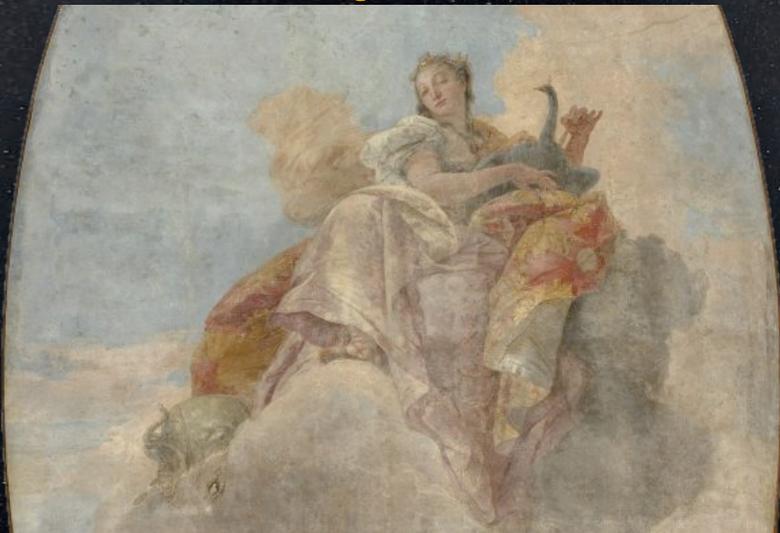


JUNO / JIRAM



LA PARTECIPAZIONE
ITALIANA ALLA
MISSIONE NASA
JUNO



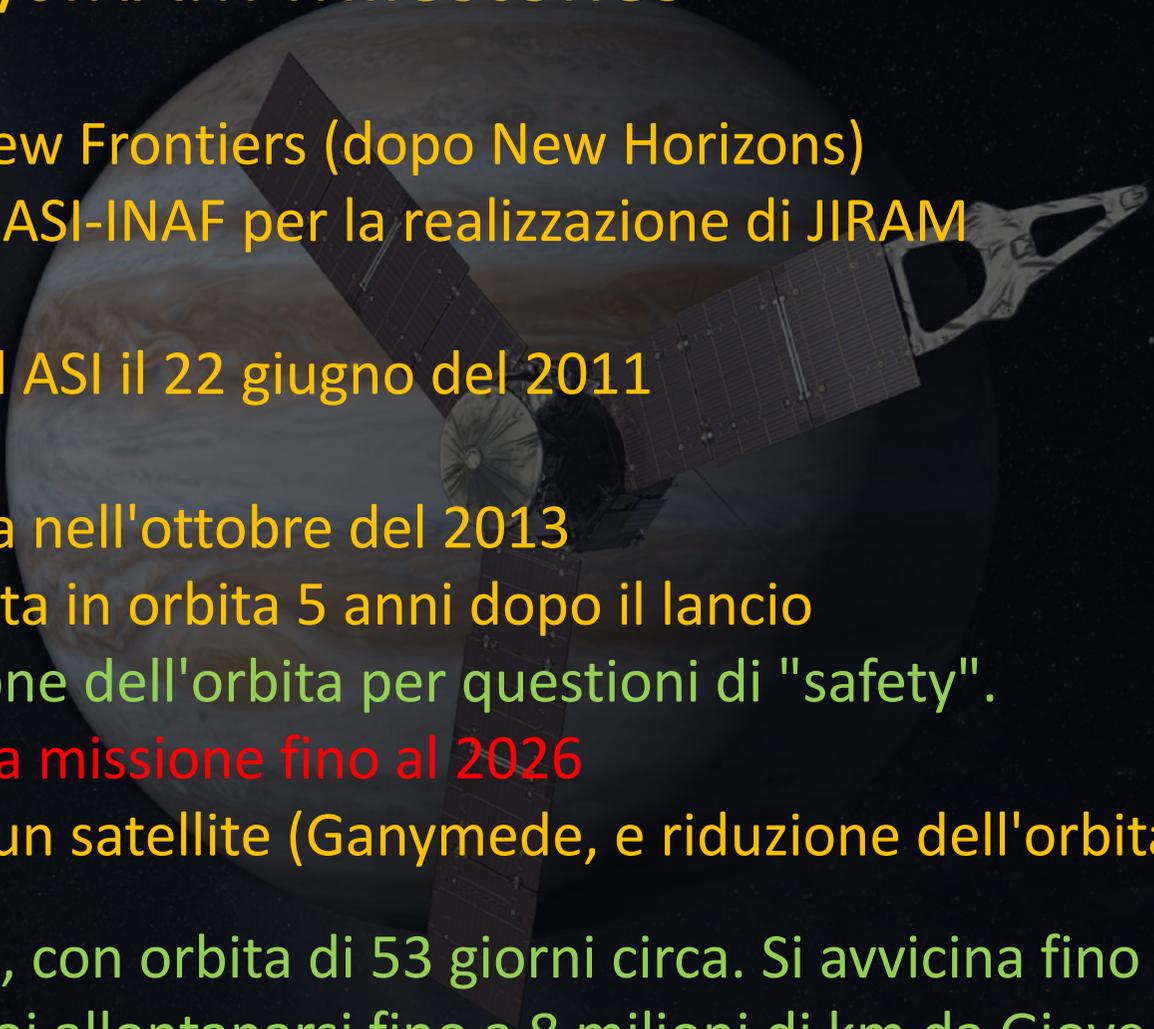
Juno

La missione spaziale Juno migliorerà la nostra comprensione della formazione del sistema solare rivelando l'origine e l'evoluzione di Giove; è stata sviluppata nell'ambito del Programma New Frontiers (missioni spaziali altamente specializzate e a medio costo, < 700 milioni di dollari).

Obiettivi principali:

- Abbondanza di acqua nell'atmosfera di Giove, il che aiuta a determinare quale teoria della formazione dei pianeti è corretta
- Misure in profondità nell'atmosfera di Giove per misurare la composizione, la temperatura, i movimenti delle nuvole e altre proprietà
- Mappa dei campi magnetici e gravitazionali di Giove, rivelando la struttura profonda del pianeta
- Magnetosfera di Giove vicino ai poli del pianeta, in particolare le aurore, fornendo nuove informazioni su come l'enorme campo di forza magnetico del pianeta influisce sulla sua atmosfera.

Juno/JIRAM Milestones

The background of the slide features a large, detailed image of the Juno/JIRAM spacecraft in orbit around the planet Jupiter. The spacecraft is shown from a perspective that highlights its solar panels and the main body. Jupiter's characteristic bands and the Great Red Spot are visible in the background.

- 2004: Selezione per fase A
- 2005: Selezione come nuova New Frontiers (dopo New Horizons)
- 2008: Firma del primo accordo ASI-INAF per la realizzazione di JIRAM
- 2009: Consegna di JIRAM
- 2011: MoU firmato da NASA ed ASI il 22 giugno del 2011
- 2011, 5 Agosto: lancio (Atlas V)
- 2013, Ottobre: fly-by della Terra nell'ottobre del 2013
- 2016, 4 luglio: La sonda è entrata in orbita 5 anni dopo il lancio
- 2016, Ottobre: mancata riduzione dell'orbita per questioni di "safety".
- 2021, Gennaio: **estensione della missione fino al 2026**
- 2021, Giugno: primo flyby con un satellite (Ganymede, e riduzione dell'orbita

E' una missione in orbita polare, con orbita di 53 giorni circa. Si avvicina fino a 4000 km dalla superficie per poi allontanarsi fino a 8 milioni di km da Giove.

