



Qualità nell' **Aerospace**

NEWSLETTER UFFICIALE **AICQ** AEROSPACE

SOSTENIBILITÀ

A CURA DI MASSIMO NARNA

Le missioni spaziali verso la sostenibilità e la transizione ecologica

PAGINA 4

COLUMBIA

A CURA DI ANTONIO LO CAMPO

Vent'anni fa il tragico rientro del Columbia: cosa ha insegnato al futuro delle missioni

PAGINA 10

VALUTAZIONE RISCHIO

A CURA DI ANTONIO DEL MASTRO

Un metodo per l'analisi del rischio nelle missioni Spaziali

PAGINA 14

NOVITÀ

A CURA DI MARIO FERRANTE

Approfondimenti su eventi, normative e pubblicazioni sulla qualità aerospaziale

PAGINA 29



EDITORIALE

Sicurezza, sostenibilità e analisi del rischio, temi fondamentali della nostra Qualità

**MARIO FERRANTE**

Presidente

AICQ AEROSPACE

Cari Lettori,

eccoci al primo numero del 2023 di questa iniziativa periodica sulla Qualità nell'Aerospace. Ringrazio come sempre gli autori degli articoli, i soci di ATLA, in particolare il Dott. Kevin Foresto e la Dott.ssa Diana Giorgini, che hanno facilitato la pubblicazione, anche per questo numero.

Considerando il fine della nostra associazione, ritengo importante condividere con tutti voi una riflessione su un episodio che ha riguardato la sicurezza della Stazione Spaziale Internazionale e che è già diventato un caso di studio per le future missioni spaziali, anche commerciali.

Nel dicembre 2022, come molti di voi sapranno, è stata scoperta una perdita di liquido refrigerante sulla Soyuz MS-22, attraccata dallo scorso settembre alla ISS (Stazione Spaziale Internazionale). La causa è stata attribuita da NASA e Roscomos (Agenzia Spaziale Russa) ad un piccolo foro sulla struttura esterna, provocato forse da un micrometeorite o da un detrito spaziale. Come conseguenza, nel caso si fosse verificata una situazione di emergenza, la Soyuz MS-22 non si sarebbe potuta utilizzare per un normale rientro dell'equipaggio, poiché non sarebbe stato possibile garantire una temperatura adeguata all'interno della navicella. Quindi, non sarebbe stato possibile ospitare tutti e tre gli astronauti, ma solo un equipaggio ridotto. Non essendo stato fattibile procedere con una riparazione in orbita, è stato poi elaborato un piano che prevedeva il rientro della Soyuz MS-22 senza equipaggio e una procedura di emergenza che consisteva nell'inviare una "replacement Soyuz", la MS-23, senza passeggeri, in grado di essere utilizzata dall'equipaggio in caso di necessità. Con l'arrivo della Soyuz MS-23 a fine febbraio, la sicurezza sulla Stazione Spaziale Internazionale è tornata nominale.

Per meglio chiarire, l'equipaggio non è mai stato in pericolo di vita; lo scenario che si era venuto a creare era paragonabile ad una nave con delle scialuppe danneggiate che, in caso di emergenza, non avrebbero permesso il salvataggio di tutti i passeggeri.



Pensiamo al Titanic, che non aveva un numero adeguato di scialuppe per ospitare tutti i passeggeri. Se non si fosse scontrato con l'iceberg oggi non saremo a disquisire su questo scenario.

Oggi, questo incidente è divenuto un vero e proprio caso di studio da prendere in considerazioni per le future missioni spaziali. Per saperne di più, vi invito a leggere la mia intervista su Astrospace, [raggiungibile qui](#).

Con grande piacere e con un pizzico di orgoglio, desidero informarvi che dopo tre anni di pandemia, AICQ Aerospace, AICQ Piemontese e il Politecnico di Torino, insieme al Comitato Organizzatore composto da ESA, ASI, IAASS e Thales Alenia Space, daranno vita al secondo Convegno Nazionale sulla Qualità nell'Aerospace, che si svolgerà presso il Politecnico di Torino il 4 e 5 Maggio 2023. Troverete tutte le indicazioni del programma e le modalità di iscrizione su questo numero della newsletter. Il convegno è gratuito, invito tutti i lettori interessati a partecipare.

Il primo febbraio 2023 si è svolto il ventennale della tragedia del Columbia, ritengo quindi importante ricordare questo evento che riguarda proprio la sicurezza dei programmi spaziali. Questo incidente ha cambiato la percezione di questa disciplina all'interno della NASA e non solo. Per saperne di più, vi invito a leggere il risultato della commissione d'inchiesta o contattare AICQ Aerospace. Su questo argomento, abbiamo il privilegio di pubblicare l'articolo di Antonio Lo Campo, giornalista scientifico presso La Stampa.

Altro argomento di tendenza, la transizione ecologica, che non riguarda solo le attività terrestri ma anche le missioni spaziali. Questo numero ha il piacere di ospitare l'articolo di Massimo Narna, Vega Product Assurance Engineering presso l'Agenzia Spaziale Europea, che ringrazio per il contributo. Ospiteremo Massimo Narna anche nei prossimi numeri per dare ulteriori informazioni e dettagli sulla transizione.

Come detto più volte in questa pubblicazione, le missioni spaziali non sono prive di rischi, ma l'aspetto fondamentale è prevenirli e controllarli. Su questo argomento abbiamo il privilegio di riportare un articolo di Antonio Del Mastro, Presidente di Mars Planet, già pubblicato sulle pagine del prestigioso Journal of Space Safety Engineering. Il contenuto tratta nel dettaglio la metodologia di valutazione dei rischi, con particolare attenzione agli aspetti della sicurezza. Potremo contare su Antonio del Mastro, che ringrazio per la disponibilità, anche nel prossimo numero della newsletter.

Infine, non potevano mancare i nostri auguri per i 100 anni dell'Aeronautica Militare, che si celebreranno il 28 marzo 2023. Cento anni tra storia e futuro, con eventi, mostre, pubblicazioni ed esibizioni delle Frecce Tricolori.

Nell'invitare tutti i lettori a contribuire con delle pubblicazioni, vi auguro una buona lettura!

PROGETTO GRAFICO

Chiara Graziano

TESTI

Mario Ferrante
Massimo Narna
Antonio Lo Campo
Antonio Del Mastro
Kevin Foresto

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo i soci di ATLA S.r.l. per il prezioso supporto nella redazione della newsletter AICQ AEROSPACE



AICQ AEROSPACE

C.so Stati Uniti, 38
10128 Torino
c/o Skillab S.r.l.
Tel. 0115183220
segreteria@aicqpiemonte.it
C.F. 97565080013
P.I. 09443310017
www.aicqpiemonte.it

SOSTENIBILITÀ

Le missioni spaziali verso la sostenibilità e la transizione ecologica

**MASSIMO NARNA**

Vega-C & Vega-E Product Assurance Engineering

ESA

Le Nazioni Unite con il rapporto sullo stato del clima del 2022 lanciano un severo monito sul futuro della Terra e dell'umanità prospettando scenari apocalittici. Il destino del pianeta, però, non è ancora scritto e solo le scelte di oggi possono garantire che ciò non accada.

Questi timori sulle sorti del clima sono condivisi sia dalla scienza che dalla politica, che stanno accelerando congiuntamente il percorso verso la sostenibilità, come dimostrano i crescenti investimenti in recupero sostenibile, modelli di consumo e produzione più efficienti.

La transizione ecologica in nome della sostenibilità ha subito una graduale crescita negli ultimi tempi, abbracciando un significato non più solo basato sull'ecologia, ma sull'ambiente integrato con la società e l'economia.

La consapevolezza dei problemi legati allo sfruttamento delle risorse naturali, al buco dell'ozono e ai gas serra ha portato allo studio di nuovi modelli di sviluppo in cui l'uomo è posto in relazione con l'ambiente.



Il ruolo dell'Agenzia Spaziale Europea e le istituzioni nella Transizione ecologica

In questo articolo affronteremo il tema della sostenibilità nel settore spaziale ed in particolare la valutazione del ciclo di vita per una missione spaziale satellitare.

In questo contesto globale e di cambiamento verso la transizione ecologica, le agenzie europee devono essere la forza trainante che spinge le industrie e tutti i fornitori a riconoscere il loro ruolo nella gestione delle sfide ambientali e a contribuire al raggiungimento degli obiettivi fissati dall'Accordo di Parigi. Questo con l'impegno a ridurre l'impatto ambientale delle loro attività, dei loro prodotti e dei loro servizi lungo tutto il loro ciclo di vita (Commissione europea, 2015). L'Agenzia Spaziale Europea (ESA) mira a sviluppare il Programma Spaziale Europeo e l'innovazione spaziale con i finanziamenti della Comunità Europea e degli Stati membri, non solo per promuovere la crescita economica, ma anche lo sviluppo sostenibile, favorendo la transizione ecologica (ESA, 2021). In questo contesto, l'ESA ha aperto la strada verso l'ecologia non solo internamente all'agenzia, ma soprattutto per il business spaziale a livello europeo. Dal 2018, l'ESA ha un catalogo di progetti spaziali che supportano gli obiettivi di sviluppo sostenibile (ESA, 2022). Sono molti gli obiettivi e i temi trattati, dal monitoraggio e l'osservazione satellitare della Terra allo sviluppo di strumenti per la diagnostica in aree di crisi (come la desertificazione, la deforestazione e lo scioglimento dei ghiacciai) e all'uso di tecnologie spaziali per affrontare le sfide globali. Inoltre, la ricerca si è concentrata sull'impatto ambientale dell'intero ciclo di vita di un satellite. Ciò include linee guida, requisiti di progettazione, il concetto di Life Cycle Thinking (LCT), il relativo strumento quantitativo di Life Cycle Assessment (LCA) e i principali impatti ecologici (hot-spot).

La transizione ecologica è di importanza esistenziale e tutti i governi sono impegnati a fornire aiuti economici per sostenerla e promuoverla (Agenzia Europea dell'Ambiente 2018). Affinché ciò avvenga, tutte le industrie devono trasformare i loro sistemi di produzione in un modello in cui l'ambiente e la sostenibilità siano uno dei punti di forza.

Ogni singola azione che compiamo, ciò che produciamo, ciò che consumiamo e ciò che scartiamo, ha un impatto diretto sugli ecosistemi della Terra, sui cambiamenti climatici, sulla perdita di biodiversità, sull'esaurimento delle risorse primarie e sull'inquinamento in generale (Chu e Karr, 2017). Ognuno è ora chiamato a fare la sua parte per invertire questa tendenza cambiando le proprie abitudini. La sostenibilità dovrebbe essere vista come l'equilibrio tra l'uomo e l'ecosistema (Martin, Maris e Simberloff, 2016). Lo sviluppo deve salvaguardare responsabilmente l'ambiente attraverso un uso corretto delle risorse, generare reddito, salute, occupazione e giustizia sociale. Tutti possono contribuire e beneficiare di questo modello di sviluppo, chiamato anche green economy, in cui l'obiettivo primario è ridurre il nostro impatto sull'ambiente. Lo sviluppo economico sostenibile significa gestire le risorse naturali e garantirne la disponibilità in futuro. Le imprese e i cittadini devono collaborare per ridurre l'inquinamento dell'ambiente, garantendo il funzionamento di questo sistema economico.

L'Agenzia Spaziale Europea (ESA) mira a sviluppare il Programma Spaziale Europeo favorendo la transizione ecologica

La Commissione europea ha stanziato 14,8 miliardi di euro per il programma spaziale nel periodo 2021-2027. (C. o. UE, 2021) un budget significativo e uno dei più grandi al mondo. L'economia spaziale e le tecnologie satellitari non sono solo uno dei fattori chiave per l'innovazione, la competitività e lo sviluppo sociale del continente, ma anche uno dei principali fattori che contribuiscono al raggiungimento della maggior parte degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (IAF, 2016). Basta infatti pensare a tutte le possibili applicazioni satellitari come il monitoraggio della Terra per lo sviluppo di modelli climatici, il monitoraggio dell'inquinamento, i modelli di previsione meteorologica, per la protezione (es. deforestazione, ottimizzazione delle aree agricole, ecc.), ma anche applicazioni per la mobilità sostenibile e lo sviluppo delle telecomunicazioni. Alla COP21 di Parigi è stato riferito che 26 delle 50 variabili chiave utilizzate per stimare il cambiamento climatico della Terra sono monitorate da osservazioni satellitari (CEOS, 2015).

