

JANUS

fotocamera multispettrale ad alta risoluzione per la missione JUICE

JANUS
JOVIS AMORUM AC NATORUM
UNDIQUE SCRUTATOR

JANUS è la fotocamera ad alta risoluzione a bordo della missione JUICE dell'ESA.

E' stata scelta dall'ESA, attraverso un avviso aperto a livello internazionale, nel Febbraio 2023.

Lo strumento JANUS è stato proposto e sviluppato da un team internazionale guidato da un responsabile italiano, in collaborazione con un co-responsabile tedesco e Istituti di ricerca in Italia, Germania, Spagna e Regno Unito (*).

JANUS è stato realizzato grazie al finanziamento delle rispettive agenzie spaziali nazionali: ASI (agenzia leader), DLR, Ministero della Ricerca spagnolo e UKSA.

Le principali Società e Istituti Main che hanno fornito parti dello strumento sono la Leonardo SpA (Industria leader), DLR-Berlino, CSIC-IAA e Sener.

Il team scientifico del progetto JANUS coinvolge personale da Italia, Germania, Spagna, Regno Unito, USA, Francia, Giappone e Israele.

(*) Principalmente, Istituto Nazionale di Astrofisica - IAPS a Roma e OAPd a Padova, CISAS Università di Padova, Centro Aerospaziale Tedesco - Istituto di Ricerche Planetarie a Berlino, Consiglio Superiore per la Ricerca Scientifica - Istituto di Astrofisica di Andalusia a Granada, CEI - Open University a Milton Keynes



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt
German Aerospace Center

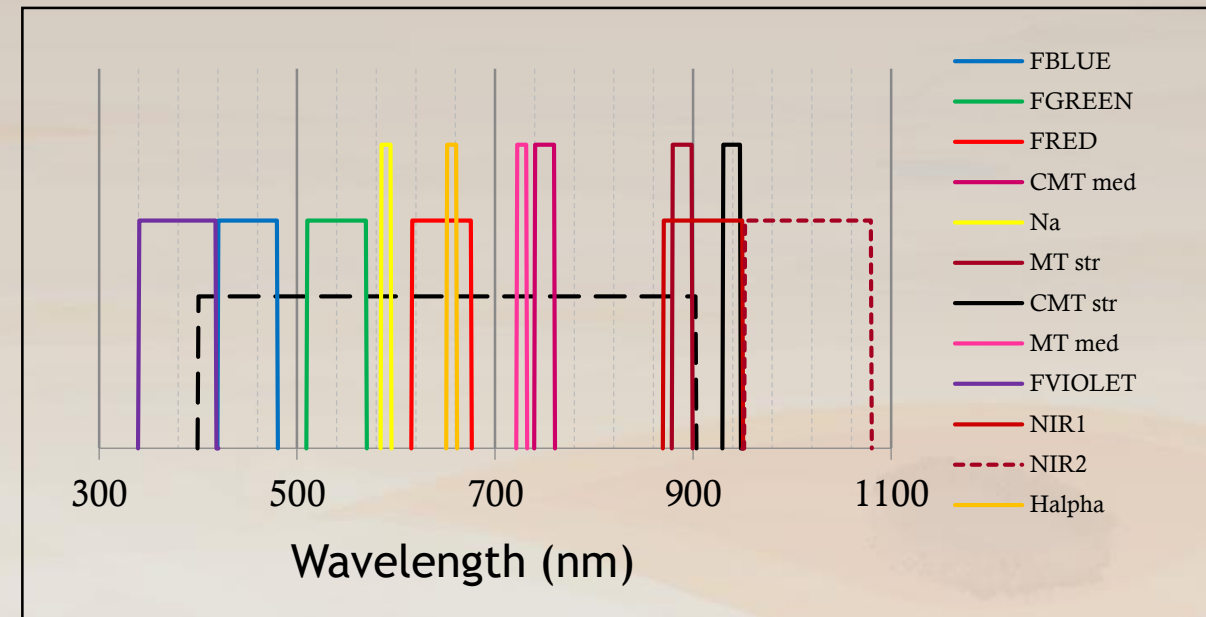


Lo strumento JANUS è composto da tre unità:

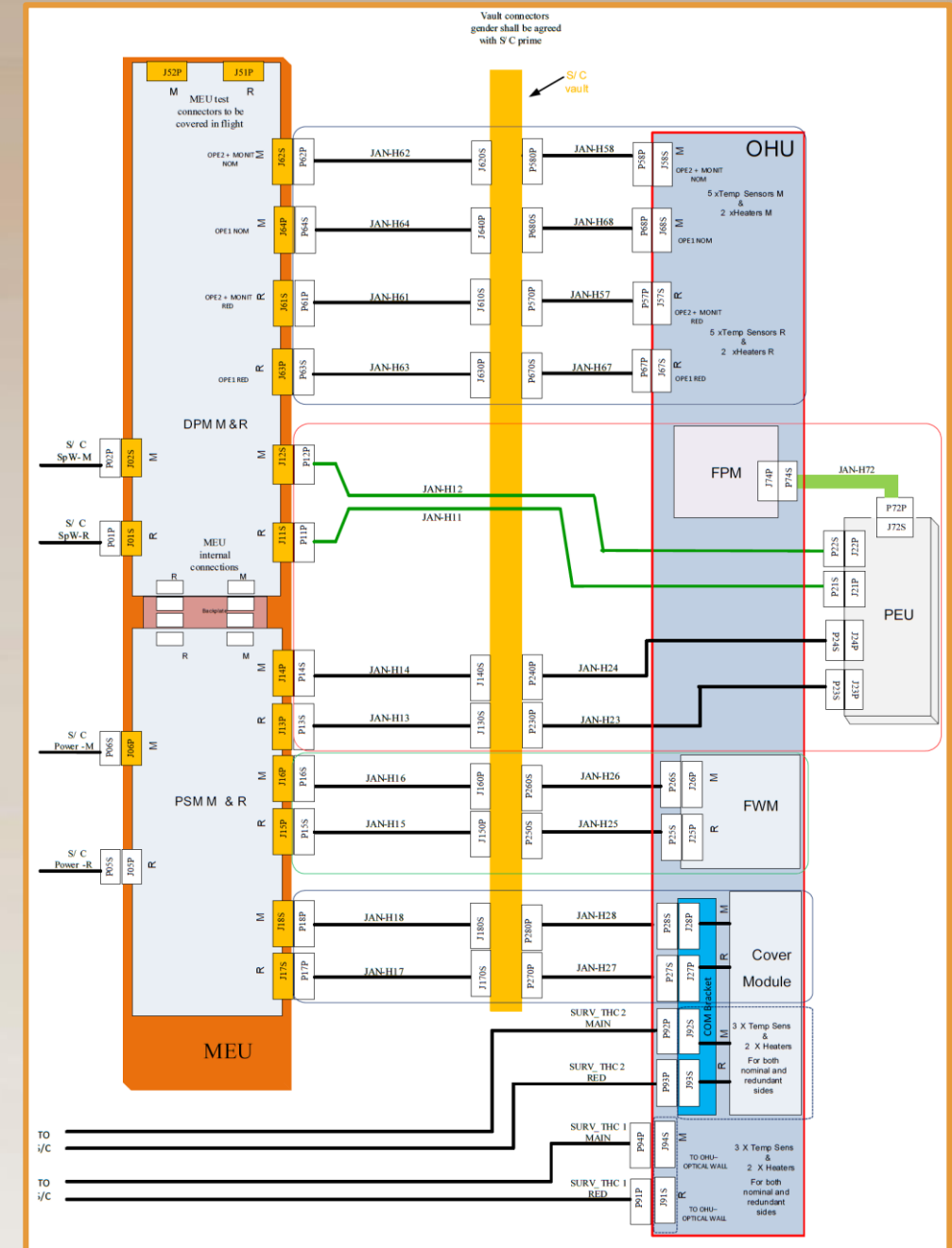
- ✓ **Testa Ottica (Optical Head Unit - OHU)**, essenzialmente un telescopio catadiottrico equipaggiato con un dispositivo di chiusura, un paraluce, una ruota portafiltri per selezionare l'intervallo spettrale e un sensore da 3 Mega pixel;
- ✓ **Elettronica di Prossimità (Proximity Electronics Unit - PEU)**, che controlla il sensore e ne digitalizza il segnale;
- ✓ **Elettronica Principale (Main Electronics Unit - MEU)**, che distribuisce l'alimentazione allo strumento, controlla i meccanismi e include un computer e il relativo software che controlla tutte le funzionalità dello strumento, riceve i telecomandi e invia la telemetria e i dati a terra attraverso il satellite.

Principali caratteristiche della Testa Ottica:

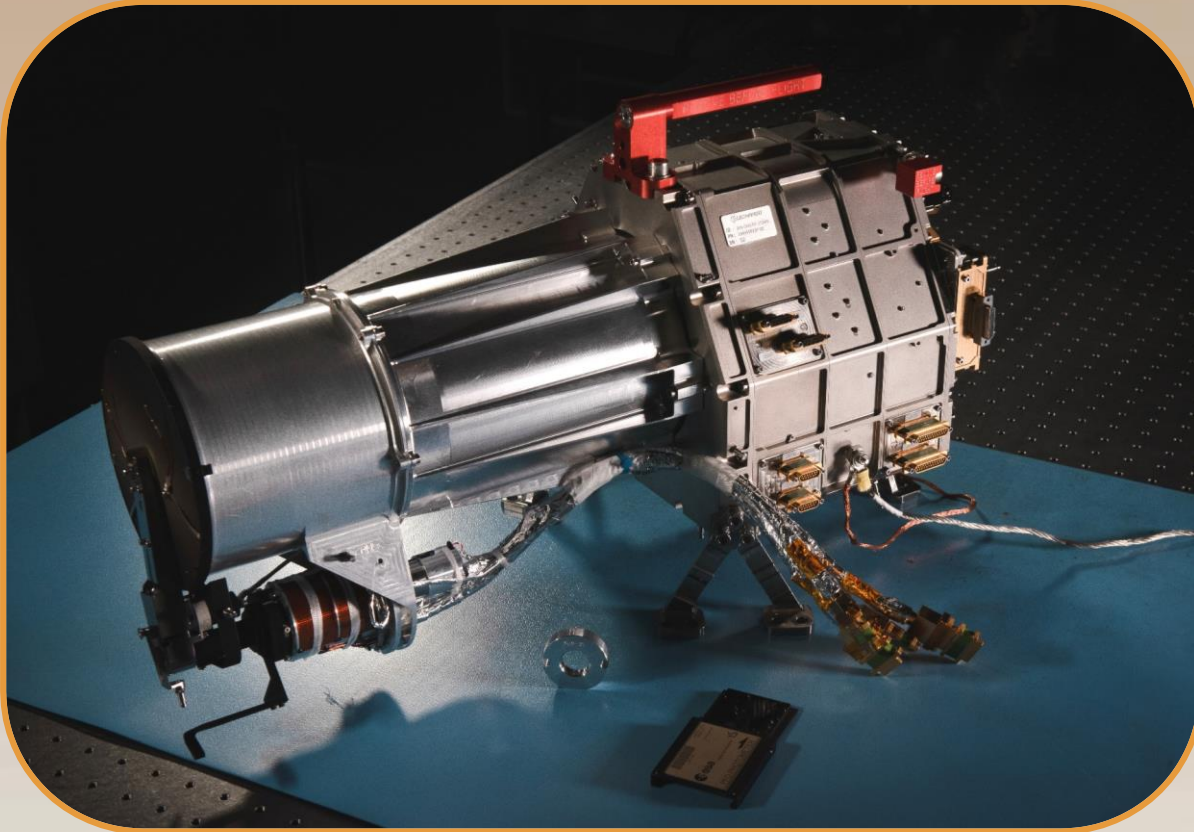
- Diametro ottiche: 116 mm
- Lunghezza focale: 467 mm
- Campo di vista angolare = $1.29^\circ \times 1.72^\circ$
- Sensore Teledyne-e2v CMOS con 1504×2000 pixels
- Dimensione di un pixel: $7 \times 7 \mu\text{m}^2$
- Risoluzione spaziale: 7.5 m/pix da 500 km
- 13 filtri distribuiti nell'intervallo 340 - 1080 nm (vicino UltraVioletto, Visibile, vicino InfraRosso)



