

# i Programmi Nazionali sui Micro e Nano Satelliti

*Silvia Natalucci*



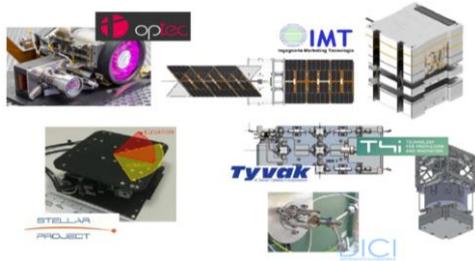
# Sommario

1. *Introduzione*
2. *Missioni in corso*
3. *Missioni Future*
4. *Conclusioni*

# 1.1 Introduzione: Background

L'ASI è impegnata da tempo nello sviluppo di missioni, tecnologie abilitanti e infrastrutture dedicate al settore dei micro e nanosatelli, per consentire attività applicative innovative e Scientifiche.

Tali attività hanno coinvolto in maniera trasversale tutte le unità operative, ma fino allo scorso anno non esisteva all'interno dell'Agenzia un meccanismo formale di coordinamento o condivisione di conoscenze ed esperienze relativamente a tali classi di missioni.



Enabling technologies



ASI CubeSat supported missions



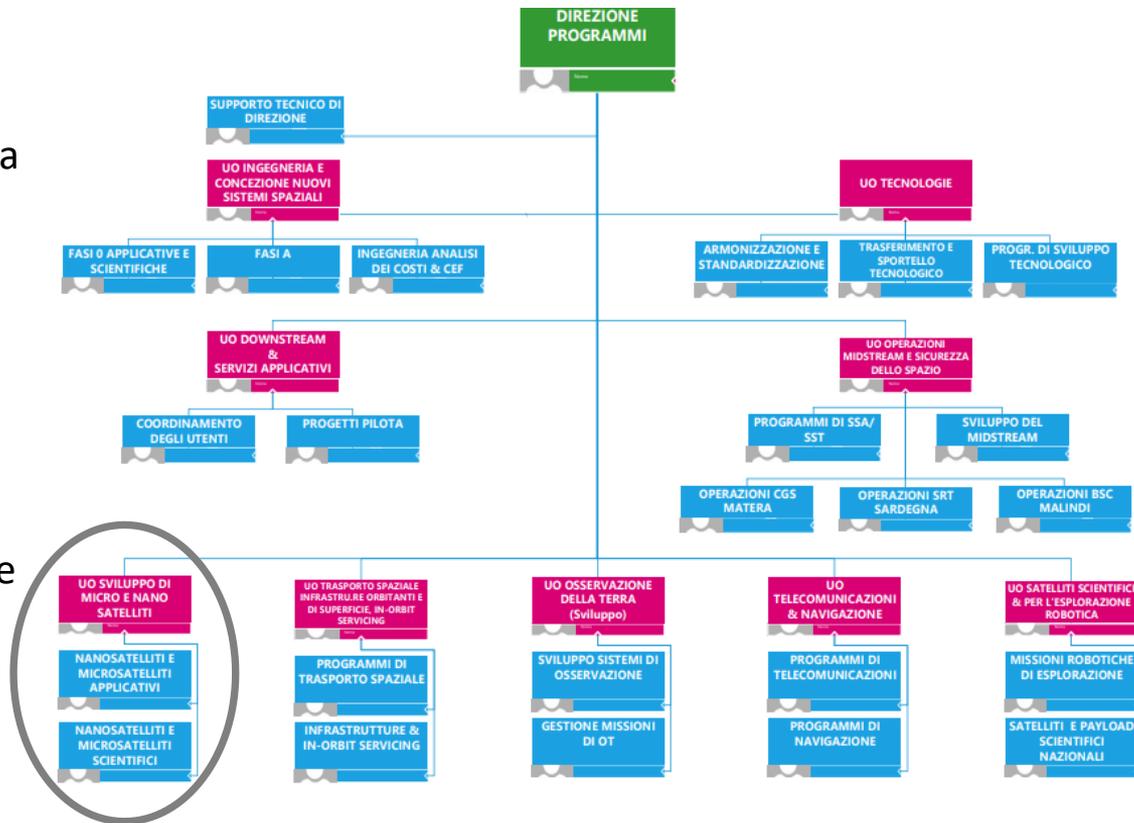
SSMS (Small Spacecraft Mission Service)