Juno Payload



- MWR (Microwave radiometer): atmosfera di Giove
- JIRAM (Jovian Infrared Auroral Mapper, per lo studio delle Aurore e Atmosfera)
- FGM (Fluxgate Magnetometer), per lo studio dei campi magnetici
- ASC (Advanced Stellar Compass), navigazione e supporto al magnetometro
- JADE (Jovian Auroral Distribution Experiment): plasma
- JEDI (Jovian Energetic particle Detector Instrument): plasma
- WAVES (Radio and Plasma Wave Sensor): correnti elettriche aurorali
- UVS (Ultraviolet Imaging Spectrograph): le aurore nella banda UV
- GSE (Gravity Science Experiment): studio del campo di gravità di Giove
- JCM (JunoCam): citizen scientist camera nel visibile

Lo strumento JIRAM (1)

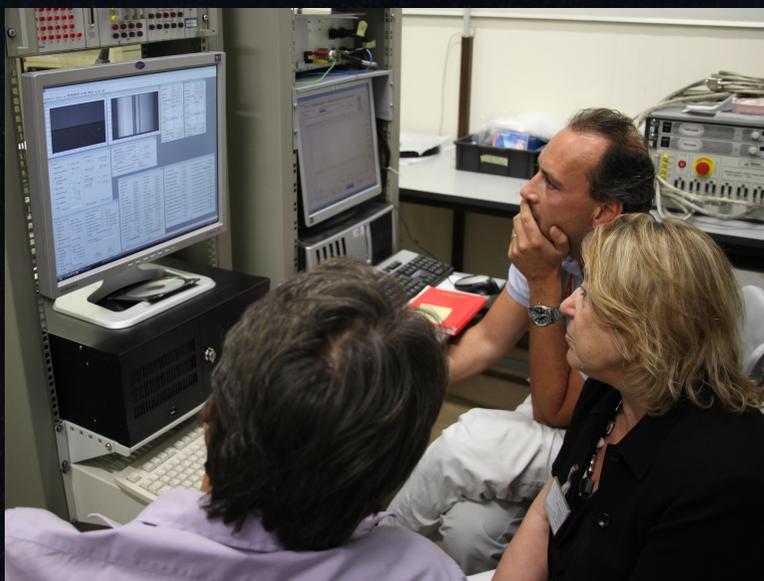
JIRAM è uno spettrometro ad immagini nel vicino infrarosso ($2-5 \mu\text{m}$)

Un canale (banda L, $\sim 3.3-3.6 \mu\text{m}$) è dedicato all'imaging dell'emissione aurorale dell' $\text{H}3^+$. Il secondo canale (banda M, $\sim 4.5-5 \mu\text{m}$) è dedicato all'imaging dell'emissione termica dell'atmosfera (nubi, cicloni, venti).

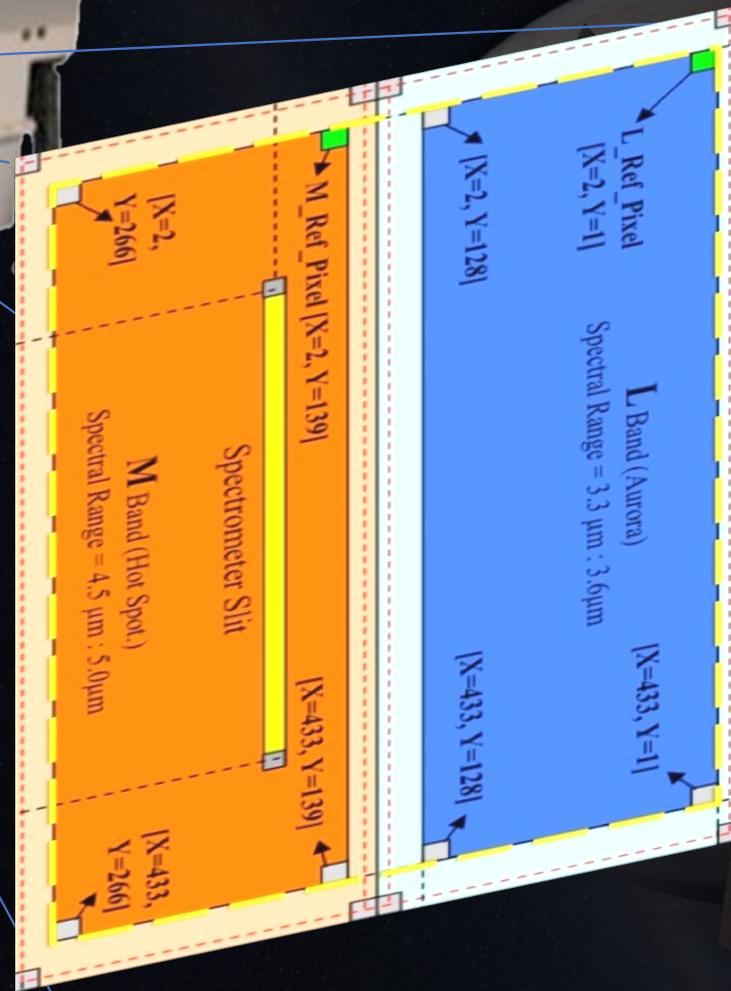
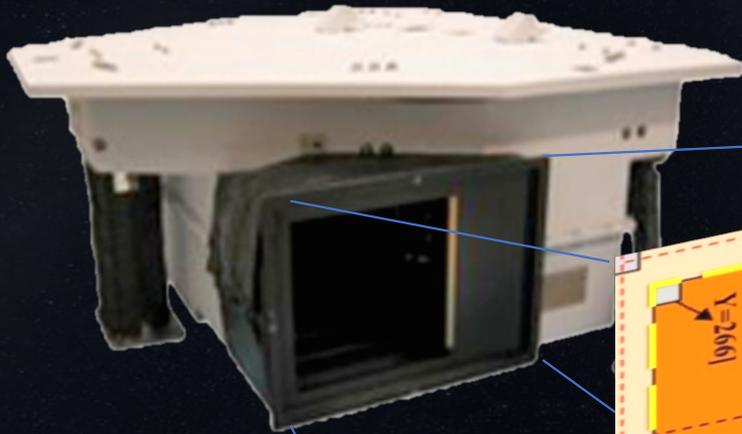
Lo spettrometro permette il retrieval delle abbondanze delle diverse specie.

I suoi obiettivi scientifici sono esplorare le aurore gioviane e la struttura, le dinamiche e la composizione atmosferica del pianeta.

E' dedicato ad Angioletta Coradini, prima PI dello strumento

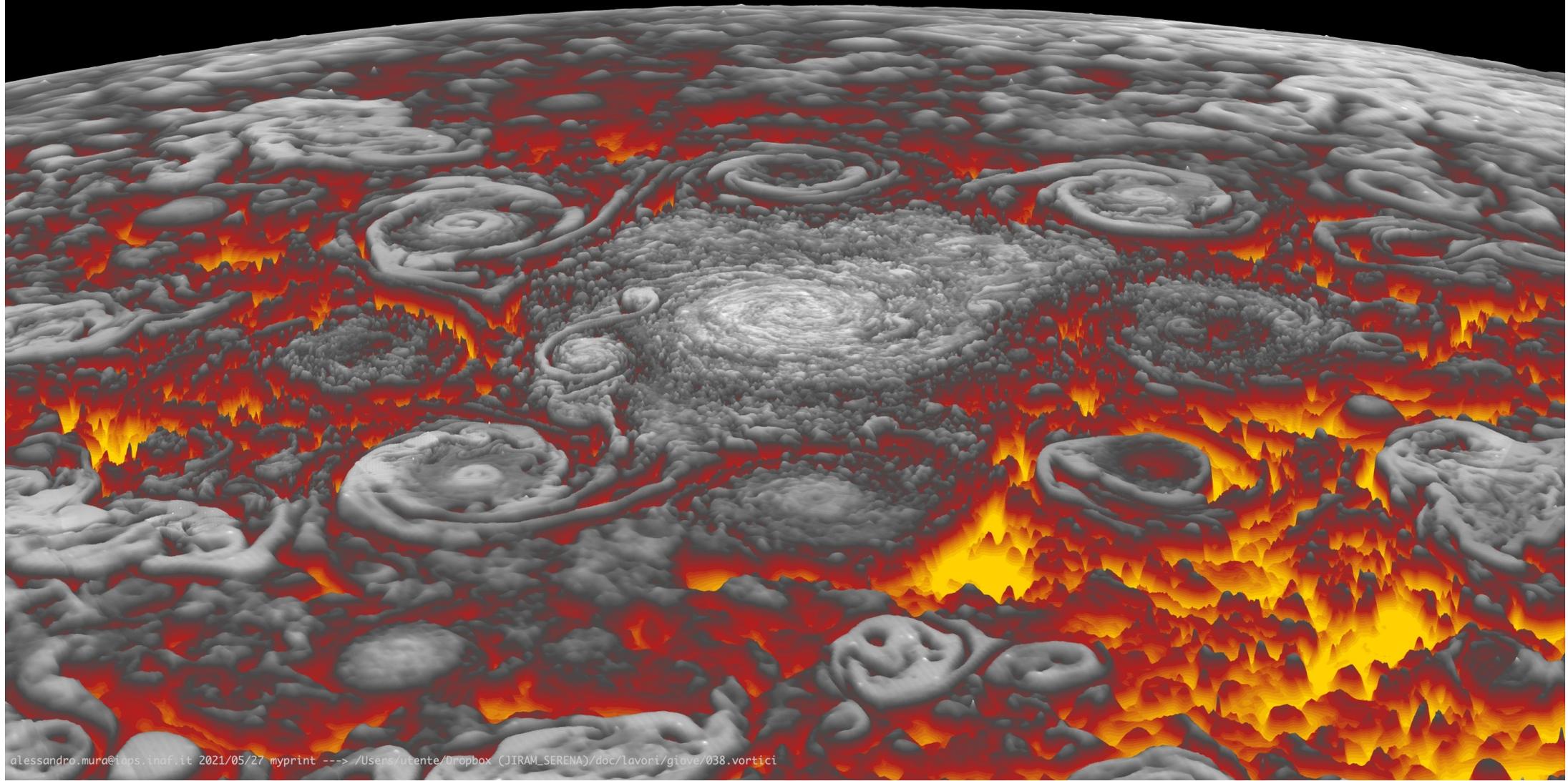


Lo strumento JIRAM (2)