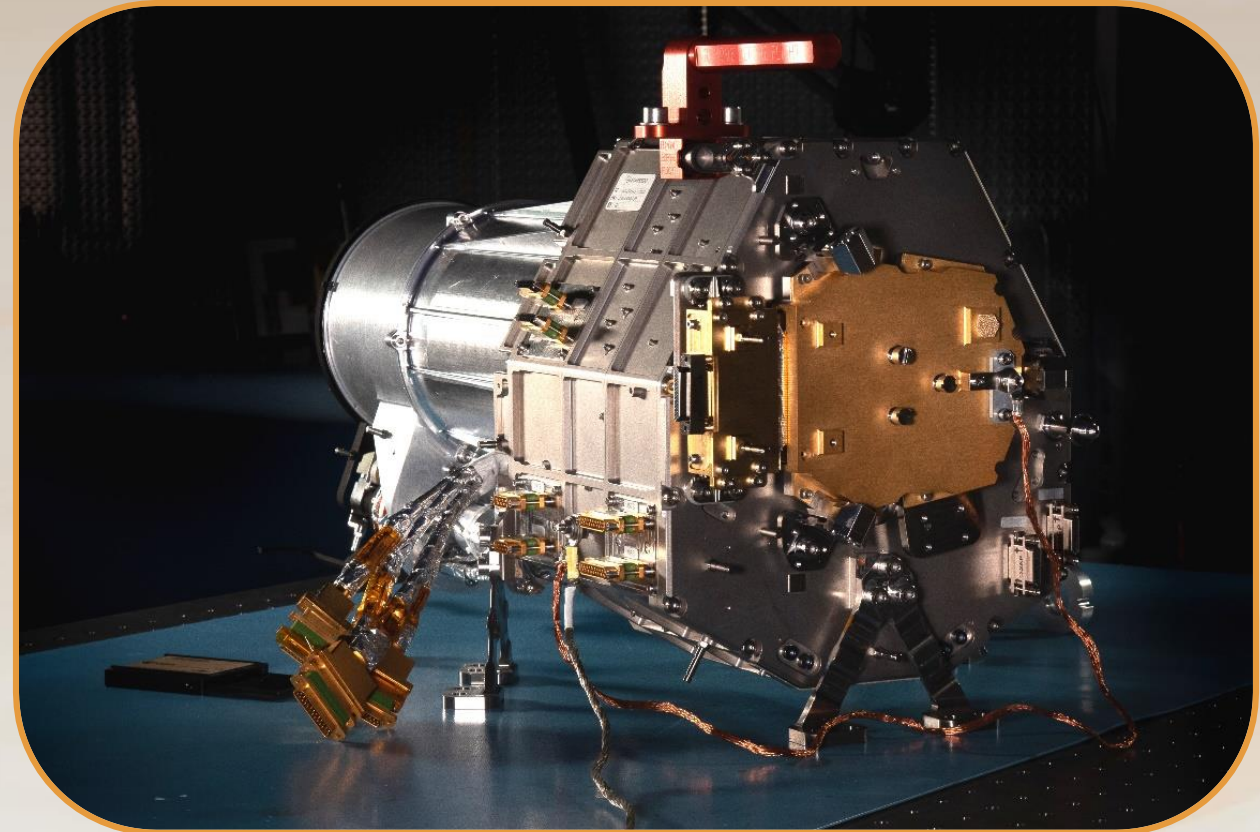
Intervalli di lunghezza d'onda dei filtri di JANUS



Testa Ottica - OPTICAL HEAD UNIT (OHU)

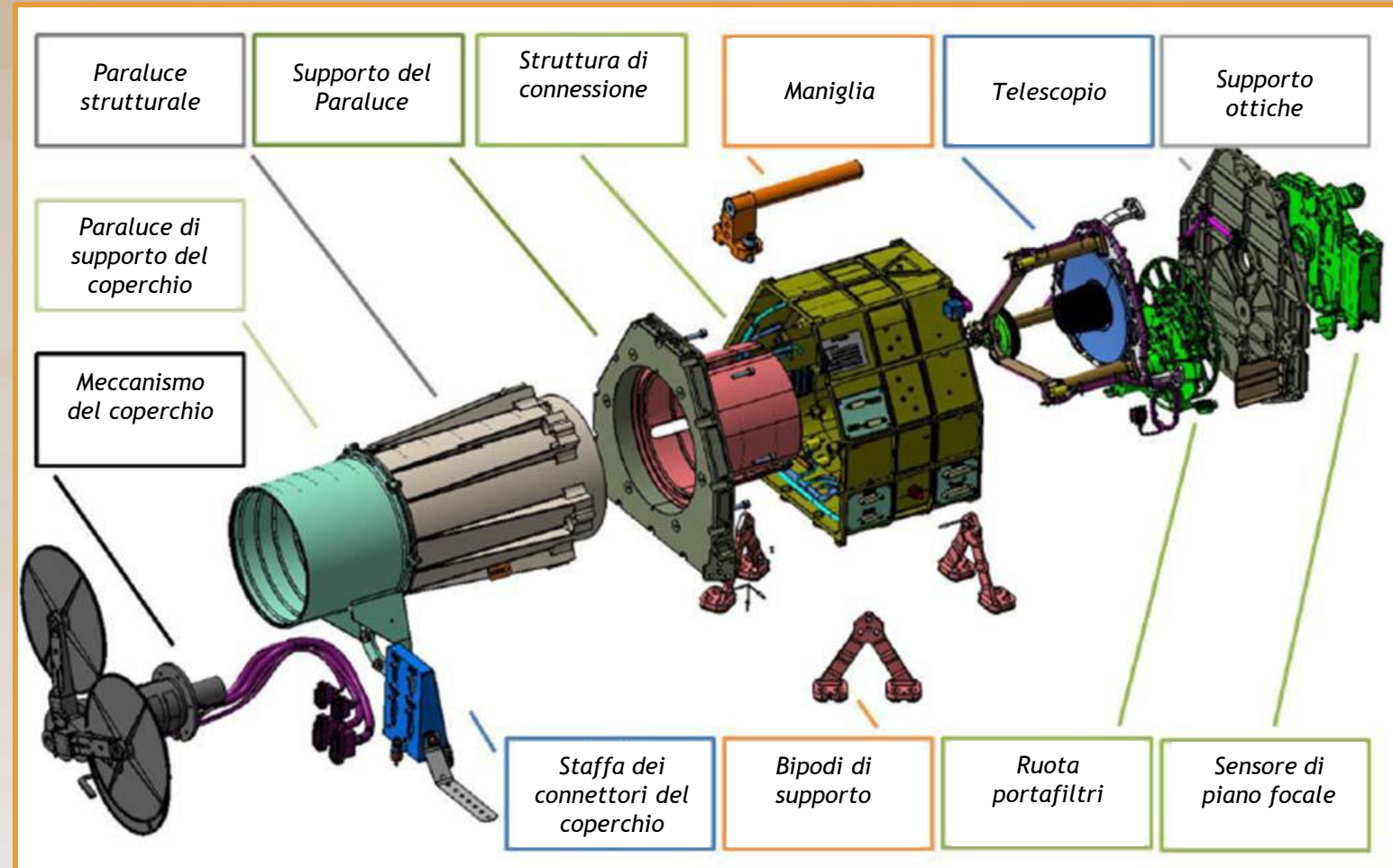


[Crediti: Leonardo SpA, DLR]



[Crediti: Leonardo SpA, DLR]

Testa Ottica - OPTICAL HEAD UNIT (OHU)

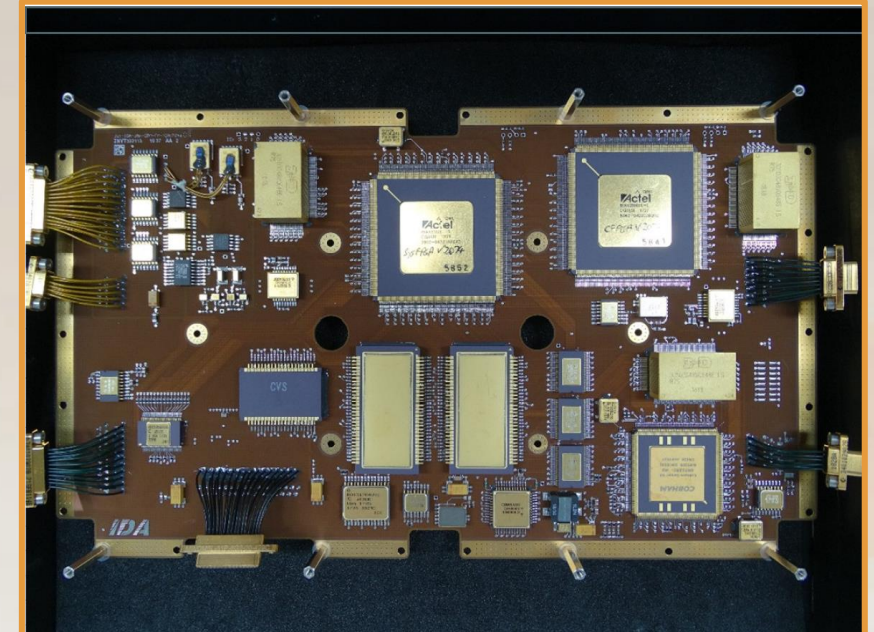
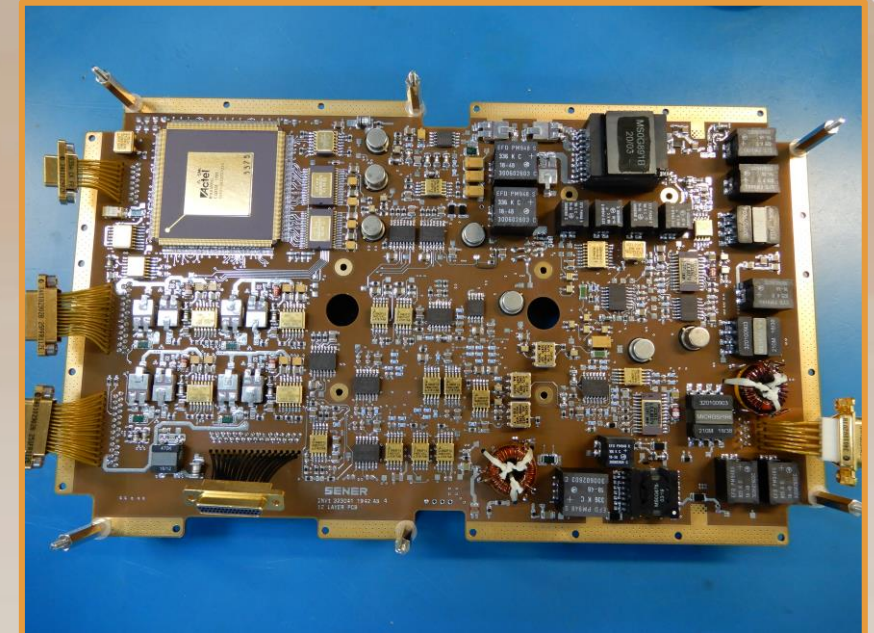


[Crediti: Leonardo SpA]

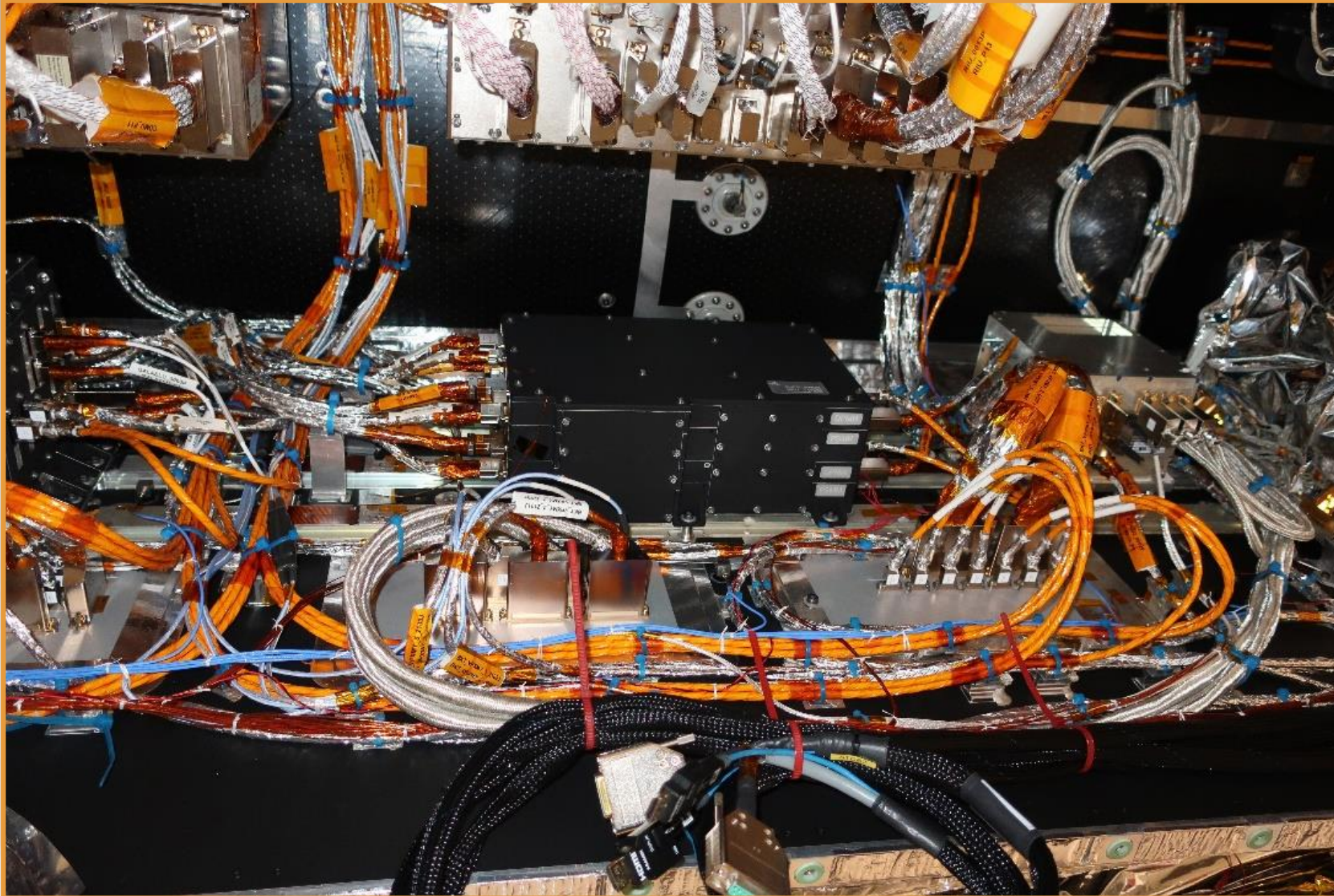
Elettronica Principale - MAIN ELECTRONICS UNIT (MEU)



[Crediti: DLR, CSIC-IAA, Sener]



Elettronica Principale - MAIN ELECTRONICS UNIT (MEU)