Sardinia deep Space Antenna

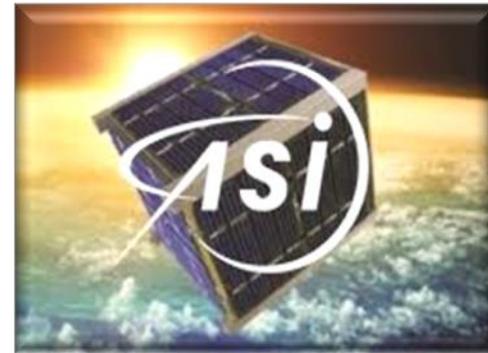
# 1.2 Introduzione: La nuova organizzazione ASI

Nel novembre 2020 è stata istituita un'unità operativa dedicata alle attività del settore Micro e Nano-Satelliti per rispondere a una crescente esigenza di coordinamento, scambio di informazioni e mitigazione dei rischi associati a queste tipologie di missioni al fine di massimizzarne i benefici



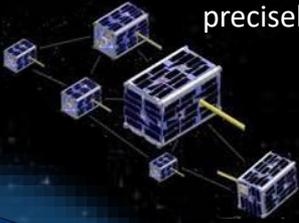
## 1.3 Introduzione: Obiettivi dell'unità Micro e Nanosatelliti

- **Consolidare la leadership europea nel settore** attraverso missioni di dimostrazioni tecnologica, scientifico applicative e service-oriented in tutti i campi applicativi di maggior attualità ed interesse (remote sensing terrestre e planetario, telecomunicazioni radio, ottiche e quantistiche, radioscienza e astrofisica, esplorazione robotica planetaria, in orbit servicing, SSA/SST).
- **Sostenere lo sviluppo di una roadmap tecnologica nazionale** delle tecnologie abilitanti e dei payload dedicati a questa tipologia di piattaforme satellitari stimolando la filiera degli operatori nazionali, in particolare PMI, a presidiare l'intero panorama degli equipaggiamenti e delle tecnologie del settore.
- **Contribuire ad una riduzione del time-to market e dei costi di sviluppo** di nuove tecnologie, nuove architetture e tipologie di missione del settore, anche in sinergia con i sistemi esistenti, con particolare attenzione allo sviluppo di capacità low cost per l'esplorazione in Deep Space.
- **Favorire collaborazioni internazionali a sostegno della "Space Diplomacy"** nazionale tramite le missioni con piattaforme nanosatellitari sempre più caratterizzate da una dimensione ed un interesse globale.



### HERMES 6x6U

Demonstrating capabilities of a distributed space architecture in precisely localizing the GRB event in space.



### M-ARGO(12U)

demonstrating asteroid rendezvous and identifying in situ resources.



### ARGOMOON (6U)

providing significant photographic information of the ARTEMIS1 mission



### IPERDRONE (6U)

demonstrating in orbit inspection and re-entry technologies



### GREENCUBE (3U)

demonstrating the capability of an autonomous microgreen plants cultivation system



### LUMIO(12U)

detecting meteoroid impacts flashes on the lunar farside



### SROC(6U)

observing Space Rider and demonstrating critical technologies related to formation flight



