NETWORK
Astrobiologia nel Sistema Solare:
piccoli corpi primitivi e lune ghiacciate
Roma, 10-12 Novembre

Martedì 10 Novembre

14:30 - 18:00 (con pausa tea break)

[Superfici ghiacciate + Laboratorio ghiacci]

INAF-IAPS
Caratterizzazione composizionale delle lune ghiacciate
Federico Tosi, Pasquale Palumbo, Giuseppe Piccioni, Stefano Rubino, Francesca Zambon, Gene Walter Schmidt

Il nodo INAF-IAPS porta nel Network trent'anni di esperienza nello studio della composizione delle superfici planetarie: spettrometri a immagine su missioni spaziali come Cassini, Venus Express, Rosetta, Dawn, Juno e JUICE, l'analisi di dati di altre missioni, come Galileo, e un laboratorio di spettroscopia che da alcuni anni si dedica anche ai materiali solidi oltre che alle atmosfere. Al centro c'è la domanda su cosa la composizione delle superfici ghiacciate ci dica degli oceani interni e della loro abitabilità, con Ganimede come caso di studio. Discuteremo il contributo della spettroscopia a immagine e del laboratorio, le potenzialità dell'imaging multispettrale per la geologia e la composizione delle lune ghiacciate, i processi composizionali su Cerere e sugli altri corpi privi di atmosfera, e la caratterizzazione spettroscopica di biofirme su substrati ghiacciati, proponendo attività complementari a quelle degli altri nodi.

Interventi:
Federico Tosi: Il nodo IAPS e le lune ghiacciate: domande aperte e il caso di Ganimede
Giuseppe Piccioni: Spettroscopia a immagine e laboratorio
Pasquale Palumbo e Gene Walter Schmidt: Imaging e geologia delle superfici
Francesca Zambon: Composizione e processi delle superfici senza atmosfera: Cerere e Ahuna Mons, ISSI e SUMO
Stefano Rubino Biofirme su substrati ghiacciati

INAF-OACatania
Ghiacci in laboratorio
Daniele Fulvio, Riccardo Urso, Carlotta Scirè, Maria Elisabetta Palumbo

I rappresentanti del nodo di Catania mostreranno e discuteranno la strumentazione disponibile presso il Laboratorio di Astrofisica Sperimentale (LASp) dell'INAF-OACT, centro di riferimento nazionale dedicato alla simulazione delle modifiche indotte da particelle

energetiche (ioni/fotoni) a materiali e superfici in ambiente spaziale. Discuteremo gli apparati da ultra-alto-vuoto, i sistemi criogenici e le sorgenti di irraggiamento ionico e fotonico impiegati per riprodurre le condizioni estreme incontrate in selezionati ambienti spaziali e mostreremo le tecniche analitiche utilizzate nelle nostre analisi, come ad esempio la spettroscopia infrarossa e Raman. Mostreremo alcuni dei principali risultati e applicazioni degli esperimenti di rilievo astrobiologico per il Sistema Solare, concentrandoci in particolare sui piccoli corpi primitivi come asteroidi, comete e oggetti transnettuniani e sulle lune ghiacciate dei giganti gassosi. Mostreremo come i processi di *space weathering* influenzano l'evoluzione chimica, fisica, mineralogica e spettrale di materiale di interesse astrofisico come ghiacci, minerali e materiali carboniosi, favorendo sia la sintesi di molecole organiche complesse e di potenziali precursori prebiotici essenziali per comprendere l'origine della vita, sia la loro distruzione.

Interventi:
Daniele Fulvio: Strumentazione disponibile nel laboratorio LASp dell'INAF-Catania
Riccardo Urso: Risultati e applicazioni di esperimenti di rilievo astrobiologico

Cena di lavoro

Mercoledì 12 Novembre

9:30 - 13:00 (con pausa coffee break)

[superfici non ghiacciate + laboratorio non ghiacci]

INAF-OAPadova
Struttura e morfologia delle superfici dei piccoli corpi
Maurizio Pajola, Filippo Tusberti, Costanza Maria Rossi, Luca Penasa, Joel Beccarelli

Le attività del nodo INAF-OAPd si concentrano sulla caratterizzazione geologica, morfologica e fisica delle superfici dei piccoli corpi del Sistema Solare, con l'obiettivo di comprenderne i processi di formazione ed evoluzione. Le principali linee di ricerca comprendono la cartografia geologica e l'identificazione delle unità litologiche, lo studio della distribuzione dimensionale dei massi e delle implicazioni per i processi di frammentazione e modifica superficiale, l'analisi di lineamenti e fratture e la caratterizzazione spettrofotometrica di strutture geologiche a scala locale. Particolare attenzione è inoltre rivolta allo studio dei fenomeni di instabilità gravitativa e trasporto di materiale, attraverso l'integrazione di dati osservativi, modelli topografici e tecniche avanzate di elaborazione. L'approccio multidisciplinare del nodo mira a ricostruire la storia geologica e l'evoluzione delle superfici, valorizzando le sinergie tra le diverse competenze e le opportunità scientifiche offerte dalle missioni spaziali presenti e future.

