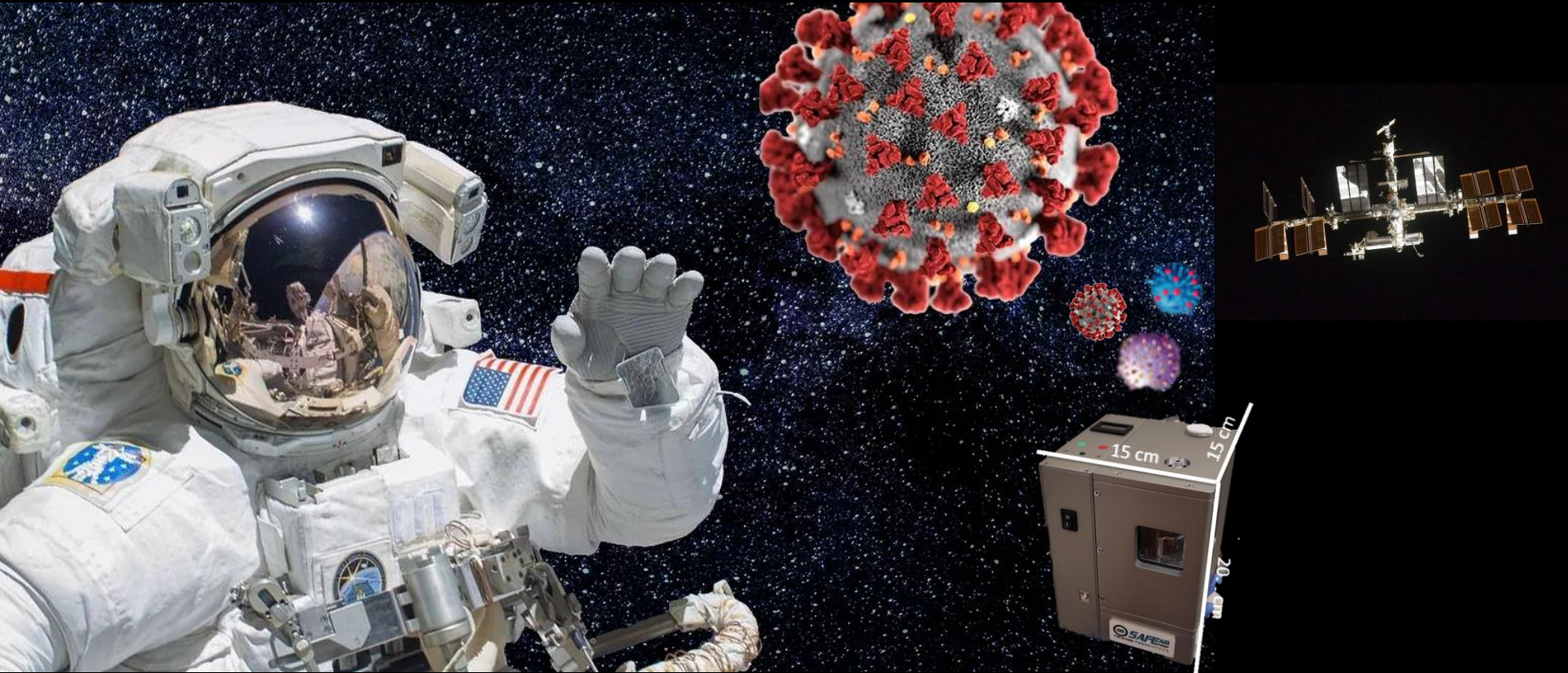


# EXHAM

EXtraterrestrial Habitat Air Monitoring: una tecnologia innovativa per il monitoraggio dell'aria negli habitat extraterrestri



Simposio di “Biomedicina Spaziale per le Future Missioni di Esplorazione Umana dello Spazio: a Call to Action”  
15-17 marzo 2023, ASI