### ASTROBIO (3U)

demonstrating capability of a mini laboratory for research in life sciences



### LICIA CUBE (6U)

taking images DART impact effects on Dimorphos



### e.INSPECTOR (12 U)

provide images of an European debris and its current status



## 2.2 Programmi in corso : Costellazioni in orbita LEO (fondi nazionali)

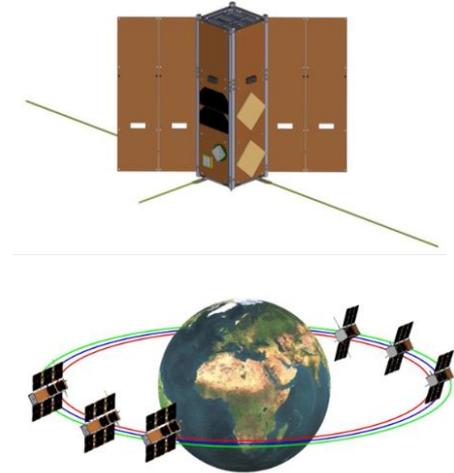


**Obiettivo:** HERMES-TP prevede la realizzazione di tre nano-satelliti, equipaggiati con rivelatori di raggi X ad alta tecnologia e di piccole dimensioni, che si aggiungeranno ad altri tre cubesat gemelli finanziati nell'ambito del bando Horizon 2020 SPACE-20-SCI (HERMES-SP).

La costellazione sarà dedicata all'osservazione di Gamma Ray Burst (GRB) e sarà in grado di localizzare queste enormi esplosioni cosmiche in maniera tempestiva (qualche minuto) e precisa ( $<1$  deg) fornendo un contributo di assoluta rilevanza alla cosiddetta "astrofisica multi-messenger"

**Team:** è basato su una collaborazione internazionale che include, oltre l'INAF, l'Università di Cagliari, il Politecnico di Milano, le Università di Trieste, Udine, Ferrara, Napoli Federico II, Tubingen, Nova-Goriza, Eotvos Budapest, e diverse piccole-medie industrie slovene, ungheresi e spagnole.

**Status:** fase C/D in corso, lancio previsto Q4 2022/Q1 2023.



## 2.3 Programmi in corso: Esperimenti di astrobiologia (fondi nazionali)

### GREENCUBE (3U)



**Obiettivo:** primo esperimento assoluto di coltivazione di vegetali superiori in ambiente estremo oltre la LEO, alloggerà un sistema integrato di 'Environmental Control and Life Support System' (ECLSS), che agirà in totale autonomia per il monitoraggio non distruttivo dello stato di salute e di accrescimento della pianta ed il controllo dei parametri ambientali.

**Team:** Università di Roma Sapienza, ENEA, Università di Napoli Federico II.

**Status:** fase C/D conclusa, sarà lanciato come payload secondario nel volo «maiden flight» di Vega C.



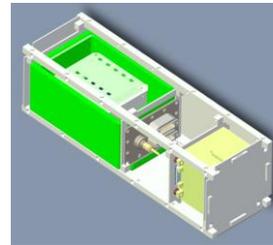
### ASTROBIOCUBESAT (3U)



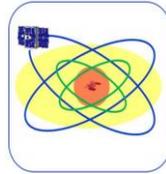
**Obiettivo:** testare in ambiente estremo oltre la LEO la funzionalità di un laboratorio altamente integrato per ricerche nel campo dell'astrobiologia basato sulla tecnologia «Lab on Chip». La sfida principale del progetto sarà quella di mitigare gli effetti dell'elevato flusso di particelle cariche previsto, mantenendo l'intervallo di temperatura e pressione adatto a prevenire la degradazione dei reagenti.

**Team:** INAF, Università di Roma Sapienza, Università di Bologna, Università di Torino, Kayser Italia.

**Status:** fase C/D conclusa, sarà lanciato come payload secondario nel volo «maiden flight» di Vega C.



## 2.4 Programmi in corso: Proximity Operations (fondi ASI)



### PROGRAMMA IPERDRONE (6U)

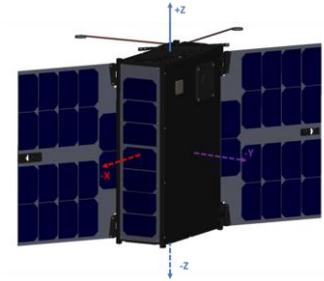
**Linea 1: missione IPERDRONE.0:** prevede lo sviluppo, la realizzazione e il volo di qualifica di un sistema che dimostrerà la capacità di svolgere manovre in orbita rispetto ad un target virtuale predefinito e di acquisire immagini ad alta risoluzione simulando servizi di ispezione, ad esempio, della ISS o altri sistemi in orbita bassa (incluso lo stadio alto del lanciatore dopo la separazione).

