

FOCUS

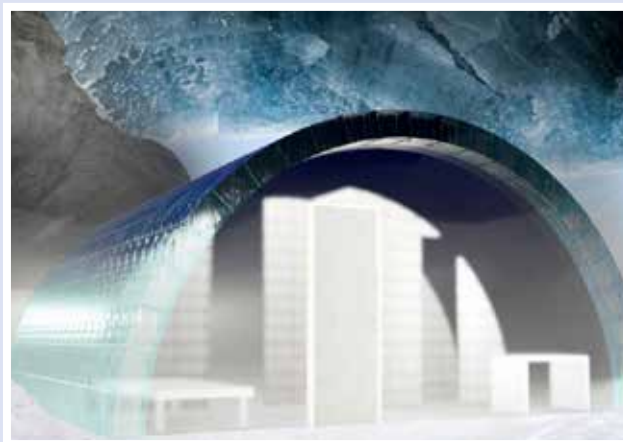
Testare le tecnologie lunari: il progetto IGLUNA

Un aspetto indispensabile per l'individuazione degli strumenti e delle procedure che consentiranno all'uomo di trascorrere lunghi periodi sulla Luna riguarda la possibilità di verificare la loro efficacia in contesti che presentino caratteristiche simili a quelle dell'ambiente lunare. Per questa ragione molte delle maggiori agenzie spaziali del mondo stanno attualmente conducendo esperienze per mettere alla prova le soluzioni tecnologiche pensate per supportare la vita sul nostro satellite in condizioni estreme. A tal proposito, l'Agenzia Spaziale Europea ha finanziato e promosso l'iniziativa IGLUNA, cominciata come attività di collaborazione interuniversitaria, che punta alla realizzazione di prototipi per un habitat lunare all'interno del ghiacciaio Klein Matterhorn in Svizzera. Il progetto, che ha avuto inizio nel settembre del 2018 ed è gestito da ESA e dal Politecnico Federale di Losanna (EPFL),

vede la partecipazione di venti team composti da ricercatori e studenti provenienti da tredici università di otto Paesi (Italia, Germania, Paesi Bassi, Inghilterra, Polonia, Grecia, Romania, Estonia e Svizzera).

La scelta della location in cui si svolgerà la fase operativa di IGLUNA è stata dettata proprio dalle peculiari condizioni che contraddistinguono un ghiacciaio, simili a quelle che gli astronauti dovranno affrontare su una eventuale base collocata nei pressi del polo sud lunare: inospitali per la vita, ma potenzialmente in grado di garantire l'approvvigionamento di acqua e ossigeno, la produzione di carburante e una schermatura dalle radiazioni provenienti dallo spazio e dall'impatto di micrometeoriti.

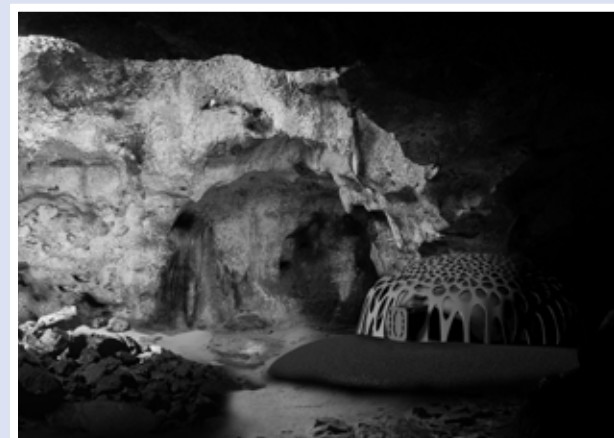
Gli esperimenti che verranno condotti durante la fase operativa del progetto riguarderanno tutti quei settori che avranno un ruolo decisivo nella realizzazione di un avamposto lunare e nell'assicurare la



Il progetto IGLUNA, promosso da ESA e guidato dallo Swiss Space Center, coinvolge gli studenti di tredici università europee con la finalità di progettare un habitat lunare all'interno dei ghiacci dei poli lunari, dove gli astronauti potrebbero permanere per missioni a breve o lungo termine.