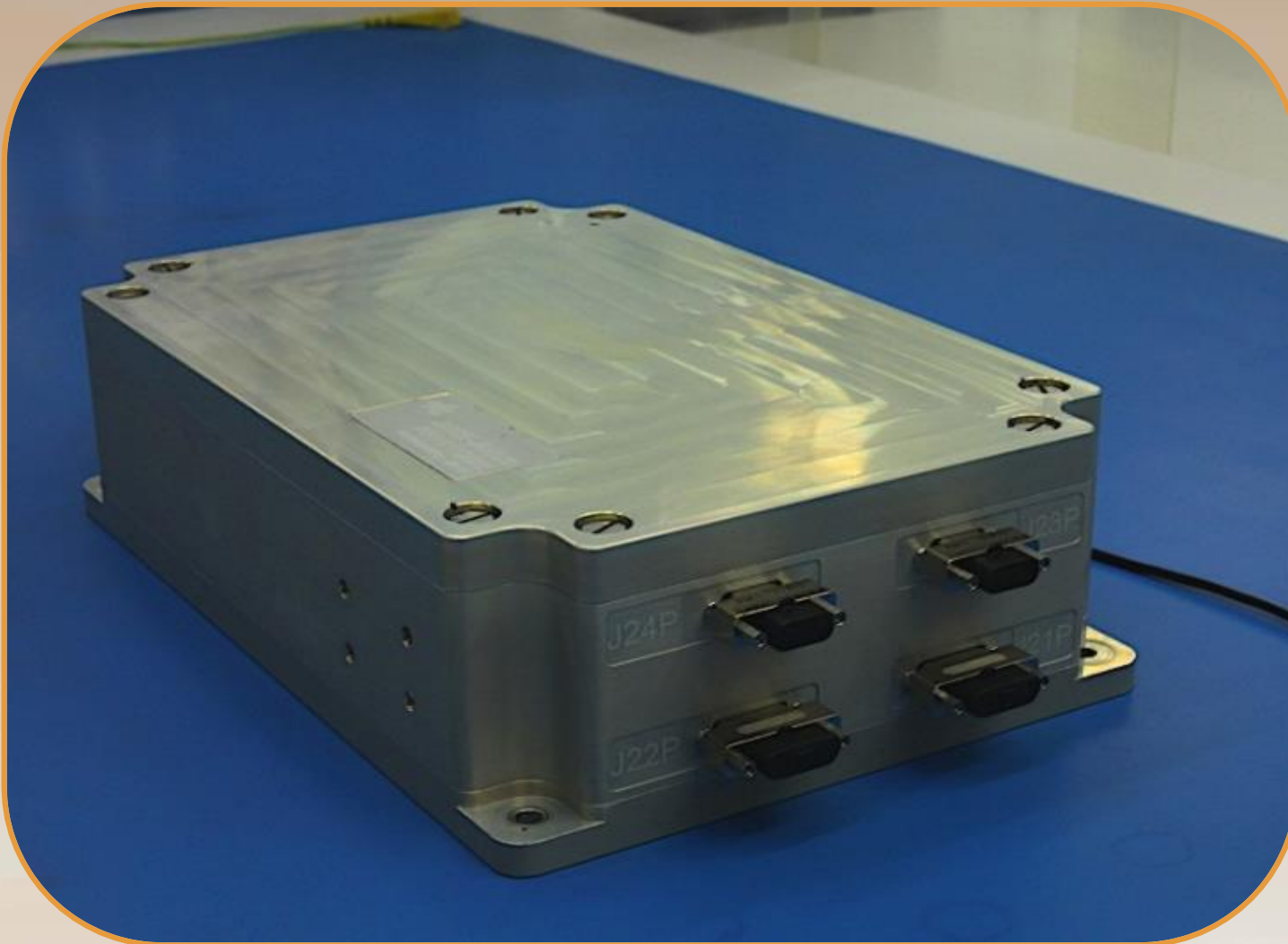
Integrata sul satellite



[Crediti: DLR, CSIC-IAA, Sener]

[Crediti: ESA]

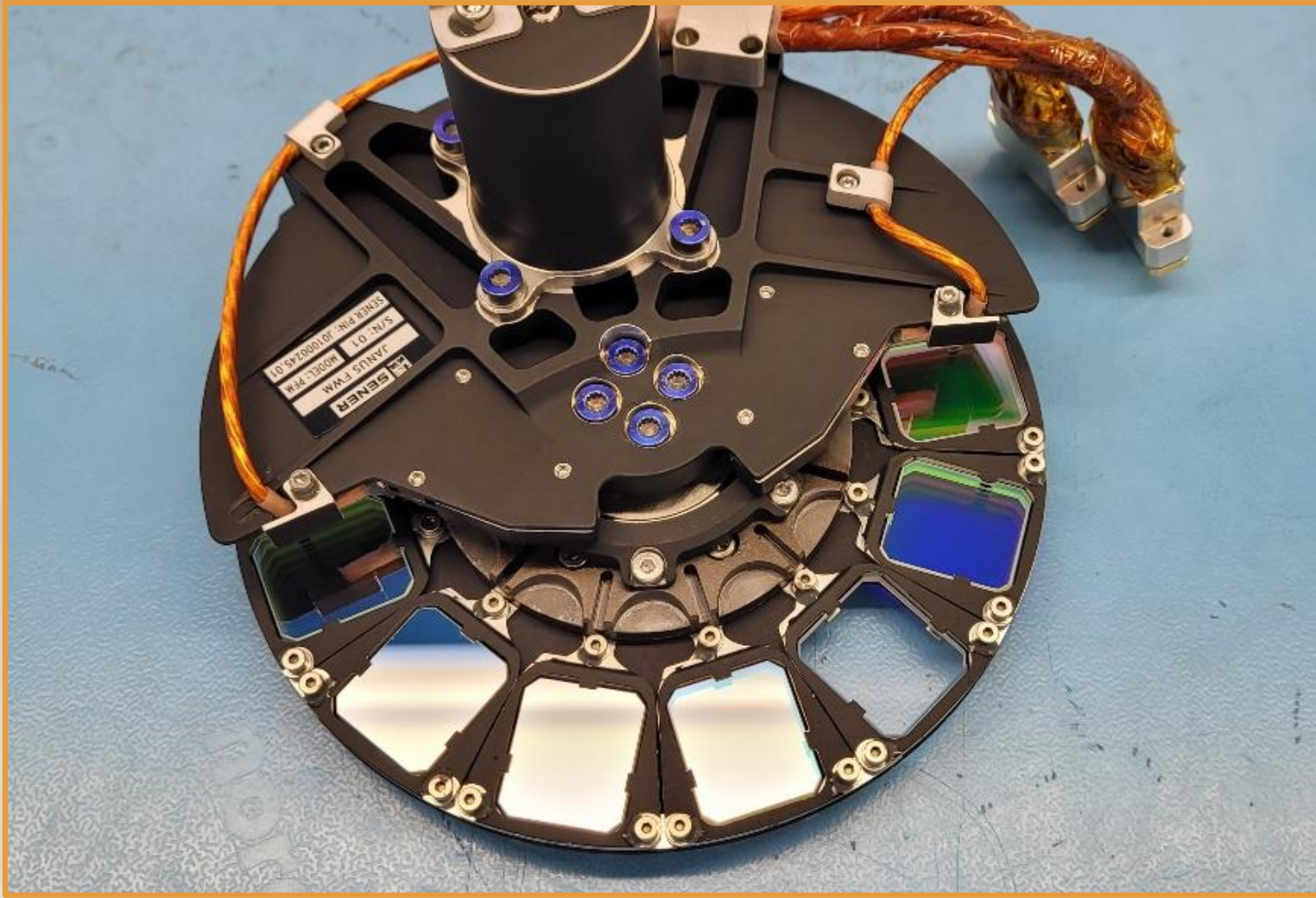
Elettronica di Prossimità - PROXIMITY ELECTRONICS UNIT (PEU)



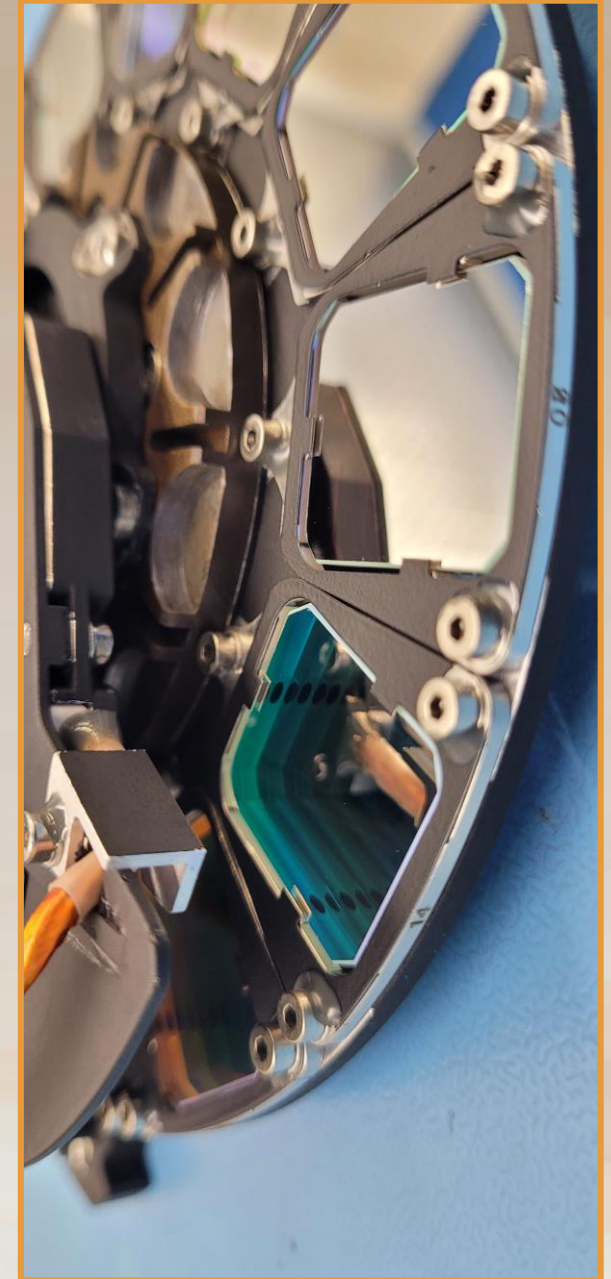
[Crediti: DLR]