**Linea 2: studio di fattibilità della missione IPERDRONE.1:** La linea di attività in oggetto è dedicata alla progettazione preliminare (sino alla System Requirement Review) di una missione che dovrà includere una fase operativa di approccio ad un sistema orbitante in LEO, con requisiti di safety pari a quelli imposti dalla ISS, il rientro dall'orbita LEO attraverso l'atmosfera, il raggiungimento della superficie terrestre, la verifica, a conclusione della missione, dell'integrità e del funzionamento del payload a bordo e l'eventuale riutilizzabilità dei principali sottosistemi.

**Linea 3: Sviluppi tecnologici per il Rientro:** avvio di uno o più sviluppi tecnologici preliminari abilitanti per la fase di rientro del sistema.

**Team:** CIRA, Kayser Italia, Tyvak.

**Status:** è in corso la fase C della Linea 1, il lancio è previsto nel 2022.



## 2.5 Programmi in corso: Proximity Operations (ESA GSTP)

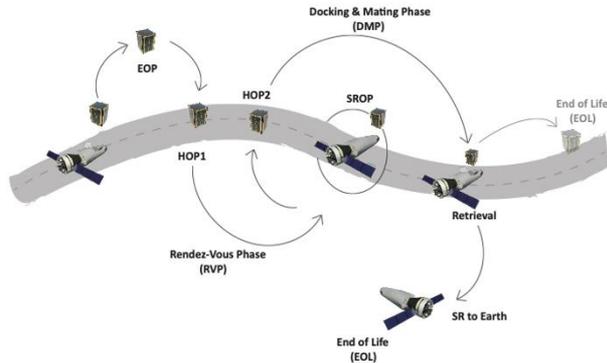
### SROC (6U)



**Obiettivo:** rilascio di un cubesat installato all'interno della cargo bay di Space Rider, esecuzione di una fase LEOP per la verifica della funzionalità del sistema, ispezione di Space Rider attraverso payload ottici e docking finale prima del rientro a terra, il tutto garantendo la safety del sistema Space Rider anche in caso di failure del cubesat.

**Partecipazione italiana:** PoliTo, Tyvak.

**Status:** conclusa la fase A, fase B in definizione.



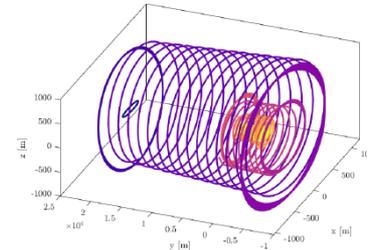
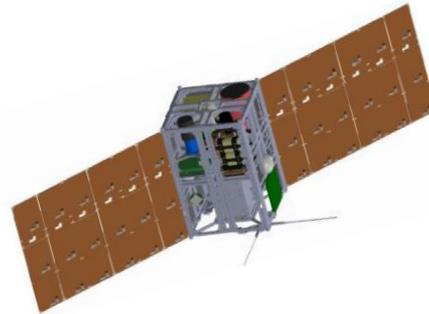
### E.INSPECTOR (12U)



**Obiettivo:** ispezionare e fornire immagini di un debris Europeo, tali immagini saranno successivamente utilizzate con finalità di validazione e verifica della missione di rimozione attiva del debris stesso (Clear Space one).

**Partecipazione italiana:** PoliMi, Leonardo, Leafspace.

**Status:** conclusa la fase A, fase B in definizione.



## 2.6 ASI Programmi in corso: Missioni deep space (fondi ASI)

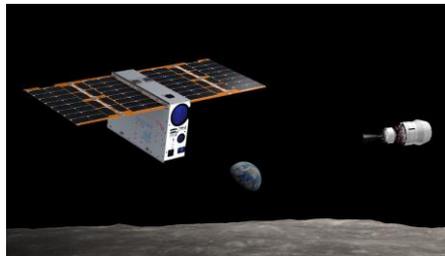
### ARGOMOON (6U)



**Obiettivo:** fornire immagini del secondo stadio propulsivo (ICPS) dello SLS e degli altri cubesat rilasciati durante la missione ARTEMIS1 a conferma della corretta esecuzione delle operazioni di separazione della capsula Orion e di rilascio dei payloads secondari. Verranno inoltre testate in orbita importanti tecnologie per la navigazione autonoma, il controllo orbitale, il controllo di assetto e le telecomunicazioni in spazio profondo.