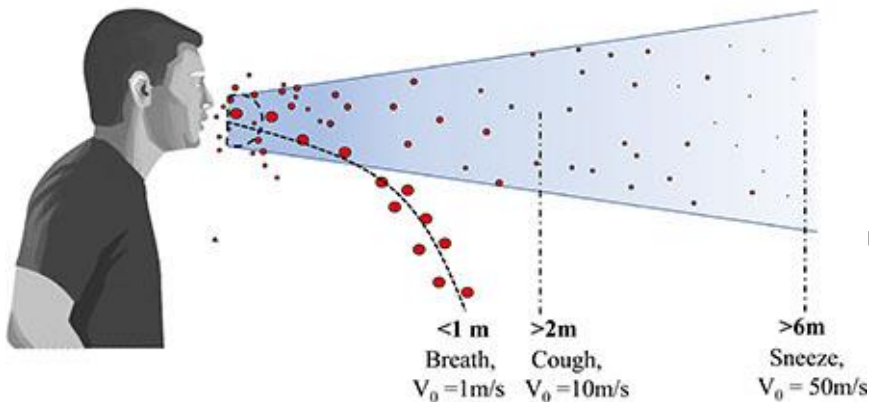
Francesca Esposito (INAF) per il team di EXHAM – [francesca.esposito@inaf.it](mailto:francesca.esposito@inaf.it)



# EXHAM

## Monitoraggio sanitario degli habitat extraterrestri (ISS, Gateway, Basi lunari)

- Possibile riduzione nello spazio della responsività del sistema immunitario in caso di infezione e possibile riattivazione di virus quiescenti → **diffusione di infezioni microbiche all'interno degli habitat spaziali con equipaggio.**
- La ISS si è rivelata non completamente sterile → presenza di diverse tipologie di microbi.



- La respirazione umana, i colpi di tosse e gli starnuti, producono uno sciame di droplets potenziale veicolo di patogeni che possono contaminare l'ambiente.
- Il costante **monitoraggio del microbioma è un requisito fondamentale** per garantire la salubrità dell'ambiente abitato dagli astronauti.

# EXHAM

## Monitoraggio sanitario degli habitat extraterrestri (ISS, Gateway, Basi lunari)

### Gap tecnologico:

- Il controllo e il monitoraggio ambientale, anche sulla ISS, avvengono per coltura.
- Il 70% degli organismi non sono rilevabili in coltura.
- Lunghi tempi per l'analisi e coinvolgimento diretto dell'equipaggio per manovrare e analizzare i campioni.

Il progetto **EXHAM** prevede la realizzazione di uno strumento compatto, portatile e automatico per il campionamento dell'aria negli habitat extraterrestri capace di rilevare batteri e virus di diversa natura con risultati in tempo reale senza l'intervento di personale specializzato.

- Utilizzabile anche per monitorare l'emissione diretta di aerosol prodotto dalle vie aeree di un individuo.
- Evoluzione dello strumento brevettato SAFEAIR, ideato come campionatore di bioaerosol in ambienti chiusi terrestri e atto a rilevare la presenza del SARS CoV-2 nell'ambiente.

# SAFEAIR

Brevetto ITALIANO accettato  
Brevetto INTERNAZIONALE depositato

## Tecnologie spaziali per la tutela della salute

- **SAFEAIR** è un sistema automatico portatile che sfrutta tecnologie sviluppate per missioni spaziali su Marte e su cubesat in orbita terrestre per rilevare la presenza di patogeni nell'aria sulla Terra.
- Il monitoraggio avviene in tempo reale e non richiede l'intervento di specialisti.
- **SAFEAIR** si basa su una catena di tre moduli:

1.

Campionamento aria e  
cattura aerosol



2.

