile locale

Capitolo	Richieste	Motivazione
Missioni	25 k€	-Meeting Tenerife: 10k -Sopralluoghi sito: 10k -Meeting in Italia: 5k
Inventario	20 k€	-Cavi
Trasporto	15 k€	-Trasferimento del telescopio a Tenerife
TOTALE	60 k€	

QUBIC: Q and U interferometer for Cosmology Preventivi 2025

A.Mennella



QUBIC

- Osservatorio a terra per la misura della polarizzazione del CMB su scale angolari $\sim 1^\circ$, in fase di realizzazione ad Alto Chorillo, Argentina.
- Il technology-demostrator a 150GHz è stato installato, lo strumento finale, che include anche una banda a 250GHz è in fase di sviluppo.
- L'approccio interferometrico permette una migliore ricostruzione della dipendenza in frequenza dell'emissione astrofisica della Galassia, minimizzando la contaminazione residua nelle mappe di CMB.

QUBIC: Attività locali

- Component Separation
 - Confronto tra approccio interferometrico e imaging diretto (E. Manzan, L. Zapelli, A. Mennella, L. Colombo)
 - Impatto di correlazioni del rumore tra detector (L. Zapelli, L. Colombo, A. Mennella)
- Scanning strategy
 - Sviluppo del modulo per la simulazione della strategia di scansione (N. Brancadori, A. Mennella)
 - Identificazione di sorgenti per le osservazioni del TD (N. Brancadori, E. Manzan, A. Mennella)
- Laboratory and commissioning data analysis
 - Identificazione e flagging di dati affetti da saturazione (E. Manzan, M. Haun)
 - Identificazione di flux jump tramite reti neurali (E. Manzan)
 - Caratterizzazione del rumore atmosferico (E. Manzan)
 - Calibrazione e caratterizzazione del rumore strumentale (E. Manzan)
- Attività manageriali e del collaboration board
 - Management generale (A. Mennella + QUBIC collaboration board)
 - Stesura di un MoU per le operazioni (A. Mennella + QUBIC collaboration board)

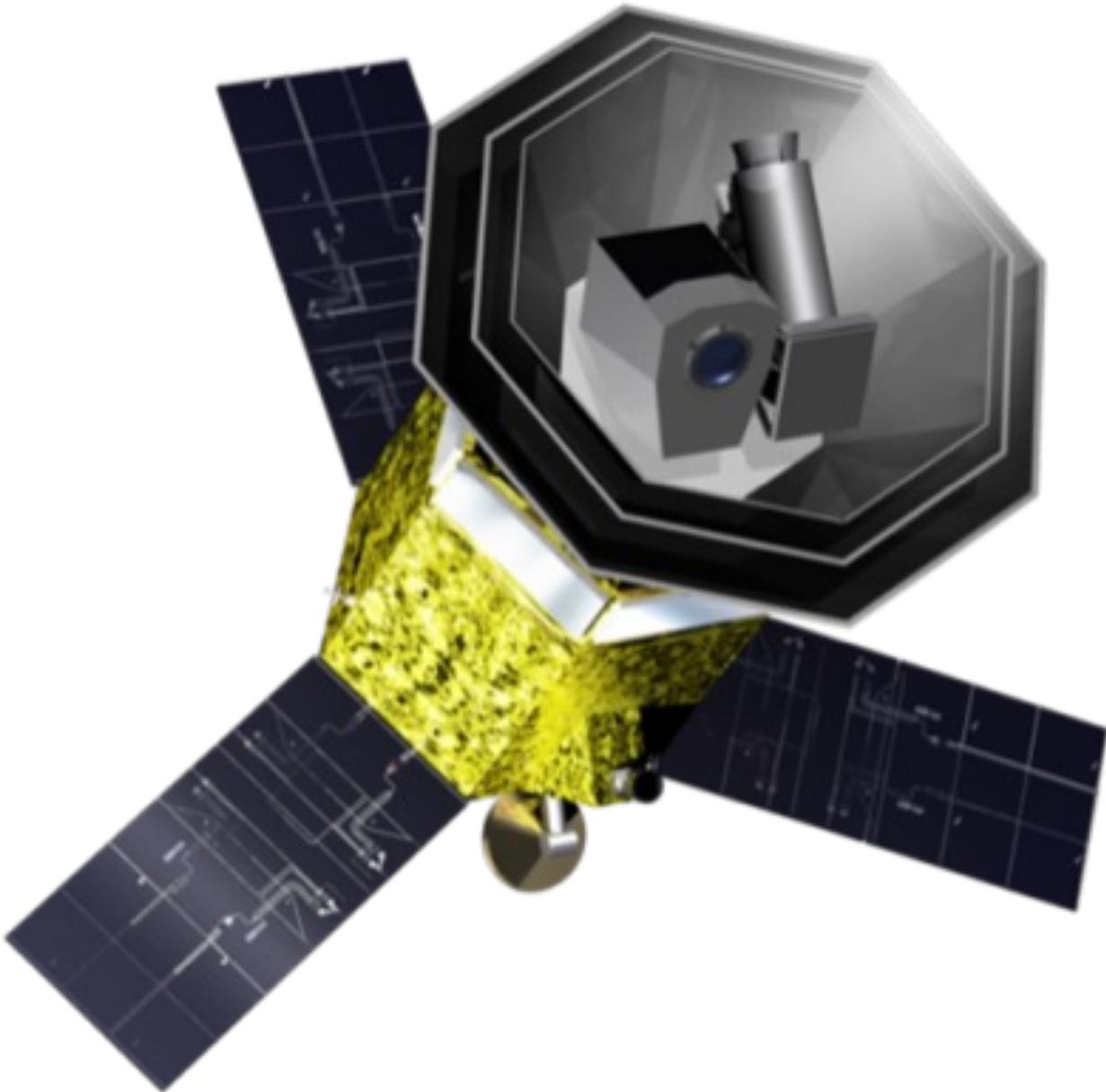
QUBIC: Anagrafica 2025

Nome	Posizione INFN	Ruolo	Tempo
Marco Bersanelli	Associato INFN	Prof. Ordinario	60%
Cristian Franceschet	Associato INFN	Tecnologo	70%
Elenia Manzan	Associato INFN	Dottoranda	100%
*Aniello Mennella	Associato INFN	Prof. Ordinario	70%
Luca Zapelli	Associato INFN	Dottorando	100%
Francesco Cavaliere	Associato INFN	Tecnico EP	30%