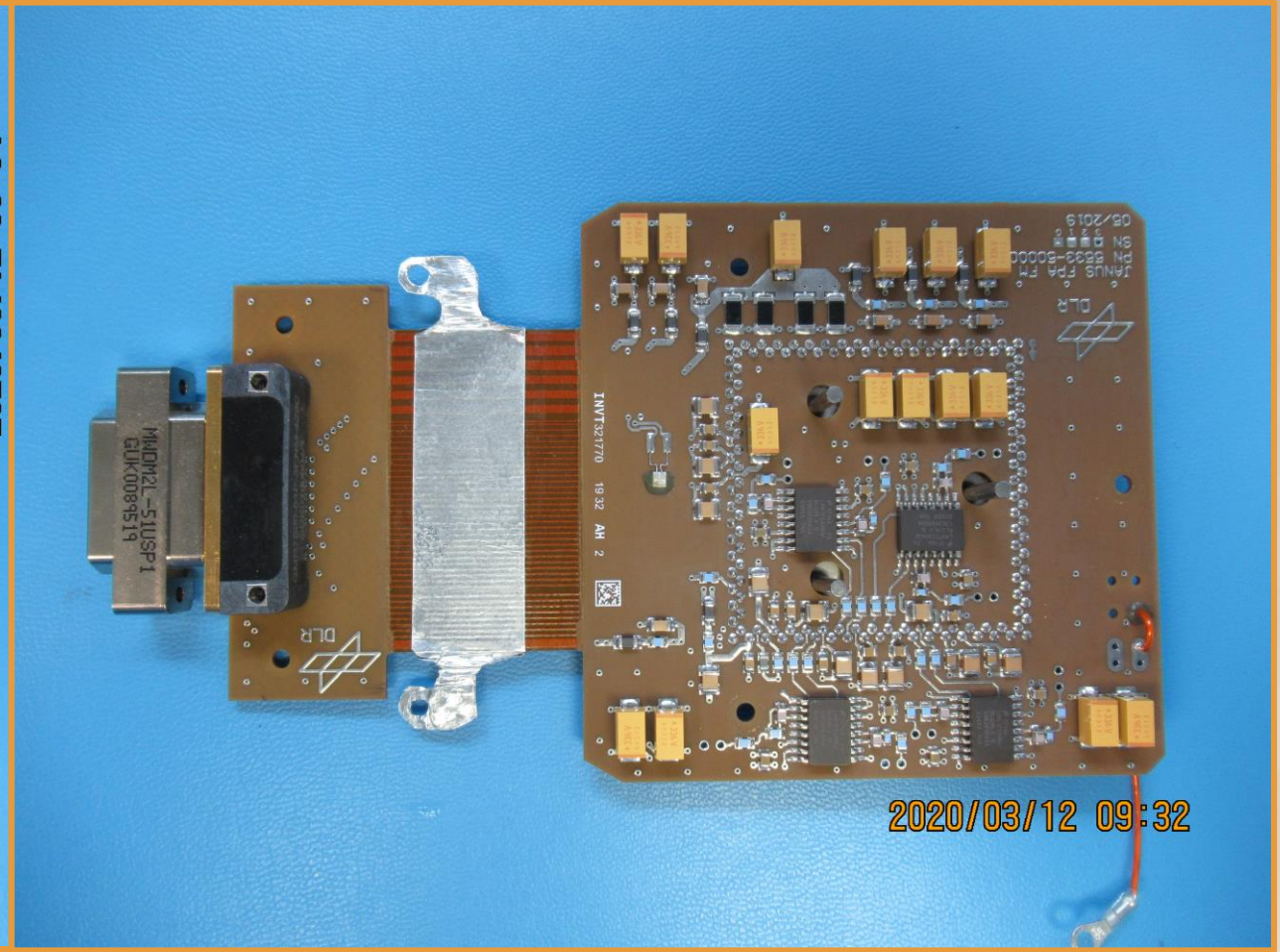
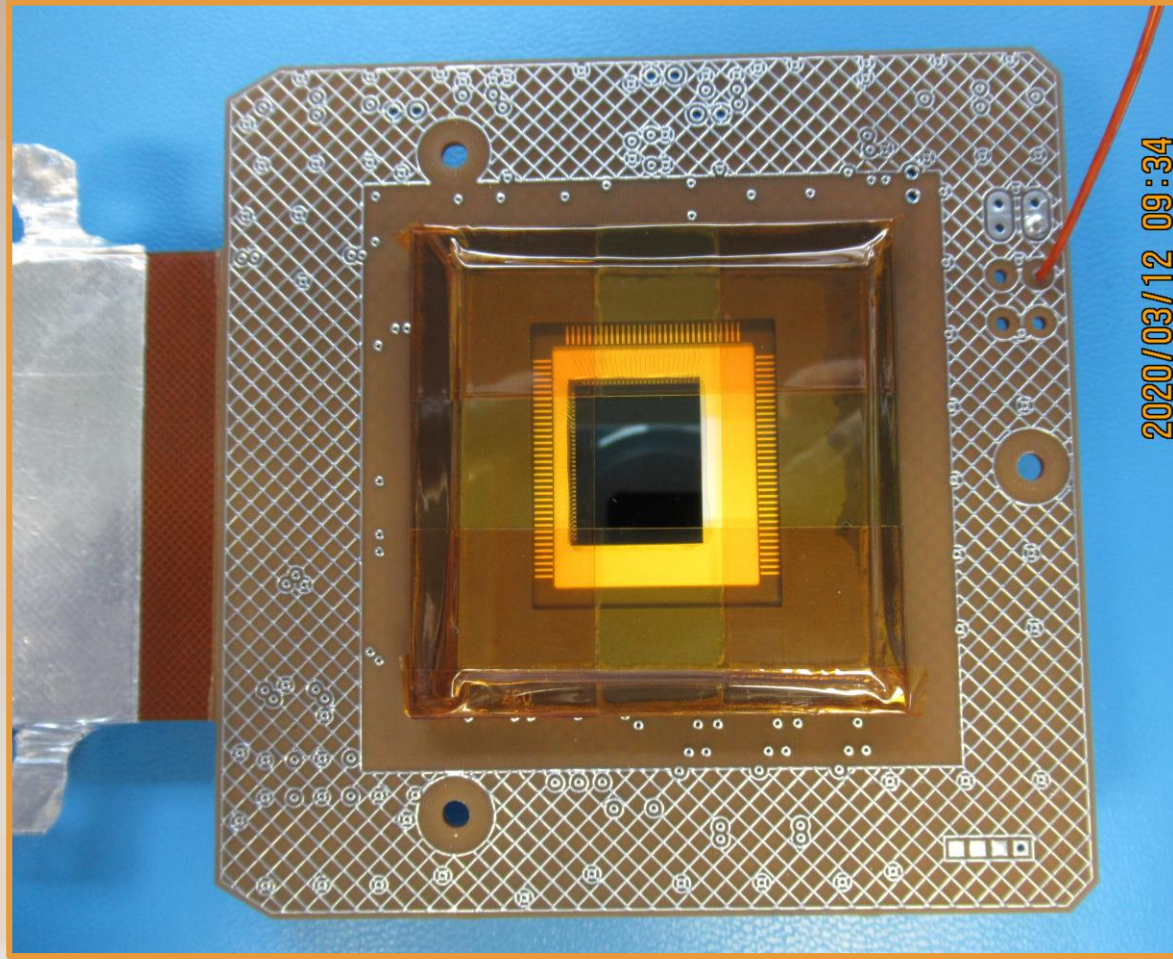
Ruota portafiltri



[Crediti: CSIC-IAA, Sener]

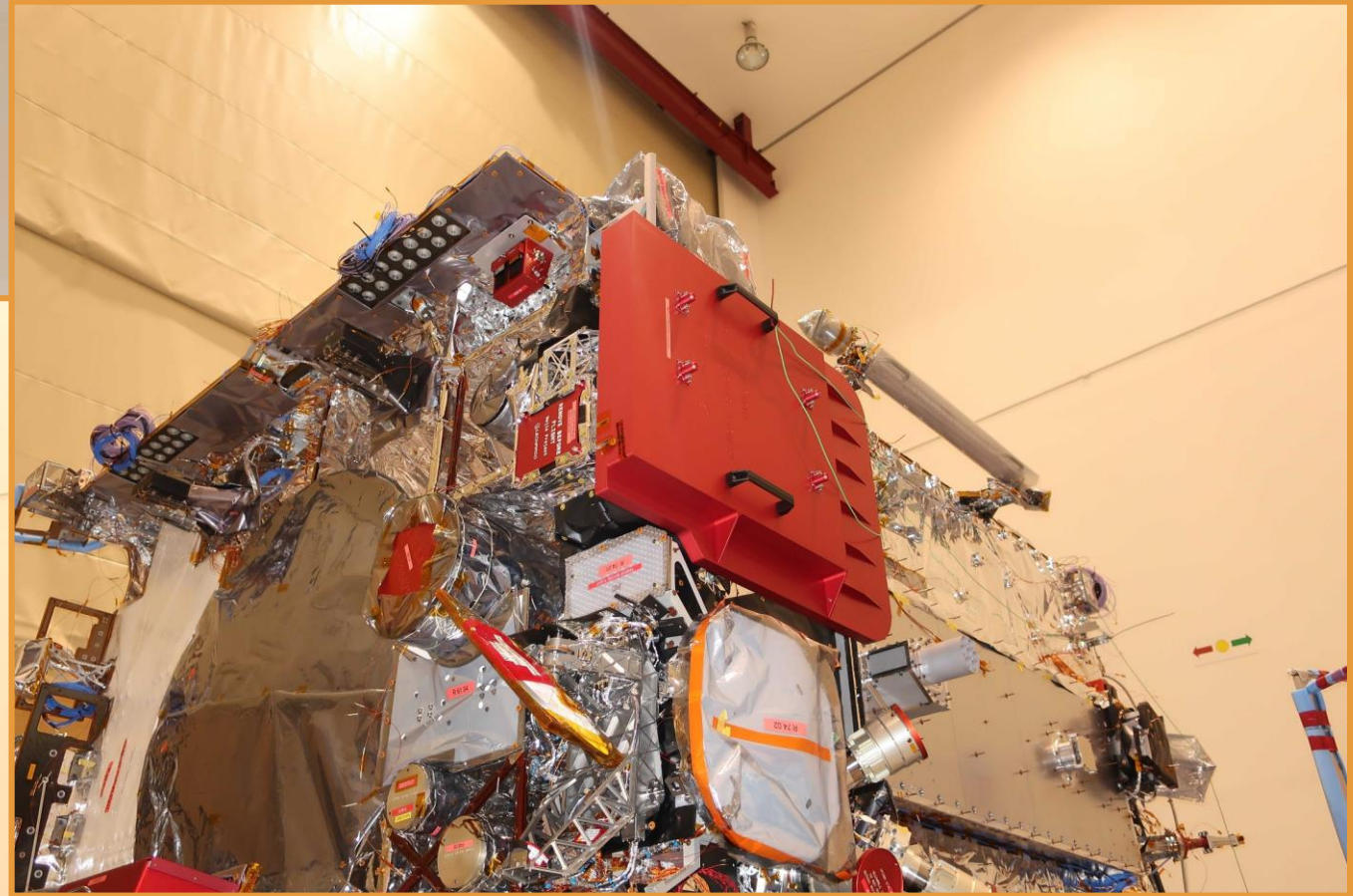
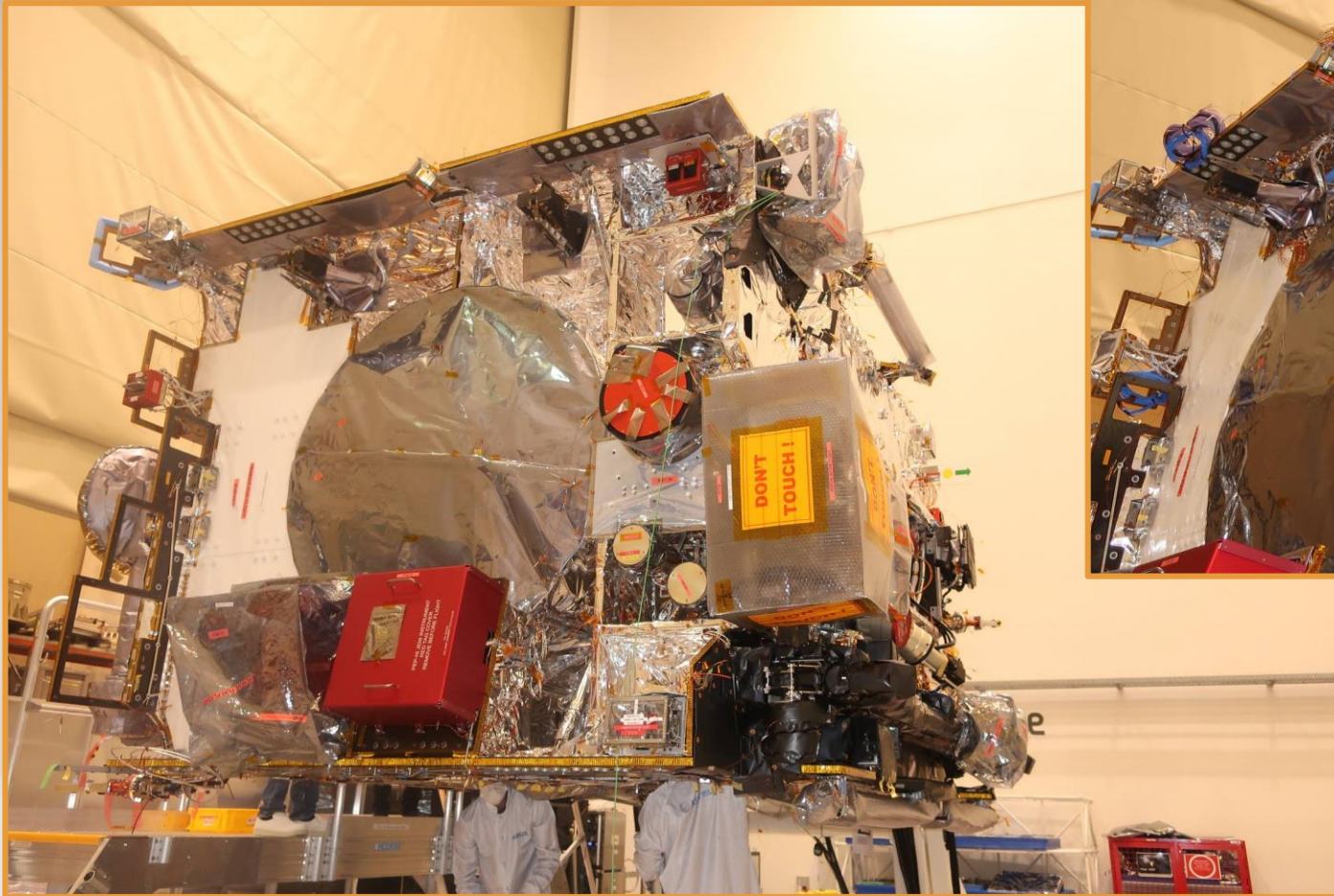


Sensore



[Crediti: DLR, Teledyne-e2V, CEI-OpenUniversity]

JANUS a bordo del satellite JUICE



[Crediti: ESA]

JANUS a bordo del satellite JUICE



[Crediti: ESA]

Obiettivi scientifici di JANUS



Studiare le **esosfere** dei satelliti Galileiani, in particolare Io ed Europa

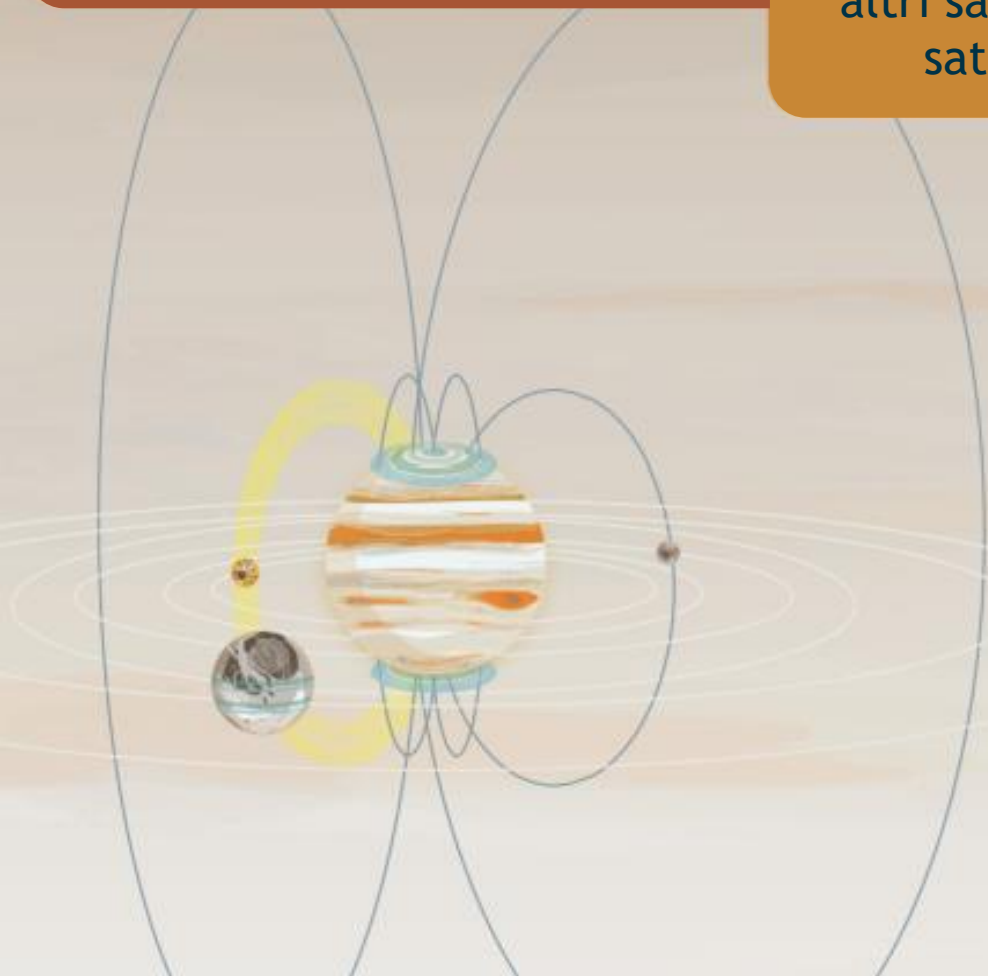
Caratterizzare **Ganimede, Callisto, Europa** come corpi planetari, la loro potenziale abitabilità, con particolare attenzione a Ganimede

Caraterizzare e studiare le proprietà fisiche degli altri satelliti del Sistema di Giove, inclusi **Io**, i satelliti **irregolari**, e i **satelliti interni**

Studiare e monitorare gli strati esterni (fino alla troposfera) dell'**atmosfera di Giove**

Ottenere una caratterizzazione fisica del **sistema di anelli**

Studiare gli effetti della magnetosfera sul sistema e le sue complesse interazioni: aurore, effetti sulle superfici solide....



