

**MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA**  
**Dipartimento per la formazione superiore e per la ricerca**  
**Direzione Generale per il coordinamento, la promozione e la**  
**valorizzazione della Ricerca**  
**BANDO "AIM" (ATTRACTION AND INTERNATIONAL MOBILITY)**

---

**CODICE PROPOSTA: AIM1892731-1**

**S.S.D.: GEO/02**

**S.C.: 04/A2**

**Attività N. 1**

**1. Area di specializzazione prevalente tra quelle relative alla SNSI**

*Aerospazio*

**2. Sintetica descrizione dello stato dell'arte e delle collaborazioni eventualmente già in essere**

*L'esplorazione planetaria in questi anni ha raggiunto un punto critico dopo che la grande maggioranza dei corpi del Sistema Solare sono stati raggiunti da sonde che hanno ottenuto dati in remoto da orbite o durante fly-by. Negli ultimi anni le maggiori e più importanti missioni marziane sono in-situ utilizzando rover. Inoltre, per quanto riguarda Marte, è ormai iniziata la progettazione della prima missione umana a cui dovranno fare da precursore missioni robotiche, la prima della quale è la Mars Sample Return, che porterà sulla Terra campioni geologici. Marte è dunque uno degli obiettivi principali in cui sarà utilizzata la robotica.*

*Un secondo obiettivo di primaria importanza per la futura esplorazione spaziale è la Luna, dove una serie di missioni anche robotiche faranno da precursori alla costruzione di una base permanente. In altre parole, l'esplorazione planetaria sarà dominata dalla robotica che dovrà comunque tenere conto sia dei requisiti delle superfici sia del ritorno scientifico ottenibile.*

*La robotica sarà anche fortemente coinvolta in missioni sui satelliti ghiacciati incluso Titano. Vi sono progetti per sommergibili che si avventurino negli oceani subglaciali di Europa e Ganimede. Benché l'esplorazione robotica di questi corpi del Sistema Solare esterno sembri molto "futuribile", è già stata approvata dalla NASA per una fase di studio una missione con un Unmanned Aerial Vehicle (UAV) su Titano.*

*In questo quadro le attività dell'Università d'Annunzio si inseriscono nell'esplorazione marziana e lunare, mantenendo però anche un interesse per Titano, unico corpo ghiacciato con atmosfera e ambienti deposizionali simili alla Terra e a Marte. Queste attività sono condotte dal Dipartimento di InGeo anche attraverso l'International Research School of Planetary Sciences (IRSPS, [www.irsps.unich.it](http://www.irsps.unich.it)). Il Dipartimento gestisce il Corso Magistrale di Scienze e Tecnologie Geologiche della Terra e dei Pianeti, con l'indirizzo in Planetary Sciences, che è l'unico in Italia a formare planetologi in grado di affrontare la scienza e la tecnologia legate all'esplorazione planetaria ed in particolare all'esplorazione in situ. Anche in Europa si tratta praticamente di un unicum.*

*Il Dipartimento InGeo e l'IRSPS ad esso connessa è fortemente attivo nell'esplorazione planetaria anche nel campo della ricerca sia scientifica che tecnologica. Ha infatti sviluppato una serie di temi scientifici all'avanguardia su Marte, Venere, Luna e i satelliti ghiacciati e ha condotto una serie di ricerche tecnologiche su temi di esplorazione in collaborazioni con industria e organizzazioni. Tra le Agenzie spaziali il Dipartimento InGeo collabora con ASI, NASA, DLR ed ESA e ha o ha avuto collaborazioni con soggetti industriali come Thales Alenia Space Italia, Selex ES (Leonardo), GMV (Spagna), OHB (Germania), Institute of Robotics and Mechatronics del DLR (Germania), German Research Center for Artificial Intelligence GmbH (Germany), AIRBUS DS (UK), Space Application Services (Belgium), Magellium (France), etc.*

*Attività di Ricerca e Sviluppo di ampio respiro e di importanza per questa proposta sono i test del Radar-Altmetro per l'atterraggio dei lander ExoMars 2016 e 2020 (ESA, Thales Alenia Space), il test di un radar in banda P (ASI), l'analisi e certificazione dei siti di atterraggio di ExoMars (ESA e Thales Alenia Space), l'analisi del potenziale astrobiologico dei siti di atterraggio di ExoMars (ESA e ESF), lo sviluppo software per l'analisi in tempo reale della rock abundance per gli atterraggi planetari (Thales Alenia Space), etc.. Il Dipartimento InGeo collabora attivamente con numerose sedi universitarie Europee ed extra-Europee su temi scientifici planetari.*

*Il Dipartimento, attraverso la sua Fondazione, partecipa a due programmi europei, di pertinenza di questo progetto, in ambito Horizon 2020: i) Europlanet Research Infrastructure e ii) Facilitators: Facilities for testing orbital and surface robotics building blocks.*