- Alta risoluzione angolare (0,01 °)
- Dimensione del detector (imager): 256 x 432 pixel.
- Dimensione del detector (Spettrometro): 256x336
- Risoluzione spettrale ~9 nm
- Fa parte della classe di spettrometri nel VIR/NIR eredità di strumenti precedenti come VIRTIS (Rosetta, VeX, Dawn), MAJIS, ViHI, PFS, ecc
E' su un S/C spinnante

Lo strumento JIRAM (3)



JIRAM: finanziamenti ASI

- Lo strumento è stato realizzato da Leonardo Finmeccanica con un finanziamento ASI di circa 14 M€
- Primo accordo ASI-INAF (2009-2014): 500 K€
- Accordo 2014-050-R.0: 250 K€
- Accordo 2016-23-H.0: 450 K€
- Addendum 2016-23-H.1-2018: 450 K€
- E' in corso la preparazione di un tavolo negoziale per il prosieguo delle attività, inviluppo stimato fino al 2026: 160 K€ /anno
- Uno studio delle proprietà delle superfici dei satelliti galileiani è inoltre finanziato con un PRIN Mainstream INAF (Resp. G. Filacchione). Fondi per il 2021: 39 K€

JIRAM Team

FTE Totale: circa 9 FTE/anno

STAFF INAF (IAPS e OATo)

Alessandro Mura (Resp.)
Alberto Adriani (precedente Resp.)
Francesca Altieri (Aurore, Atmosfera)
Mauro Ciarniello (Satelliti)
Andrea Cicchetti (Operations)
Gianrico Filacchione (Satelliti)
Davide Grassi (Atmosfera)
Diana Martella (Project Office)
Alessandra Migliorini (Aurore)
Raffaella Noschese (Ground Segment)
Giuseppe Piccioni (Atmosfera, Resp. MAJIS)
Monia Rossi (PO, responsabile amministrativa)
Roberto Sordini (Project Manager, planning)
Stefania Stefani (laboratorio)
Federico Tosi (Satelliti, geometrie)
Diego Turrini (modelli di evoluzione planetaria)
Francesca Zambon (Analisi immagini satelliti)

INAF-OACN (Mainstream INAF)

Assegnisti e Dottorandi

Pietro Scarica (Atmosfera)
Chiara Castagnoli (Aurore)
Alessandro Moirano (Aurore)
Livio Agostini (Radiazioni)

ASI

Giuseppe Sindoni (ASI PM)
Christina Plainaki (ASI PS)

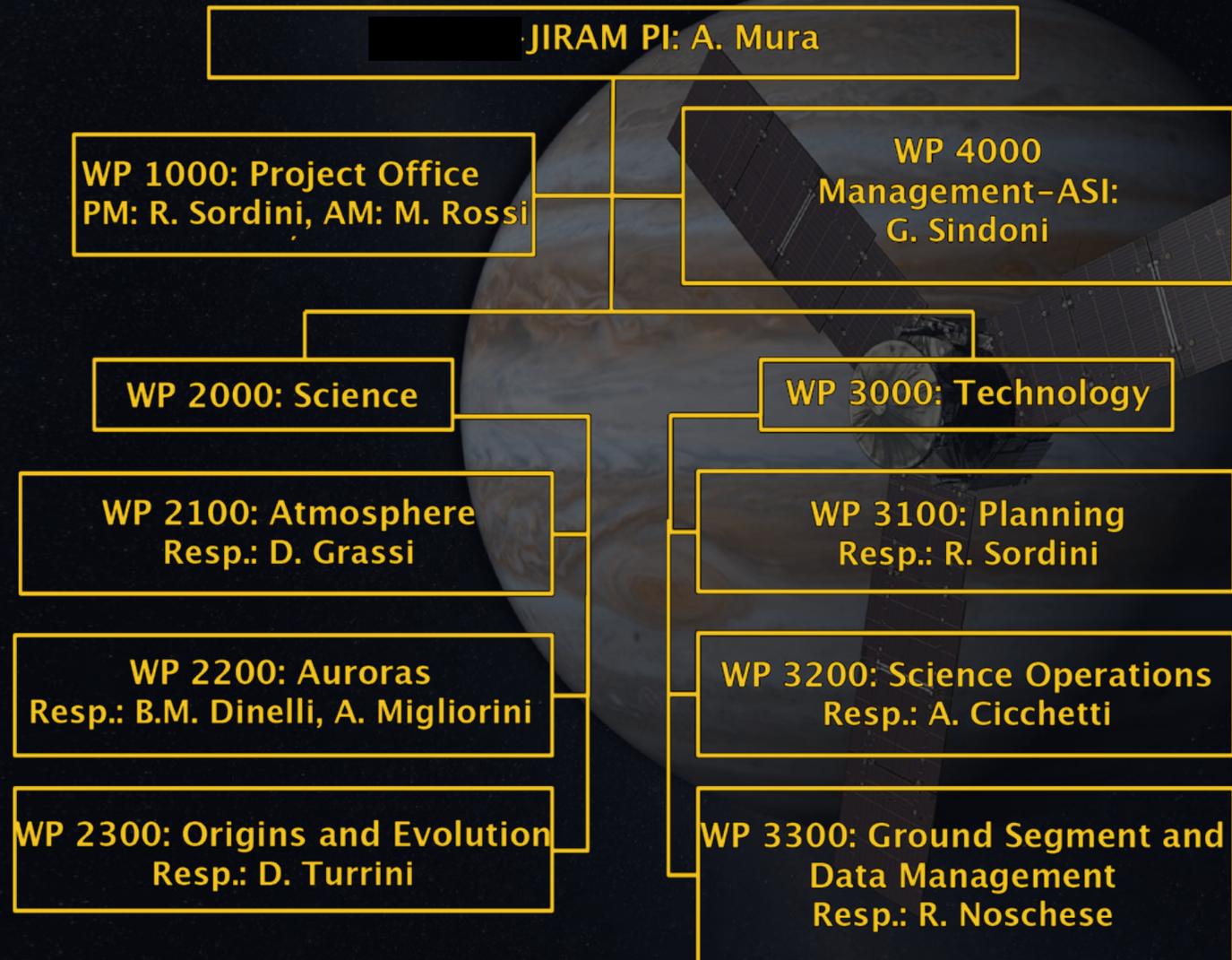
Non INAF (ISAC Roma e Bologna)

Alessandro Ciarravano (Atmosfera)
Marisa Moriconi (Associata, ex CNR)
Bianca Maria Dinelli (Aurore)
Alessio Di Roma (Aurore)

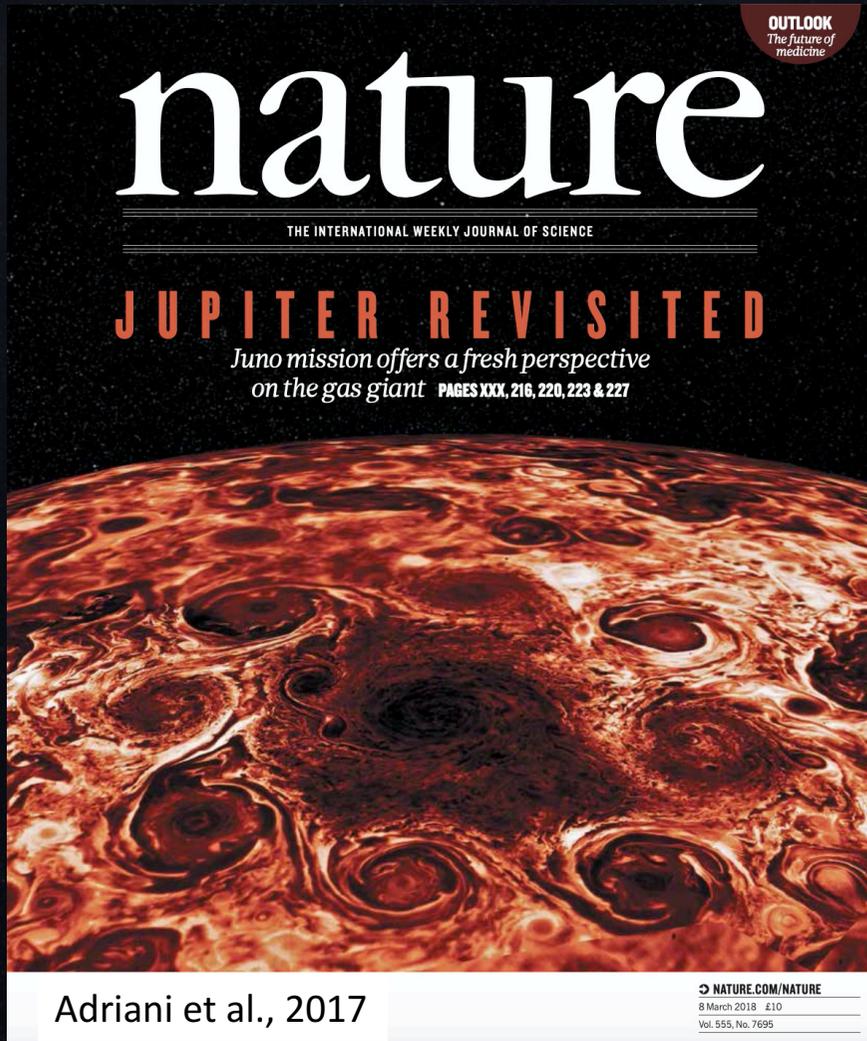
International partnerships (alcune)