Estrazione  
acidi nucleici



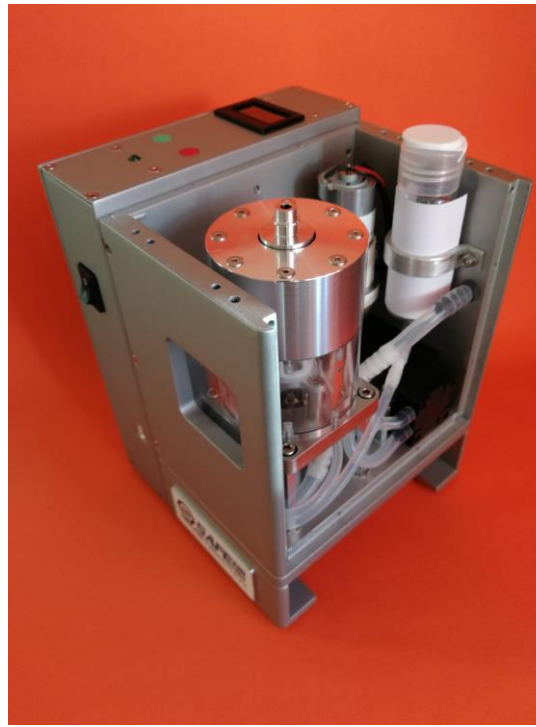
Rilevazione patogeni  
con RT-PCR



# SAFEAIR

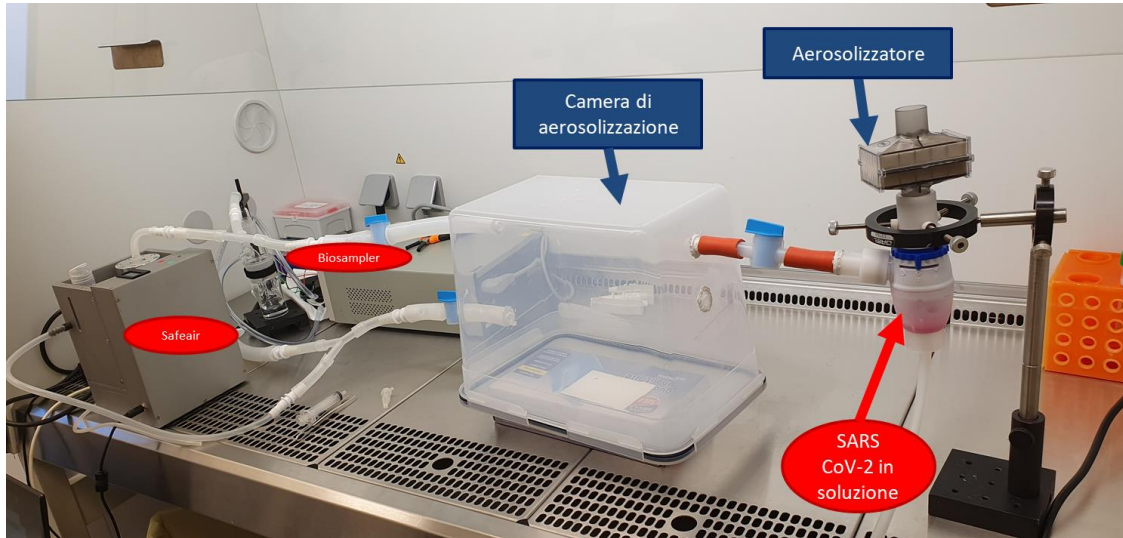
## Modulo 1 - Cattura aerosol

Derivato dallo strumento ExoMars-MicroMED sviluppato presso INAF-OACN, il modulo 1 campiona l'aria dell'ambiente e ne cattura i patogeni eventualmente presenti.