### **3. Descrizione delle attività previste**

*Le attività previste si dipanano tra scienza e tecnologia fornendo alla parte tecnica informazioni sui parametri ambientali, la struttura della superficie e altre variabili utili all'operatività dei rover ed altri eventuali robot. L'attività principale sarà comunque scientifica e basata su una attenta analisi della geologia marziana. Marte, sarà, dunque, il corpo planetario di maggior interesse nel programma, ma saranno possibili anche sviluppare temi minori (naturalmente minori per questo programma) quali la Luna e i satelliti ghiacciati.*

#### **1. Geologia di Marte**

- a. Analisi di facies degli ambienti sedimentari di Marte e loro mappatura*
- b. Cartografia dei bacini sedimentari, correlazioni a larga scala, litostratigrafia e passaggi laterali*
- c. Individuazione e analisi delle caratteristiche delle superfici di Marte*
- d. Analisi e cartografia delle superfici e correlazione e analisi dei processi (e.g. direzioni dei paleoventi)*
- e. Cartografia ad alta risoluzione*
- f. Analisi di analoghi marziani*

#### **2. Astrobiologia**

- a. Ambienti sedimentari e potenziale astrobiologico*

#### **3. Aspetti "minori"**

- a. Geologia dei satelliti ghiacciati*
- b. Geologia lunare*

#### **4. Mobilità ed operazioni sulla superficie marziana**

- a. Parametri geotecnici delle superfici marziane*
- b. Interazione dei parametri geotecnici con la mobilità dei rover*
- c. Utilizzo degli UAV (droni) nell'esplorazione dei corpi planetari*
- d. Operazioni congiunte rover-UAV*
- e. Scenari operativi di missioni robotiche e umane*

#### **5. Analisi dei risultati di missioni con rover attraverso i risultati scientifici**

*Il razionale alla base delle attività che dovranno essere sviluppate è che centrato sulla necessaria e stretta sinergia tra scienza e tecnologia nella pianificazione di missioni non più solo orbitali, ma in-situ con rover e, possibilmente, anche umane. La geologia è necessaria sia per fornire dati e parametri utili alla mobilità e alla pianificazione delle missioni robotiche sia per assicurarsi che i dati raccolti da queste missioni siano validi e utili all'analisi scientifica. Questa doppia interazione tra scienza e tecnologia è generata dalla natura del substrato in cui opera la missione. Le operazioni in situ e la stessa mobilità dei rover, e anche dei crew umani, è direttamente dipendente dalla natura del substrato e dalla geologia dell'area sotto investigazione. D'altra parte, per una valutazione e validazione dei dati raccolti è necessaria una attenta analisi geologica anche di controllo della qualità dei dati.*

*Per queste ragioni le attività si baseranno su una scienza ad alto livello che da una parte individui gli elementi di controllo della mobilità ed operabilità degli elementi robotici, ma che possa anche interpretare i dati raccolti dai robot, analizzarli e "leggerli" criticamente.*

*La prima e più importante attività scientifica è quella di analizzare i depositi sedimentari che saranno oggetto di investigazione nel prossimo futuro da parte di missioni in-situ. Queste missioni avranno come scopo non solo la ricostruzione della storia geologica del pianeta, ma anche la ricerca di forme di vita fossili. Entrambi gli obiettivi scientifici sono legati a depositi sedimentari che possono contenere archivi paleoclimatici e che possono aver accolto forme di vita. Un buon esempio è Curiosity che sta investigando il Cratere di Gale che è riempito di rocce sedimentarie. La ricostruzione della storia sedimentaria del riempimento del cratere è basata su un set di dati notevoli per quantità e qualità. Tale analisi rimarrà un benchmark nel futuro dell'esplorazione. Una parte di attività riguarderà anche l'astrobiologia a causa della ricerca di evidenze di biota. Per questo motivo sarà necessario che il geoscientista incaricato della ricerca abbia le capacità e conoscenze per analizzare il potenziale astrobiologico dei sedimenti sotto indagine. L'utilizzo di aree terrestri analoghe agli ambienti marziani sarà certamente utile per meglio analizzare ed interpretare i dati raccolti su Marte. Questa attività scientifica geologica dovrà essere accompagnata dalla cartografia geologica delle aree di interesse e da una analisi di analoghi marziani opportunamente selezionati.*

*Queste attività potranno essere applicate, comunque in misura minore, anche ad altri corpi del Sistema Solare, in special modo alla Luna, che è un altro obiettivo dell'esplorazione planetaria.*