Si può affermare che l'economia spaziale e l'Industria 4.0 sono strettamente collegate e le innovazioni e i progressi tecnologici di un settore si riversano inevitabilmente sull'altro. Un concetto chiave è che l'Industria 4.0 è l'inizio di un nuovo modello di business che traccia la strada verso la sostenibilità. Le aziende che abbracciano questa "rivoluzione industriale" dovranno ridurre l'uso di energia, acqua, minerali, metalli e biomasse, nonché progettare e garantire la riciclabilità dei loro prodotti. Dovranno emergere nuove aree di competenza: ingegneri ambientali, esperti di consulenza, economisti, manager del cambiamento, agenti creativi e dell'innovazione, saranno i motori della trasformazione. (World Economic Forum, 2016).

Linee Guida per la transizione Ecologica e sostenibilità Aziendale

L'Agenzia Spaziale Europea sta guidando la transizione ecologica e ha emanato linee guida e requisiti di progettazione dedicati, oltre all'utilizzo delle linee guida ISO 14040 (ISO, 2020) e ISO 14044 (ISO, 2014). Queste ultime sono generiche e danno indicazioni su come eseguire studi LCA in qualsiasi settore industriale e manifatturiero, mentre il settore spaziale ha bisogno di qualcosa di più specifico per ottenere risultati coerenti. Nell'industria spaziale, ogni singolo componente, unità, sottosistema, sistema e satellite è sottoposto a continui test e verifiche. Questo, unito al basso tasso di produzione (a meno che non si tratti di intere costellazioni di satelliti) e agli elevati requisiti di affidabilità, porta ad un effetto significativo sull'ambiente molto più elevato rispetto a prodotti simili per usi terrestri. Tuttavia, gli impatti ambientali sull'ecosfera terrestre non sono l'unica considerazione, ma si dovrà prevedere e considerare anche la mitigazione dei detriti spaziali al di fuori dell'ecosfera Terrestre.

Per la sostenibilità aziendale si possono adottare diverse strategie per mitigare gli effetti sull'ambiente, come la riduzione della formazione di rifiuti, la riduzione dell'uso di combustibili inquinanti utilizzando energie rinnovabili e il miglioramento della durata dei prodotti, optando per materiali sostenibili e riciclabili. A lungo termine, ciò contribuisce anche a risparmiare sui costi energetici ed ottenere un notevole guadagno di immagine.



Questo modello di produzione e consumo che incorpora nel suo processo il riutilizzo, la riparazione, il ricondizionamento e il riciclaggio dei materiali è chiamato economia circolare (Mesa, González-Quiroga e Maury, 2020). Al giorno d'oggi, la domanda di materie prime essenziali per la produzione è in aumento e la loro disponibilità sta diventando scarsa, creando una dipendenza dai Paesi che ne hanno di più. Non da ultimo, bisogna tenere conto delle conseguenze sull'ambiente (consumo di energia ed emissioni di anidride carbonica) che l'estrazione e l'utilizzo delle materie prime creano. Grazie a questo modello circolare, la vita dei prodotti viene prolungata e i rifiuti ridotti. A differenza del modello lineare (in cui le materie prime vengono consumate e trasformate irreversibilmente in prodotti che non esistono in natura e non sono rinnovabili, generando sostanze di scarto tossiche e rilasciando calore), nel modello circolare il bene a fine vita viene riciclato e i suoi materiali vengono reintrodotti nel ciclo economico, generando nuovamente valore. (Esposito, Tse e Soufani, 2018).

Un primo passo verso l'economia circolare è l'eco-design, in cui si tiene conto degli effetti ambientali per ogni prodotto costruito, dalla concezione allo smaltimento. Con l'introduzione dell'ecodesign, si contribuisce alla generazione di attività sempre più orientate ai criteri dell'economia circolare per creare beni e/o servizi ecologici e sostenibili. Seguendo un approccio di eco-design, la realizzazione di valutazioni ambientali in generale e la Valutazione del Ciclo di Vita (LCA = Life Cycle Assessment), sono mezzi per identificare i principali impatti ambientali o sociali di un sistema/prodotto/processo dal suo ciclo di vita completo. Questa valutazione comprende non solo tutte le fasi del ciclo di vita, ma anche le risorse, il trasporto, l'energia consumata e le materie prime utilizzate, la fase di progettazione, l'implementazione, il collaudo, compresa la gestione dei rifiuti e il fine vita. L'analisi concettuale della valutazione del ciclo di vita che verrà sviluppata contribuisce a migliorare la gestione ambientale e a soddisfare gli standard di sviluppo sostenibile, riducendo le emissioni di gas serra, migliorando la salute umana e per un sostanziale miglioramento dell'eco-efficienza, preservando gli ecosistemi e le risorse del pianeta. (Dyllick e Rost, 2017).

Nel settore spaziale, eco-design significa tutto ciò che è necessario per capire e identificare quanto le missioni spaziali inquinino la Terra e per trovare alternative o ridurre l'impatto. Questo viene fatto attraverso una valutazione degli impatti ambientali causati dalle missioni spaziali durante il loro intero ciclo di vita, una progettazione mirata e ottimizzata nell'uso di materiali, processi e tecnologie alternative con il minor impatto possibile sull'ambiente ed infine il rispetto della legislazione in materia di ambiente.

Per questo motivo, l'ESA ha elaborato standard specifici per stabilire requisiti e metodi su come effettuare LCA a livello di sistema, sottosistema e unità, ma anche a livello di materiali, processi e componenti. Il fornitore è supportato e messo in grado di effettuare le proprie valutazioni quantitative e di fornire dichiarazioni ambientali coerenti.

L'eco-design tiene conto degli effetti ambientali per ogni prodotto costruito, dalla concezione allo smaltimento

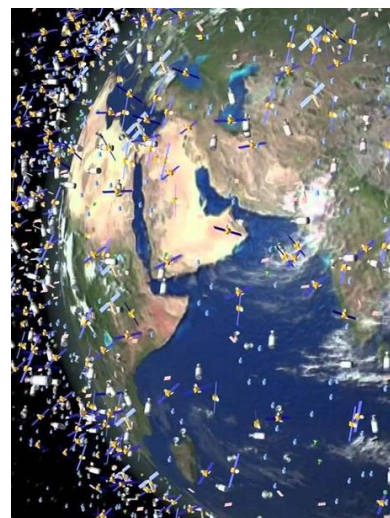
L'impronta ecologica delle Attività Spaziali

L'impronta ecologica delle attività spaziali è una preoccupazione recente e sono stati condotti ancora pochi studi ambientali. Basti pensare che l'impronta ambientale dell'industria spaziale è quasi trascurabile rispetto a quella dell'aviazione commerciale, che rappresenta il 2-3% delle emissioni antropogeniche di CO₂ (Durrieu e Nelson, 2013). In particolare, ci sono due aspetti principali, uno riguardante tutto ciò che può essere migliorato nel ciclo di vita di un satellite, dalla valutazione all'implementazione delle correzioni, e il secondo riguardante il cosiddetto smaltimento a fine vita. Questo campo si differenzia da qualsiasi altro tipo di produzione sulla Terra. Infatti, ogni prodotto ecologico alla fine della sua vita deve essere riciclato, in questo caso un satellite in orbita deve essere smaltito a modo suo ed evitare la sovrappopolazione dello spazio, tra satelliti operativi e quella che viene chiamata spazzatura spaziale. (Tang e Liu, 2014).

Le problematiche legate alla valutazione dell'impatto ecologico di una missione spaziale, sono varie, si parte dalla progettazione di un satellite guidata principalmente dal tipo di missione che deve svolgere e dall'orbita in cui deve operare.

Ogni chilogrammo di un satellite messo in orbita ha un costo, ed è per questo che le soluzioni tecniche devono essere selezionate tenendo conto di quelle con il minor peso possibile, ma anche di fattori che variano da missione a missione e soprattutto dell'affidabilità. Infatti, tutti i sistemi terrestri possono essere mantenuti o riparati, ma questo non è possibile nello spazio e richiede che l'intero sistema o le sue principali prestazioni e funzioni vitali siano tolleranti ai guasti. Infatti, se questa tolleranza manca, in caso di guasto la missione andrebbe persa senza possibilità di recupero. Per ottenere un sistema eccezionalmente affidabile, gli ingegneri devono utilizzare progetti e pratiche ben collaudate. Nell'industria spaziale, l'uso di componenti, materiali e tecnologie mature, collaudate e affidabili è di gran lunga preferito a quelli nuovi o innovativi, per evitare possibili problemi futuri e ridurre il rischio di fallimento dei nuovi sviluppi. (Fortescue, Stark e Swinerd, 2011).

In fase di progettazione, il satellite deve essere concepito per sopravvivere e funzionare durante le prove a terra, il lancio e nell'ambiente spaziale finale per tutta la durata della missione fino al suo smantellamento. I test a terra vengono effettuati per verificare questa capacità perché durante il lancio il satellite è sottoposto a notevoli sollecitazioni meccaniche e, una volta posizionato nell'orbita, subirà notevoli variazioni di temperatura. Altri fattori ambientali che influiscono sono le radiazioni elettromagnetiche provenienti dalla Terra, le fasce di radiazione di Van Allen, i flussi significativi di ioni pesanti come l'elio (He), l'azoto (N) e l'ossigeno (O), il plasma del vento solare, le radiazioni cosmiche galattiche composte da nuclei ad alta energia, l'ultravioletto, i meteoriti e i micrometeoriti, i detriti spaziali, la gravità terrestre e molto altro (Vladislav Demyanov e Becedas, 2020).





Ognuno di questi fattori deve essere preso in considerazione perché influisce sulla funzionalità del satellite e può degradare le proprietà del materiale (ottiche, termiche, meccaniche ed elettriche) in modo irreversibile. Per questo motivo, tutte le scelte dei materiali, i processi e i test effettuati per verificarne l'utilizzo e la capacità di mantenere inalterate o degradare in modo accettabile le loro caratteristiche comportano alcune scelte o compromessi da un punto di vista prettamente ecologico.

Una missione spaziale non si esaurisce con la missione stessa e la progettazione e costruzione di uno o più satelliti, ma deve tenere conto anche del lanciatore, delle stazioni di terra che interagiscono con il satellite durante la sua fase in orbita e infine delle attività di smantellamento e "messa in sicurezza" del satellite alla fine della sua vita. Un satellite viene messo in orbita per mezzo di un veicolo di lancio in grado di fargli compiere la traiettoria desiderata. A seconda dell'orbita in cui il satellite opererà, il lanciatore non solo deve accelerare il satellite alla velocità necessaria per mantenere l'altitudine richiesta e non tornare sulla Terra, ma il veicolo di lancio deve anche superare gli effetti della resistenza aerodinamica e della gravità. (Turner, 2005).

Un'azienda che voglia migliorare i propri prodotti per renderli sostenibili può utilizzare la valutazione del ciclo di vita come uno strumento prezioso. Attraverso questa valutazione sarà possibile decidere le aree di miglioramento per garantire la sostenibilità, che vanno dallo sviluppo attraverso la catena di fornitura, la produzione, l'uso e il fine vita di un prodotto. Queste azioni dovrebbero essere attuate con l'obiettivo di ridurre i danni all'ambiente e alla salute umana, ma anche con l'obiettivo di ridurre i costi di produzione. L'LCA, poiché considera l'intero ciclo di vita di un prodotto, evita il trasferimento del problema da un processo all'altro, viene utilizzato per valutare la sostenibilità di un'azienda e consente di confrontare prodotti o aziende diverse. Inoltre, insieme ad altri strumenti, consente l'analisi dei costi del ciclo di vita, la valutazione dell'impatto ambientale e indirizza la gestione verso soluzioni che riducano gli impatti, con l'obiettivo di dissociare la prosperità economica dal degrado ambientale. (Guinée et al., 2011).

Nel prossimo articolo parleremo più dettagliatamente del Life Cycle Assessment, a presto!

Un'azienda che
voglia migliorare i
propri prodotti per
renderli sostenibili
può utilizzare la
valutazione del ciclo
di vita come uno
strumento prezioso

COLUMBIA

Vent'anni fa il tragico rientro del Columbia: cosa ha insegnato al futuro delle missioni

**ANTONIO LO CAMPO**

Giornalista scientifico specializzato per il settore aerospaziale

GIORNALISTA

“Potrebbe essere la fine di un’era. Questa tragedia segnerà certamente la fine del programma degli Space Shuttle”. Non si sbagliava, nella sua previsione, uno degli ingegneri della NASA impegnati a seguire da terra la missione STS 107 dello Shuttle Columbia.

Una missione, quella della storica navetta spaziale, che aveva inaugurato nel 1981 una lunga serie di imprese spaziali per la durata di trent’anni, che era durata 16 giorni e si era conclusa tragicamente.

Columbia stava sorvolando il Texas a una velocità di circa 22 mila km orari, a circa 63 km di quota. Chi osservò il cielo texano, quel pomeriggio del 1 febbraio 2003, pensò all’attraversamento di un bolide, cioè di un grosso meteorite. Alcune scie bianche infuocate, fecero cadere a terra una pioggia di detriti. Il Columbia, 105 tonnellate di peso, con a bordo i suoi sette astronauti, non atterrerà come previsto nel giro di 15 minuti, sulla pista di Cape Canaveral.