Tettonica

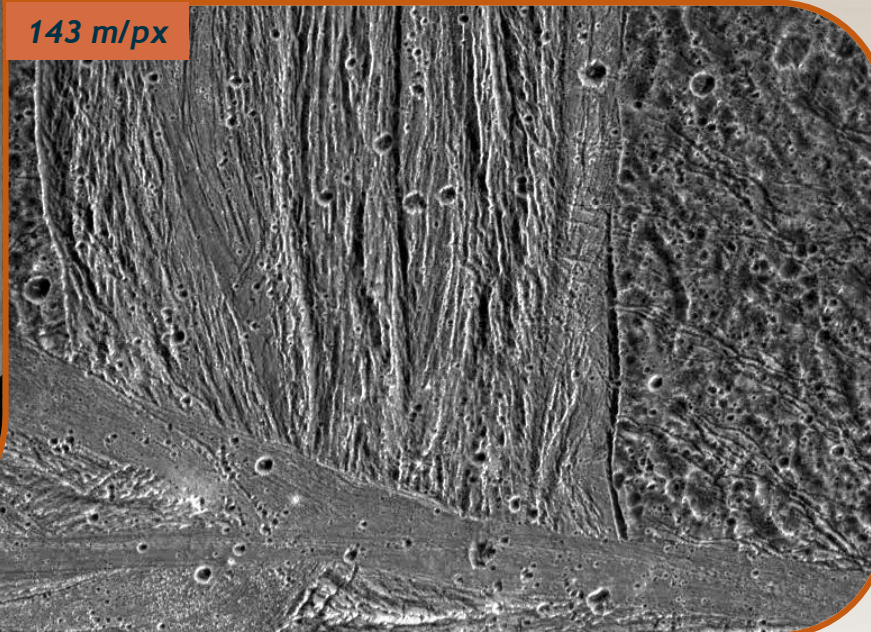
- Strutture legate a deformazioni e i relative sforzi, sequenze cronologiche;
- campi di forza che causano le deformazioni e loro origine;

- Spessore della litosfera;
- Scambi fra il sotto-superficie (oceano) e la superficie dovuti a processi tettonici.

GANIMEDE

Bright grooves terrain (solchi)

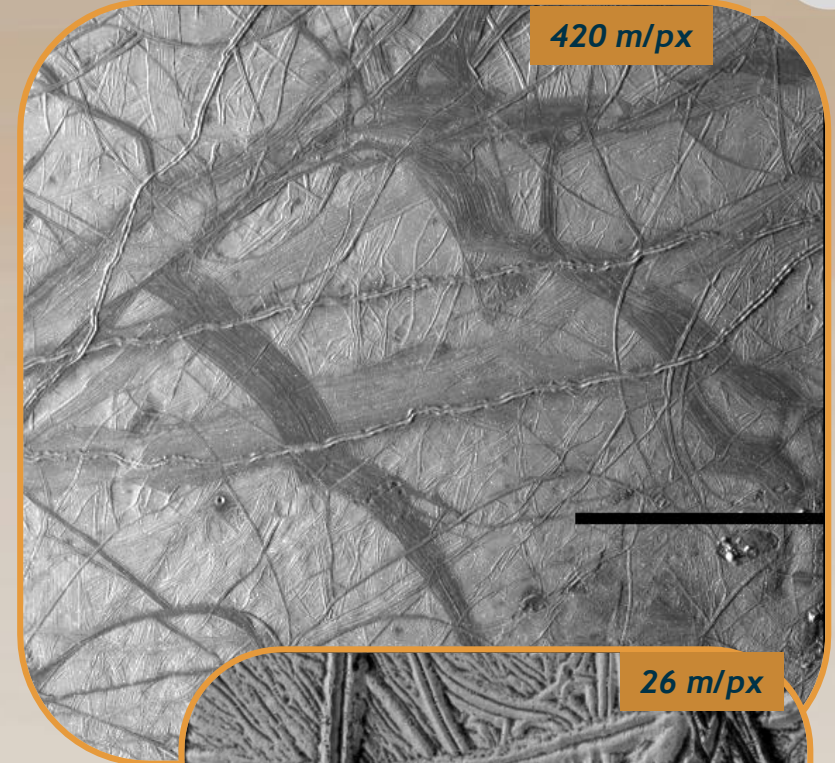
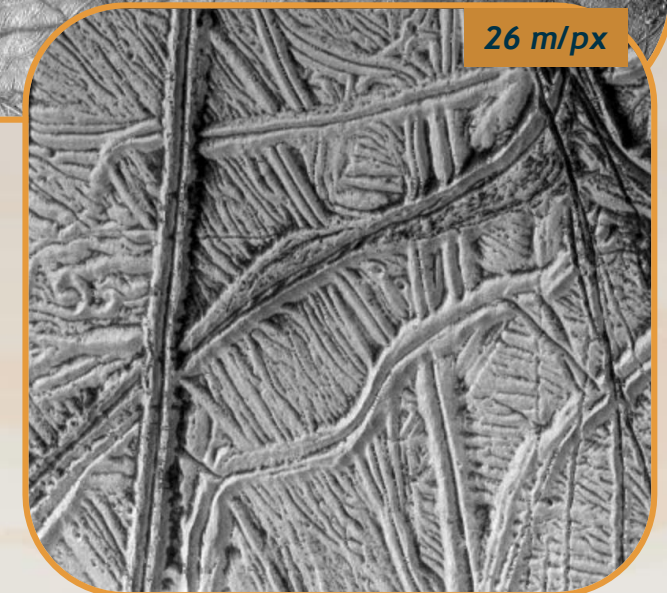
143 m/px



EUROPA

Europa's Ridged Plains (dorsali)