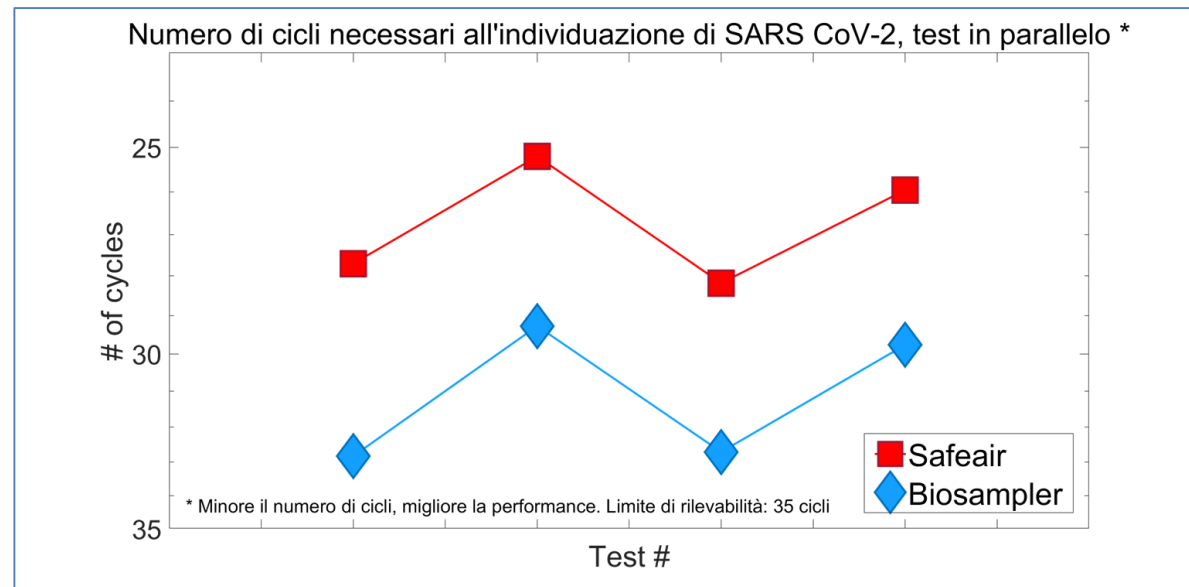


# Modulo 1 - Cattura aerosol

## Test di verifica rilevazione SARS-CoV-2 Laboratori Cattedra Immunologia UNIMI (MI)



Il modulo 1 si è rivelato più sensibile dell'impinger Biosampler (attuale standard) nella rivelazione del virus in aerosol.



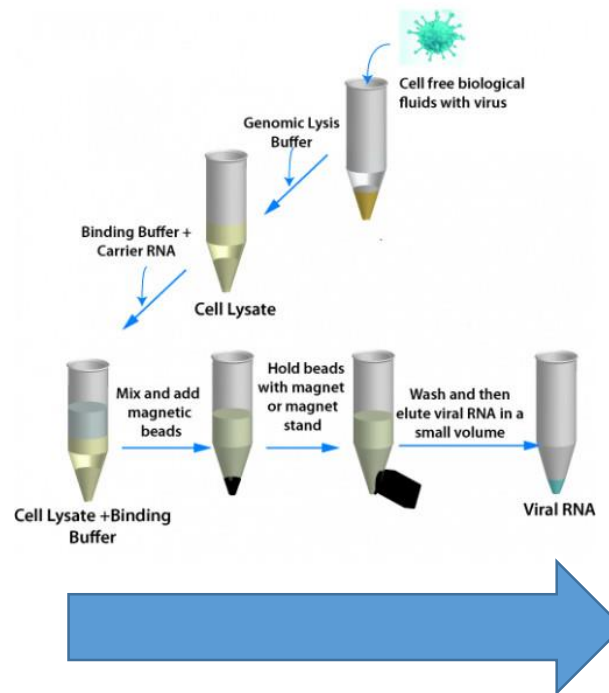
# SAFEAIR

## Modulo 2 – Estrazione Acidi Nucleici

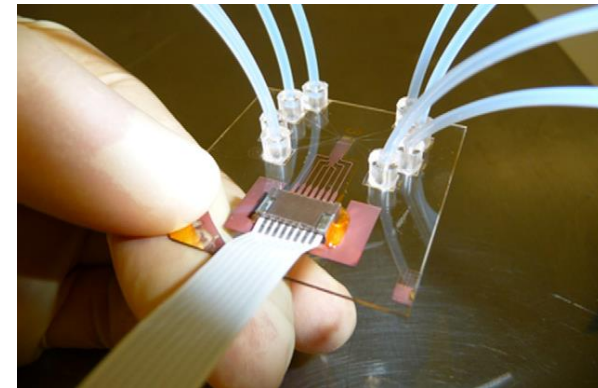
Sistema basato su lab-on-chip per l'estrazione dell'RNA dal materiale biologico catturato dal modulo 1. Heritage: *AstroBio CubeSat*.

