

News Letter di AICQ Aerospace Qualità nell'Aerospace



Anno 2

Numero tre

Ottobre 2021

EDITORIALE di *Mario Ferrante*

ARTICOLI

**Intervista di AICQ Aerospace al
Responsabile della Qualità dell'
Agenzia Spaziale Italiana Ing. Rita
Carpentiero**

**Interview by AICQ Aerospace to Doct.
Joseph Fragola on blue Origin first
flight mission risk**

**Human Dependability
By Doct. Christian Preyssl**

NOVITA' a cura di Mario Ferrante
*Sintesi di Novità , normative,
pubblicazioni, congressi, libri , corsi,
eventi , visite aziendali*

PROGETTO GRAFICO : Chiara Graziano



News Letter di AICQ Aerospace

Qualità nell'Aerospace



EDITORIALE

Cari lettori,

Eccoci con il secondo numero annuale di questa iniziativa periodica sulla Qualità dell' Aerospace che, come avete potuto notare, ha cambiato titolo per ragioni editoriali in News Letter. I contenuti saranno sempre gli stessi. Purtroppo la pandemia non è ancora terminata ma ci sono notevoli segnali incoraggianti grazie ai vaccini che ci stanno facendo tornare poco per volta alla quasi normalità. Spero che questo auspicio possa concretizzarsi quanto prima per ritrovarsi nuovamente in presenza e continuare le attività di AICQ Aerospace. AICQ aerospace è una associazione che si basa sul volontariato e desidero ringraziare tutti coloro che hanno continuato a contribuire con articoli, relazioni e convegni anche in questo difficile periodo. Ci tengo inoltre ad evidenziare con un pizzico di orgoglio che questa News Letter continua ad avere anche dei contributi internazionali e istituzionali di rilievo soprattutto in questo numero con articoli e interviste di estremo interesse. Nel frattempo abbiamo continuato a proporre iniziative, anche se in WEBINAR, ma che hanno avuto successo di partecipanti confermando l' interesse in Italia su questo tema. Vi invito a leggere a questo proposito la sintesi del **Primo Seminario in Italia sulla Qualità** che ha visto relatori delle principali Aziende Aerospaziali, dell' Agenzia Spaziale Europea ed esperti di AICQ Aerospace. Questo editoriale è un po' più lungo del solito poiché dall' ultimo numero di Febbraio c'è stato un fermento delle attività spaziali sia nazionali che internazionali che hanno riguardato lanciatori, sonde interplanetarie, rover sulla Luna e su Marte, l' ingresso di nuovi attori nelle missioni interplanetarie ma soprattutto l' inizio di voli commerciali spaziali abitati con Blue Origin, Virgin Galactic e proprio in questi giorni di Space x con 4 passeggeri. I media hanno dato parecchio risalto a questi eventi ma alcuni aspetti sono stati affrontati solo da specialisti. In particolare, considerando il tema di questa news letter, vorrei spendere qualche parola sui rischi sulla sicurezza di questi nuovi sistemi di trasporto spaziale soprattutto per la Blue Origin e Virgin Galactic. Jeff Bezos ha detto alla NBC che i propri passeggeri voleranno sempre solo con l' abbigliamento di Volo poiché, essendo la capsula già pressurizzata, non necessitano di una tuta pressurizzata che rappresenta una ridondanza. Dopo aver lavorato per diversi anni nella Qualità e Sicurezza nella realizzazione (contributo Italiano) della Stazione Spaziale Internazionale e payload dello Space Shuttle dove la Sicurezza era un *must* per garantire la sopravvivenza degli Astronauti, questo nuovo approccio di Jeff Bezos mi sorprende. I criteri di ridondanza e di livelli di protezione che consistevano nel raddoppiare e in certi casi triplicare le funzioni sono stati azzerati con questo primo volo privato. Ne parleremo in dettaglio anche in questo numero. Altra riflessione riguarda la Virgin Galactic che porterà anche degli italiani a bordo. Branson il CEO della Virgin Galactic ha detto ai media che la sicurezza dei passeggeri è la priorità più importante e che l' azienda è guidata dal fondamentale impegno a garantire la sicurezza ad ogni livello. Il problema è che mancando al momento un ente di Verifica / Certificazione della Sicurezza, come ha sempre fatto l' ESA o la NASA, la domanda ovvia è

: qual'è il livello di sicurezza a cui si riferisce? Considerando che la Virgin Galactic volerà e atterrerà in futuro anche nel nostro territorio ritengo che sia un aspetto da non trascurare (per saperne di più ref. Post Tommaso Sgobba Director dello IAASS su LinkedIn).