sopravvivenza degli astronauti: dalla produzione delle infrastrutture, dell'energia e del cibo fino all'implementazione di sistemi di comunicazione e di riciclaggio dei rifiuti organici. Una serra lunare, una stampante 3D laser per la costruzione degli habitat a partire dal ghiaccio e un sistema per la coltivazione di microalghe utilizzabili per

la produzione di biocarburanti, proteine o additivi alimentari, nonché per il trattamento dei liquami e delle feci, sono solo alcune delle soluzioni che verranno testate. Il progetto si contraddistingue perciò per una forte impronta interdisciplinare, coinvolgendo biologi, informatici, architetti, ingegneri e geologi.



Il design dell'habitat lunare MOONY per IGLUNA è stato progettato dalla Scuola del Design del Politecnico di Milano.



La coltivazione sperimentale di vegetali fa parte del progetto IGLUNA.

da utilizzare per riscaldare gli habitat e come propellente per i veicoli con i quali ci sposteremo sulla Luna.»

Sono tutte ipotesi allo studio, e non possiamo ancora sapere se saranno sviluppate o meno. Bisognerà analizzare con attenzione le peculiari condizioni presenti sulla Luna, per capire quali delle soluzioni proposte siano davvero praticabili. Per questo sarebbe prezioso poter contare su una stazione in orbita cislunare come il Gateway: un laboratorio sperimentale controllato con caratteristiche simili a quelle dell'ambiente lunare per mettere a punto le tecnologie da utilizzare sul nostro satellite. La stessa integrazione della piattaforma potrebbe costituire un primo banco di prova. «Sin dalla fase di assemblaggio del "Gateway"» precisa Tommaso Ghidini «potremo testare diverse soluzioni per la schermatura degli astronauti dalle radiazioni e per rendere le strutture più resistenti all'impatto con eventuali micrometeoriti. Per quanto riguarda il primo problema, l'acqua svolgerà un ruolo decisivo, in quanto offre un'ottima schermatura dalle particelle ad alta energia. Nell'ultima missione di Paolo Nespoli sulla ISS abbiamo già collaudato una speciale tuta foderata da sacche di acqua a protezione degli organi che producono sangue, quelli che potrebbero subire più danni a seguito dell'esposizione a radiazioni. Una seconda protezione dovrà poi ovviamente provenire dai moduli che ospiteranno gli equipaggi. In questo caso, l'inserimento di materiali o di liquidi ad alto contenuto di idrogeno, come il polietilene, il carburante destinato ad alimentare i propulsori della base orbitante o ancora una volta l'acqua, consentirà l'assorbimento di particelle dannose provenienti dall'esterno. In merito al rischio costituito dall'impatto dei micrometeoriti, che potrebbero compromettere l'integrità della struttura del "Gateway", mettendo ancora una volta a frutto l'esperienza maturata con la ISS, stiamo attualmente lavorando per elaborare o rielaborare materiali in grado di assorbire urti ad alta velocità, come il kevlar di cui sono dotati i giubbotti anti-proiettile. Anche il design rappresenterà un fattore per riuscire a minimizzare i danni provocati dagli impatti. Sperimentando abbiamo infatti compreso che possiamo creare degli elementi strutturali multistrato, con all'esterno un materiale capace di

frantumare il detrito e all'interno degli altri che proseguono il lavoro, fino a quando l'oggetto impattante non arriva a polverizzarsi perdendo progressivamente anche energia.»

La stazione cislunare assolverà perciò anche una funzione scientifica e tecnologica, consentendoci di comprovare la reale capacità di funzionamento dei sistemi e delle soluzioni che verranno adottati nelle missioni di lunga durata sulla Luna.