*Gli aspetti tecnologici saranno investigati partendo dal background geologico e, in speciale misura, dai dati geotecnici che interessano la locomozione dei rover, la loro mobilità e la loro operabilità in condizioni anche estreme. Questi aspetti sono da tempo in studio presso il Dipartimento di Ingegneria e Geologia e i risultati incoraggianti sono il frutto di collaborazioni ancora in corso con la Thales Alenia Space-Italia di Torino e con il Consorzio Altec. Inoltre, il Dipartimento InGeo, tramite la Fondazione IRSPS, è coinvolto nel Programma Horizon 2020 Facilitators (Facilities for*

*testing orbital and surface robotics building blocks) coordinato dalla compagnia spagnola GMV. Oltre alle interazioni tra geologia di superficie e parametri geotecnici con la mobilità dei rover, il ricercatore dovrà analizzare anche gli aspetti operativi e comprendere come la geologia possa facilitare o impedire l'esplorazione e con quali mezzi, sistemi e concetti si dovranno applicare per ottenere risultati scientifici apprezzabili.*

*Tra i concetti di operabilità si dovrà tenere anche conto dell'utilizzo di droni sia come produttori di dati telerilevati ad alta e altissima risoluzione sia come pathfinder per coordinare le attività dei rover (e in futuro anche degli astronauti) sulla superficie. Questo aspetto è quasi totalmente negletto ma certamente sarà di grande interesse nel prossimo futuro dato il numero elevato di progetti ed idee sull'utilizzo di droni per l'esplorazione spaziale. D'altra parte la NASA ha approvato lo studio di una missione basata su un UAV su Titano e ha già condotto diversi studi su UAV marziani.*

*Comunque, come applicare in modo efficiente ed efficace alle missioni planetarie in-situ sistemi UAV è solo una componente dell'analisi degli scenari di missione per le future esplorazioni robotiche e umane. Questi scenari dovranno prendere in considerazione gli obiettivi scientifici, i requisiti e le limitazioni degli ambienti geologici, le possibilità di mobilità dei rover e la loro versatilità, e degli sviluppi tecnologici che consentiranno la programmazione di missioni con sempre più massa di carico utile.*

*L'attività scientifica sarà sviluppata internamente al Dipartimento di Ingegneria e Geologia e potrà naturalmente trarre vantaggio dalle numerose collaborazioni scientifiche che il Dipartimento ha in campo planetario, anche grazie alla presenza della Fondazione IRSPS. In campo tecnologico, è ormai da tempo che il Dipartimento e la Fondazione collaborano con la Thales Alenia Space-Italia e con l'ESA per l'analisi e la certificazione dei landing site per la missione ExoMars. Tale collaborazione ha già affrontato l'argomento della trafficabilità che diventerà completamente operativa con le operazioni sulla superficie del rover. Il ricercatore si potrà inserire nelle linee di collaborazione già esistenti come quella con il Institute of Robotics and Mechatronics del DLR (Agenzia Spaziale Tedesca) o con il German Research Center for Artificial Intelligence GmbH.*

#### **4. Aspetti di coerenza della richiesta con l'area di specializzazione prevalente**

*Il progetto ha una ben definita sinergia con la SNSI nell'ambito dell'Aerospazio e in particolare con la "traiettoria" "Robotica spaziale per operazioni in orbita e per missioni planetarie".*

*Attualmente le missioni planetarie in via di attuazione sono indirizzate alla esplorazione in situ della superficie tramite rover. Dunque l'esplorazione planetaria sarà sempre più dipendente dalle attività robotiche. Il programma proposto applica concetti tecnici e scientifici alla robotica spaziale da una parte, individuando i requisiti ingegneristici, scientifici ed operativi per la costruzione di rover e UAV, dall'altra validando l'operatività robotica sulla base dei risultati scientifici. Marte è un obiettivo principale per l'esplorazione robotica con due missioni in programma per il 2020 (ExoMars dell'ESA e Mars 2020 della NASA). Inoltre è in avanzato stato di programmazione la Mars Sample Return che sarà una missione internazionale a guida NASA per il rientro di campioni della superficie Marziana. Tutto questo dopo che Marte ha visto quattro rover che lo hanno visitato dal 1996 ad oggi. Altre missioni sulla superficie sono in programma sia su Marte che su altri corpi inclusi i "mondi" ghiacciati: si profila infatti la possibilità di utilizzare veicoli robotici per l'esplorazione dei laghi superficiali di Titano o degli oceani nel sottosuolo dei satelliti ghiacciati. Le sinergie con attività terrestri sono ampie perché gli stessi robot possono essere usati per svariati interventi sul terreno sul nostro pianeta. Un caso particolare è la Luna dove si progetta di costruire una base permanente. In questo quadro di esplorazione planetaria la presente proposta si inserisce perfettamente integrando aspetti tecnologici e scientifici. Le relazioni tra geologia, superfici planetarie ed esplorazione robotica sono intrinsecamente legate: sia per operare sulla superficie Marziana sia per ottenere dati scientificamente validi bisogna operare in modo sinergico.*