(ULiegè, SwRI, JPL, ..)
Heidi Becker, JPL
Julie Rathbum (New Frontiers Data Analysis Program)

JIRAM WBS



Highlights: Atmosfera



OUTLOOK
The future of medicine

nature

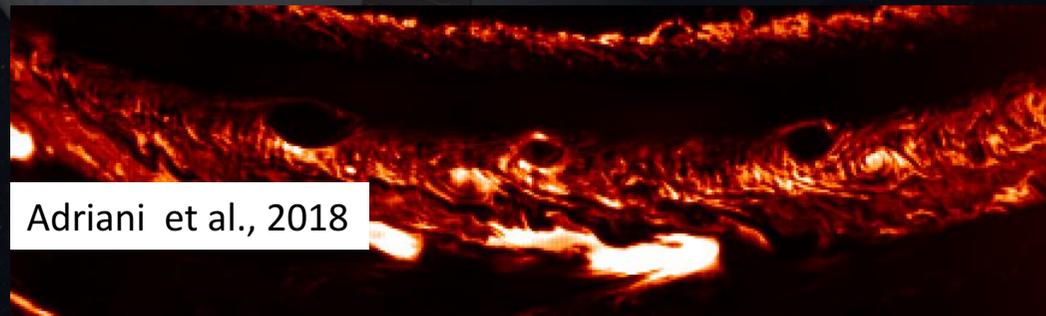
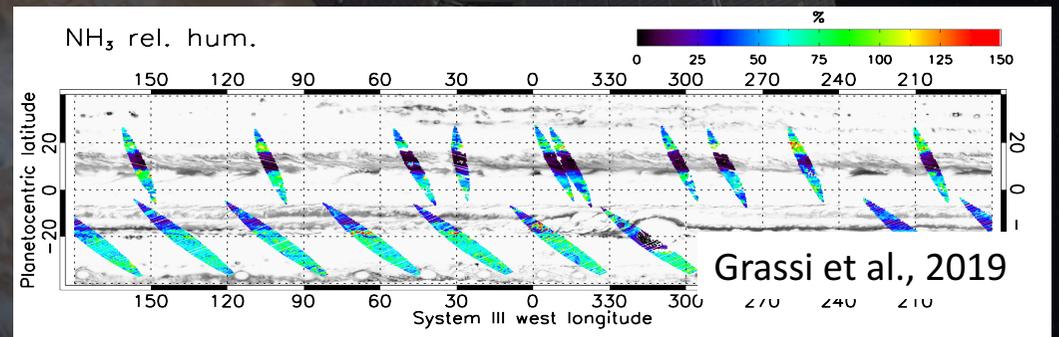
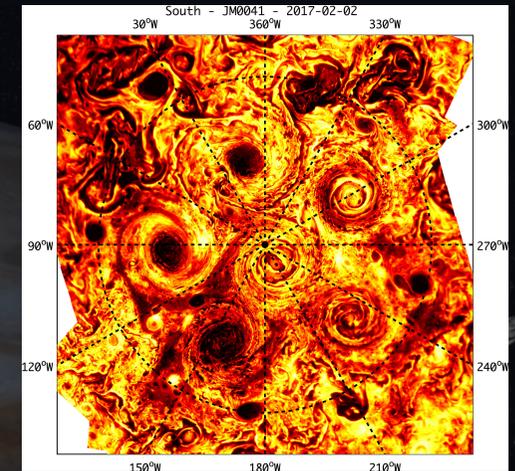
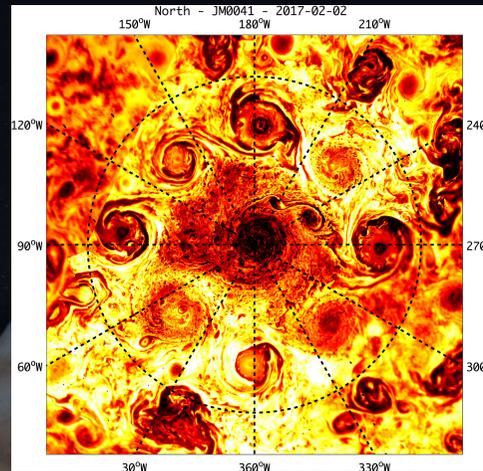
THE INTERNATIONAL WEEKLY JOURNAL OF SCIENCE

JUPITER REVISITED

Juno mission offers a fresh perspective on the gas giant PAGES XXX, 216, 220, 223 & 227

Adriani et al., 2017

[NATURE.COM/NATURE](https://www.nature.com/nature)
8 March 2018 £10
Vol. 555, No. 7695

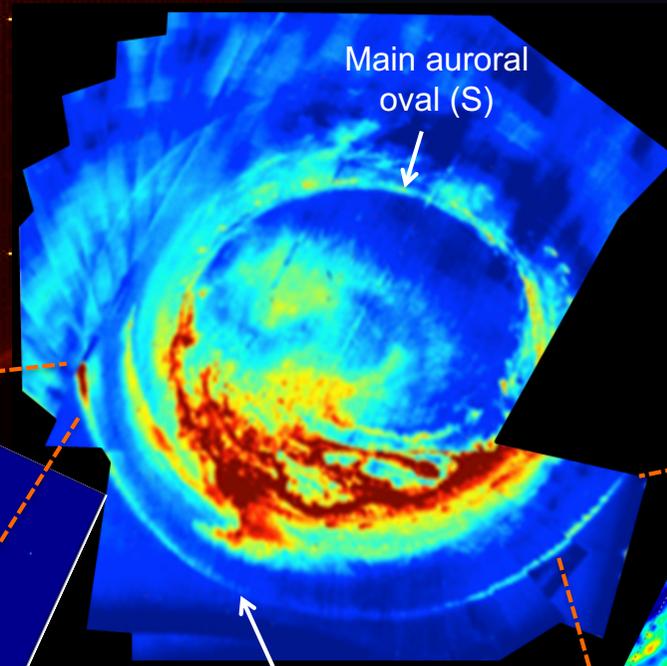
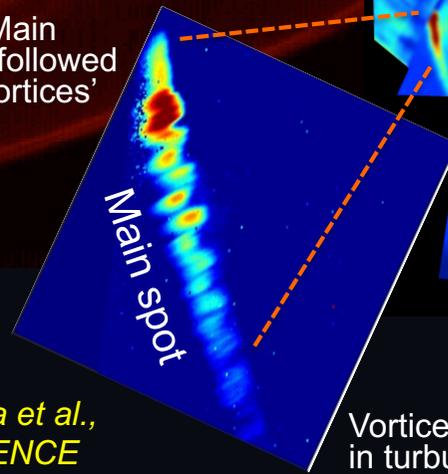


Juno Resolves Surprising Fine Structure in Io's auroral tail

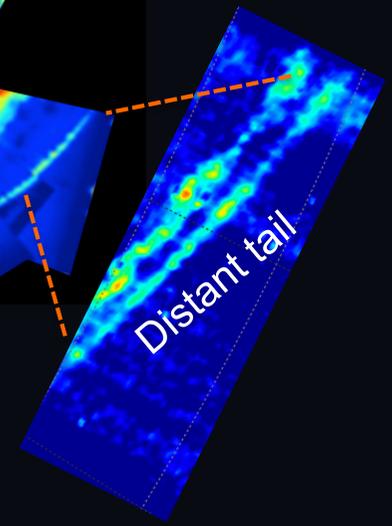
New models of interactions with Jupiter's moon Io needed to explain spatially resolved emissions

Infrared (H_3^+) images from Juno's JIRAM instrument

Io's Main spot followed by 'vortices'