**Team:** Argotec e altri operatori nazionali (TSD, OPTEC, Università di Bologna, Politecnico di Milano).

**Status:** integrato a bordo dello SLS, volerà come Payload secondario sulla missione ARTEMIS1 della NASA



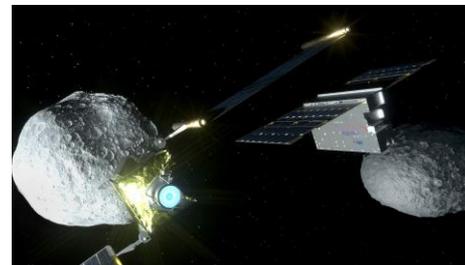
### LICIACUBE (6U)



**Objective:** fornire immagini degli effetti dell'impatto del satellite DART sulla superficie di Dimorphos e dell'evoluzione dei debris prodotti dalla collisione. Il rilascio avverrà 10 giorni prima dell'impatto, successivamente LICIA effettuerà, in navigazione autonoma, un fly-by del sistema asteroidale mantenendosi a circa 50 chilometri di distanza.

**Team:** Argotec e altri operatori nazionali (INAF, università di Bologna, Politecnico di Milano).

**Status:** lanciato con successo il 26/11/2021 a bordo della missione DART della NASA.



## 2.7 Programmi in corso: Missioni Deep Space (ESA GSTP)

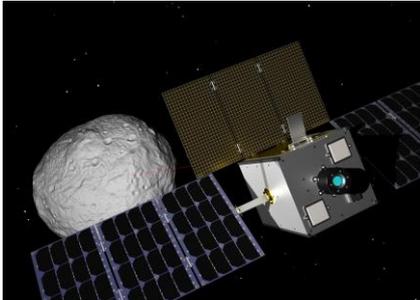
### M-ARGO (12U)



**Objective:** prima missione CubeSat stand alone con l'obiettivo di validare tecnologie e operazioni critiche ed effettuare un rendezvous con un NEO per caratterizzarne le proprietà fisiche.

**Partecipazione italiana:** analisi di missione, flight dynamics, esperimento di GNC optical navigation, radioscienza, deep space transponder e il micro SADA.

**Status:** fase B in corso.



### LUMIO (12U)



**Objective:** osservare, quantificare e caratterizzare gli impatti dei meteoroidi sul lato opposto della Luna, rilevando, attraverso sofisticati strumenti ottici, i lampi prodotti dal loro impatto. Queste osservazioni andranno a completare quelle già disponibili sul lato vicino della Luna.

**Partecipazione Italiana:** navigazione ottica, operazioni, payload, tecnologie a bordo.

**Status:** fase B in definizione.



## 3.1 Missioni Future: il Bando «Future missioni Cubesat»

Nel 2020, partendo dalla considerazione che la filiera nazionale italiana nel settore CubeSat è caratterizzata da un gran numero di soggetti in grado di sviluppare missioni Micro e Nano-Satellitari dai contenuti scientifici e applicativi apprezzati dagli utenti finali, l'ASI ha pubblicato un bando denominato «Future Missioni Cubesat» da sostenere nell'ambito del «General Support Technology Program (GSTP)» dell'ESA o con fondi nazionali.

### Obiettivi:

- Missioni IOD;
- Missioni service-oriented;
- Missioni scientifiche.

### Date:

- Apertura: 13 Agosto 2020;
- Scadenza: 30 Novembre 2020.



## 3.2 Future Missions: I risultati della valutazione tecnica

L'ASI ha ricevuto 49 proposte, che coprono vari settori di interesse quali ad esempio osservazione della terra, telecomunicazioni, in orbit servicing e operazioni di prossimità, space weather, SSA/SST, esplorazione deep space, lunare e planetaria.