Nuovi scenari abitativi per la stazione cislunare Gateway e per le colonie lunari

di **Annalisa Dominoni**

Il ruolo del design è fondamentale e strategico per generare idee e visioni «dirompenti» per l'architettura e l'abitabilità nello spazio che siano innovative, funzionali, integrate a nuove tecnologie, facili da usare e da percepire, e anche «belle» da vedere e da vivere. Lo scopo principale del «design per lo spazio» è infatti quello di aumentare il comfort e il benessere degli astronauti a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (ISS) che si riflette su una maggiore efficienza operativa e, di conseguenza, influisce sul successo di una missione oggi, e su altri avamposti spaziali nei prossimi anni, a cominciare dalla Luna.

La nuova stazione cislunare Gateway, sulla quale tutte le agenzie spaziali sono concentrate in questo momento, è il progetto che ha più probabilità di essere realizzato: sarà più piccola della ISS (attualmente si prevede un equipaggio di soli quattro astronauti per mantenerla attiva) e servirà come base per le missioni robotiche di superficie per comandare in remoto i primi insediamenti lunari. L'habitat interno, grazie all'esperienza raccolta in questi anni, rappresenterà un'evoluzione dei moduli pressurizzati della ISS, che saranno ottimizzati per resistere allo spazio profondo.

Thales Alenia Space – principale player mondiale nella costruzione di moduli abitativi per la Stazione Spaziale Internazionale che guiderà, in qualità di *prime contractor*, uno degli studi paralleli per

l'International Habitat (I-Hab) del Gateway – ha scelto di collaborare con il corso «Space4InspirAction» per progettare la nuova stazione cislunare, nell'ambito di un accordo continuativo di didattica e ricerca che permetta un approccio innovativo al progetto dell'habitat spaziale grazie al design, in cui gli aspetti funzionali (*human factors*) e le interazioni tra operatore e strumento saranno affiancati a quelli percettivi e sensoriali.

Il corso di design spaziale «Space4InspirAction», creato dai professori Annalisa Dominoni e Benedetto Quaquaro nel 2017 presso la Scuola del Design del Politecnico di Milano – all'interno della laurea magistrale internazionale «Integrated Product Design» – è l'unico in Europa ad avere il riconoscimento e il supporto dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), attraverso esperti e scienziati che suggeriscono e approfondiscono i temi di progetto da sviluppare in linea con gli obiettivi dei programmi strategici delle agenzie spaziali. La collaborazione con Thales Alenia Space nel 2018 ha portato allo sviluppo di dodici progetti.

Progetti per la stazione cislunare Gateway realizzati durante il corso di design spaziale «Space4InspirAction» alla Scuola del Design del Politecnico di Milano. Il progetto C-Touch prevede una combinazione di tessuto e proiezione finalizzata a creare un ambiente sgombro e ordinato all'interno del Gateway.



Un dettaglio del progetto Core, il cui concetto ruota intorno all'idea di protezione: in primis dei membri dell'equipaggio dagli effetti delle radiazioni. Core monitora e assicura l'efficienza idrica nello spazio e sfrutta la capacità di previsione di tempeste solari per generare protezioni mirate contro i raggi cosmici, grazie a «sacchetti» di acqua modulari.

L'obiettivo principale è il miglioramento delle condizioni di vita e lavoro degli astronauti e punta sul benessere e sui fattori psicologici ed emotivi che, insieme a quelli biomedici, sono fondamentali per il buon esito di una missione: integrano realtà virtuale (VR) aumentata e immersiva per consentire una percezione dello spazio più ampia e varia; utilizzano l'acqua come schermatura contro le radiazioni cosmiche; introducono illuminazioni che si accordano ai ritmi circadiani per evitare scompensi fisiologici nel bioritmo, ambienti sensoriali in grado di stimolare tutti i sensi e tecnologie innovative che riducono il rumore a bordo.