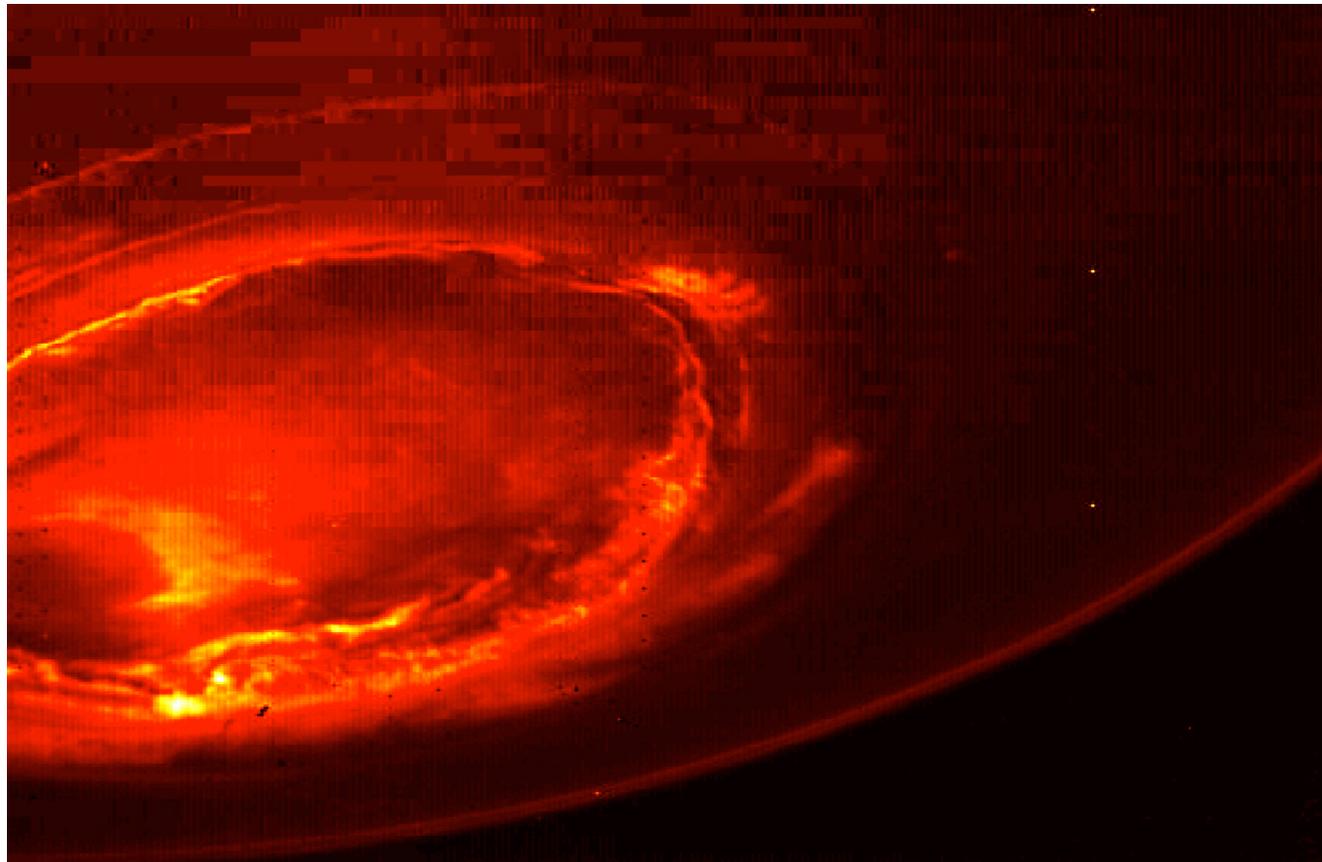
Bifurcation of distant tail



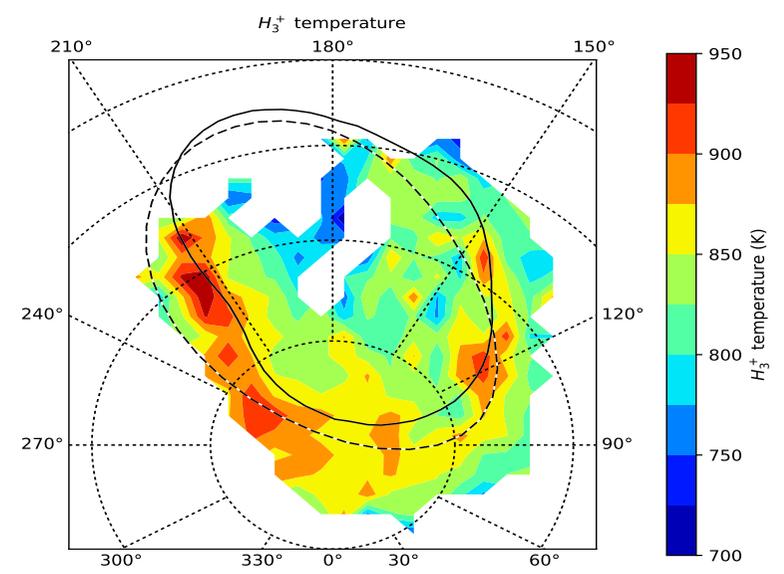
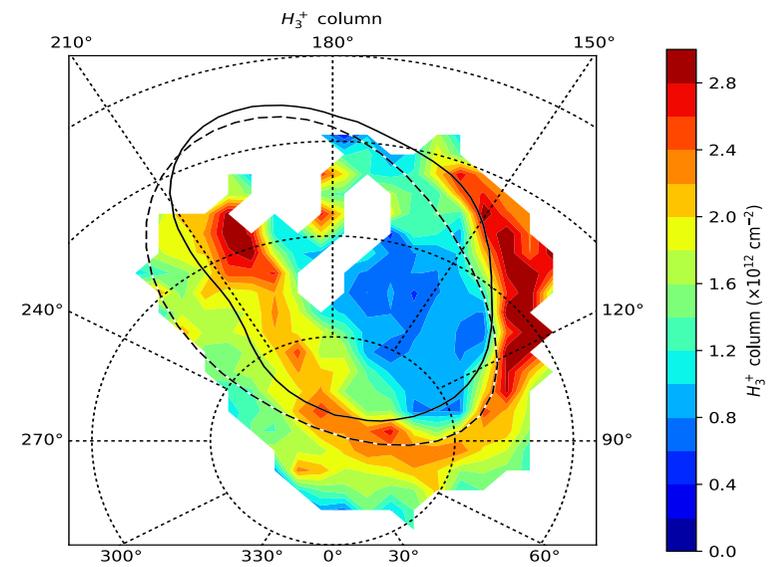
Vortices produced in turbulent plasma flow behind Io?

*Mura et al.,
SCIENCE
2018*

Highlights: Aurore (WP 2200)

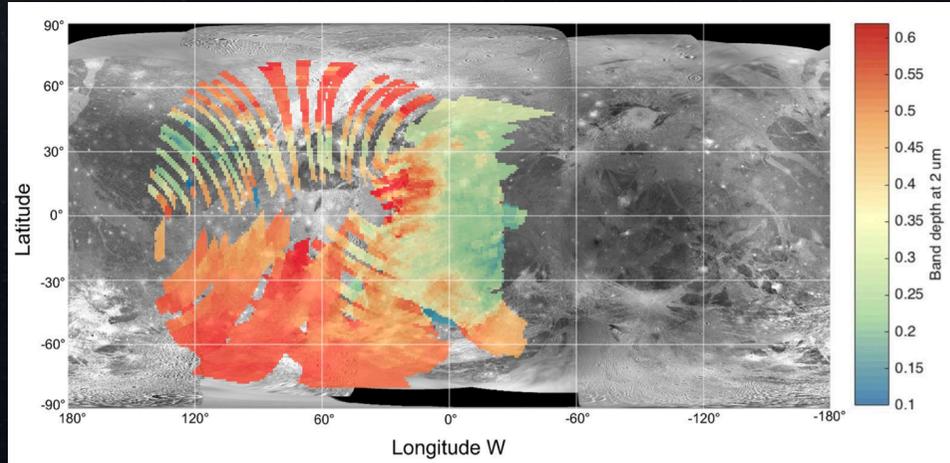


Highlights: Aurore (WP 2200)