Per l'estrazione utilizza beads magnetiche disponibili in commercio a tale scopo. Sistema integrabile con il modulo 1.

Laboratorio

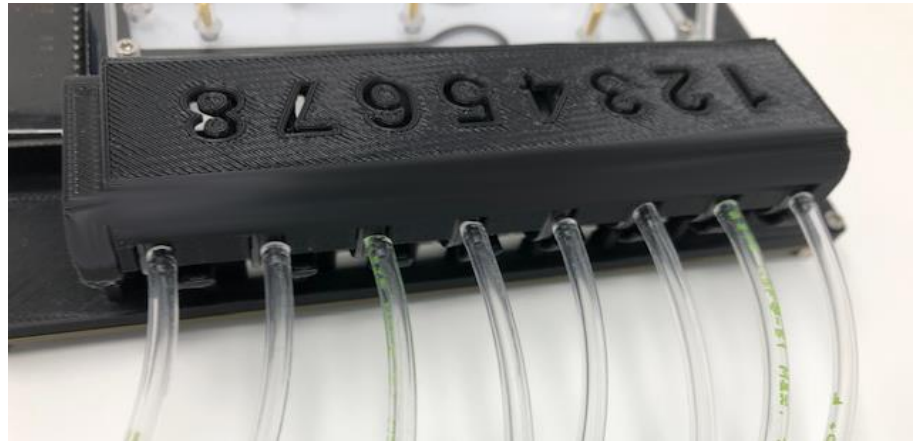


lab-on-chip



# SAFEAIR

## Modulo 2 – Estrazione Acidi Nucleici





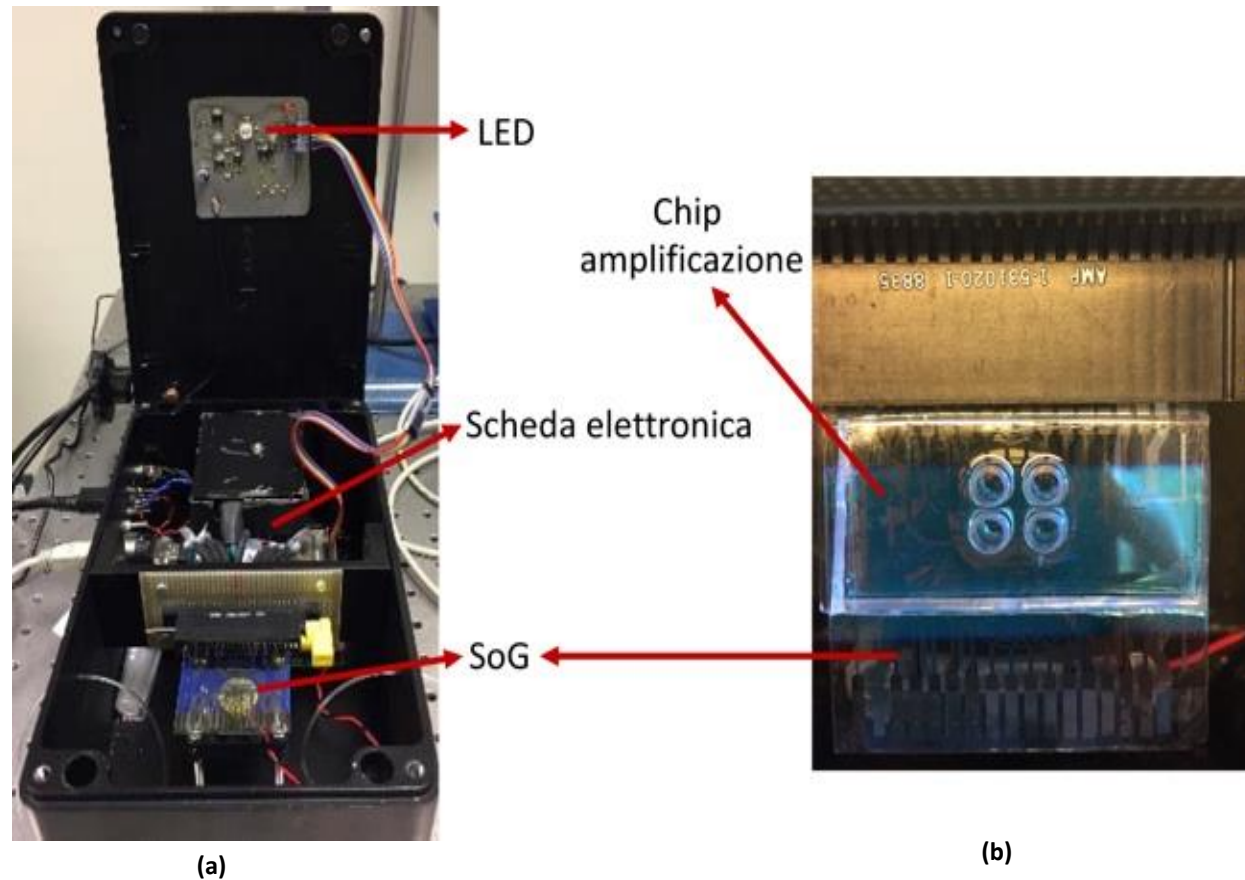
# SAFEAIR

## Modulo 3 – Nucleid Acid Amplifier Module (PCR)

Costituito da un dispositivo lab-on-chip e dall'elettronica di controllo e acquisizione

Il modulo è coperto da brevetto dell'università di Roma "La Sapienza"

Il modulo è stato testato con successo con RNA estratto da SARS-COV-2.



Credits: Università «La Sapienza» di Roma

# EXHAM

## Team

Il team del progetto è interdisciplinare e comprende ricercatori attivi nel settore delle scienze planetarie, ingegneri esperti nel disegno di strumentazione spaziale, biologi e immunologi

**BIOLOGI**



**ASTROFISICI**



**ASTROBIOLOGI**



**MEDICI**



**INGEGNERI**

# EXHAM

## **Evoluzione dello strumento SAFEAIR:**

- Utilizzo di un distributore di reagenti per il riconoscimento di diverse famiglie di patogeni
- Conformità ai requisiti spaziali