Interventi:
F. Tusberti: Cartografia geologica e caratterizzazione delle unità litologiche.
M. Pajola: Distribuzione dimensionale dei massi (boulder SFD) e implicazioni per i processi di formazione ed evoluzione delle superfici.
C. Rossi: Analisi e caratterizzazione di lineamenti e fratture.
J. Beccarelli: Analisi spettrofotometrica di dettaglio delle strutture geologiche superficiali.

L. Penasa: Gestione ed elaborazione dei dati e analisi dei fenomeni di instabilità gravitativa (*landslides*).

INAF-OAArcetri

Analisi di materiale extraterrestre, meteoriti, campioni di asteroidi

John Robert Brucato, Giovanni Poggiali, Andrew Alberini, Andrea Meneghin, Teresa Fornaro, Cristina Garcia Florentino, Daniela Billi

L'esplorazione del cosmo alla ricerca dei mattoni della vita richiede un approccio integrato che unisca il rigore delle analisi fisiche all'osservazione spaziale. I tre temi presentati al workshop delineano un percorso scientifico completo sulla ricerca astrobiologica condotta presso il Laboratorio di Astrobiologia di Arcetri: dalla manipolazione dei campioni fisici, all'integrazione dei dati su scale diverse, fino alla ricerca diretta delle molecole prebiotiche. Il quadro si apre con la descrizione della strumentazione e delle metodologie di analisi, che evidenzia il ruolo fondamentale del laboratorio di Astrobiologia di Arcetri nella simulazione degli ambienti delle lune ghiacciate di Giove e Saturno, nonché degli asteroidi. Questo viene realizzato attraverso lo studio sia degli analoghi terrestri che nella preparazione dei protocolli per l'analisi, lo stoccaggio e la manipolazione dei materiali provenienti dalle missioni di *sample return*. Inoltre, verrà presentato il progetto di una *Curation Facility* in fase di sviluppo presso il comune di Prato, destinata alla conservazione di campioni extraterrestri. Questo lavoro di precisione sui campioni fisici si espande poi in una delle sfide più complesse dell'astrofisica: creare un ponte interpretativo per connettere la micro-scala delle evidenze ottenute in laboratorio con la macro-scala delle analisi condotte da remoto tramite telescopi e sonde spaziali. Infine, l'intero impianto metodologico e strumentale trova la sua applicazione ultima nell'obiettivo primario di queste indagini: definire le migliori strategie di rilevamento e comprendere i meccanismi chimico-fisici che permettono alla materia organica di persistere nelle condizioni estreme e inospitali degli ambienti extraterrestri. Insieme, questi interventi offrono una panoramica coesa su come l'astrobiologia stia decodificando l'origine, l'evoluzione e la distribuzione dei precursori della vita nell'universo.
Si parlerà anche di impiego di cianobatteri desertici come sistema sperimentale per studiare la stabilità e la rilevabilità di *biosignatures* in contesti di interesse astrobiologico, sia all'interno del sistema solare (Marte e lune ghiacciate) che su esopianeti (attorno a stelle di tipo M). La ricerca analizza la rilevabilità di biomarcatori in seguito all'esposizione a: i) condizioni spaziali e marziane in orbita terrestre bassa (missioni spaziali BIOMEX e BOSS); ii) dosi elevate di radiazioni ionizzanti (esperimenti a terra BIOSIGN ed EXTREMOON); e iii) dosi elevate di radiazione UVC (a simulazione di brillamenti stellari; progetti ASTERIA e BIOSIGN). Lo studio si avvale di tecniche quali la spettroscopia Raman confocale, la microscopia laser confocale e il sistema SOLID (Signs of Life Detector), basato sull'impiego di anticorpi.