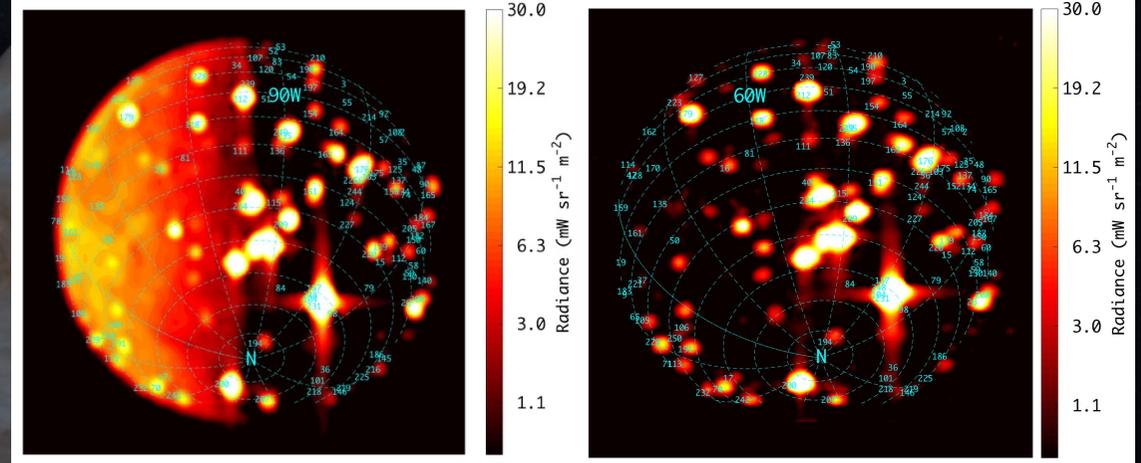


Highlights: Origini e Satelliti (WP2300)

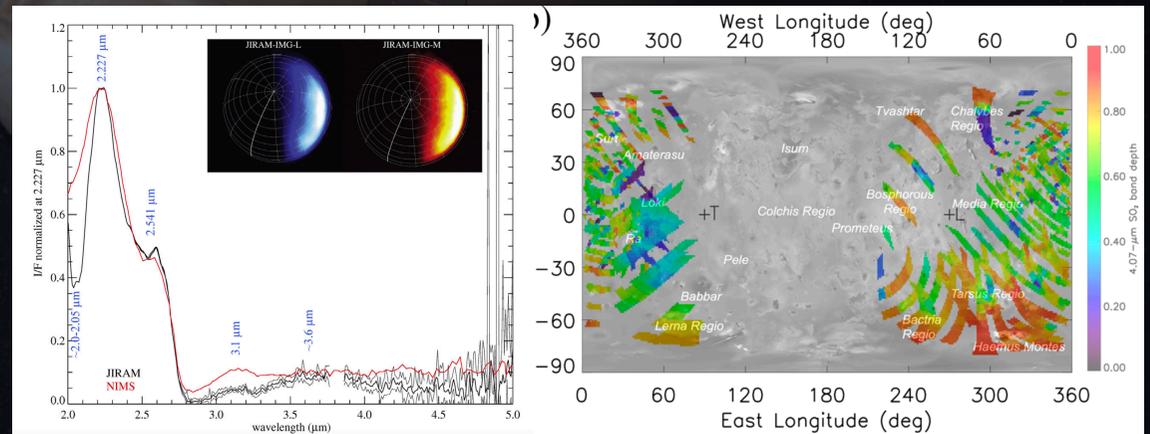
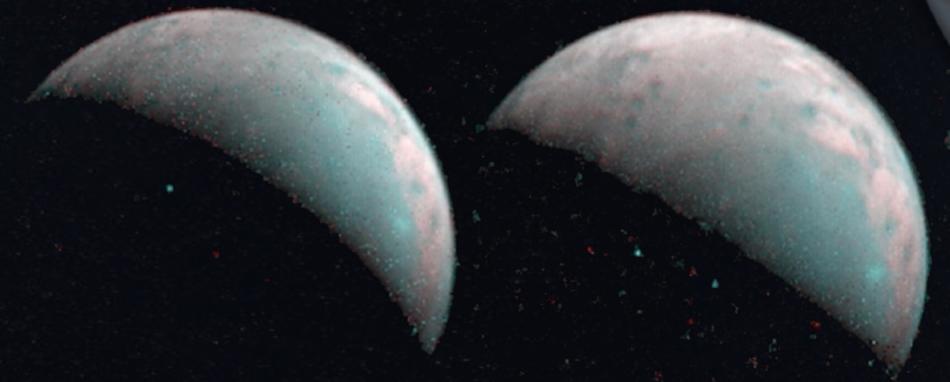
Nella missione nominale ci sono già state diverse opportunità pregevoli per osservare alcune delle lune galileiane. La missione estesa di Juno poi si concentrerà soprattutto su quelle.



Immagini infrarosse e mappatura spettrale di Ganimede

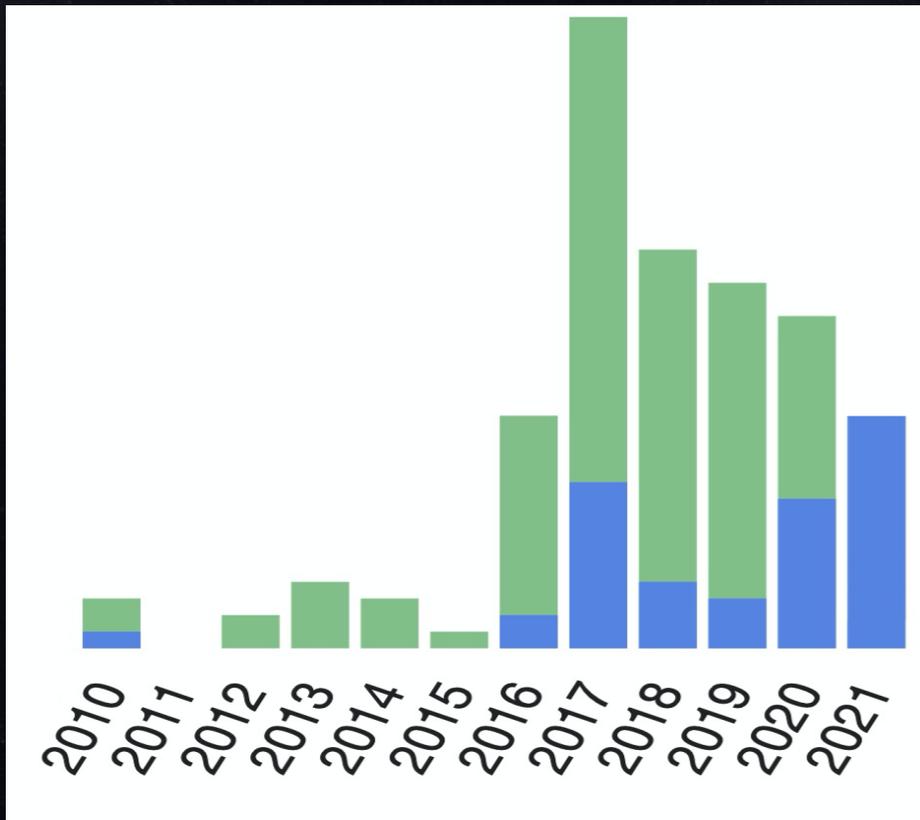


Monitoraggio dell'attività vulcanica di Io



Mappatura spettrale di Europa e Io

Highlights: Sommario della produzione scientifica e tecnologica



MENU CERCA la Repubblica R+ Rep PER ABBONARSI

R+ Rep PER ABBONARSI

Scienze

Svelate le tempeste su Giove: cicloni ai poli e venti fino a 3.000 chilometri di profondità

A raccontare come si creano i vortici impetuosi grandi come la Terra ai poli del gigante gassoso quattro studi, due dei quali italiani basati sui dati raccolti da strumenti costruiti in Italia per l'Asi, da Leonardo e Thales Alenia space

SCIENZE

C'è un nuovo vulcano su Io, una luna del gigante Giove
A individuarlo è stata la sonda Juno, in orbita attorno al pianeta dal 2016

f t g 83

R.it Scienze

Scoperto un nuovo vulcano su una delle lune di Giove

Si trova su Io. A individuarlo è stata la sonda Juno, in orbita attorno al pianeta dal 2016

ABBONATI A 18 luglio 2018

LA SONDA Juno ha scoperto un nuovo vulcano su Io, una delle lune del pianeta Giove. La scoperta, ancora in corso di pubblicazione, è stata fatta dai ricercatori dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (Inaf), grazie a uno dei due strumenti a bordo della sonda Juno denominato Jiram (Jovian infrared auroral mapper), finanziato dall'Asi, Agenzia Spaziale Italiana e realizzato da Leonardo-Finmeccanica.