Parlando di questo numero dell' E- Magazine, che direi un po' speciale per il prestigio di coloro che hanno contribuito, abbiamo 2 interessanti interviste e un articolo. **AICQ Aerospace ha avuto il prestigio di intervistare la nuova responsabile della Qualità dell' Agenzia Spaziale Italiana (ASI) Ing. Rita Carpentiero** con cui abbiamo affrontato temi di sicuro interesse per le aziende Spaziali Italiane. E' la prima volta che la Qualità dell' Agenzia Spaziale Italiana rilascia una intervista per parlare delle sfide che si devono affrontare e del suo punto di vista sulla Qualità in Italia.

L' altra intervista riguarda l' argomento introdotto in questo editoriale sui voli commerciali. Chiedo scusa ai lettori ma essendo esperti americani e austriaci i 2 articoli sono in inglese .**AICQ Aerospace ha avuto l' opportunità di intervistare uno tra i più grandi esperti al mondo di "Safety Risk Assessment" che ha collaborato con la NASA per decine di anni: Dott. Joseph Fragola CEO of ASTI Group and former Vice President of SAIC.** E' molto interessante il suo punto di vista sui rischi dei nuovi attori del turismo spaziale , con una riflessione sul volo del 20 luglio di jeff bezos con la capsula new Shepard .L'altro articolo riguarda un argomento che rappresenta uno tra gli aspetti più critici dei programmi Spaziali : L' Errore Umano. E' la seconda volta che trattiamo questo tema e anche in questo caso abbiamo il prestigio di ospitare un articolo del **Dott. Christian Pryssel, che ha lavorato decine di anni all' Agenzia Spaziale Europea, che riguarda la Human Dependability.** Ho collaborato con Pryssel a varie iniziative sulla Sicurezza e Gestione dell' errore umano e per me e' una piacere avere un suo contributo nel nostro magazine . L' articolo fa una fotografie dei progressi e dello stato della Gestione dell' Errore Umano nel mondo spaziale Europeo. Se uno volesse approfondire l' argomento Vi invito a leggere gli atti dei convegni nazionali del 2008 , 2016 e 2018 organizzati da AICQ e Politecnico di Torino.

Avremo inoltre come sempre le rubriche con le novità che riguardano L' Aerospace.

Nell' invitare tutti i lettori a contribuire con delle pubblicazioni Vi auguro una buona lettura.

*Mario Ferrante
Presidente AICQ settore Aerospace*



INTERVISTA ALL' ING. RITA CARPENTIERO RESPONSABILE DELLA QUALITÀ DELL' AGENZIA SPAZIALE ITALIANA (ASI)

E' con grande piacere che in questo numero pubblico l' intervista ad uno degli attori principali della Qualità per le attività Spaziali in Italia :l'Ing. Rita Carpentiero dell' Agenzia Spaziale Italiana (ASI) Nella mia carriera professionale ho avuto diverse occasioni di incontrarla come cliente condividendo tantissime esperienze dalle commissioni d' inchiesta al Terremoto dell' Aquila e tanto altro tra cui una stretta collaborazione nel mio nuovo ruolo di Presidente di AICQ Aerospace. L' Ing. Carpentiero e' la nuova responsabile della Qualità dell' ASI e le faccio i miei migliori auguri per questa posizione di prestigio e di responsabilità nell' assicurare che l' industria Italiana riesca a raggiungere con successo le sfide della Qualità in tutti i programmi. Ritengo che sapere il suo punto di vista possa essere utile a tutte le aziende Spaziali Italiane

AICQ Aerospace :Come sta evolvendo la Qualità per lo Spazio: ieri, oggi, domani?

Rita Carpentiero : Lo Spazio è sempre stato un settore Premium in Qualità, storicamente ispiratore e conduttore per tante discipline, come affidabilità (uomini e mezzi), sicurezza, software, materiali, parti meccaniche, processi, componenti.

Nel settore Aerospazio e Difesa sono stati ideati molti progetti di norma scaturiti da consolidate buone prassi operative, diffuse poi anche fuori dal territorio di origine. Oggi sono regolamentati e controllati tutti i principali domini tecnici e gestionali della branca 'Qualità' applicata al comparto Spazio, un ramo che ha sviluppato forte capacità adattiva alle veloci spinte dell'innovazione tecnologica. Dal prossimo futuro intravediamo una sempre maggiore capacità trasformista della Qualità, in grado di seguire, sostenere e controllare le più recenti tendenze della scienza e della tecnica spaziali.