Era il secondo, tragico incidente del Programma Shuttle, dopo quello del gennaio 1986: altri sette astronauti, per un totale di 14, erano deceduti durante una missione.



Due tragedie in 113 missioni e costi per missione davvero... alle stelle: era troppo.

A quel punto, era ormai deciso che il programma, che già non aveva mantenuto le promesse in termini di costi (sempre più cari) e flessibilità, era destinato a chiudersi.

Fine gennaio, periodo nero per l'astronautica americana

Non era la prima volta, appunto. Il Columbia era decollato il 16 gennaio 2003 alle 16,39 ora italiana. A bordo, il comandante Rick Husband guidava una squadra di altri cinque americani (William Mc Cool, David Brown, Michael Anderson, Laurel Clark, e l'astronauta di origine indiana Kalpana Chawla, oltre al primo israeliano nello spazio, Ilan Ramon). Proprio per la presenza dell'astronauta israeliano, l'area del Kennedy Space Center era ancora più presidiata, per timori di ritorsioni politiche. In fondo, era trascorso poco più di un anno dal tragico 11 settembre, e il timore attentati aleggiava assai più di prima. E ancora una volta furono le temperature gelide ad abbattersi sulle debolezze della complessa e per molti aspetti delicata struttura di quella che è stata comunque la più rivoluzionaria macchina spaziale mai realizzata.

Il 28 gennaio 1986 fu sempre il gelo la causa (oltre ad una serie di negligenze tecniche), a far distorcere le grosse guarnizioni circolari in gomma speciale che tenevano uniti i segmenti dei due booster laterali, a quindi a far fuoriuscire, già al distacco dal Pad, le fiamme da uno dei booster, che andarono a collidere contro il serbatoio esterno a propellenti liquidi del Challenger. E il 16 gennaio 2003 sarà un pezzo di rivestimento isolante, quasi certamente staccatosi assieme ad un grosso blocco di ghiaccio (come mostrarono le immagini), a infrangersi contro la struttura della navetta spaziale.

Se poi aggiungiamo che la prima tragedia spaziale americana (delle tre) è datata 27 gennaio 1967, con l'incendio dell'Apollo 1 sulla rampa di lancio, è evidente che quello sia un periodo sfortunato per l'astronautica americana, ed è comprensibile che quando vi sia un lancio verso fine gennaio gli scongiuri si moltiplichino. E pur essendo stato, comunque, periodo anche di successi storici. Come, per citarne un paio, il lancio del primo satellite della storia statunitense, l'Explorer 1 (31 gennaio 1958) e quello altrettanto trionfale dell'Apollo 14 con tre astronauti verso la Luna (31 gennaio 1971).

Le cause

Appena lanciato il Columbia, per l'STS 107, l'allora numero uno della NASA ci incontrò a Torino, presso il Lingotto, per una conferenza stampa. Era giunto nel capoluogo piemontese per assistere ai lavori di preparazione dei molti moduli e componenti costruite da Thales Alenia Space per la Stazione Spaziale Internazionale, in quel periodo in fase di assemblaggio, e per discutere di programmi e strategie future anche con l'Agenzia Spaziale Italiana: "L'Italia sarà grande protagonista dei prossimi scenari spaziali" – disse Sean O'Keefe – "Avete grandi competenze, capacità e risorse umane. La nostra è una grande cooperazione".

Furono le temperature gelide ad abbattersi sulle debolezze della complessa e per molti aspetti delicata struttura

Ci omaggiò di un patch in stoffa della missione: bello, originale, a forma di Shuttle. Tra l'altro a bordo del Columbia, nella stiva, era collocato lo SpaceHab, un modulo realizzato dall'omonima compagnia commerciale, in parte negli USA e in parte a Torino.

Il 1 febbraio, dopo la tragedia, fu subito insediata la commissione d'inchiesta, che in pratica confermerà ciò che già si temeva dopo aver osservato (come peraltro avveniva sempre) tutti i dettagli dal lancio ripresi con le svariate telecamere poste sulla rampa di lancio. Un frammento dell'isolante in gomma di cui era rivestito il serbatoio centrale esterno di idrogeno e ossigeno liquido si era staccato al decollo colpendo alla velocità già molto alta, il bordo d'attacco della semiala sinistra dello shuttle, creando un foro di diversi centimetri.

Durante il rientro negli strati atmosferici, quando con l'attrito si generano temperature di 1800 gradi, attraverso la crepa erano entrati i gas incandescenti generati nell'impatto con l'atmosfera. La temperatura ha continuato ad aumentare fino quando, circa 2 minuti prima della perdita del contatto, i sensori di temperatura dell'ala sinistra non davano più segnali. In quel momento lo Shuttle sorvolava l'Arizona. Subito dopo, sull'ala sinistra sono entrati in funzione per 1,5 secondi due propulsori, per contrastare la resistenza aerodinamica dell'atmosfera. Subito dopo, il Columbia con i suoi sette dell'equipaggio, si distruggerà.

La commissione metteva in evidenza come le raccomandazioni sulla sicurezza della gestione espresse dopo il primo disastro di Challenger non fossero state recepite. Oltretutto, sfortunatamente, si trattò di uno dei rari voli Shuttle (in quel periodo) che non prevedevano attracchi alla Stazione Spaziale. Se così fosse stato, forse, una volta notato l'impatto del rivestimento misto ad un blocco di ghiaccio alla partenza, si sarebbe presa la decisione di un piano alternativo di volo. Forse con l'invio di un altro Shuttle da soccorso, oppure con il rientro dei sette astronauti con due capsule russe Sojuz. Certo, poteva essere uno scenario diverso. Gli astronauti del Columbia, una volta in orbita, non furono mai informati sui forti dubbi relativi a quell'impatto.



Un programma concluso, e l'inizio delle imprese di oggi e del futuro

Si doveva ricominciare: era necessario apportare modifiche (come nel 1986) e questo farà ritardare i lanci di due anni e mezzo, fino a luglio 2005. L'imperativo era, una volta che gli shuttle avrebbero ripreso a volare: completare la costruzione della Stazione Spaziale Internazionale e poi chiudere il programma. Cosa che avverrà nel luglio 2011. Così, il presidente americano George Bush, organizzò con la NASA dei gruppi di lavoro per fare il punto sul futuro. Anche perché, già all'epoca, aleggiava una certa tensione con la Russia, intenzionata a cooperare con la Cina nell'ambito dei futuri programmi di esplorazione spaziale.

Nacque pertanto in quei giorni un futuro che è l'attualità. Sempre più "spazio allo spazio" alle compagnie private (Space X su tutte), e poi l'avvio di un programma per il ritorno alla Luna e poi puntare a Marte. Con l'orbita terrestre da affidare ai privati.



Il 14 gennaio 2004 sarà lo stesso presidente a presentarle nella sede della NASA a Washington in un'atmosfera di grande soddisfazione per il successo conquistato nei giorni precedenti con lo sbarco su Marte dei due rover Spirit e Opportunity.

In pratica l'attuale Programma Artemis, del ritorno alla Luna, nasceva nel gennaio 2004, inizialmente sotto il nome "Constellation".

Lo scopo era (ed è tutt'oggi) di ricavare dal suolo lunare, oltre ad alcuni materiali, soprattutto l'ossigeno utile all'insediamento umano e per i propulsori dei razzi, oltre che potenziali risorse da trasferire sulla Terra: "La Luna – sottolineava Bush – è il primo passo da compiere per raccogliere l'esperienza e le conoscenze necessarie per il passo successivo dell'esplorazione, una missione umana verso Marte".

Sfida e sogno di conquista del Pianeta Rosso poi ereditati da Obama, e concretizzati in seguito con i programmi attuali. Si confermava inoltre l'esplorazione robotica di Marte ma anche delle lune di Giove (la missione Juice partirà il prossimo aprile), per cercare tracce di vita e infine si sosteneva lo sviluppo delle tecnologie necessarie alle nuove sfide. La logica della vision univa l'esplorazione robotica e umana e la prima era in funzione della seconda, e il tutto con la fondamentale cooperazione internazionale, soprattutto di Europa, Canada e Giappone.

BIBLIOGRAFIA

La Stampa
Edizione online
31/01/2023
Lo Campo A.

VALUTAZIONE RISCHIO

Un metodo per l'analisi del rischio nelle missioni Spaziali

**ANTONIO DEL MASTRO**

Presidente

MARS PLANET

Nelle pagine a seguire, un interessante approfondimento di Antonio Del Mastro sulla metodologia di valutazione dei rischi, con particolare attenzione agli aspetti della sicurezza.

L'articolo è stato pubblicato sulla prestigioso Journal of Space Safety Engineering.

Antonio Del Mastro è Presidente di Mars Planet, membro della International Astronautical Federation, focalizzata sulla ricerca e sull'esplorazione umana dello Spazio e co-fondatore di ECSEC. Le sue principali aree di interesse di ricerca sono legate alla medicina spaziale, alla realtà virtuale, alla Space Economy.

Presidente della Italian Mars Society, da lui fondata nel 2004, come chapter italiano dell'International Mars Society, è direttore tecnico di Mars Planet Technologies, società attiva nello sviluppo di applicazioni terrestri della ricerca spaziale, e coordinatore del progetto Mars City.



Segue articolo completo a pagina 15

A Method for Analog Space Missions Risk Analysis

Antonio Del Mastro^{a,*}, Jean Marc Salotti^b, Giovanni Garofalo^{a,c}

^a Mars Planet

^b Ensac (Ecole Nationale Supérieure de Cognitique, Institut Polytechnique de Bordeaux)

^c IIT (Istituto Italiano di Tecnologia)

ARTICLE INFO

Keywords:

Analogue space simulation
Risk analysis
PRA
HRA
FTA
Situation awareness
analogue space simulation
mars
mission design

Article history:

Received 5 November 2021
Received in revised form 20 December 2021
Accepted 4 February 2022
Available online xxx

ABSTRACT

In this paper, we provide a general risk evaluation method for analog simulation missions, in terms of identification of potential hazards and risks, which could affect the positive outcome of a pre-designed mission. The risk analysis method considers the risk evaluation of each mission's foreseen experiment, and the evaluation of other general factors which could have an impact on the entire operation. The scope of this analysis is to ensure that all the undertaken operations are analysed and well defined. We paid special attention to the assessment of the safety issues related to the execution of the experiments. The methodology includes elements of the Fault Tree Analysis (FTA) and the development of a specific risk-reduction strategy, appropriately scaled and simplified for the space simulation mission scope. Also, we introduced the Risk Cube concept, a new useful tool that can be applied to other types of Space missions. It represents a higher level of abstraction, yet characterized by a simpler approach. The added value of the Risk Cube concept is that it is possible to identify all the domains of occurrence of the risks, visualize the interconnection of the different risks, and contribute to creating a mental map whose aim is to identify all the possible factors and requirements that could have some influence on the outcome of the risk analysis.

1. Introduction

1.1. Analog space simulations

Analog space simulation missions play an important role in the testing of space technology on Earth. Generally, they are carried out whenever it is too expensive to perform an experiment or it is mandatory to validate cutting-edge technologies. Furthermore, analog simulations missions represent an excellent experience to involve young researchers and people at the beginning of their careers in rewarding challenges, as well as to provide companies with the opportunity to test their products in a space simulated environment. The aspects covered by analog simulations also consider the simulation of narrow/confined living habitats for the crew and so forth. Numerous analog space simulations have already been carried out in different places on Earth:

- Hawaii, USA (i.e., HI-SEAS).
- Utah, USA (i.e., Mars Desert Research Station – MDRS).
- Negev Desert, IL (i.e., AMADEE Mission experiments).
- Etc. [6].

All of the above-mentioned sites share the characteristics of having a rugged or cratered terrain similar to the Moon or Mars, and remote environments that experience extreme temperatures. Owing to this realistic features, it is possible to define new requirements and simulate

day-to-day operations. In fact, feedback tests allow engineers and scientists to develop new implemented technologies, reducing risks and costs of future space missions [1].

1.2. State-of-the-art: Risk issues connected to scientific activities

The following section analyses the state-of-the-art of safety standards procedures that can be applied to engineering systems or scientific activities in a hostile or risky environment. The discipline (i.e., System Safety Engineering) employs specialized knowledge in applying scientific and engineering principles, criteria, and techniques to identify hazards, and then to eliminate the hazards, or reduce the associated risks when the hazards cannot be eliminated.

Many research institutes and departments have been extensively involved in this type of activity over the years, resulting in the development of multiple safety standards.