20 di queste proposte hanno superato positivamente la fase di valutazione

N°	PRIME/MANDATARIO	ACRONIMO PROPOSTA	VOTO
16	IMT s.r.l.	BISS	92
28	Politecnico di Milano	VULCAIN	90,8
26	OHB Italia S.p.A.	SATURN	90,4
7	Argotec S.r.l. Società Unipersonale	HENON	89,6
25	Officina Stellare S.p.A	EarthNext	88,8
17	INAF- Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali	CUSP	88,4
39	TYVAK International s.r.l.	FUTURE	88
15	GP Advanced Projects srl	PiCo-IoT	87,2
40	Università degli Studi di Napoli Federico II Dipartimento di Ingegneria Industriale	RODIO	86,4
49	INAF-Osservatorio Astronomico di Arcetri	TASTE	84
36	Techno System Developments s.r.l.	SPEYE	83,6
46	INAF-Osservatorio Astronomico di Roma	ANIME	83,2
11	Dipartimento di Fisica Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"	SEE	82,8
12	Distretto Tecnologico Aerospaziale (in sigla DTA) s.c.a.r.l.	INNOVATOR	82
5	Alma Mater Studiorum - Università di Bologna	BOREALIS	81,2
47	INAF-Osservatorio Astronomico di Brera	CHIPS	81,2
9	CIRA S.c.p.a.	RAMSESS	80,4
10	D-ORBIT S.p.A.	E.CUBE	80
30	Radarsensing s.r.l.	SAIL	80
41	Università di Pisa	EXITE	80

Criteria	MAX score
Degree of innovation (idea, mission concept, technologies)	30
Degree of feasibility (risk analysis, objectives, TRL, team)	30
Scientific and technological returns	20
Synergies and connections with institutional strategic programs, national and European priorities	20
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

**THRESHOLD ≥ 80**

## 3.3 Future missioni: Bi-directional IoT Satellite Service (BISS)

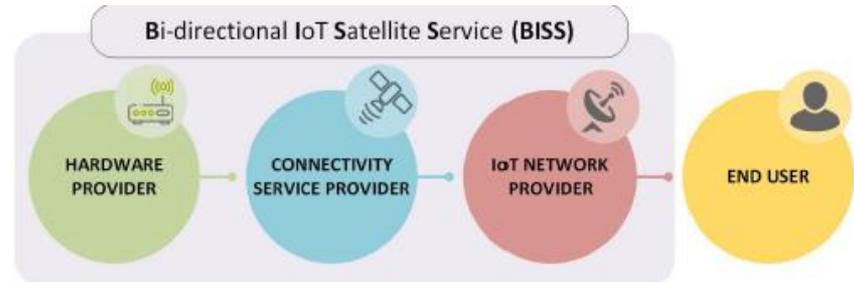
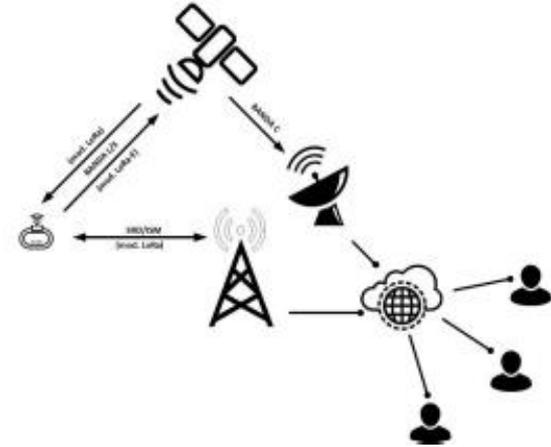
**Obiettivi:** Dimostrazione in orbita della capacità di un'architettura CubeSat 6U di fornire un servizio SAT-IoT bidirezionale, compatibile sia con la rete terrestre che satellitare, in grado di soddisfare tutti i requisiti fondamentali per il mercato IoT: quali copertura globale, connettività a basso costo e a basso consumo.