La Qualità ancora adesso per noi deve essere sia la scienza del prima, con capacità predittive maturate dalle osservazioni e dai quotidiani ritorni di esperienza dal campo, che la scienza del poi, ovvero della validazione, affermazione e diffusione delle migliori modalità operative e gestionali. Se da un lato è imprescindibile perseguire la conformità massima possibile agli standard e a consolidate prassi operative, dall'altro, per essere all'avanguardia, bisogna avviare con prudenza ma speditezza nuovi percorsi, affiancandoli con adeguati mezzi e metodi di controllo e verifica. Fermo restando che prima di avere l'ok della conformità al volo di un articolo spaziale è richiesto un percorso meticoloso di pianificazione e controllo dei processi di sviluppo, qualifica, verifica e validazione ed il superamento di tappe faticose, è pur vero che in un mercato che cambia in fretta, caratterizzato da elevato grado di innovazione tecnologica, anche nei domini della Qualità si richiedono approcci più agili, nel rispetto comunque dei principi e dei requisiti fondamentali.

Le nuove sfide spaziali della New Space, l'ingresso di new comers nel settore Spazio, gli studi in corso legati alla concezione di ambiziose missioni (Luna, Marte) richiedono accrescimento e trasferimento delle conoscenze anche in ambito Qualità. In aggiunta si richiede il supporto e l'assistenza di una Qualità più flessibile, con spiccate capacità di comprendere e calvare rapidamente le nuove spinte e le esigenze della comunità spaziale. In questo scenario nuovi obiettivi all'orizzonte sono ad esempio uniformare, e possibilmente standardizzare, nuovi approcci e nuovi processi di sviluppo, come quelli adottati per le missioni con micro e nano-satelliti, e quelli per affrontare gli sforzi tecnologici legati alle missioni umane di lunga durata, che portano in primo piano tutti i rischi e le necessità connesse ad una maggiore permanenza dell'uomo nello spazio.

Guardando indietro anche solo negli ultimi 15 – 20 anni riusciamo a cogliere una forte espansione ed arricchimento delle discipline della Qualità per lo Spazio, basti pensare a quanto è cresciuto il corpus normativo ECSS di riferimento, che oggi racchiude oltre 60 norme specifiche solo in questa branca.

Rimane costante nel tempo tuttavia la filosofia di pianificare, attuare e verificare la qualità del prodotto ed attestarla attraverso sostanziali dichiarazioni di conformità, mettendo in campo le competenze specialistiche necessarie lungo tutta la filiera ed assicurando che venga correttamente eseguita l'intera catena dei controlli.

AICQ Aerospace: *Quali sono i programmi che seguite attualmente e le attività per l'Assicurazione Qualità che svolge l'ASI?*

Rita Carpentiero: L'area Qualità ASI segue tutti i programmi nazionali ed internazionali che sviluppano prodotti spaziali e servizi applicativi, come descritti nei documenti istituzionali dell'Ente, in particolare nel Piano Triennale delle Attività. Per citarne alcuni in corso tra i più complessi: la costellazione Cosmo-skyMed nelle fasi di sviluppo, mantenimento e gestione operativa, progetti della UE EGNSS/Galileo, Copernicus, SST/SSA, Horizon 2020, il programma Ital-Gov-SatCom di sviluppo di un sistema satellitare innovativo di telecomunicazioni, le missioni iperspettrali (PRISMA, PRISMA DUE, SHALOM), il programma CSES-Limadou in collaborazione con l'agenzia spaziale Cinese CNSA, sviluppo e produzione dei programmi Lanciatore ARIANE e VEGA e future evoluzioni, missioni scientifiche in collaborazione con ESA, in varie classi soprattutto M e L, come Euclid, Juice, Plato, Ariel, Athena, missioni scientifiche in collaborazione con NASA come IXPE, missioni scientifiche nazionali come Hermes, Lares 1 e 2, l'ambizioso programma di ritorno sostenibile alla Luna, ARTEMIS, contribuendo, più di recente, anche allo sviluppo delle nuove capacità sistemistiche della linea Piccoli Satelliti. In pratica l'area 'Assicurazione Qualità e Assicurazione Prodotto' è dispiegata, sin dalle prime fasi, in tutti i programmi e progetti operativi dell'Agenzia ed a volte anche in quelli di ricerca sperimentale e dimostrazione tecnologica.