With regard to Fig. 1, it is possible to follow the guidelines to achieve an acceptable risk level and its logic sequence. Typically, the safety process consists of eight separate elements. As a requirement, The Program Manager and the Contractor shall document the system safety approach for managing hazards as an integral part of the process. The minimum requirements for the approach should include:

- The description of the risk management effort and how the program is integrating risk management into the process.

* Corresponding author.

E-mail address: info@marsplanet.org (A.D. Mastro).

<https://doi.org/10.1016/j.jssc.2022.02.004>

2468-8967/© 2022 International Association for the Advancement of Space Safety. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

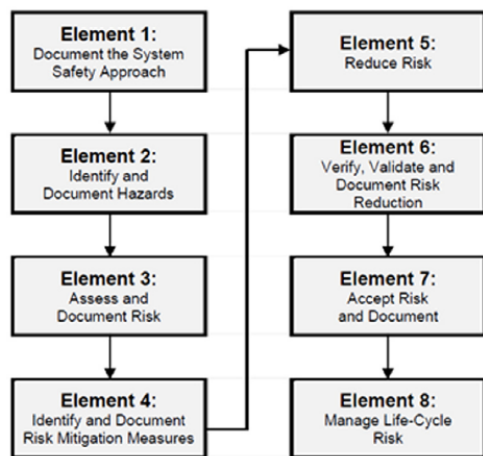


Fig. 1. Eight elements of the system safety process [2].

- The identification and the documentation of the prescribed and derived requirements applicable to the system.
- The definition of how hazards and associated risks are formally accepted by the appropriate risk acceptance authority.
- The documentation of the hazards with high technology tracking systems.

Hazards are identified through a systematic analysis process that includes system hardware and software, system interfaces (to include human interfaces), and the intended use or application and operational environment. The hazard identification process shall consider the entire system life-cycle and potential impacts to personnel, infrastructure, defense systems, and the environment (Fig. 2).

Ideally, the hazard should be eliminated by selecting a design or material alternative that removes the hazard altogether. If that is not possible, the following passages should be taken into consideration:

- The reduction of the risk through design alternatives.
- The incorporation engineered features or safety/warning devices.
- The incorporation of procedures, training and so forth.

The verification of the implementation and validate the effectiveness of all selected risk mitigation measures through appropriate analysis, testing, demonstration, or inspection.

Before exposing people, the equipment, or the environment to known system-related hazards, the risks shall be accepted by the appropriate authority. The user representative shall be part of this process throughout the life-cycle of the system and shall provide formal concurrence before all high risk acceptance decisions (Fig. 3).

After having acquired data from reports and experience with similar systems, new hazards may be present, or the risk for a known hazard may be higher or lower than previously recognized. A single system may require multiple event risk assessments and acceptances throughout its life-cycle. Each risk acceptance decision shall be documented and procedures should be followed accordingly to ensure the personnel is aware of it. If a new hazard is discovered or a known hazard is determined to have a higher risk level than previously assessed, the new or revised risk will need to be formally accepted [2].

1.3. Risks issues in Moon or Mars analog terrains and habitats

For low Earth orbit, astronauts follow a training program in specific simulators (e.g., ISS docking simulation [3]), in swimming pools (e.g., Hubble repair mission [4]). On the other hand, for the preparation of missions to the Moon or Mars, simulations have generally been carried

out in hostile and prohibitive environments, such as the desert of Utah [5] and Morocco [6].

There exist risks linked to the use of complex tools and systems. In this context, failure may occur, resulting in the failure of the experiment (or worse, the injury of the mission personnel). It is important to perform a risk assessment before the implementation of the mission/experiment, to minimize the number of accidents and failures [17]. Many methods exist for the assessment of risks already [7,8]. It is typically required to perform a probabilistic risk analysis (PRA) [9]. In the space domain, as the environment becomes extremely dangerous, risk analysis is a critical and fundamental step of the preparatory phase [10,18].

The risk is seriously considered in the eventuality of a Mars analog terrain. By way of example, the AMADEE-2018 experiments risks (managed by the Austrian Space Forum) have been assessed for all experiments and a dedicated team had to follow every step of the mission for the safety of the people involved in the simulations [19].

In this paper, most of these methods and techniques were addressed as a starting point for our risk analysis technique, connected to the risks issues that can happen in a simulated environment. The purpose is strictly related to the design, preparation, and the performing of the entire analog mission.

2. HRA & Risks classification

2.1. HRA standards

We introduce and report some concepts related to the Human Reliability Analysis (HRA) in this section, as defined by NASA standards [11]. HRA can be described as a methodology that can support space programs, in which humans operate with complex systems. It is possible to evaluate how human actions can negatively impact existing/future systems through HRA, then predict how often these events would occur, and state the potential consequences. Typically, it is possible to identify the key elements of a system's reliability:

- Hardware.
- Software.
- Human (e.g., Ground Crew, Mission Crew).

HRA is related to the last item, and can assist in the identification of human actions that pose significant threats to the mission, to evaluate and compare system upgrades or factors as anomalies and delays, and to assess different scenarios (e.g., accidents or incidents), leading to mission design changes.

As an integral part of a unifying process that considers hardware, software, and human reliability, it is necessary to introduce the PRA (i.e., Probabilistic Risk Assessment), which typically supports performance improvement and costs reduction. It defines an IE (i.e., Initiating Event) that could lead to an undesired outcome (e.g., equipment damage), and it is followed by a pivotal event that could consist of a success or a failure.

In general, the HRA process consists of several distinct steps (i.e., problem definition, task analysis, etc.). It is suggested that it should be an integral part of PRA. In this view, pre-existing and post-initiating actions must be evaluated to define what errors are responsible for mishaps. Human error has been assessed to be an IE in 24% of NASA accidents [11]. After an HRA is completed, it is possible to reduce errors or mitigate their effects. Further quantification can be done to verify that the measures are effective in lowering the impact of error on the overall system's reliability.

With regard to Fig. 1, it is compulsory to briefly define the HRA phases. The Problem Definition is the first needed step to determine what human actions must be evaluated. Mainly two factors affect the analysis:

- The system vulnerability to human error, which is dependent upon the complexity of the system and on the amount of man-system interaction.

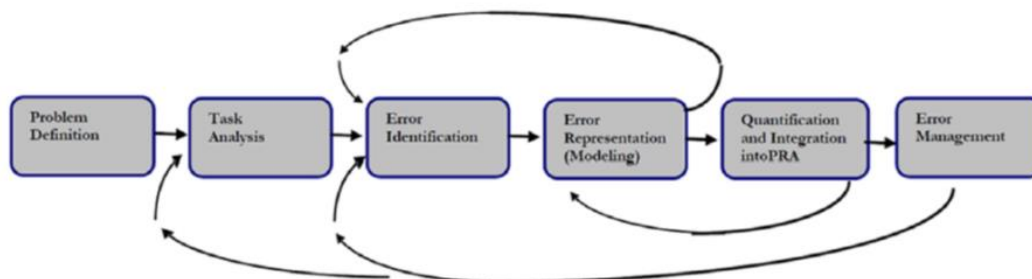


Fig. 2. Basic HRA steps [11].

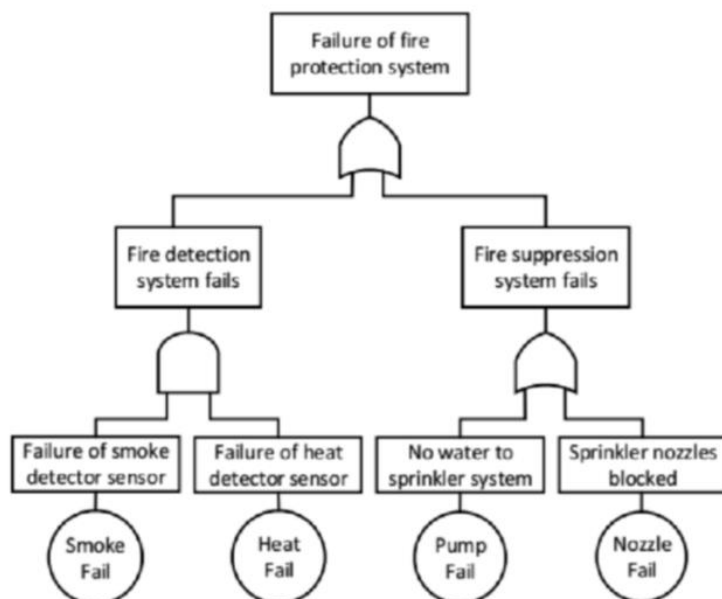


Fig. 3. Fault Tree Analysis representation [12].

- The purpose of the analysis, which can be qualitative or quantitative. Qualitative analyses are more indicated for general processes. Quantitative analyses are more indicated for the definition phase, in which specific human actions are assessed and evaluated.

An optimal system design must be error-tolerant and simple, to provide the capability for the human operator to detect and correct errors.

The second step is the *Task Analysis*, which aims to identify, break down and assess each task into sub-steps that describe the required human necessary activities to achieve the forecast goal. If the task analysis is being performed to understand the human contribution to the risk at a system functional level, the task analysis should be kept at a higher level (i.e., "Screening Analysis"). A thorough analysis ensures that the process has been completely evaluated, and all actions have been identified.

The third step is the *Human Error Identification*, where human violations can occur, thereby having potential contributions to hazardous events. Human actions within a system can be broken down into a cognitive response (i.e., failure to interpret the information correctly) or physical action. The system design (e.g., crew habitable environment) affects the probability that the human operator will perform a task correctly. Consequently, it is important to assess a PSF (i.e., *Performance Shaping Factor*), which is anything that can affect the ability of the person to carry out any task. External PSFs are outside the individual's control. Internal PSFs are represented by human attributes that can be influenced by skills, fatigue and so forth. Once PSFs are identified, their influence is determined so that the error rate can be adjusted. How-

ever, it would be impossible to list all the possible situations and errors that could happen in a mission, even if it is possible to investigate the most credible circumstances under which human error may occur. Ultimately, each type of log record (e.g., causal tree record) may turn out to be useful [11].

The fourth step is the *Human Error Representation*, which is conducted to visualize the data, relationships, and inferences that cannot be as easily described with words. Firstly, the system should be evaluated in its standard operating conditions. The analyst must also consider modelling dependencies between different types of human errors (e.g., The likelihood that one human error contributes to or causes another). Within complex systems, it is accepted that very few human errors (seen as IE) can serve as a critical failure function. For each initiating event, a corresponding event flowchart is developed, showing multiple scenarios. After that, it is possible to develop an *Event Tree*¹ in which all the basic initiating events and the occurrence of pivotal events are stored.

The last two points of the HRA flowchart regard the *Quantification and Integration* and *Error Management*. The first one assigns probabilities to human errors to determine which ones are the most significant. The

¹ It relates to the FTA method. The *Fault Tree Analysis* is a top-down approach used to analyse, virtually display and evaluate failure paths in a system, thereby providing a mechanism for effective system level risk evaluation. Its fundamental concept relies on the easy logic visualization of an event. The logic segment provides a method for qualitative evaluation of an action or a methodology [21].

Table 1
HRA Method features [11].

Criteria and Attributes	Description
Applicability to existing aerospace design	The HRA method must apply to existing aerospace designs.
Applicability to existing aerospace design (conceptual phase)	The HRA method must apply to aerospace system designs in the early conceptual design phase.
Human error probability (HEP) quantification	The HRA method must include procedures for error modelling and result in human error probability (HEP) quantification.
Screening capability	The method requires significant details to perform the analysis.
Model capacity updating	Update the model to provide a detailed analysis of human actions.
Guidance on task decomposition	It must be possible to break down human activities into different subtasks. It requires guidelines.
Flexible PSF list	It is compulsory to specify a set of PSFs based on the tasks.
Coverage of error sources	Provide a broad estimation of errors (e.g., omission, failure to respond in time, failure to complete a task).
Procedures for error identification, modelling, and quantification	Users are not HRA experts, the procedure should be straightforward.
Address errors omission and commission	HRA is essential for both nominal and emergency operations.
Guidance on the treatment of error recovery	The method should include explicit treatment of error recovery.
Explicit treatment of task/error dependencies	Identify and address task dependency and recovery within HEP estimates.
Uncertainty bound estimation	Provide instructions to assess HEP uncertainty bounds.
Validation	The risk-related human tasks are to be modelled inside the PRA model. In current practice, error identification is typically performed when developing the PRA models.
Reliability and reproducibility	The error analysis, identification, and error probabilities in the HRA method should have good reliability and reproducibility.
Low sensitivity	The HRA method mustn't yield large changes in the HEP calculated when only small changes were made in the PSFs.
Multiple data source	The HRA method should adapt to data from a wide variety of sources, including simulators, and human performance studies. minor changes should not have a large effect on the error probability computed.
Broad-based experience	This indicates the degree to which the method can be applied to different space mission areas.
Usable by a non-HRA expert user	In HRA, there are three levels of HRA-related knowledge people: HRA Specialist: Many years of experience. HRA Analyst: About one year of experience in HRA practice. PRA Analyst: Capable of performing general engineering analysis by following instructions.
Minimal expenditure of resources	HRA methods can be divided into three required levels of effort: Low: Requires a few hours of effort. Medium: Requires a few days, up to one week of effort. High: Requires a few weeks to a few months.
Available with reasonable cost	The HRA method must be available for immediate use. The method should be usable by an analyst who is not an expert in HRA, and the method should not require significant amounts of training to yield reliable, reproducible results between analysts. Some methods require certain costly tools for analysis.

data must be sufficient to allow the analyst to estimate the frequency with which the errors may occur. The purpose of the screening is to limit the number of human actions to evaluate.