**Ricadute scientifiche e tecnologiche:** Sviluppo di nuove tecnologie per il monitoraggio della salute degli astronauti nelle missioni internazionali di lunga durata previste nel breve futuro:

- Aumento attività su ISS e a breve su Gateway lunare → incremento personale attivo
- Piano colonizzazione Luna e Marte → realizzazione di campi base per una presenza umana stabile e continuativa.
- Fondamentale il monitoraggio continuo e il mantenimento della salute dell'equipaggio.

Le tecnologie proposte nel progetto EXHAM potranno essere utilizzate in tali contesti internazionali a supporto degli astronauti.

# EXHAM

**EXHAM è un'evoluzione dello strumento SAFEAIR (brevetto N. 102020000018409 del 29/08/2022)**

## Brevetto SAFEAIR: Inventori

- ESPOSITO FRANCESCA
- BRUCATO JOHN ROBERT
- COZZOLINO FABIO
- MONGELLUZZO GIUSEPPE
- POPA CIPRIAN IONUT
- FORNARO TERESA
- MENEGHIN ANDREA
- PARESCHI GIOVANNI
- PRIMO ATTINÀ
- PAGLIALUNGA DANIELE
- DE CESARE GIAMPIERO
- CAPUTO DOMENICO
- NASCETTI AUGUSTO
- COSTANTINI FRANCESCA
- LOVECCHIO NICOLA
- IANNASCOLI LORENZO
- MIRASOLI MARA
- MICHELINI ELISA
- GUARDIGLI MASSIMO
- CLERICI MARIO
- TRABATTONI DARIA
- BIASIN MARA
- SCACCABAROZZI DIEGO