Le attività lavorative sono facilitate da nuove attrezzature che trasformano la microgravità in un vantaggio, assecondando le fluttuazioni che sono possibili senza peso, e molta importanza viene data all'intrattenimento e allo svago, sia personale sia collettivo, favorendo la privacy, così come la convivialità per rafforzare l'appartenenza a un gruppo: gli spazi si trasformano in base alle attività che vengono svolte, e in queste operazioni la luce e la VR aumentata aiutano a suddividere gli spazi e a ricrearne altri artificialmente

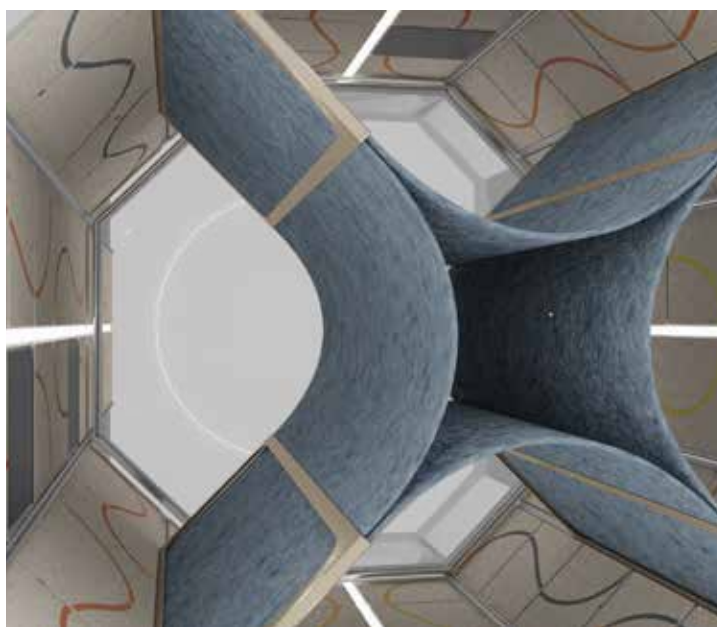
(per esempio la privacy è favorita dalla possibilità di isolarsi e immergersi nell'ambiente di casa).

Tra i progetti ci sono proposte di habitat che superano la sezione quadrata interna dei moduli spaziali attuali proponendo sezioni esagonali e ottagonali, utili per ricavare maggior spazio da dedicare alle aree di contenimento e di passaggio di cavi e sistemi, oltre che esteticamente più interessanti.

Sopra, il progetto H.A.L.O., che mira a ottenere una nuova organizzazione interna degli spazi in grado di migliorare le condizioni di vita degli astronauti. La forma esagonale della navata interna garantisce maggiore spazio per lo stoccaggio, per le interfacce e permette una visuale più dinamica.



Sotto, il progetto Deep Space Alien. La curiosità di questo progetto è che trova ispirazione nel polpo. Questo animale è una delle creature più intelligenti e vive in un ambiente simile a quello in microgravità. Il concept alla base è l'aderenza garantita da un sistema simile a quello delle ventose: grazie alle pareti in velcro e a speciali calzature, gli astronauti potranno camminare riproducendo in parte l'effetto della gravità terrestre.



I volumi interni sono ripensati totalmente e alternano aree ampie ad aree richiudibili che si trasformano secondo le varie esigenze di spazio; strutture mobili e leggere che possono essere fissate in qualsiasi punto della stazione per lavorare o riposarsi; schermi interattivi che coprono le strumentazioni, pur permettendo di interagire con esse, allo scopo di ottenere un «ordine» visuale complessivo degli ambienti.

Il design può inoltre essere di grande aiuto nella progettazione di futuri habitat umani sulla Luna, suggerendo un approccio più aderente alle esigenze dell'essere umano nello spazio attraverso l'applicazione di tecniche e metodologie mirate a individuare requisiti di sicurezza, funzionalità, usabilità e piacevolezza, a vantaggio di un incremento della qualità della vita, non solo psicofisiologica, ma soprattutto emozionale: la sfida più grande è creare un sistema abitabile che sia in grado di comportarsi come un organismo vivente, in perfetta autonomia rispetto all'approvvigionamento terrestre, soprattutto in termini di risorse non rinnovabili e di supporti logistici.

Come si può immaginare, le condizioni di vita sopra e sotto la superficie lunare sono estreme per gli esseri umani e richiedono habitat progettati al fine di garantirne la sopravvivenza. Oltre al confinamento, dovuto alla convivenza forzata in ambienti chiusi e privi di stimoli ambientali naturali, è la distanza dalla Terra a enfatizzare il senso di isolamento. La gravità ridotta a 1/6, le forti radiazioni solari, l'esposizione ai frequenti impatti di meteoriti e l'estrema escursione termica sono gli ostacoli che l'uomo dovrà superare per garantirsi una permanenza continuativa sulla Luna.