If the remaining potential human errors are still significant risk contributors to the overall system reliability and safety, then the system should automatically detect and correct the error or provide the human with the capability to detect and correct it. If the error cannot be corrected, then the system should at least mitigate its negative effects.

The following table defines the classical HRA Method Selection Criteria and features that must be followed to perform a thorough analysis.

2.2. Analog space simulation risk assessment

According to this approach, the following table describes a potential set of main risk type group that can be a source of error during the preparation and execution of an analog mission. Some of the examples might be repeated, due to the impossibility of disjointing them.

2.3. Analog space simulations example experience & Performance metrics

As already stated before, analog field testing results vital for the assessment of the risks connected to equipment failure in a hostile environment, where problems can be hard to solve. By learning from mistakes and improving the procedures, it is possible to gather and use the information to make reliable systems and procedures. These analogs often reveal unexpected issues for further development.

Thus, the general reader shall be provided with evidence of the potential risks a crew can encounter while on a mission, and how it should be prepared for unforeseen events. The following example refers to one analog mission [1] conducted in a hostile environment by NASA with

the aid of CSA² operators within the premises of Mauna Kea during the years 2008 – 2010, and has been part of technology prototype testing of ISRU³.

During the 2008 field test, high winds kicked up volcanic dust at the site, creating a surprise analog for dust mitigation in hardware systems. Planetary dust is a major concern for space exploration. Dust mitigation techniques were used on some hardware and worked well during the test, but dust issues caused several resets of drilling electronics that were not properly protected. With regard to the situation, it is possible to refer to Table 1 to identify the risks types which were evidence for this mission and their consequences:

- Mission Control Operation (Unable to address the unforeseen event initially).
- Crew Training (insufficient/inadequate training).
- Experiment Execution (technical issues due to the dust).
- Data (loss of data during or after the experiment).

Issues with system integration led to another lesson learned. At the 2010 field test, NASA and CSA successfully integrated several hardware. However, the testing uncovered non-optimized man – machine interfaces.

Within this context, The Austrian Space Forum (OeWF), has recently proposed an algorithm with which to compare analog missions through complexities/fidelities performance indicators to improve the scientific output and mission safety, and maximize the efficiency of analog missions [13]. The algorithm requires a combination of distinct objective

² Canadian Space Agency.

³ In-Situ Resource Utilization.

Table 2
Risk types.

Risk type	Examples
Logistics	Driver Shortage & Retention. Government Regulations. Environmental Issues.
Financials	Transportation costs. VISA and permits. Fuel costs.
Planning	Unexpected delays. Overlapping schedules. Disorganization. Shift Swapping.
Crew capabilities	Lack of technical skill. Lack of behavioural skills. Lack of cooperation. Cultural issues.
Crew training	Insufficient training. Inadequate training.
Experiment Execution	Unclear procedure. Technical issue.
Mission control supervision	Unable to address the unforeseen event. Unable to understand the current state of the experiment.
Communication	Loss of communication. Misunderstanding.
Data	Loss of data during or after the experiment. Important data not stored.

Table 3
Risk reduction process.

1	Removal of the danger or reduction of the risk employing mission definition
2	Risk reduction measures are undertaken by the mission support and organization team
3	Risk reduction measures are undertaken by the crew in all the steps of the mission
4	Mission Residual risk

data sets to perform a weighted metric of the complexity and fidelity of a mission. Afterwards, The identified numerical outcomes are compared with reference missions, which yield strengths and weaknesses in mission planning (Table 2).

This tool is used by key decision-makers to understand how and to what extent the inputs are enabling progress toward outputs and outcomes. However, the parameters cover a wide variety of elements of analog research. The OeWF defined three main sections of the *Analog Mission Performance* (AMP) metrics as follows: Level of representativeness of the test site, Dichotomous, and Quantitative sections. For the first two sections, the main key performance indicators (KPIs) that characterize an analog mission are complexity and fidelity. This is based on the assumption that analog missions aim to simulate future planetary surface operations in a scenario, which is as representative of an actual flight missions as possible, hence having the maximum complexity and fidelity. The AMP metrics algorithm specifically excludes: small-scale tests with low fidelity in terms of operations, computer simulations that include virtual reality, and actual flight missions (Table 3).

3. Risks reduction strategy

In the case of an analog simulation mission, the above-described methodology must be appropriately scaled and simplified, according to the dimension of the simulation mission. Within the analysis the identified risk-reduction strategy is an overall process of risk reduction (reported in the following figure). It starts from the definition of the main

mission concepts and requirements, and ends with the evaluation of the risk prevention measures undertaken by the crew, as well as by the mission support organization.

The risk analysis and the risk-reduction process both require the removal or the reduction of the risks which could jeopardize the operations completely. This process is undertaken to employ multiple evaluations, which can be classified as follows:

4. Identification of mission hazards and risk

As a first step of the risk analysis of an analog mission, it is necessary to identify the possible risks that could occur. We suggest using a formatted table as Table 4, which reports a list of hazards that might occur during the various moments of the mission preparation and operations. The columns specify whether the identified hazard is detected during the mission or in the various stages of its preparation and development, and it is partly based on what was found in literature [2].

The legend goes as follow:

- E-Experiment Definition
- F-Financial
- L - Logistics
- T-Experiments Testing before the mission
- Mo-Mission operations
- Mc-Mission controls
- C-Crew management

Table 4
Checklist for mission risk identification.

No.	Risk Description	Situation Detected		L	Mo	Mc	C	S
		E	F					
1	Example	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2	Example	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	Example	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4	Example	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5	Example	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Table 5
Risk evaluation.

Priority	Experiment risk impact definition
High	<i>It involves non-compliance with regulations and disruption of goods and services to end-users.</i>
Medium	<i>Interruption of goods and services to end-users</i>
Low	<i>End users will probably not notice the failure</i>
Priority	Likelihood
High	<i>Certain to fail</i>
Medium	<i>Occasional failure likely</i>
Low	<i>Very unlikely, but not impossible</i>

This classification gives rise to the following matrix:

Table 6
List of risk identification.

Date:	Prepared:	Checked:	Approved:	-
Requirement Example	Type Example	Likelihood Example	Impact Example	Risk level Example

Table 7
Risk mitigation & Contingency Plan.

Risk ID	Risk Event	Mitigation Plan	Likelihood	Impact	Risk Level	Contingency Plan
R1	Example	Example	Example	Example	Example	Example
R2	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
R _n	...	...	...	...	...	...

• S-Safety

The first two columns specify if the described hazard is detected during the mission or in the various stages of its preparation, development/execution, and completion. The third column represent the severity found for that particular situation. It is represented by a number on a scale from one to five, where one represent a catastrophic damage level (e.g., extensive monetary loss or severe injury), while five defines a negligible level of worryness (e.g., minimum environmental impact).

The fourth column represent the probability level for that particular event to occur. It is based on a scale from A (i.e., Frequent, therefore continuously experienced) to F (i.e., risk/s eliminated, thus experienced incapable of being experienced).

It is possible to consult specific texts to obtain information about the numerical probability levels [2].

5. Risk evaluation according to the risk matrix

The used risk evaluation method is described in the following risk matrix. At first, the qualitative type method is applied to the risk evaluation of the single experiments, and after a complete analysis it is reported in this document (Table 5).

This classification gives rise to the following matrix:

- When the evaluation is in the red area, measures must be undertaken to reduce the mission risk. The element in this area poses significant

threats to the mission. Therefore, the plan must be thought in a different and disruptive way.

- When the evaluation is in the yellow area, some features of the current plan may threaten significantly the outcome of the mission. The implementation of measures is recommended to reduce the mission risks further.
- When the evaluation is in the green area, the mission risk has been properly assessed and reduced. Therefore, no substantial changes are needed for the current mission approach.

6. Risks List

The risk evaluation method used in this analysis is the one described in the following risk matrix. The method is applied in the risk evaluation of each experiment of the mission, and the results are reported in a single comprehensive table (Table 6).

7. Risk Mitigation / Contingency Plan

A *Contingency Plan* regards identified risks only, while not considering unknown risks. It is not developed to prevent errors or dangers from happening, but to define a rapid countermeasure that could immediately respond to the escalating situation. On the other hand, a *Mitigation Plan* attempts to decrease the chances of higher risks and their subsequent impact on the mission. It has to be developed and implemented in advance.

Table 8
SA Demons mission identification.

SA Demon	Definition & Description	Demon ID
Attentional tunnelling	It is important to be focused on complex domains. Multiple pieces of information may be given/processed by the operator to perform a particular task. The "attentional tunnelling" demon occurs when an operator strongly focuses on a specific problem, locking in on certain aspects or features of the environment he/she is trying to process, leaving out of the big picture other important parameters, which must be scanned properly to avoid unwanted situations or an accident.	ID No.1
Out-of-the-loop syndrome	The demon is related to system automation. If the automation loop fails, and the system suddenly gives back feedback about it, the personnel responsible for it might not be able to detect the problem instantly and subsequently correct it. Therefore this situation leads to misinterpretation of the current situation and to the potential inability to solve it.	ID No.2
Errant mental model	A mental model is essential to analyse information. An "errant mental model" may lead the operator to the misinterpretation of that same information and be the cause of an accident or an unwanted outcome in high responsibility contexts. It might be due to inappropriate inferences derived from observations. The phenomenon can be reduced through standardization.	...
Complexity creep	The "complexity creep" demon typically occurs along with the "data overload" phenomenon. It can interfere with the ability of the operator to interpret information correctly, resulting in a catastrophic outcome. If the rules that govern a system's behaviour are complex, and many sub-systems are involved, someone could experience some difficulties in managing it.	...
Misplaced salience	In many complex systems, the operator seeks out relevant information for the achievement of a general goal. Simultaneously, he/she could be sensitive to other pieces of information (e.g., noises). "Misplaced salience" can be the root cause of a failure (e.g., if a system interface is designed to maximize the perception and attention of the user on a specific device, while the salience of an event prevents being focused on it).	...
Data overload	It defines the rapid rate at which information is given outpaces the operator's ability to process a large amount of data, resulting in significant and frequent lapses that might jeopardize the mission or negatively affect the task's outcome. The problem can be reduced by organizing, adjusting, and subsequently slowing the stream of data to be given.	...
Requisite memory	Related to the operator short-term memory while processing working information. The phenomenon can occur when many subtasks must be performed, and the operator forgets one of them.	...
Workload, fatigue, or stress	In this context, self-esteem, career advancement, or high-consequence events are involved. "stressors" can also natural (e.g., noise, vibration). Relying on working memory during these situations might affect the operator's ability to process peripheral information, resulting in attentional tunnelling and eventually being the cause of an accident.	ID No.N

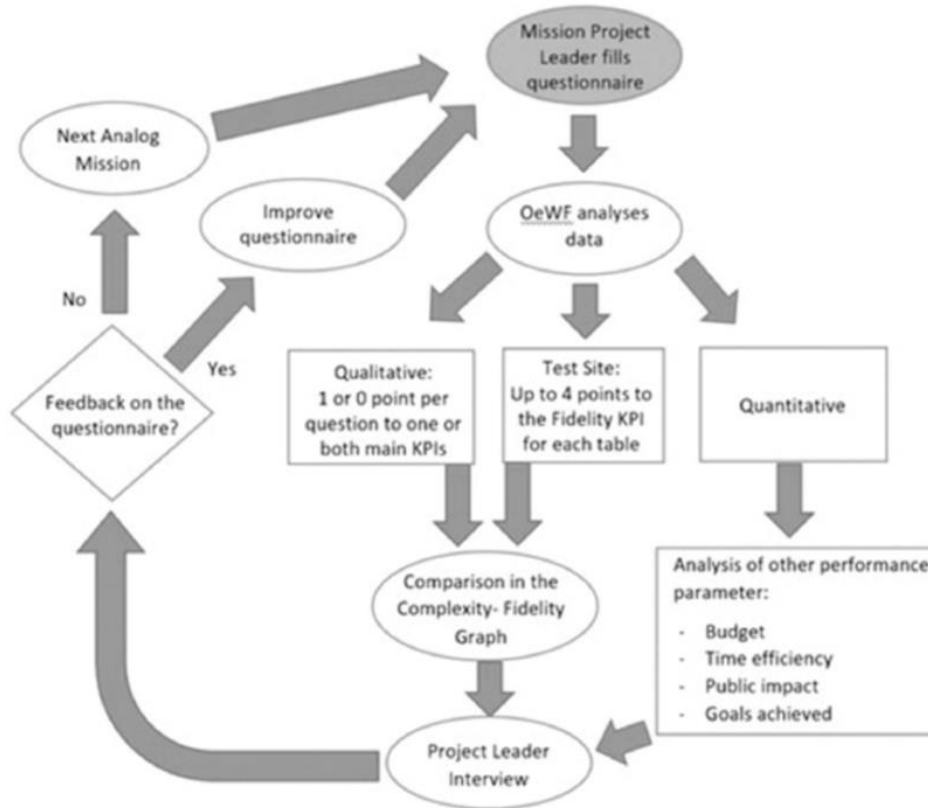


Fig. 4. Deployed workflow for the AMP metrics evaluation [13].