26 m/px



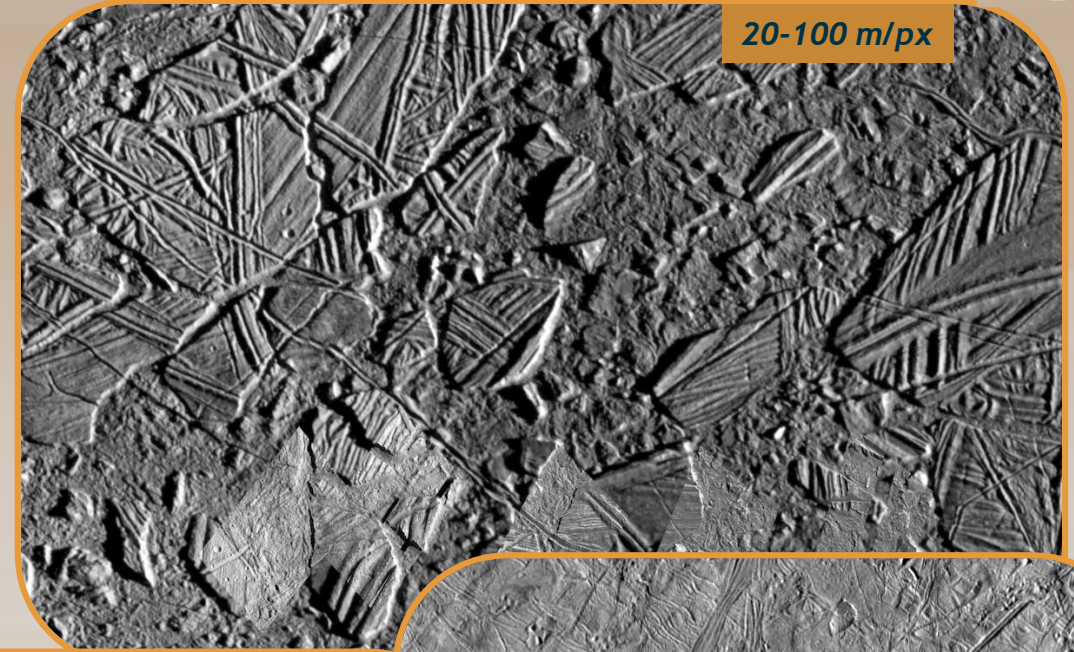
420 m/px

Criovulcanismo

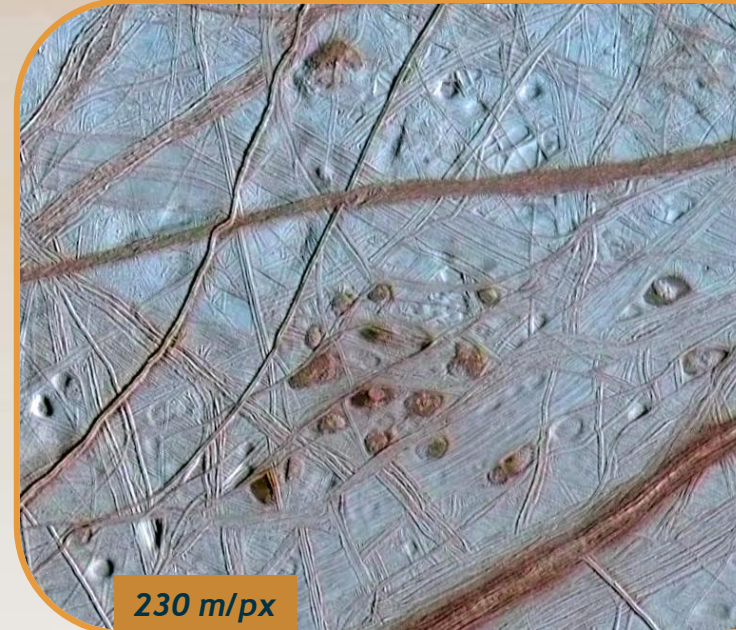
EUROPA

Conamara Chaos region

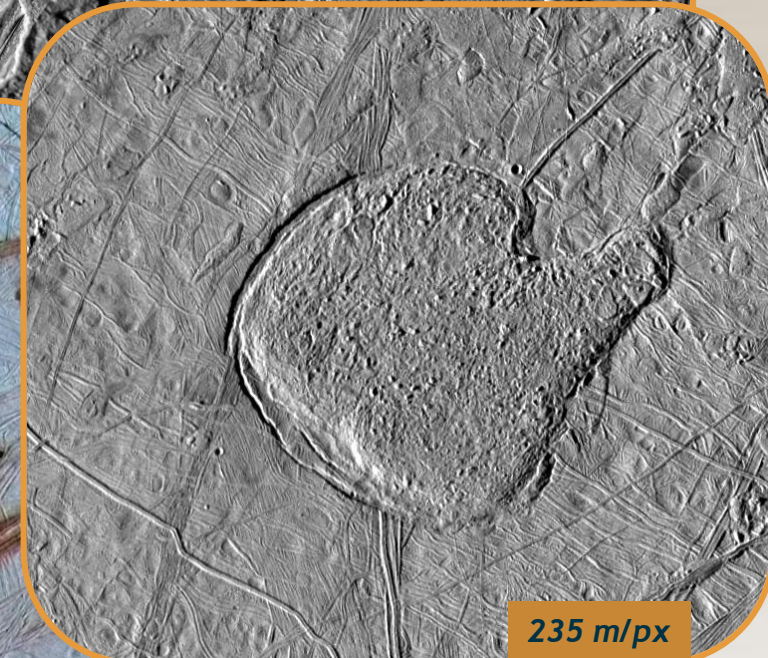
20-100 m/px



Lenticulae



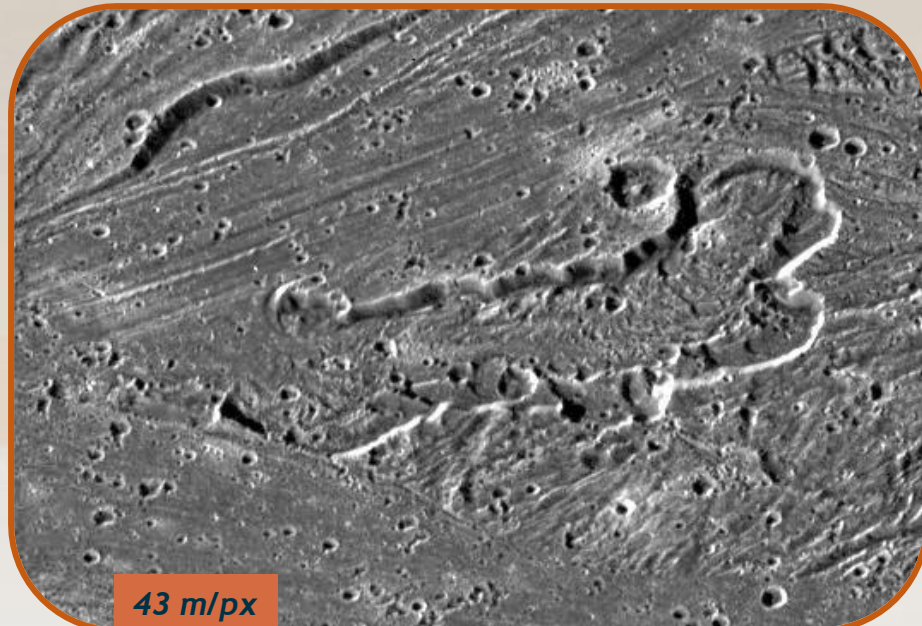
230 m/px



235 m/px

Murias Chaos

GANIMEDE Caldera

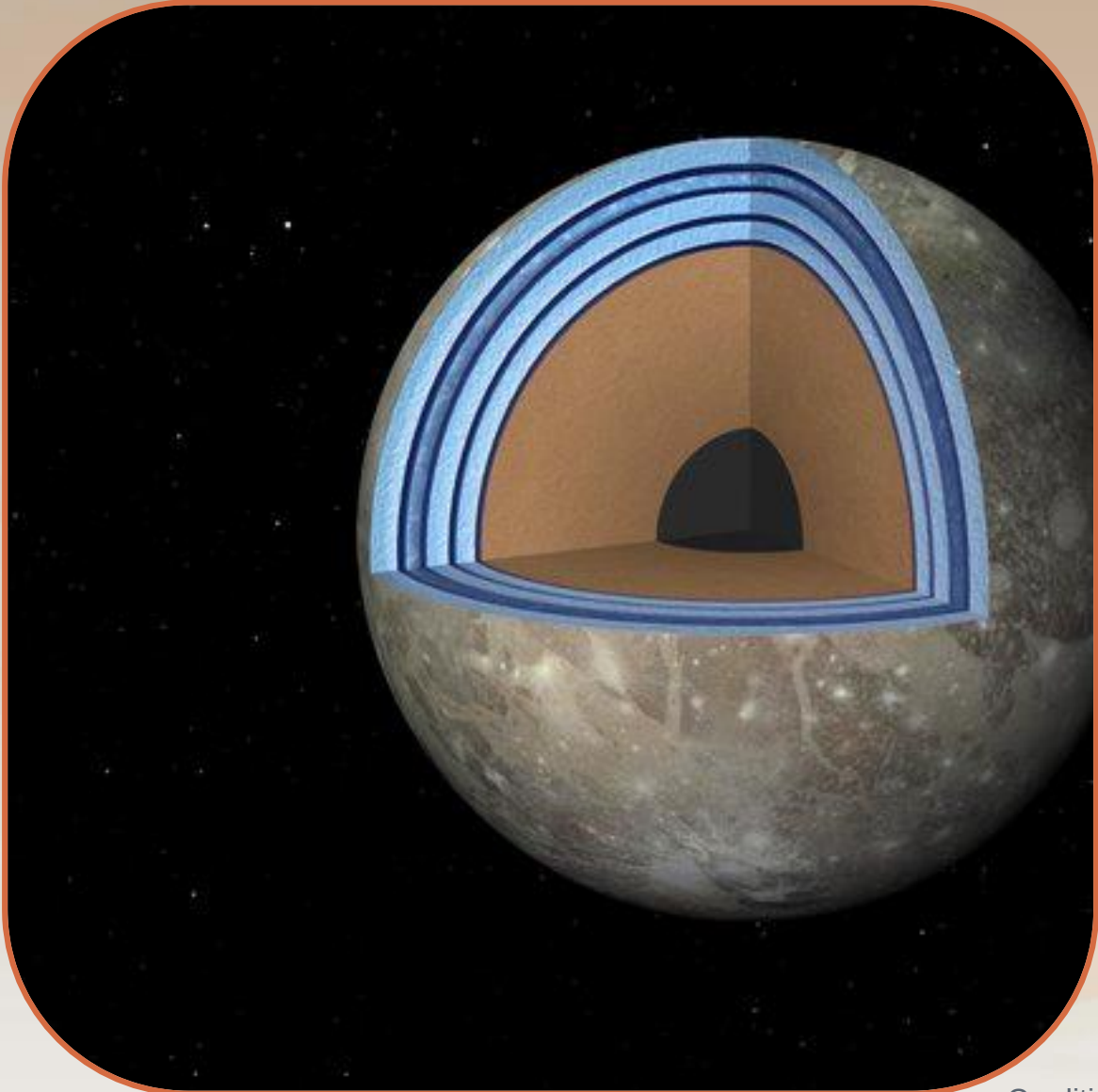
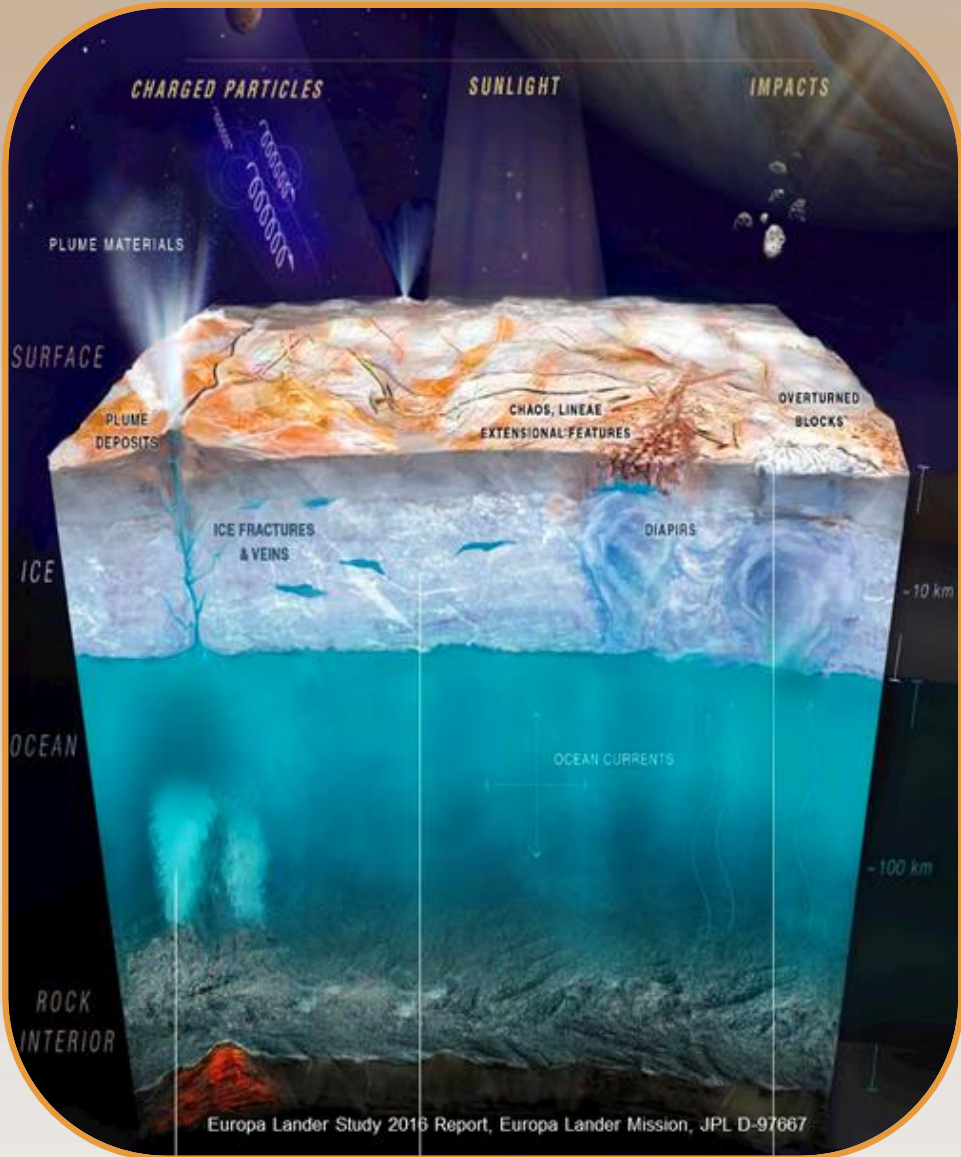


43 m/px

L'interazione fra la crosta e l'oceano sotto-superficiale, attraverso fenomeni criovulcanici e tettonici, è direttamente connessa con l'abitabilità di questi satelliti.

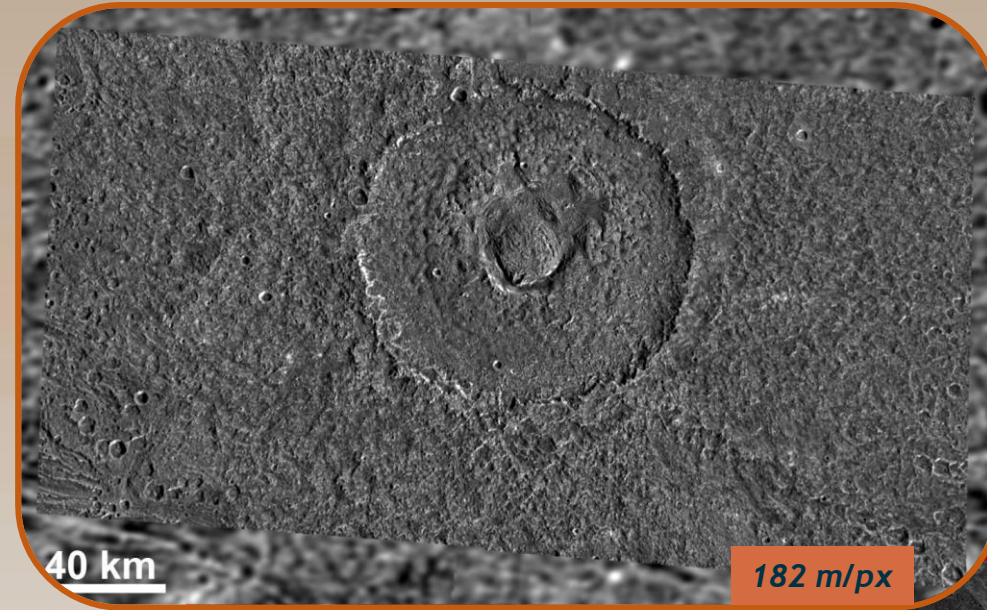
EUROPA

GANIMEDE

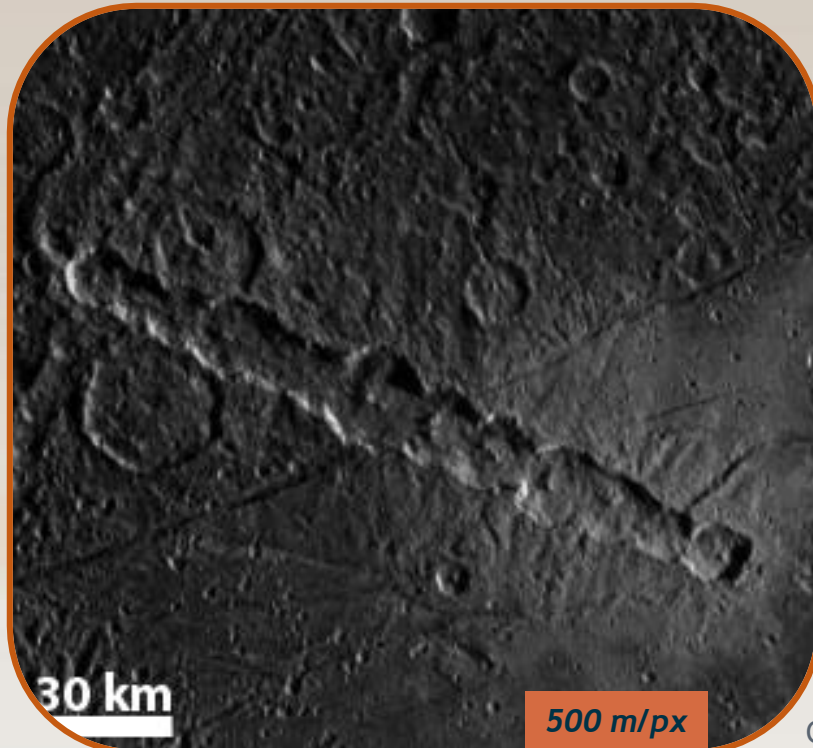


Crateri da impatto

- Proprietà reologiche della superficie;
- Differenze regionali delle proprietà reologiche;
- Struttura sotto-superficiale;
- Natura degli impattori (asteroid, comete,);
- Variazione temporale delle proprietà e delle relative espressioni morfologiche