*Responsabile locale

QUBIC: Richieste 2025

Tipologia	Richiesta [k€]	Sub Judice [k€]	Descrizione
Missioni	23	0	<ul style="list-style-type: none">• 2 working meetings (10 days each) in Paris for pipeline development and science simulations (9k)• 2 European conferences (2 people, 5 days each meeting, 5k, SJ)• 1 travel to Argentina for TD operations (2 person for 15 days, 10.0k)
Totale	23		



Panoramica di LiteBIRD

- Misurare i modi B della CMB (se esistono!) a grandi scale angolari:
 - Caratterizzazione dell'inflazione
 - Informazioni sull'Universo a grandi scale di energia ($\lesssim 10^{16}$ GeV)
- Selezionata dalla JAXA nel 2019 come missione di classe L, lancio nel ~2030
- Attualmente in pre-fase B
- Due strumenti: LFT (Giappone), MHFT (Europa)

LiteBIRD @ Milano: senior..



Cristian Franceschet è membro dell'Optics Team e del MHFT Project Office team. Ha la responsabilità di eseguire simulazioni ottiche di MHFT e in generale di caratterizzare le prestazioni dell'ottica.



Davide Maino usa i risultati di Cristian per simulare l'impatto sulla scienza di non-idealità nell'ottica.



Maurizio Tomasi è il responsabile del Simulation Team, il cui compito è sviluppare la pipeline di simulazione di LFT e MHFT (https://github.com/litebird/litebird_sim). È anche membro del Data Management Group (DMG), l'Instrument MModel (IMO) team, e il Maps, Power spectrum and Likelihood Estimators (MaPLE) team.

LiteBIRD @ Milano: ...e junior



Matteo Baratto



Nicola Brancadori

- Da maggio 2024 sono stati assunti su fondi ASI due nuovi AdR B, che lavoreranno al 100% su LiteBIRD
- Si occupano di misure di beam e di riduzione dati legati alle misure ottiche in camera anecoica
- Il contratto ha la durata di un anno

LiteBIRD: anagrafica 2025

(*) AdR iniziati l'1/5/2024, in attesa di associazione INFN

Nome	Ruolo	%
Matteo Baratto (*)	AdR B	100
Nicola Brancadori (*)	AdR B	100
Cristian Franceschet	Tecnologo EP	30
Davide Maino	PA	50
Maurizio Tomasi (resp. locale)	PA	50

LiteBIRD: richieste 2025

Capitolo	Descrizione	Parziali (k€)		Rimuovi	Modifica	Totale (k€)	
		Richieste	SJ			Richieste	SJ
altri_cons	Dispositivi di storage per le simulazioni E2E	1.00	0.00			1	0
missioni	Riunioni di lavoro in Italia e in Europa	4.00	0.00			4	4
	Riunioni di lavoro in Giappone (esclusi i meeting di collaborazione, finanziati da ASI)	0.00	4.00				
Totale						5	4

La collaborazione prevede due riunioni “face-to-face” all'anno, ma per queste abbiamo a disposizione fondi ASI

CMB-S4

- Progetto NSF e DoE per la quarta generazione di osservatori CMB da terra, prevista per 2030s
- Tre obiettivi scientifici primary:
 - Detezione/caratterizzazione dei modi B primordiali
 - Detezione/caratterizzazione di deviazioni nella storia termica dell'Universo
 - Survey di ~70% del cielo a frequenze 20-270 GHz con risoluzione angolare di 1.5' e alta sensitività
- $O(5 \cdot 10^5)$ detectors in due siti: Chile (Atacama), South Pole

[CMB-S4 Science Case, Reference Design, and Project Plan. \(2019\)](#)

CMB-S4: Contributo Italiano

- Diversi membri della comunità CMB italiana sono coinvolti in CMB-S4, ma mancava finora un effort combinato.
- La proposta è volta ad identificare l'INFN come l'interlocutore primario tra la nostra comunità e CMB-S4, in modo da aumentare il nostro potere contrattuale.
- L'obiettivo a breve termine sarà di negoziare un programma di lavoro tra CMB-S4 e INFN, che valorizzi l'expertise della nostra comunità.

Proposta CMB-S4 @ Milano

- Tre linee di ricerca principali:
 - Caratterizzazione dei beam in laboratorio
 - Sviluppo di nuove metodologie per simulazioni dei beam, in grado di affrontare i $\sim 5 \cdot 10^5$ detectors previsti
 - Analisi dell'impatto dell'incertezze strumentali sui risultati scientifici (component separation, likelihood, stima dei parametri cosmologici)

CMB-S4: anagrafica e richieste 2025

Nome	Ruolo	%
Diana Capelli (in attesa associazione)	Tecnico	100 (LiteBIRD)
Loris Colombo (resp. locale)	RTDA	50 (QUBIC)
Maurizio Tomasi	PA	50 (LSPE)
Missioni	7 k€	Missioni Italia (2 k€) Missioni USA (5 k€)