**Fattore di Forma:** 6U

**Orbita:** SSO @500-600 km

**Team (IMT, D-Orbit, Fincons, Leafspace, Proesys and UniBo CIRI-Aero):** è formato sia da operatori capaci di fornire connettività (modem, segmento spazio, segmento di terra), che da fornitori di servizi, offrendo così soluzioni complete end-to-end. L'intento è quello di creare una filiera interamente nazionale in grado di offrire un servizio IoT a basso costo con copertura globale per il monitoraggio delle infrastrutture critiche nazionali (per utenti privati o governativi) e servizi commerciali globali.

**Status:** in fase di contrattualizzazione su fondi nazionali, KO previsto a Dicembre.



## 3.4 Future Missioni: VULCAIN

**Obiettivi:** Dimostrazione in orbita della capacità di un'architettura basata su due Cubesat 12U equipaggiati con un imager IR miniaturizzato, appositamente sviluppato, e una telecamera VIS commerciale, di volare in formazione, per ottenere una linea di base per l'imaging stereoscopico della Terra finalizzato al monitoraggio delle aree vulcaniche.

La dimostrazione tecnologica sarà anche dedicata ad una valutazione della precisione, in orbite molto perturbate, della navigazione assoluta e relativa basata su tecniche innovative e controllo a bassa spinta.

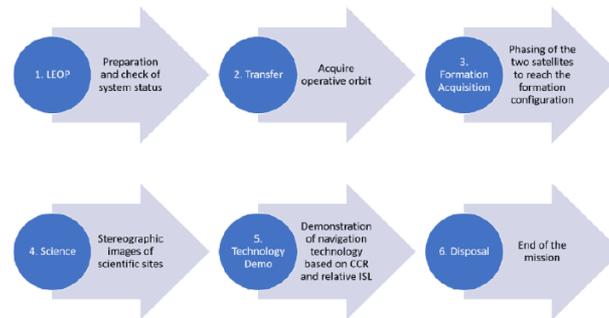
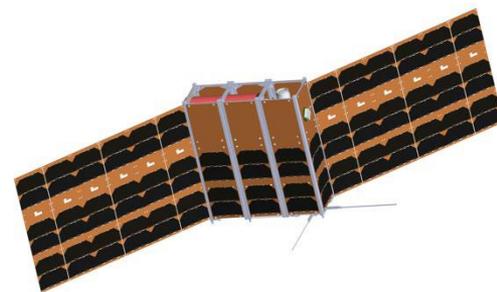
L'obiettivo scientifico è principalmente quello di ampliare e perfezionare i dataset disponibili nelle bande IR dei nostri pianeti per il rilevamento e il monitoraggio di eventi vulcanici.

**Fattore di forma:** 12U

**Orbita:** SSO @400 km (LTAN 12:00 or 22:30)

**Team:** PoliMi, Leonardo, INGV, Leafspace, T4i, Flysight and INFN

**Status:** in fase di contrattualizzazione in ambito ESA GSTP



## 3.5 Future Missioni: SATURN

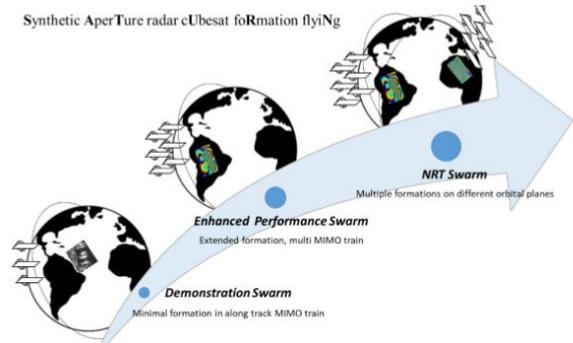
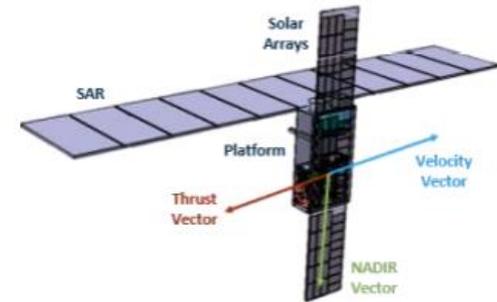
**Obiettivi:** L'obiettivo principale della missione SATURN è dimostrare la tecnologia chiave "Cooperative Multiple-Input-Multiple-Output (MIMO) Swarms of SAR CubeSats" per capacità di osservazione della Terra, innovative, a basso costo e versatili. Inizialmente SATURN consentirà la dimostrazione della tecnologia chiave con tre Cubesat (16U), per poi essere facilmente scalata fino alla piena capacità di prestazioni. Il profilo di missione preliminare si baserà su un'orbita che garantisca condizioni di illuminazione ottimali.