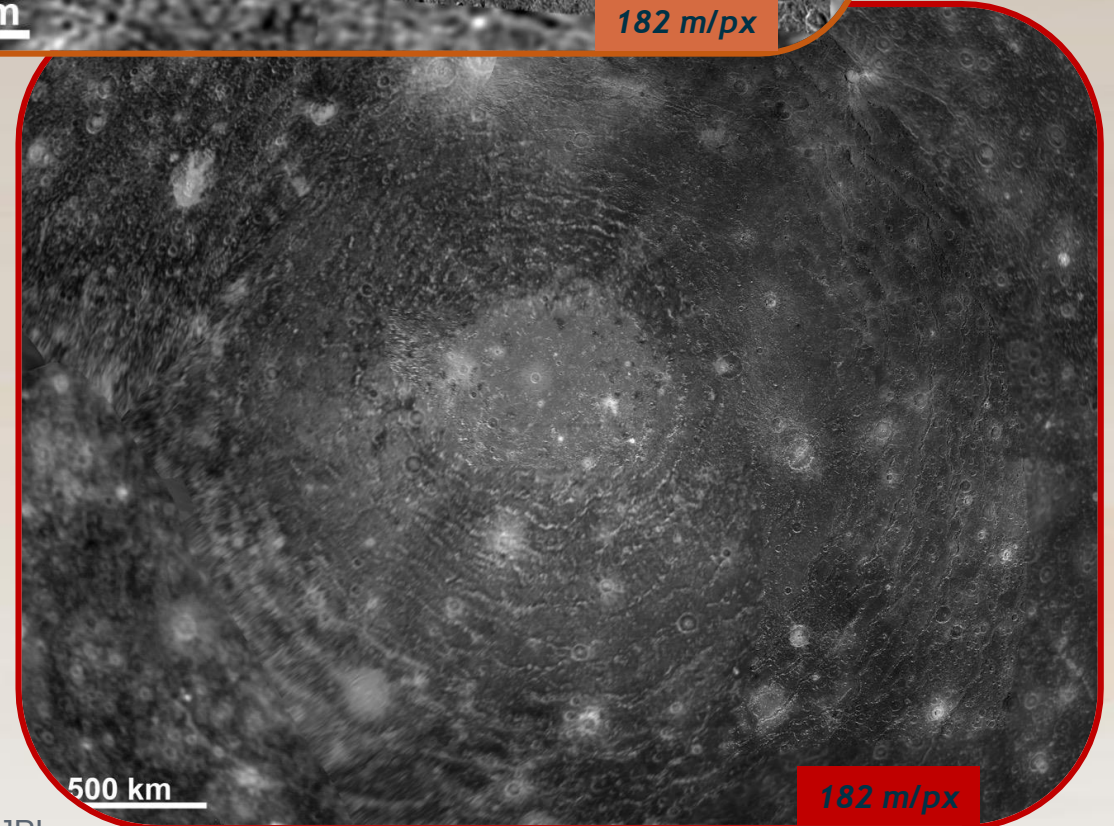


GANIMEDE
Melkart: cratere
con duomo centrale



GANIMEDE
Enki Catena: catena
di crateri da una
cometa
frammentata

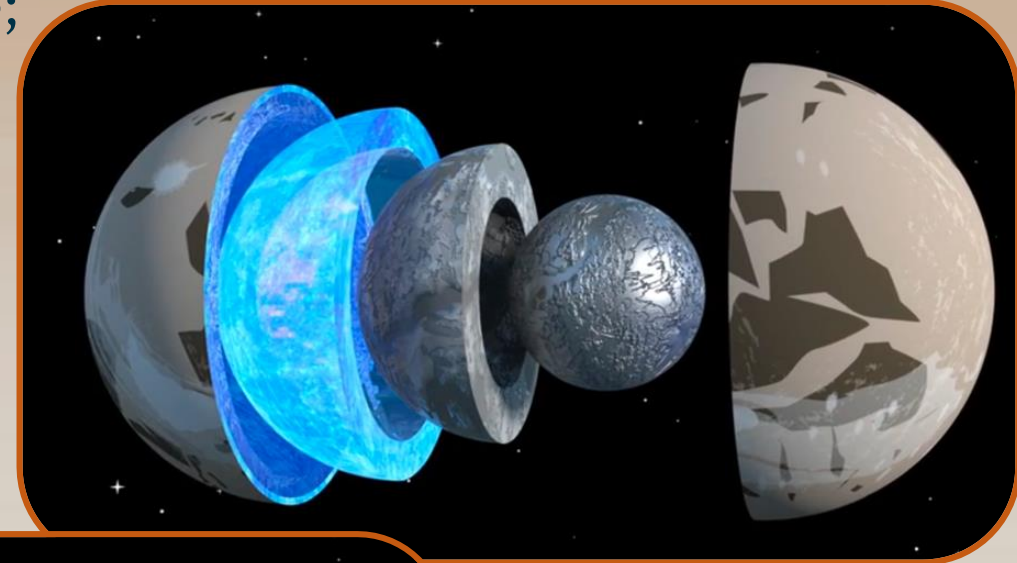
CALLISTO
Valhalla



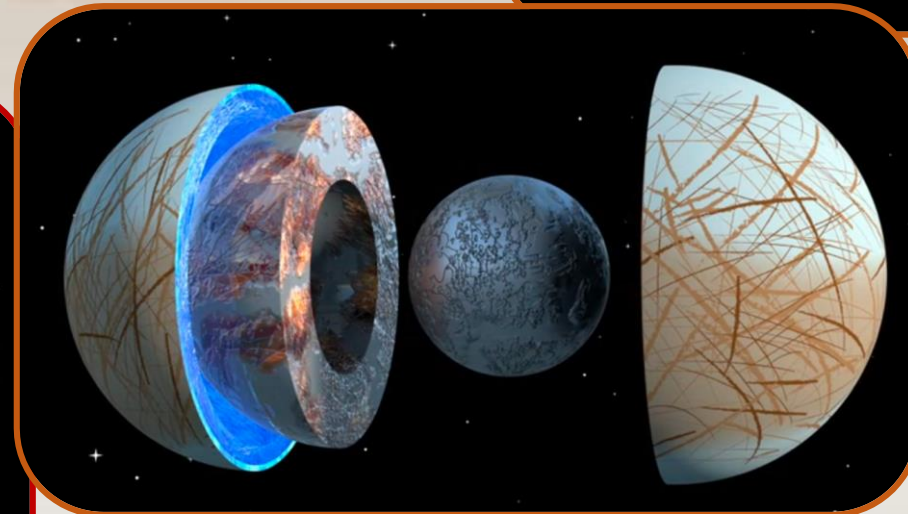
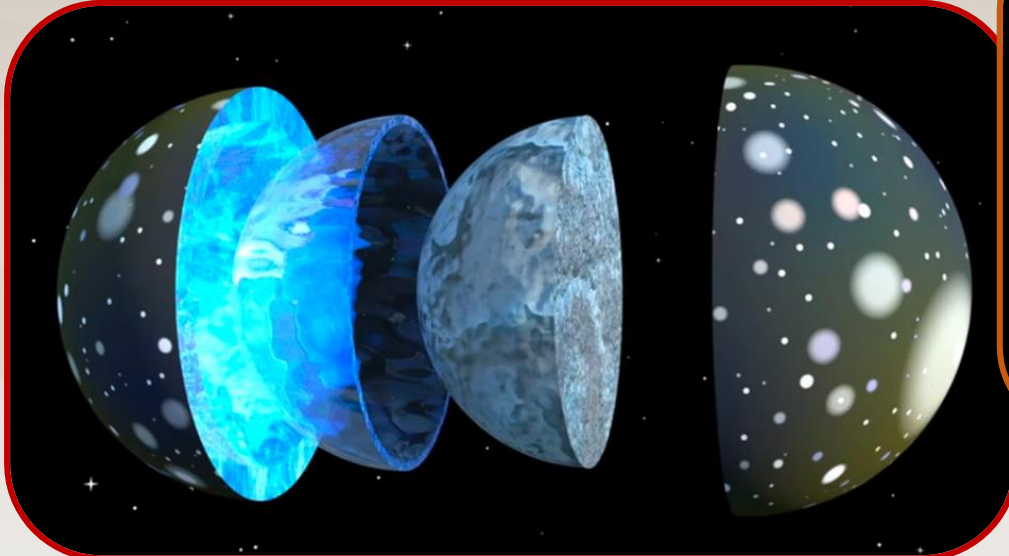
Rotazione e struttura interna

- Direzione dell'asse di rotazione (obliquità);
- Nutazione forzata dell'asse di rotazione al periodo orbitale;
- Ampiezza delle librazioni forzate con diversi periodi;
- Determinazione del tasso di variazione delle orbite;
- Misura accurata della forma dei satelliti.

GANIMEDE



CALLISTO



EUROPA

Caratteristiche spettrali / colori

- Distribuzione superficiale delle unità litologiche;
- Distribuzione delle proprietà fisiche del ghiaccio (dimensione dei grani) in funzione delle condizioni ambientali;
- Origine dei materiali scuri

EUROPA



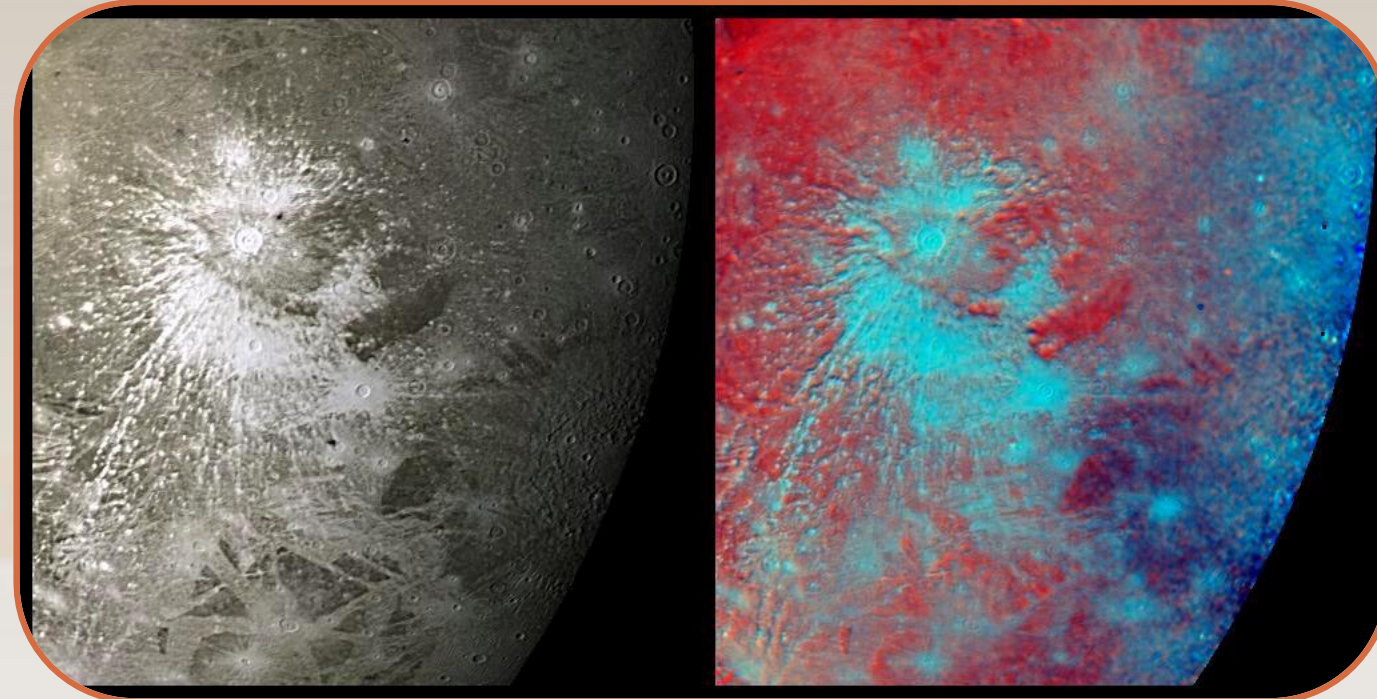
54 m/px



GANIMEDE

Cratere brillante raggiato (150 km)

Blocchi / chaos terrain



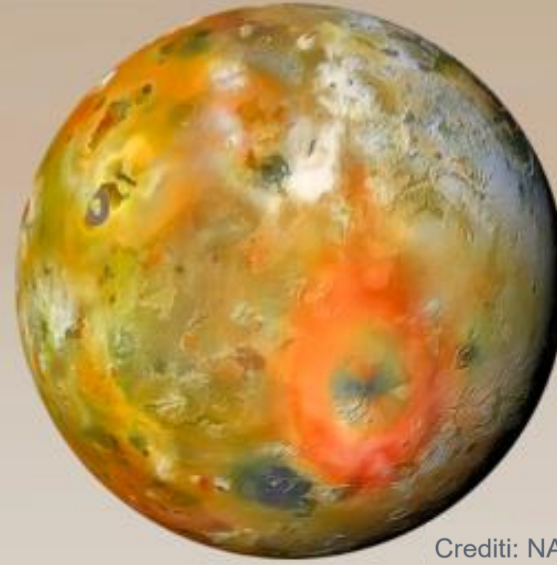
Crediti: NASA/JPL/USGS



Regione di transizione di un chaos terrain Crediti: NASA/JPL

Io

- Attività vulcanica di Io e sua evoluzione termica;
- Proprietà del magma, stili eruttivi;
- Cambiamenti della superficie causati dai pennacchi vulcanici e altra attività;
- Trasporto dei pennacchi vulcanici.