It is common for the stakeholders involved to encounter the following challenges [14]:

- Contingency planning is seen as a low priority (it can lead to mission failure).
- Team members tend to be over-confident about the best-case scenario.
- Lack of planning and enterprise can hinder further plan implementation.
- Not spending enough time on identifying all the risks.

It would be useful to follow the following guidelines to prevent unhappy outcomes:

- Identify the trigger event for the execution of the plan's implementation.
- Cover each step of the plan (e.g., what will happen, the key actors involved and so forth.)
- Define clear guidelines for the operators, who have to follow them and define a communication plan.
- Monitor the plan regularly to ensure it is up to date.

We suggest to identify risk mitigation/contingency plans during the different risks evaluation steps. A simple risk mitigation/contingency plan can be executed according to the following table:

8. Situation Awareness demons' evaluation

Maintaining situation awareness (SA) can be difficult when systems are complex and there is a great deal of information to keep up with (or changes rapidly), and when it is hard to focus on multiple feedbacks [15]. The problem cannot be limited to technical facilities or cockpits.

The amount of information we are subjected to is growing rapidly day by day, and it has become very difficult to just focus on the needed information, especially when systems are not divided into sub-domains (impossible to manage without having reached a certain grade of automation in the process). The capacity of the individual in terms of sorting and understanding the useful correct amount of information can result in a thorough success for the mission (e.g., any kind of manned mission). Thankfully, success involves more than just data. It mainly requires that data is sorted, processed, and ultimately transformed into useful information in a reasonable amount of time. It happens frequently that someone might get in touch only with just scraps of data in most situations, therefore needing to judge the situation and consequently decide how to act on a short-time notice.

Most of the errors and catastrophic outcomes have been labelled as "Human errors" over time. This misleading term has resulted in the development of more complex systems to prevent humans from being able to respond to any problem that might arise or comprehend it thoroughly. But the operator cannot be considered as the main source of failure; instead, it should be viewed as the final ground for inherent problems and difficulties in the technology we have created. In this view, SA (i.e., Situation Awareness) can be thought as an internalized mental model of the current state of the operator's environment [16]. Most importantly, it is influenced by many elements, among which we could list:

- The perception of environmental elements and events.
- The understanding of the current situation.
- The projection in the future state.

It is essential to develop systems that can help us cope with information, or at least identify the key points necessary to dam errors of every kind. The successful improvement of SA through design or training

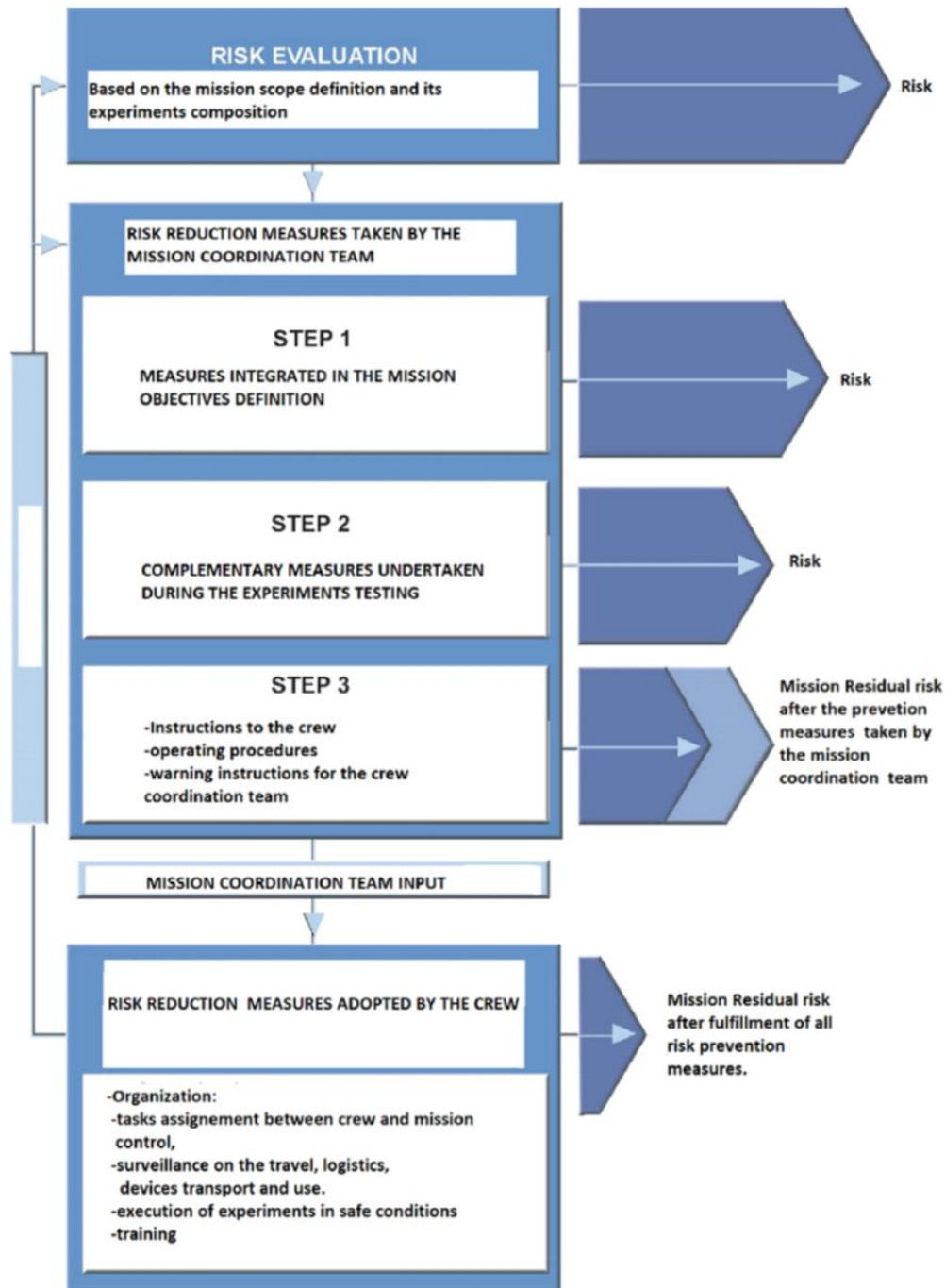
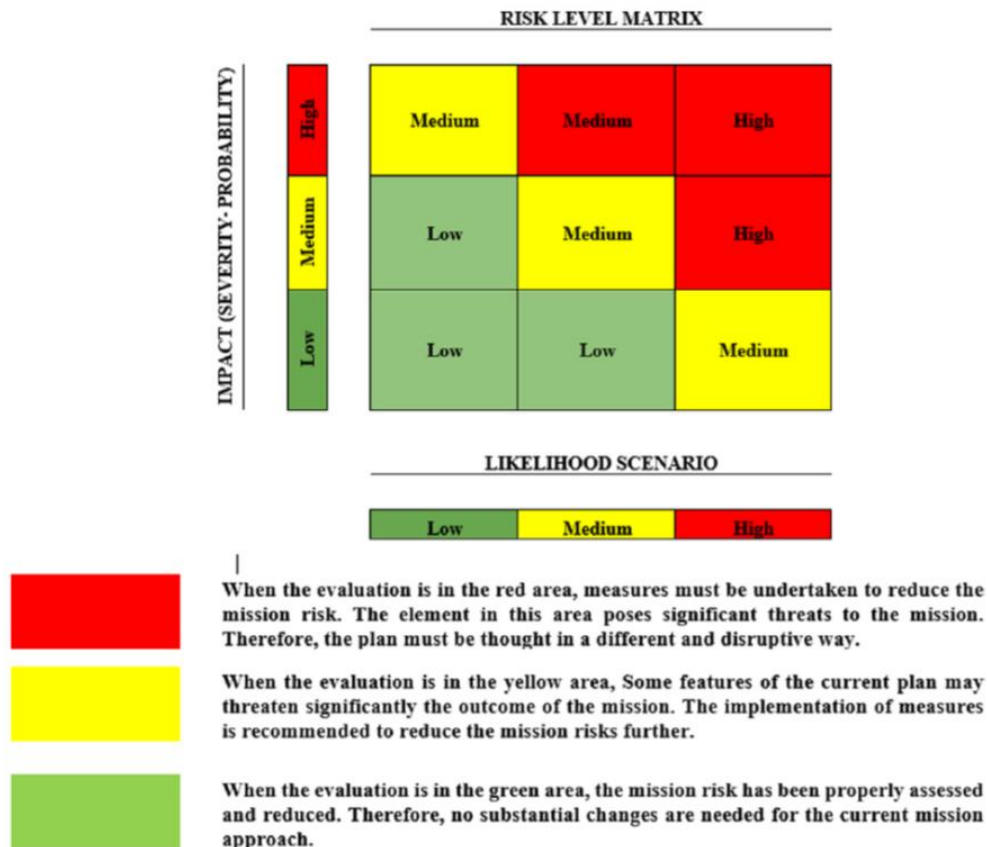


Fig. 5. Mission risk reduction strategy.

programs requires the guidance of a clear understanding of SA requirements in the domain, the individual, the system, and environmental factors that affect SA, and a design process that specifically systematically addresses SA [16].

The Situation Awareness (SA) demons introduced in the classical studies of Endsley are here applied to evaluate the performance of the simulation mission. The scope of the SA demons' evaluation is also to

perform a statistical analysis regarding the type of demons identified during the execution of analog missions as well as during other types of space simulation missions. The joint use of the risk reduction strategy and method above described and SA Demons identification will provide a complete view of the risks involved in the simulation missions. In this manner, the risk analysts in charge of simulation missions risk evaluation will have at disposal a general flexible method with differ-


Fig. 6. 3 × 3 Risk Matrix (OHSAS 18001⁴ Model).

ent components whose application can be sized and tailored according to the nature, dimension and time pipeline of the simulation mission.

The SA demons' definitions and their occurrences during the simulation of a mission are reported in the following table. A brief description is provided in the last column of Table 7. The Completion of the table is executed for each experiment and each activity foreseen during the simulation mission.

9. SA-Oriented Design and enhancement

It is a real challenge to determine what aspects of a situation are important for the operator's SA. It typically follows a thorough analysis, in which major goals and subgoals are identified. The requirements to perform the analysis focus on data as well as other dynamic integrated information. This goal-oriented analysis helps to define the decision-making process in a complex environment. The goals may be all active at once, even if the priority of tasks must be considered. About the procedure, the design referent does not need to understand how the information is gathered or acquired by the operator since it can vary from person to person. The analysis seeks instead to determine what operators would ideally like to know to meet each goal since they often operate in incomplete information territories. Static knowledge (e.g., rules and procedures), on the other hand, cannot be considered to perform a SA requirements analysis, because it does not focus strictly on the dynamic knowledge that affects the operator's response to a certain situation (Table 8).

A set of design principles have been developed based on the theoretical model of the mechanisms and processes involved in acquiring and

maintaining SA in dynamic complex systems. These guidelines feature support for limited operator resources, including:

- Direct presentation of higher-level SA needs, rather than supplying only low-level data that operators must interpret manually.
- Goal-oriented information displays should be provided and organized so that the information needed for a particular goal is co-located and directly answers the major decisions associated with the goal.
- Support for global SA, which provides an overview of the situation across the operator's goals and enables efficient and timely goal switching and projection.
- Critical cues need to be determined and made salient in the interface design. Those cues that will indicate the presence of prototypical situations will be of primary importance and will facilitate goal switching in critical conditions.
- Alien information not related to SA needs should be removed.
- Support for parallel processing, such as multi-modal displays should be provided in data-rich environments.
- One of the key benefits of looking at SA is that it tells us how data needs to be combined and understood. A structured approach is required to incorporate SA considerations into the design process, including a determination of SA requirements, designing for SA enhancement, and measurement of SA in design evaluation [16].