Interventi:
John Brucato: Il laboratorio di Astrobiologia di Arcetri, dagli analoghi al sample return
Giovanni Poggiali: Dalla micro alla macro scala: integrare evidenze di laboratorio e analisi da remoto
Andrew Alberini: Rilevamento e Persistenza della materia organica in ambienti extraterrestri
Daniela Billi: Astrobiologia: Bioimpronte nel sistema solare (e oltre)

13:00 - 14:30 lunch break

14:30 - 18:00 (con pausa tea break)

[modellistica + osservazioni]

INAF-OATrieste
Modellistica del rilascio, trasporto e trasformazione
Stavro Ivanovski, Paolo Simonetti (da remoto), Federico Dogo (da remoto), Lorenzo Biasotti (da remoto)

ll nodo OATS presenterà attività di modellistica numerica dedicate ai processi di rilascio, trasporto e trasformazione della materia nelle lune ghiacciate e nei piccoli corpi del Sistema Solare. Gli interventi affronteranno l'astrochimica di Europa ed Encelado, con particolare attenzione all'evoluzione delle specie volatili e delle polveri nei pennacchi e nelle esosfere, e il ruolo della radiazione nel modificare la composizione superficiale, la stabilità delle molecole organiche e il potenziale astrobiologico di ambienti extraterrestri. Verranno illustrati studi sulla dinamica delle particelle e sulle proprietà della polvere nei piccoli corpi e nelle lune ghiacciate. Infine, saranno discussi i processi che regolano la produzione e il trasporto di specie prebiotiche nei sistemi planetari, con particolare riferimento alla formazione di molecole chiave come l'HCN e al ruolo di impatti e piccoli corpi nell'evoluzione chimica di ambienti primitivi e potenzialmente abitabili.

Interventi:
Paolo Simonetti: Astrobiologia e Astrochimica nella sistema solare - impatti dei piccoli corpi in atmosfere planetarie
Lorenzo Biasotti, **Federico Dogo**: Effetti della radiazione su lune ghiacciate e piccoli corpi: implicazioni per l'abitabilità
Stavro Ivanovski: Dinamica delle particelle e proprietà della polvere nelle lune ghiacciate e nei piccoli corpi
Paolo Simonetti, **Stavro Ivanovski**: Trasporto dei volatili e formazione di molecole prebiotiche nei sistemi planetari

INAF-OARoma
Osservazioni da terra e da spazio di piccoli corpi primitivi, modellistica del trasporto all'interno del Sistema Solare
Elena Mazzotta Epifani, Elisabetta Dotto, Davide Perna, Simone Ieva, Alessandro Rossi

Si ritiene che i piccoli corpi primitivi del Sistema Solare si siano formati nelle regioni esterne del disco protoplanetario, ricche di acqua e materiali organici, e che siano la più probabile sorgente del materiale prebiotico terrestre. Per definire il loro ruolo e l'efficienza di questo processo, le osservazioni da Terra di piccoli corpi a diverse distanze dal Sole, appartenenti a specifiche famiglie, gruppi e popolazioni, sono lo strumento più adatto per caratterizzarne un campione significativo e stimarne le proprietà nel contesto del materiale prebiotico. Questo è

particolarmente necessario per valutare l'abbondanza di asteroidi primitivi a scale di dimensioni diverse e per studiare la distribuzione dei corpi ghiacciati a grande distanza dal Sole, in special modo quelli su orbite instabili o peculiari, in relazione alla loro evoluzione fisica e orbitale. Lo spostamento dei piccoli corpi all'interno del Sistema Solare è infatti un punto chiave nelle teorie di formazione planetaria. Questo movimento dei piccoli corpi, mediato dalla migrazione dei pianeti giganti, dalle risonanze orbitali e da altre perturbazioni gravitazionali e non-gravitazionali, è una delle cause del mix di elementi che troviamo all'interno del Sistema Solare e si ritiene sia un fattore chiave per la disseminazione della vita, come la conosciamo. Risultati osservativi, sperimentali e di modellistica sui piccoli corpi sono quindi essenziali per validare i modelli dinamici, identificando le regioni da dove provengono e dove si sono evolute specifiche popolazioni (e.g., gli oggetti della *Kuiper Belt*, i Centauri, le comete, gli asteroidi di tipo P e D all'interno della fascia principale, gli Hilda, etc.).

Interventi:
E. Mazzotta Epifani: I piccoli corpi ghiacciati del Sistema Solare esterno
S. Ieva: I piccoli corpi transienti: l'anello di congiunzione nel continuum asteroidi-comete.
D. Perna: Asteroidi primitivi nel Sistema Solare interno
A Rossi: Popolazioni di piccoli corpi e rotte di trasporto attraverso il Sistema Solare

Cena di lavoro

Giovedì 12 Novembre

9:30 - 13:00 (con pausa coffee break) Discussione plenaria

Dalle 13:00 Discussione per gruppi di lavoro fino a necessità