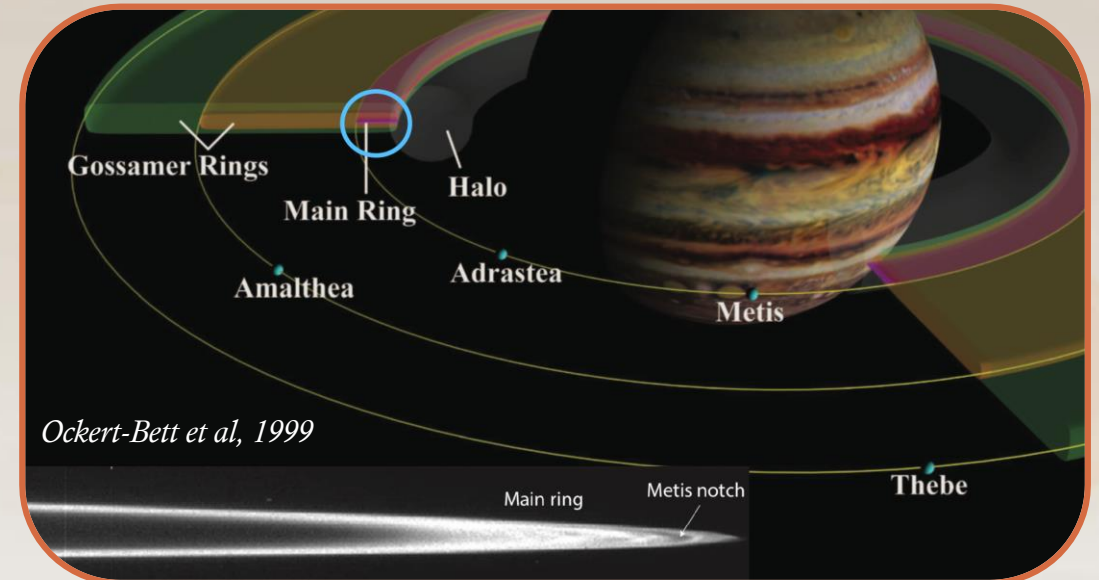
Crediti: NASA/JPL

Esosfere

- Struttura globale e locale di nubi e toroidi di sodio da Io ed Europa

Anelli e piccolo satelliti

- Caratterizzazione fisica dell'intero sistema di anelli;
- Addensamenti, asimmetrie e loro evoluzione temporale;
- Posizione astrometrica delle lune;
- Curve di luce e di fase delle lune e osservazioni risolte spazialmente (forma, albedo, caratteristiche superficiali etc...)



Atmosfera

- Processi dinamici nella troposfera, sistemi di nubi, onde, vortici e altre instabilità, struttura delle nubi, fulmini;
- Variazioni nella stratosfera, dinamica dei grandi vortici;
- Studio dinamico degli eventi convettivi che superano la tropopause e generano pennacchi a grandi altezze

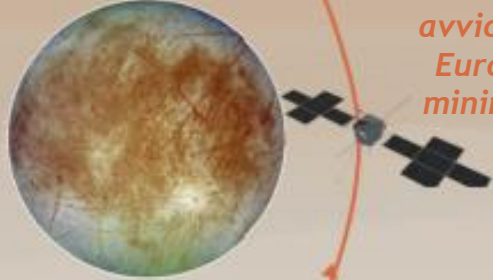
Interazioni con il campo magnetico

- Attività aurorale nell'alta atmosfera



2 passaggi ravvicinati a EUROPA

Risoluzione @ 400 km $\rightarrow$ 6 m/pixel

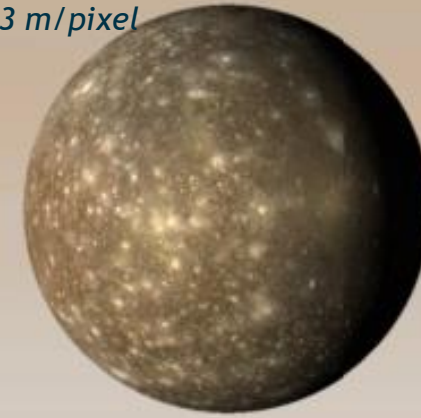


Massimo avvicinamento a Europa (quota minima 400 km)

- ✓ Mappatura multi-colore con risoluzione spaziale migliore di 2 km/px su scala regionale e migliore di 500 m/px su regioni selezionate (obiettivo: 200 m/px con almeno 4 filtri);
- ✓ Copertura globale con immagini monocromatiche con risoluzione migliore di 500 m/px, per scendere a 50 m/px su regioni selezionate (obiettivo: 20 m/px);
- ✓ Immagini stereo con risoluzione orizzontale migliore di 500 m/px e risoluzione verticale da 50 ad alcune centinaia di metri;
- ✓ Immagini dell'esosfera a risoluzione migliore di 20 km/px

21 passaggi ravvicinati a CALLISTO

Risoluzione @ 200 km $\rightarrow$ 3 m/pixel

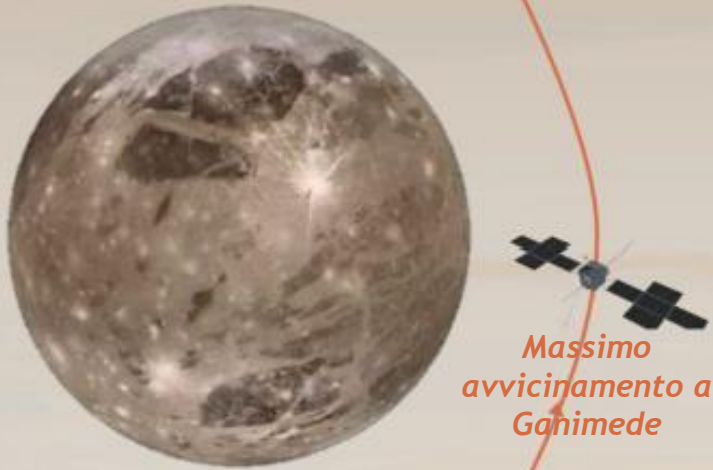


Massimo avvicinamento a Callisto (quota minima 200 km)

- ✓ Immagini monocromatiche su regioni selezionate della superficie di Callisto con risoluzione da 5 a 50 m/pixel;
- ✓ Mappatura regionale della superficie in almeno 4 colori a 100 m/pixel (obiettivo: mappatura globale);
- ✓ Mappatura globale a ~ 1 km/px e osservazioni del limbo a 1 km/px;
- ✓ Immagini stereo locali con risoluzione orizzontale di 50-500 m e risoluzione verticale da 50 ad alcune centinaia di metri..

Misure scientifiche di JANUS

12 GANYMEDE Flybys



Massimo
avvicinamento a
Ganymede

GANYMEDE elliptical and circular orbits

JANUS resolution @500 km $\rightarrow$ 7.5 m

Orbita circolare @5000 km
e @500 km
(GC05000 and GC0500)

Orbita ellittica
(GEOa and GEOb)



- ✓ Mappa globale alla risoluzione di 100-400 m/px in almeno 4 colori;
- ✓ Immagini ad alta risoluzione su aree selezionate (sotto i 50 m/px e fino a 7.5 m/px)
- ✓ Immagini stereo con risoluzione orizzontale di 5-10 m/px e $\leq$ 30 m/px e risoluzione verticale di 5 m o meglio.

Satelliti irregolari

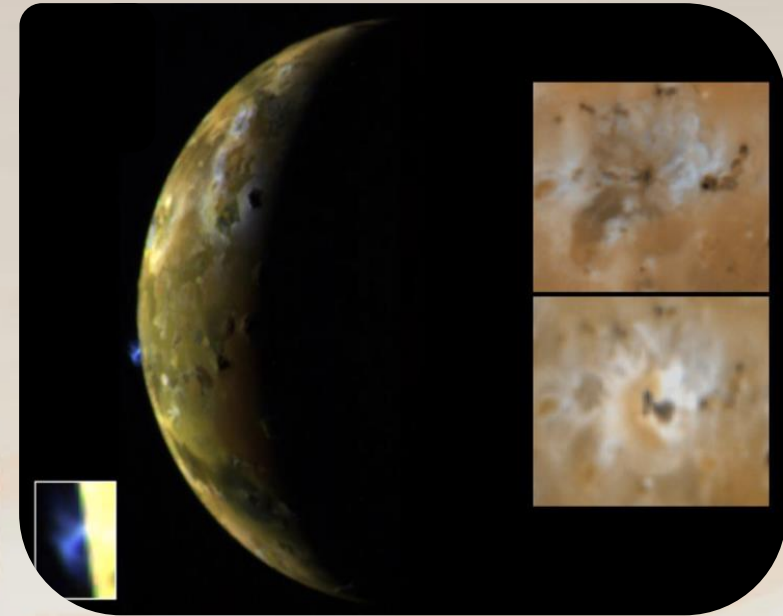
- ✓ Osservazioni monocromatiche e a colori con cadenza di ~5 min per diverse ore e fino ad alcuni giorni per ottenere le curve di luce degli oggetti non risolti;

Io

- ✓ Immagini monocromatiche e multifiltro con risoluzione spaziale ~10 km/px, ripetute nel tempo per il monitoraggio dell'attività vulcanica e lo sviluppo ed evoluzione dei pennacchi;
- ✓ Osservazioni multifiltro ad angolo di fase variabile per le proprietà fisiche della superficie:
- ✓ osservazioni astrometriche.

Anelli

- ✓ Immagini monocromatiche e a colori con risoluzione spaziale da 100 e fino a ~10 km/px su scala temporale di ore, giorni, anni
- ✓ Immagini a diversi angoli di fase per le proprietà fisiche del materiale degli anelli.



Giove

JANUS acquisirà regolarmente immagini dell'atmosfera di Giove, **per studiarne la variabilità nel tempo**. Le osservazioni con i filtri nel vicino IR permettono di osservare lo **strato superiore delle nubi**, mentre altri filtri forniscono dati sulla loro **struttura verticale**.

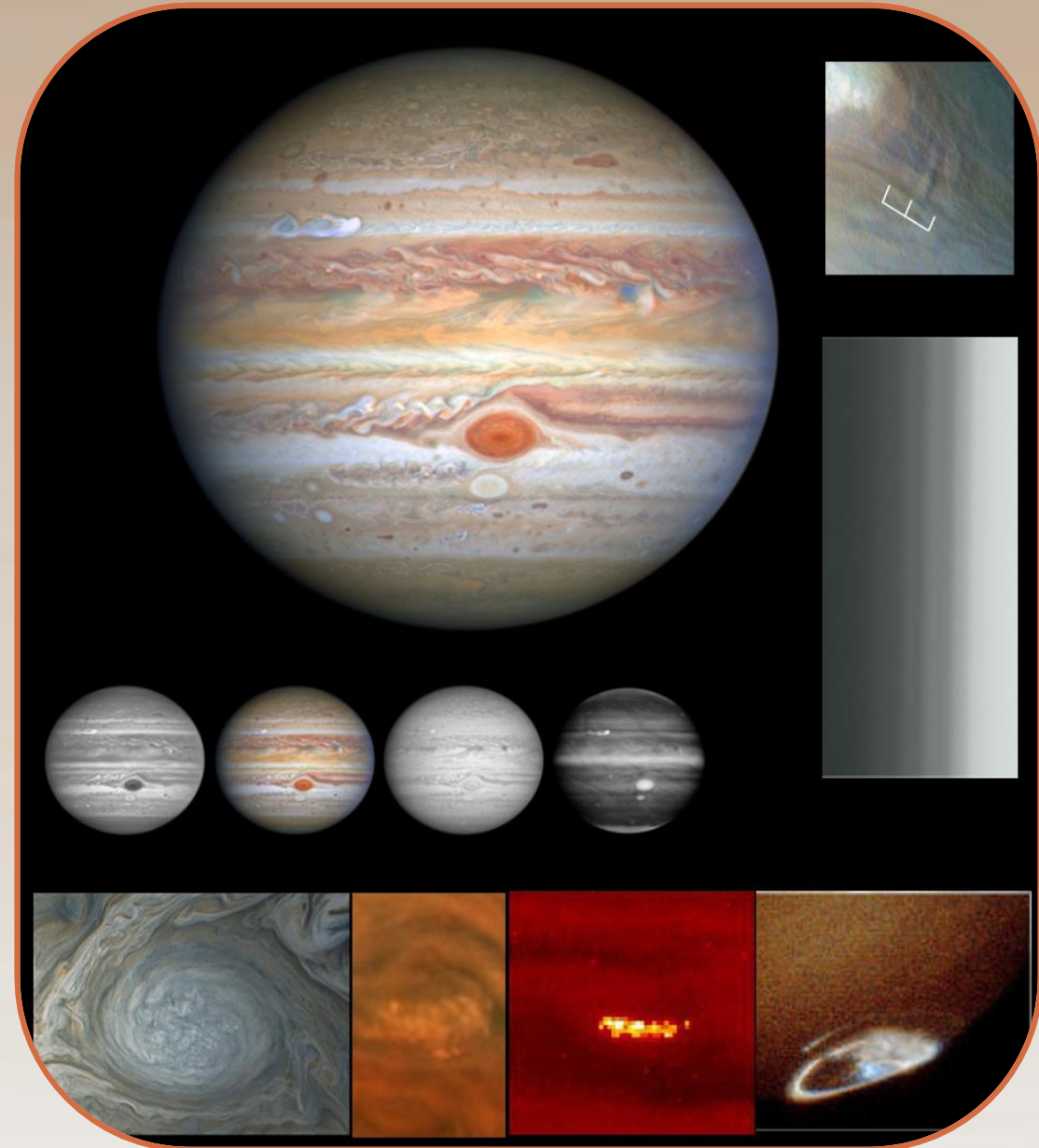
Saranno acquisite molte immagini su scala regionale fino alla risoluzione spaziale di circa **11 km/pix**, svelando la **dinamica dettagliata dei sistemi meteorologici**.

Osservazioni in diverse condizioni di illuminazione, inclusi alti angoli di fase, permetteranno di caratterizzare le **proprietà delle nubi**.

Osservazioni al limbo alla risoluzione di 10-20 km/pix permetteranno l'osservazione diretta della stratificazione dell'alta atmosfera.

Immagini sul lato notturno del pianeta monitoreranno i fulmini e le aurore durante l'intera missione.

Credit: HST/WFC3, JunoCam, Galileo SSI, Cassini ISS





Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt
German Aerospace Center