**Fattore di Forma:** 16U

**Orbita:** SSO @500 km (dawn-dusk)

**Team:** OHB Italia, Aresys, Airbus Italia and PoliMi

**Status:** in fase di contrattualizzazione su fondi nazionali



## 3.6 Future Missioni: HENON

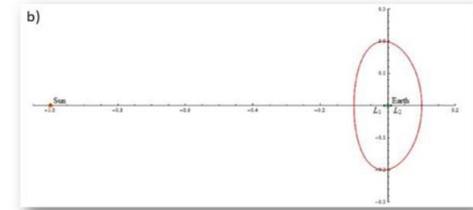
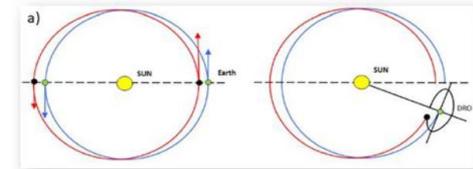
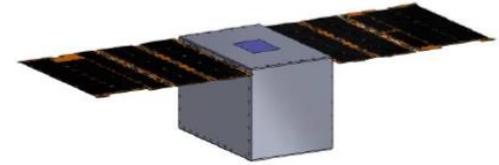
**Obiettivi:** dimostrazione in orbita della capacità di un CubeSat (12U), in orbita lungo un'orbita retrograda distante (DRO), di fornire misurazioni cruciali nel campo dello «space weather». Il cubesat sarà infatti equipaggiato con un payload ad alto TRL, che fornirà il monitoraggio in tempo reale dell'ambiente di radiazione delle particelle nello spazio profondo e consentirà anche il rilevamento di perturbazioni interplanetarie in avvicinamento da una posizione strategica, consentendo tempi di avviso significativamente maggiori .

**Fattore di Forma:** 12U

**Orbita:** Distant Retrograde Orbit (DRO)

**Team:** Argotec, INAF, Spacedys, Università della Calabria e Università di Firenze

**Status:** in fase di contrattualizzazione in ambito ESA GSTP



## 4. Conclusioni

- *L'ASI è coinvolta nel finanziamento e nel supporto di diverse missioni micro e nanosatellitari che coprono un ampio dominio di applicazioni: dalle costellazioni LEO in orbita basse per le telecomunicazione e l'osservazione della terra, alle operazioni di prossimità, all'esplorazione scientifica dell'universo.*
- *L'ASI ha recentemente aggiunto alla propria organizzazione una nuova unità operativa specificamente dedicata alle attività Micro e Nano-Sat al fine di massimizzarne i benefici e ridurre i rischi.*
- *L'ASI ha recentemente avviato un programma volto a porre l'Italia in una condizione di consolidata leadership nel settore CubeSat, da raggiungere con opportuni investimenti, sapientemente ripartiti tra missioni operative e sviluppo di una roadmap nazionale per lo sviluppo di tecnologie dedicate.*
- *Per quanto riguarda le missioni operative, il relativo bando ha ricevuto un significativo riscontro dalla comunità spaziale italiana con 49 proposte presentate e uno spettro tematico molto diversificato.*
- *I prossimi passi del percorso saranno l'avvio della fase A/B di tutte le proposte che hanno passato con successo la fase di valutazione e l'organizzazione di un workshop dedicato al settore dei micro e nanosatelliti volto a fare il punto sullo stato dell'arte nazionale e promuovere lo scambio e la cooperazione tra gli attori del settore.*



Agenzia Spaziale Italiana

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

[silvia.natalucci@asi.it](mailto:silvia.natalucci@asi.it)

Head of Micro & Nanosatellite Unit