È in questo contesto che nasce il progetto MOONY nell'ambito di IGLUNA promosso da ESA_Lab@, una collaborazione tra le più prestigiose università europee coordinata dallo Swiss Space Center che ha come obiettivo la creazione di un dimostratore di habitat lunare, completo in tutte le sue parti. L'*analogue*, termine usato per indicare i dimostratori di ambienti spaziali riprodotti sulla Terra in territori con caratteristiche simili, sta per essere ultimato all'interno del ghiacciaio svizzero di Zermatt (Matterhorn Glacier Palace), e sarà inaugurato alla

Struttura esterna del concept abitativo del progetto MOONY.



fine di giugno 2019 per testare tutti i prototipi che appartengono a vari esperimenti.

MOONY – un'intera base lunare modulare situata sotto la superficie lunare, nei tunnel naturali di origine vulcanica detti *lava tubes* – è stata progettata da Irene Zaccara ed Emilia Rosselli Del Turco sotto la supervisione dei professori Annalisa Dominoni e Benedetto Quaquaro. Diverse le problematiche affrontate, per esempio come costruire e posizionare un modulo abitativo in sicurezza in un contesto estremo rispondendo a requisiti che possano favorire l'adattamento e la permanenza confortevole di esseri umani.

L'habitat è progettato per connettersi ad altri moduli simili allo scopo di creare un villaggio lunare ed è costituito da una camera gonfiabile semisferica coperta da una leggera struttura che la protegge da eventuali crolli che potrebbero verificarsi, essendo la base in un tunnel sotterraneo. Questa struttura sarà costruita *in situ*, grazie alla stampa 3D, utilizzando materiale autoctono, ovvero polvere lunare – sulla base di una tecnologia sviluppata dall'azienda italiana D-Shape, la stessa utilizzata da Norman Foster per la sua proposta di base lunare – per ridurre al minimo il materiale lanciato dalla Terra.

All'interno dell'habitat MOONY le attività lavorative, personali e sociali degli astronauti si integrano tra loro grazie a una configura-

zione flessibile capace di adattarsi ai suoi abitanti assecondando le varie esigenze. Le pareti, anch'esse gonfiabili, si possono aprire e chiudere per trasformare gli ambienti – ingrandendoli o rimpicciolandoli secondo le funzioni che devono accogliere – e per ridurre la percezione di costrizione e confinamento in mancanza di stimoli naturali. Proprio per poter garantire una relazione di benessere tra l'uomo e la natura è stata inserita una serra evoluta al centro del modulo abitativo.

Spazi personali per l'equipaggio sono assicurati nei cosiddetti *crew quarters*, dove ogni componente del team può godere di un proprio ambiente, anche se di dimensioni molto ridotte. L'area comune, che si integra con la serra, prevede piccoli angoli individuali, in cui è possibile vivere il proprio tempo libero in maggiore autonomia, mantenendo allo stesso tempo una sorta di privacy, necessaria per evadere dalla condizione di continua convivenza. Durante i momenti di socialità la stessa area comune diviene luogo informale dove ritrovarsi e organizzare attività di relax e svago.

Progettare per lo spazio permette agli studenti di sviluppare la creatività con un'intensa attività di *visioning*, confrontandosi con un ambiente confinato e in condizioni di microgravità, che non fa parte della nostra esperienza comune. Attraverso una nuova metodologia creata dai professori Annalisa Dominoni e Benedetto Quaquaro e chiamata Usage Gesture Design (UGD) il design non si limita a creare oggetti, ambienti, architetture, ma anche nuovi comportamenti e gesti degli astronauti in relazione all'uso degli oggetti, degli ambienti e delle architetture progettate.

Progetto MOONY:
descrizione del
processo di
costruzione della
base lunare all'interno
del *lava tube*.