La posizione della nuova fonte di calore sulla luna di Giove Io (Credit: Nasa/Jpl-Caltech/Steve Aoki/Thraf/Juno)

R.it Scienze

Giove, scoperte "impronte lunari" sulle aurore polari

Sul gigante gassoso grazie ai dati raccolti a bordo della sonda Juno, le lune Io e Ganimede lasciano fantasiose ombre

Attività in corso: planning (WP 3100)

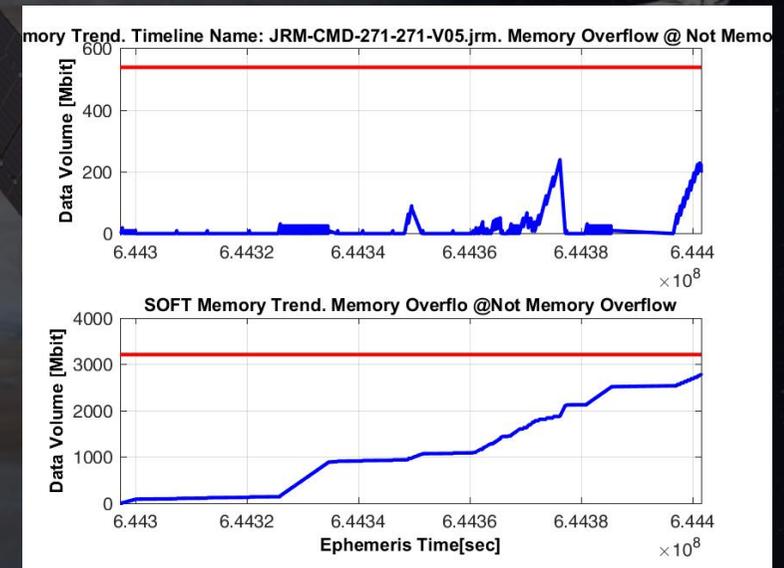
- Analizza, tramite il simulatore JSPT (JIRAM Science Planning Tool), delle opportunità di osservazione offerte da ogni orbita sia per Giove, che per le sue lune.
- Studia possibili variazioni di assetto dello S/C che potrebbero migliorare alcune osservazioni, in particolare per le lune di Giove.
- Pianifica le osservazioni da eseguire durante ogni orbita, ottimizzando l'utilizzo del Data Volume destinato a JIRAM (circa 4Gbit).
- Crea i blocchi di osservazione " RAD+CAL" per il monitoraggio interno a team JIRAM delle radiazioni durante ogni orbita. Questi blocchi si integrano con le osservazioni richieste dell'esperimento Radiation Monitoring (Dr.ssa Becker del JPL).
- Partecipa al Science Planning Working Group, in cui tutti i team di Juno discutono gli obiettivi scientifici di ogni orbita; verificano che le osservazioni pianificate rispettino il budget di Power e Data Volume; analizzano eventuali richieste di variazioni di assetto del satellite.

La timeline creata con il JPST (un file con estensione "jir") viene inviata con le osservazioni RAD+CAL ai WP3200

Attività in corso: Operations (WP 3200)

Integra e analizza gli input ricevuti dal WP3100 (Timeline di JIRAM + Blocchi RAD+CAL) e dall'esperimento Radiation Monitoring (Dr. Becker JPL)tenendo conto del budget (power e data volume) disponibile per JIRAM.

```
----- Timeline Report -----  
-----  
HK           DV      = 95.12 Mb  
Science      DV      = 2859.79 Mb  
Calibration  DV      = 37.83 Mb  
Total        DV      = 2992.74 Mb  
First Power On   = 2020-06-01T15:26:05.000[2020-  
153T15:26:05.000]  
Last Power Off  = 2020-06-02T20:24:23.500[2020-  
154T20:24:23.500]  
Timeline Duration = 01-04:58:18
```



Esempio di un report ottenuto a valle dell'analisi operata dal WP3200 sulla timenline di Jm0271

Una volta integrata l'intera sequenza, e approvata con i dedicati tool di validazione, viene prodotto un file di commanding (file con estenzioe “.jrm”) che viene inviato al WP3300. E' compito del WP3200 approvare la sequenza di volo a valle delle verifiche operate dal WP3300

Attività in corso: Data handling (WP 3300)

Utilizza file di commanding (file “.jrm”) ricevuto dal WP3300 per creare :

- il SAP (Science Activity Plan): è un form sulla piattaforma del sito web di JSOC dove vengono inseriti i tempi in cui opera JIRAM, le modalità e il Data Volume generato
- il SASF (Spacecraft Activity Sequence File): è il file di commanding finale che viene inviato a JPL per convertirlo in file di comando da caricare sul satellite.

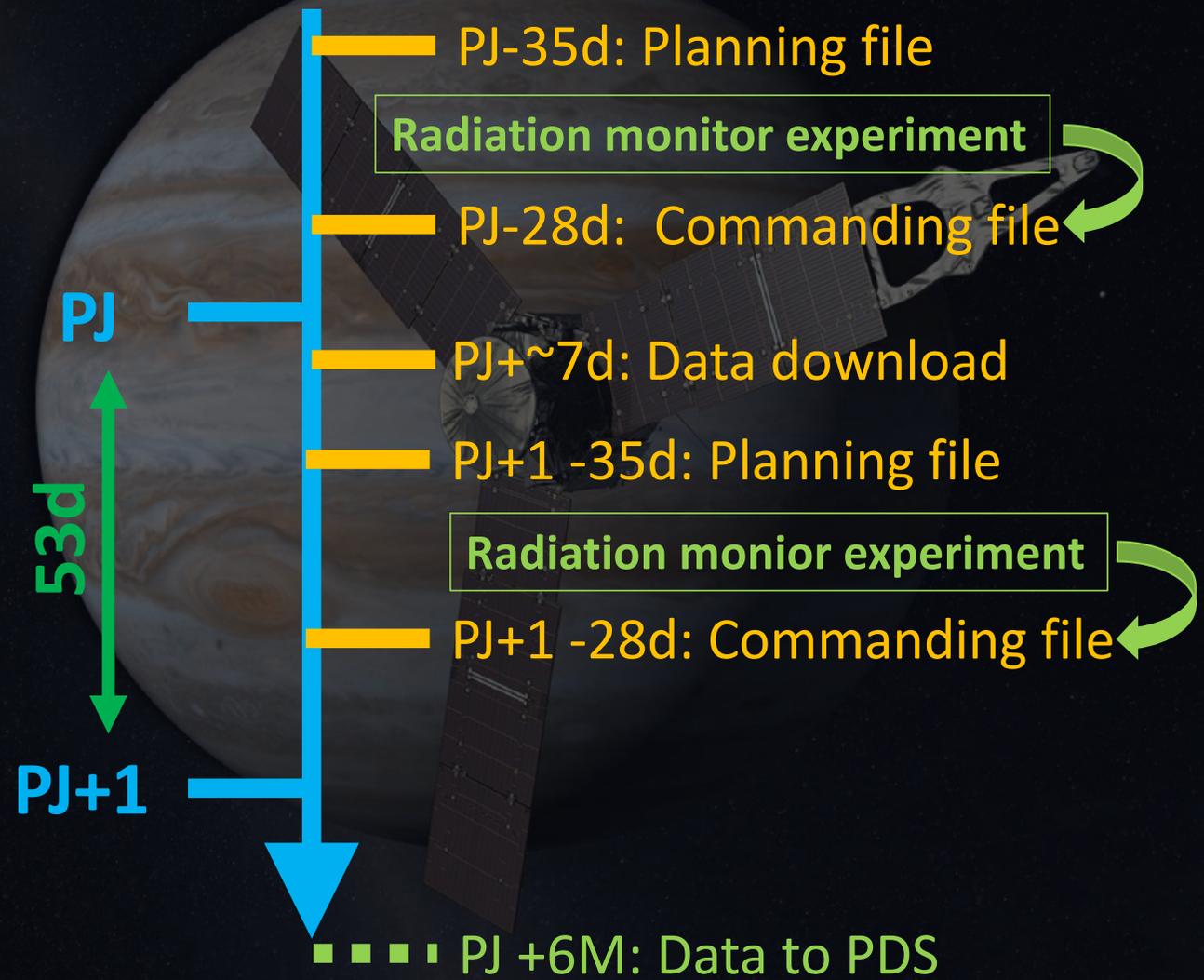
Il SASF inviato a JPL viene testato sull’STL di Juno , dove viene fatto girare simulando l’esecuzione della timeline e verificando che questa venga eseguita senza problemi generando il data volume atteso.

I risultati del STL vengono analizzati e , in caso di problemi, si interagisce direttamente con il JPL per risolverli. Una volta approvati i risultati del STL vengono inviati al WP3200 per l’approvazione finale della sequenza di volo.