10. Flowchart and Risks cube

The Risk Management Process can be summarized in Fig. 4.

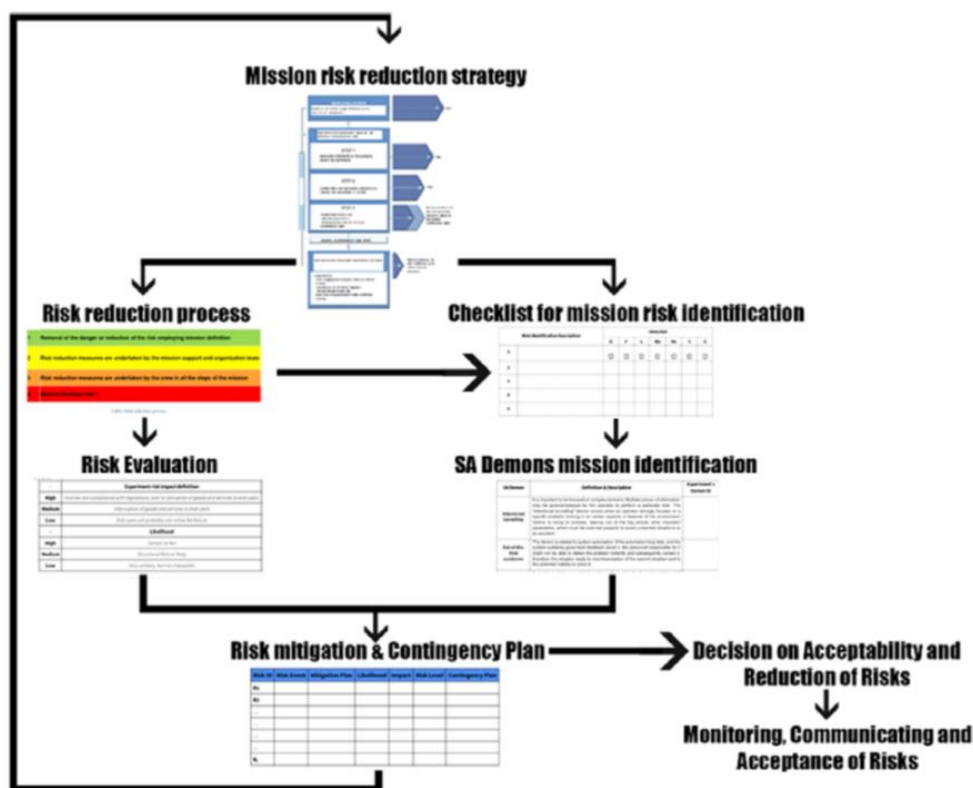


Fig. 7. Overall risk evaluation process Flowchart.

Given the assessed risks at hand (according to the flowchart), the entire process leads to a situation in which it is possible to verify and control the identified risks. A periodic reassessment of those (possibly carried out through predictive maintenance and JIT techniques) is needed to operate in safety. As a general rule, new implementations in the mission lead to new risks, and to the updating of suitable changes afterwards in a never-ending cycle of updates. The risks must be communicated to the project team members, while the residual ones must be accepted on a management level. Among the general tasks that the Management must ensure/execute, it is possible to list the following:

- Gather all the possible information on the project.
- Define a risk policy.
- Follow the various project phases.
- Consider the proportionate countermeasures.
- Communicate every variation or risk information with the stakeholders and/or team members quickly.

Subsequently, we suggest here to visualize the various risk procedures and tools like different faces of a "Risks Cube" shown in Fig. 5 since the previously analysed risk tools must not be considered as steps of a standard procedure, but pieces of a flexible risk management activity.

We want to highlight that the risk analyst can choose to employ all the six faces of the Risks Cube or only some of them, that better fit the situation under analysis. It would be helpful to visualize all the Risk Cube faces (representing the above-mentioned procedures). The operator can look at the single risk management activity as part of a more general issue-identification during the space simulation mission and the necessary countermeasures to undertake, to keep the overall mission risk to an acceptable level (Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9).

11. Conclusion

In this paper, we provided a general risk evaluation method for analog simulation missions to analyse the circumstances that could affect the positive outcome of a mission. The risk analysis method considers the evaluation of the risks of each experiment foreseen in the mission, and the evaluation of other general factors. The purpose of this analysis is to ensure that all the operations included in the simulation mission are analysed and well defined.

The method includes different well-known risk analysis tools and procedures, such as the evaluation based on situation awareness demons which can be used totally or partially, according to the level of complexity of the simulation mission. We introduced the Risk Cube Concept to visualize the interconnection of the different risk analysis tools that, taken all together, can identify all the domains of occurrence of the possible risks. Finally, it is worth noticing that the suggested method, including the Risk Cube concept, can be applied with appropriate changes to other types of Space missions characterized by a higher level of complexity.

Useful Readings

- S. Go, D. L. Mathias and H. Nejad, "Human space mission architecture risk analysis," 2013 Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), 2013, pp. 1-6.
- Boy, Guy André. "Human-centered design of upcoming human missions to Mars." *Journal of space safety engineering* 5.1 (2018): 9-13.
- Amils, Ricardo, David Fernández-Remolar, and Ipbis Team. "Río Tinto: a geochemical and mineralogical terrestrial analogue of Mars." *Life* 4.3 (2014): 511-534.

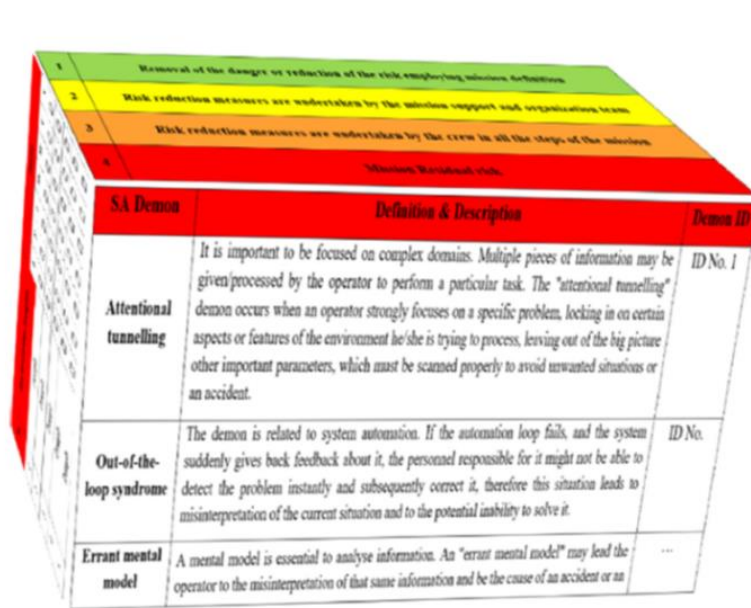


Fig. 8. The "Risks Cube" (see also Fig. 6 for the unfolded version).

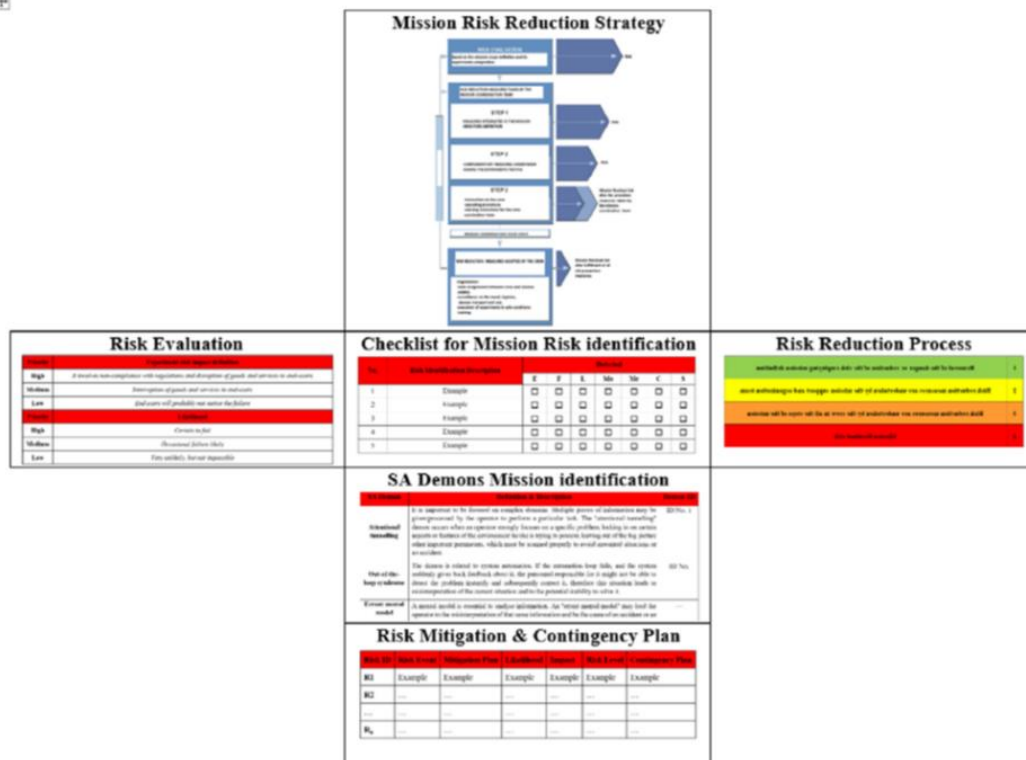


Fig. 9. Unfolded Risk Cube.

- Goemaere Sophie, et al. "Life on mars from a Self-Determination Theory perspective: How astronauts' needs for autonomy, competence and relatedness go hand in hand with crew health and mission success-Results from HI-SEAS IV." Acta Astronautica 159 (2019): 273-285.

Aknowledgements

Antonio Del Mastro: Conceptualization, Writing of the original draft, methodology, supervision, investigation Salotti.: Reviewing, supervi-

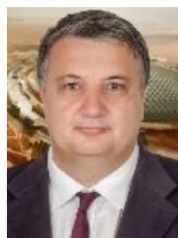
sion, methodology. Garofalo: Data curation, writing- reviewing and editing, visualization, preparation.

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

References

- [1] National Aeronautics and Space Administration: Langley Research CenterNASA's Analog Missions: Paving the Way for Space Exploration, Hampton, VA, NASA, 2010.
- [2] D.o. Defense, MIL-STD-882E: System Safety Standard Practice," Department of Defense, Fort Belvoir, VA (2012).
- [3] J.D. Mitchell, Integrated Docking Simulation and Testing with the Johnson Space Center Six-Degree-of-Freedom Dynamic Test System, in: AIP Conference Proceedings, 2008.
- [4] T.N. Arnesen, Stress Assessment During a Simulated EVA, 55th International Astronautical Congress on the International Astronautical Federation, the International Academy of Astronautics, and the International Institute of Space Law, 2004.
- [5] V. Pletzer, Crew Time utilisation and Habitat interface investigations for future planetary habitat definition studies: field tests at MDRS, in 38th COSPAR Scientific Assembly, 2010.
- [6] G. Groemer, The AMADEE-15 Mars Simulation, Acta Astronautica 129 (2016) 277–290.
- [7] T. Aven, Reliability and Risk Analysis, Elsevier Applied Science (1992).
- [8] H. Fukuyama, E. Fernandes, N.F.F. Ebecken, Risk Management in the Aeronautical Industry: Results of an Application of Two Methods, 6th International Conference on Computer Simulation Risk Analysis and Hazard Mitigation, 2008.
- [9] T. Bedford, R. Cooke, Probabilistic Risk Analysis Foundations and Methods, Cambridge University Press, 2001.
- [10] J.-M. Salotti, S. Ephraim, Manned Missions to Mars: Minimizing Risks of Failure, Acta Astronautica 93 (2014) 148–161.
- [11] F. T. Chandler, J. Y. Chang, A. Mosleh, J. L. Marble, R. L. Boring and D. I. Gertman, "Human Reliability Analysis Methods," NASA Headquarters Office of Safety and Mission Assurance, Washington, DC 22039, 2006.
- [12] InfraSpeak, "Fault Tree Analysis (FTA): Definition, Applications and Benefits," InfraSpeak, 18 December 2021. [Online]. Available: <https://blog.infraspeak.com/fault-tree-analysis-fta/>. [Accessed 18 December 2021].
- [13] S. Gruber, G. Groemer, S. Paternostro, T.L. Larose, AMADEE-18 and the Analog Mission Performance Metrics Analysis: A Benchmarking Tool for Mission Planning and Evaluation, Astrobiology 20 (11) (2020) 1295–1302.
- [14] Project Management Guide, "What is a Contingency Plan in Project Management?," 2021. [Online]. Available: <https://www.wrike.com/project-management-guide/faq/what-is-contingency-plan-in-project-management/>.
- [15] M.R. Endsley, D.G. Jones, Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, 2004.
- [16] M.R. Endsley, G. Marietta, Designing for Situation Awareness in Complex System, in: Proceedings of the Second international workshop on symbiosis of humans, artifacts and environment, Kyoto, Japan., Kyoto, 2014.
- [17] J.-M. Salotti, E. Suhir, Degraded situation awareness risk assessment in the aerospace domain, HAL (2019) 1–6.
- [18] K. Kireev, A.P. Grishin, G.L. Dowell, Medical Issues Associated with Winter Survival Training," Aerospace Medicine and Human Performance (2021) 677–680.
- [19] S. Gruber, AMADEE-18 and the Analog Mission Performance Metrics Analysis: a Benchmarking Tool for mission planning and evaluation, Astrobiology (2020) 1295–1302.
- [20] International Standard OrganizationUNI ISO 45001:2018 - Sistemi di gestione per la salute e sicurezza sul lavoro - Requisiti e guida per l'uso, Genève, International Standard Organization, 2018.
- [21] C.A. Ericson II, Fault Tree Analysis - A History, in: Proceedings of the 17th International Safety Conference, 1999 Seattle, Whashington.