Il WP3300 è responsabile anche della verifica dei dati raccolti durante ogni orbita, della loro elaborazione e della loro messa a disposizione sul nodo PDS secondo le tempistiche stabilite da JSOC

Timeline delle attività

L'attività routinaria per la gestione dell'esperimento viene cadenzata sulla base dei peri-Giove (PJ) che hanno un periodo di circa due mesi. I dati devono essere archiviati su PDS sei mesi dopo che il team ha avuto modo di studiarli (include il ritardo necessario ad avere tutti i kernels per la georeferenziazione). Ogni orbita produce tra 3 e 4 Gb di dati. Siamo attualmente all'orbita 33



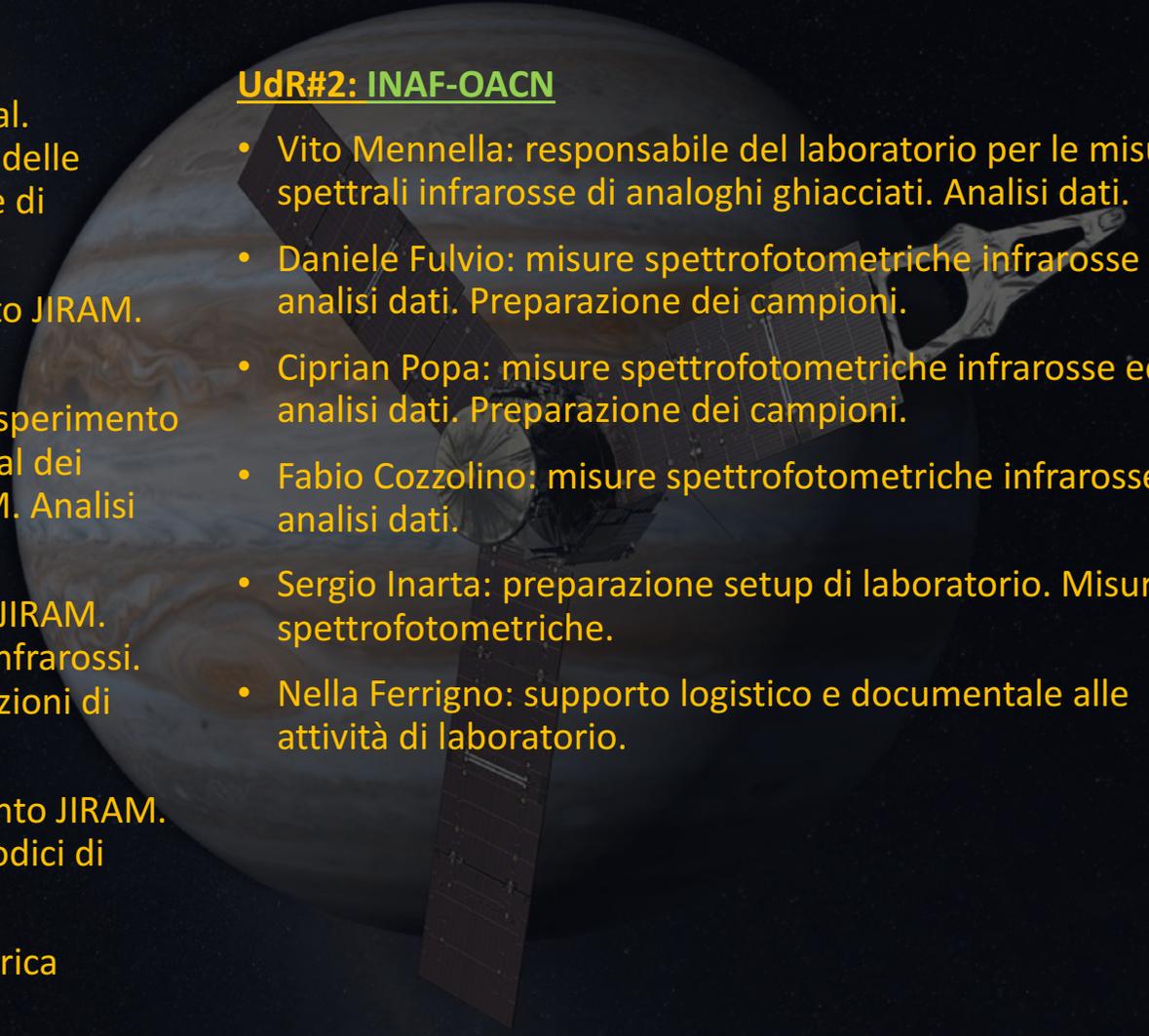
PRIN MAINSTREAM INAF 2018: Caratterizzazione delle superfici dei satelliti di Giove mediante osservazioni di Juno-JIRAM e misure di laboratorio nell'infrarosso

UdR#1: INAF-IAPS

- Gianrico Filacchione: Coordinatore della proposal. Coinvestigatore dell'esperimento JIRAM. Analisi delle proprietà spettrali di superfici ghiacciate. Misure di laboratorio.
- Alberto Adriani: Coinvestigatore dell'esperimento JIRAM. Pianificazione delle osservazioni.
- Alessandro Mura: Investigatore principale dell'esperimento JIRAM. Pianificazione delle osservazioni. Retrieval dei parametri geometrici delle osservazioni di JIRAM. Analisi delle proprietà spettrali e termiche di Io.
- Federico Tosi: Coinvestigatore dell'esperimento JIRAM. Retrieval di temperatura delle superfici da dati infrarossi. Retrieval dei parametri geometrici delle osservazioni di JIRAM. Misure di laboratorio.
- Mauro Ciarniello: Coinvestigatore dell'esperimento JIRAM. Modellizzazione spettrofotometrica mediante codici di trasferimento radiativo. Misure di laboratorio.
- Andrea Raponi: Modellizzazione spettrofotometrica mediante codici di trasferimento radiativo.

UdR#2: INAF-OACN

- Vito Mennella: responsabile del laboratorio per le misure spettrali infrarosse di analoghi ghiacciati. Analisi dati.
- Daniele Fulvio: misure spettrofotometriche infrarosse ed analisi dati. Preparazione dei campioni.
- Ciprian Popa: misure spettrofotometriche infrarosse ed analisi dati. Preparazione dei campioni.
- Fabio Cozzolino: misure spettrofotometriche infrarosse ed analisi dati.
- Sergio Inarta: preparazione setup di laboratorio. Misure spettrofotometriche.
- Nella Ferrigno: supporto logistico e documentale alle attività di laboratorio.



PRIN MAINSTREAM INAF 2018: Caratterizzazione delle superfici dei satelliti di Giove mediante osservazioni di Juno-JIRAM e misure di laboratorio nell'infrarosso

Attività in corso

• UdR#1: INAF-IAPS

- Applicazione di metodologie specifiche per lo studio di superfici ghiacciate maturate nell'ambito di altri progetti (Cassini, Rosetta, Dawn) in supporto al team JIRAM.
- Analisi e modellistica spettrale delle osservazioni dei satelliti Io, Europa e Ganimede maggiormente osservati da JIRAM
- I dati del canale spettrale JIRAM-SPE (2-5 μm) sono stati utilizzati per inferire la composizione superficiale, inclusi ghiacci, sali ed acidi, la distribuzione delle dimensioni dei grani del regolite, il grado di amorfizzazione del ghiaccio d'acqua e la temperatura superficiale.
- I dati dell'imager JIRAM-IMG in banda L (3.455 μm) ed M (4.780 μm) sono stati impiegati per derivare mappe di I/F e di emissione termica (hot spots attivi su Io).
- Pubblicazioni: Filacchione et al. Icarus 328, 2019; Mura et al. Icarus, 341, 2020; Tosi et al. JGR, 125, 2020; Mura et al. JGR, 125, 2020

• UdR#2: INAF-OACN

- Misure spettrali IR di sali idrati irraggiati con UV
- Adeguamento della cella criogenica e del setup spettrale per misure dei campioni
- Diversi campioni di Solfati idrati di Sodio e Magnesio, Carbonato di Sodio e Cloruro di Magnesio sono in fase di caratterizzazione spettrale.
- Preparazione di miscele di ghiaccio d'acqua con sali idrati in diverse concentrazioni, livelli di irraggiamento UV e range di temperatura rappresentativi dell'ambiente di Europa.
- I dati sperimentali saranno interpretati mediante modellizzazione con teoria di transfer radiativo (modello di Hapke) e comparati con le osservazioni di Jiram.
- Queste misure saranno utili anche per l'interpretazione di osservazioni precedenti (Galileo/NIMS, oss. telescopiche da terra) e future (Juice, EuropaClipper)
- Le attività sperimentali sono state a lungo interrotte dalle restrizioni conseguenti emergenza COVID19

Prospettive future e criticità

Juno/JIRAM è in una fase operativa da 5 anni e non presenta particolari criticità. C'è nel breve periodo la necessità di reclutare giovani ricercatori su aree tematiche specifiche. C'è un generale problema di manpower (reclutamento e progressioni). Si rischia altrimenti di non sfruttare l'enorme database a disposizione (presto su nodo PDS).