Antonio Del Mastro is an Electronic/Telecommunication Engineer with a long experience in the design, risk analysis techniques and certification of devices and systems in the Space and not-Space industry. He is currently President of Mars Planet (www.marsplanet.org), a private organization member of the International Astronautical Federation focused on the research on human exploration of Space and co-founder of ECSEC (www.ecsec.space) a joint Italian / Swiss organization which has as mission the involvement of the traditional companies in the Space Economy. His main areas of research interest are related to virtual reality, space medicine, robotics, AI. Antonio is the president of the Italian Mars Society which he founded in 2004, as an Italian branch of the International Mars Society and Technical Director of Mars Planet Technologies, a Space company focused on the development of terrestrial applications of Space Research. Currently, he is a member of the working group Science and Technology for Digital Earth of the International Society of Digital Earth (ISDE).



FORMAZIONE SPECIFICA PER L'AEROSPACE IN COLLABORAZIONE CON SKILLAB

Product Assurance (Quality for Space)
Safety for Space
Software Product Assurance (SW Quality for Space)
Human Factors for Aeronautics
Root Cause Analysis
Configuration management for Space project
PMP Parts Material and Processes

**Per informazioni ed iscrizioni
SILVIA GAMBA**

Tel. (+39) 011 5183220
silvia.gamba@aicqpiemonte.it
aerospace@aicq.it



AICQ AEROSPACE

C.so Stati Uniti, 38
10128 Torino
c/o Skillab S.r.l.
Tel. 0115183220
segreteria@aicqpiemonte.it
C.F. 97565080013
P.I. 09443310017

www.aicqpiemonte.it

NOVITÀ

Pubblicato il Rapporto Annuale 2022 dell'Aerospace Safety Advisory Panel

**MARIO FERRANTE**

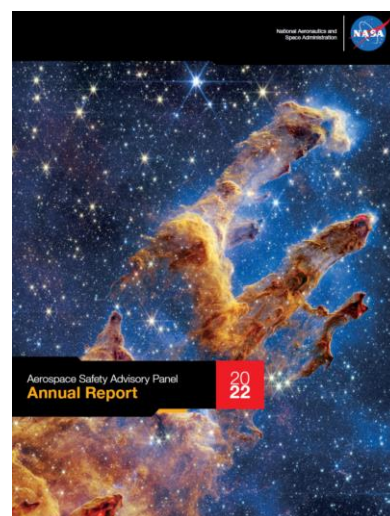
Presidente

AICQ AEROSPACE

L'Aerospace Safety Advisory Panel (ASAP), un comitato che riferisce alla NASA e al Congresso, ha pubblicato il suo Rapporto Annuale 2022, esaminando le prestazioni sulla sicurezza, i risultati e le sfide dell'agenzia nell'ultimo anno. Il rapporto evidenzia le attività e le osservazioni del 2022 sulla NASA: visione strategica e principi guida, governance dell'agenzia e gestione del programma.

Per tutto il 2022, l'ASAP si è impegnato in una serie di discussioni per esplorare ulteriormente le raccomandazioni strategiche formulate nel 2021, ponendo l'accento sul lavoro del programma in corso. Di conseguenza, l'ultimo rapporto include informazioni sui progressi compiuti dalla NASA, nel processo decisionale, nella gestione del programma, del personale e sugli sviluppi futuri.

“Il panel ritiene che il modo in cui la NASA gestisce i programmi di volo spaziale umano e altre priorità vitali dell'agenzia avrà un impatto significativo sui risultati della missione”, ha affermato la Dott.ssa Patricia Sanders, presidente dell'ASAP. “Riteniamo che la visione della NASA per il futuro sia una chiara definizione di come valuterà e prenderà decisioni sui rischi, fattori estremamente importanti nella gestione della sicurezza del volo spaziale umano.





Questo rapporto si concentra sulle tre raccomandazioni formali formulate nel 2021, fornendo uno sguardo sui principali progressi e sulle sfide che hanno affrontato i passaggi consigliati dall'ASAP per gestire efficacemente i rischi integrati durante lo sviluppo e l'esecuzione di campagne di esplorazione.

I passaggi includono lo sviluppo di una visione strategica, la gestione della forza lavoro per l'ambiente di esplorazione spaziale in continua evoluzione e la gestione di Artemis come programma integrato. La terza raccomandazione è la proposta dell'ASAP per la coesione della governance in tutta l'agenzia per unificare la forza lavoro raggiungendo gli obiettivi dell'agenzia.

Fornisce inoltre dettagli sulle azioni concrete che l'agenzia dovrebbe intraprendere per soddisfare le raccomandazioni del 2021. Per quanto riguarda la governance dell'agenzia, il commento si è concentrato sulla trasparenza mentre modella le responsabilità per la sicurezza e la gestione del rischio.

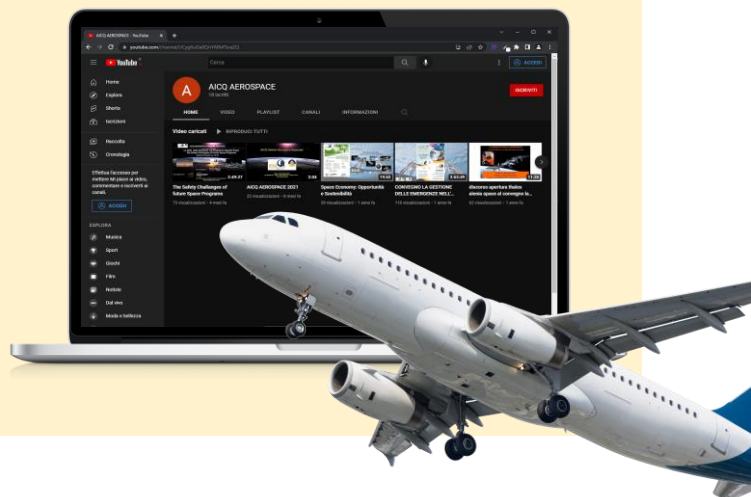
Il Congresso ha istituito il gruppo nel 1968 per fornire consulenza e formulare raccomandazioni all'amministratore della NASA in materia di sicurezza dopo che l'incendio dell'Apollo 1 del 1967 ha causato la morte di tre astronauti americani.

Chi è fosse interessato al rapporto del 2022 o ai rapporti degli anni precedenti, può visitare il sito [AICQ Aerospace](#) o [scaricare il report qui](#).

Resta aggiornato sulle ultime attività di AICQ Aerospace

AICQ Aerospace è l'Associazione Italiana che si occupa della Qualità e Sicurezza dei Prodotti e Sistemi delle applicazioni Spaziali e Aeronautiche. Promuove la sua attività attraverso conferenze, pubblicazioni, seminari, visite in aziende del settore e contatti istituzionali a livello internazionale. Per saperne di più, visita il nostro sito web e dai un'occhiata al nostro canale YouTube ufficiale.

You Tube ISCRIVITI AL CANALE
YOUTUBE AICQ AEROSPACE



EVENTI

2° Convegno “La Qualità nell’Aerospace: le sfide e i risultati”

La New Space Economy rappresenta una grande opportunità per il nostro Paese. In questo scenario, per poter mantenere la leadership delle nostre aziende, è necessario garantire la Qualità dei prodotti e dei servizi con livelli di affidabilità tali da garantire il successo e la sicurezza dei Programmi Spaziali. Il settore Aeronautico rappresenta inoltre un altro asset per il quale tecnologie di avanguardia ed elevata Qualità dei prodotti rappresentano attributi fondamentali per poter competere e crescere.

Per questa ragione, AICQ Aerospace ha il piacere di annunciare il secondo Convegno “Qualità nell’Aerospace”, in collaborazione con AICQ Piemontese, Politecnico di Torino e Thales Alenia Space. Con il sostegno e la partecipazione dei maggiori Player nazionali e internazionali, quali ESA, ASI, IAASS, Altec, Avio, Leonardo Space divisione Elettronica, Leonardo Aircraft, ATLA, SITAEL, Rina, LMA, Protocube REPLY, Premek, Aviotec, Italian Identity Group, Titan4, Sistel e molti altri.

Dopo il successo dell’edizione 2019, il Convegno torna in presenza all’interno dei locali del Politecnico di Torino, in programma il 4 e 5 maggio 2023, con ingresso gratuito. Un punto sulle sfide del futuro e i risultati raggiunti in questi 4 anni, affrontando i temi di sicurezza, qualità, product assurance e tecnologie emergenti, con relatori eccellenti, figure di primo livello in aziende aerospaziali, agenzie spaziali, associazioni Internazionali e università.

Si discuterà sul cambio di paradigma della Qualità: dai Grandi/Medi sistemi spaziali ai piccoli satelliti e servizi forniti. Previste una serie di sessioni che riguarderanno i sistemi spaziali, le operazioni, i sottosistemi, i payload, i lanciatori, i minisatelliti, i CubeSat, le tecnologie e tanto altro.

Il workshop è indirizzato alle industrie, alla comunità scientifica, agli istituti di ricerca, alle università, agli utenti delle applicazioni spaziali e agli studenti. Il comitato organizzatore è di rilievo internazionale, composto da rappresentanti delle industrie, agenzie, università, istituzioni internazionali e associazioni.

Moderatore dell’evento, Antonio Lo Campo, tra i giornalisti più esperti in ambito spaziale, giornalista del quotidiano “La Stampa”.

I posti sono limitati, per rimanere aggiornati sul programma e iscrizioni, visita la pagina web dedicata, [raggiungibile qui](https://www.aicqpiemonte.it).

AICQ AEROSPACE
2° CONVEGNO
NAZIONALE QUALITÀ
NELL’AEROSPACE

 **4-5 MAGGIO 2023**

 **TORINO**





Politecnico
di Torino

La QUALITÀ nell'AEROSPACE

Le sfide e i risultati

QUALITY in AEROSPACE

Challenges and achievements

4-5 MAGGIO
2023

Politecnico
di Torino
c/o Aula Magna
Corso Duca degli
Abruzzi 24, Torino



Patrocini



CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI TORINO



CONFINDUSTRIA
PIEMONTE



UNIONE INDUSTRIALI
Torino
AMMA



Associazione Nazionale
Giovani Consulenti del Lavoro



ITALIAN
IDENTITY
ALLIANCE

YES
4TO

Sponsors

Main sponsor



EVENTI

Centenario Aeronautica Militare: celebrazioni in volo verso il futuro



Celebrazioni in tutta Italia per i 100 anni dell'Aeronautica Militare, in programma il prossimo 28 marzo. L'Aeronautica Militare si prepara a festeggiare questo traguardo con eventi, mostre, pubblicazioni ed esibizioni delle Frecce Tricolori.

Il momento più significativo sarà ovviamente la ricorrenza del 28 marzo 1923, data di costituzione dell'Aeronautica Militare. Quel giorno, infatti, i servizi aeronautici precedentemente inquadrati nelle altre forze armate ottennero la loro autonomia, con la denominazione di Regia Aeronautica.

Nel giorno del centenario, avrà luogo la cerimonia ufficiale sulla terrazza del Pincio e uno spettacolare sorvolo aereo di Roma. Inoltre, le basi aeree dell'Aeronautica Militare verranno aperte al pubblico e al loro interno sarà possibile ammirare dimostrazioni in volo e mostre statiche di velivoli, nonché scoprire curiosità e storia dei reparti operativi.

Per tutto il corso dell'anno, sono infine previsti numerosi appuntamenti dedicati, che potete approfondire sulla pagina web dedicata al Centenario dell'Aeronautica Militare, [raggiungibile qui](https://www.aicqpiemonte.it).