AICQ Aerospace: *Quali sono quindi le sfide della Qualità che deve superare l'industria italiana nei prossimi anni? Con cosa essa si confronta?*

Rita Carpentiero: Già il prossimo triennio sarà pieno di nuove sfide, per esempio connesse alle grandi missioni 'Luna' e 'Marte', la realizzazione di architetture complesse, lo studio degli effetti e delle protezioni dall'ambiente di radiazione spaziale, la validazione di materiali e processi adeguati. L'ASI

perseguirà certamente l'impegno a cooperare e confrontarsi con le altre realtà internazionali, raccogliendo le aspirazioni dei vari stakeholders, tra cui le industrie spaziali, per sostenerne e rafforzarne le capacità realizzative.

In questo contesto di rapido cambiamento rispetto al panorama spaziale classico, spicca l'obiettivo di puntare al progresso tecno-scientifico, dei processi, dei prodotti e dei modelli di gestione nel pieno spirito della Qualità, ovvero confrontandosi con altri modelli e pratiche vincenti a livello nazionale e internazionale. Emergerà di riflesso l'esigenza di ampliare ed innovare anche il portafoglio delle competenze professionali in azienda, in modo mirato, pianificato ma soprattutto pronto, per mantenere un profilo di eccellenza nell'arena del mercato globale anche nei nuovi domini tecnici. Vediamo la Qualità impegnata anche a coniugare l'orientamento classico basato su rigorosi metodi di filosofia di sviluppo, verifica e test con quello più flessibile dei sistemi *responsive*, pronti con tempi e costi contenuti.

La Qualità deve quindi adattarsi continuamente alle nuove tendenze superando la pregressa cultura della mera conformità a modelli e procedure ed abbracciando una nuova cultura proiettata alla rapida evoluzione ed adattamento alle esigenze delle future missioni, da quelle in piccola scala, a quelle più complesse che richiedono ampie collaborazioni internazionali come Luna, Marte, e le deep space per l'affermazione dei principi e delle migliori prassi della qualità anche nel moderno sistema socio-economico.

Anche la Qualità è in continuo progresso e per essere all'avanguardia deve velocemente seguire l'evoluzione del settore e del mercato Space. L'industria spaziale quindi deve prepararsi a rinnovare e adattare rapidamente i flussi interni della Qualità, con le idonee risorse strumentali e professionali, con adeguate capacità di processo, alle trasformazioni emergenti in ambito progettazione e produzione.

Come già scritto da autorevoli sostenitori e cultori della materia, l'attenzione alla Qualità premia in tutti i settori, per superare in modo durevole la competizione dei mercati emergenti e la sfida della crisi economica.

AICQ Aerospace: *Quali sono alcuni dei pregi, per gli aspetti della Qualità, nelle industrie spaziali Italiane?*

Rita Carpentiero: Di base si riscontra nel settore Spazio l'attuazione di Sistemi di Gestione per la Qualità molto solidi, ben calati nei reparti di ingegneria e produzione e l'impiego di tecniche, strumenti di verifica e controllo all'avanguardia ed efficaci. Ciò è riportato anche dagli organismi nazionali di certificazione e di accreditamento del settore. Sebbene la certificazione sia condizione necessaria ma non sufficiente, l'attuazione delle rigorose e stringenti valutazioni di conformità imposte dalle norme del comparto Aerospaziale e Difesa rafforzano la cooperazione e la fiducia tra partners industriali partecipanti ai progetti, donano un vantaggio competitivo ed incrementano la soddisfazione dei clienti finali.

Inoltre il forte contributo delle industrie spaziali italiane ai percorsi di standardizzazione ECSS/ESCC, al consolidamento e quindi alla condivisione delle migliori prassi operative, è molto apprezzato, permettendo non solo la valorizzazione delle conoscenze spaziali ma anche di mettere a fattor comune i ritorni dagli ingenti investimenti pubblici e privati fatti nel settore Spazio.

Il percorso della normazione garantisce Qualità e qualificazione professionale portando benefici sia interni che esterni alle industrie stesse. Infatti anche per l'ASI l'occasione di lavorare con l'industria

spaziale, sia nei comitati di normazione che presso i laboratori e le aree operative della stessa, rappresenta una opportunità di crescita ed arricchimento delle proprie competenze specialistiche.

AICQ Aerospace: *Secondo Lei ci sono degli aspetti da migliorare?*

Rita Carpentiero : Sapendo che l'impegno al miglioramento continuo è un obiettivo fondamentale sempre presente nei piani di Qualità delle industrie spaziali, punterei ancora di più sulla digitalizzazione dei processi interni, in quanto utile alla interconnessione e alla raccolta e scambio dati tra i reparti, per rendere più veloci ed efficaci anche le catene di controllo. Incoraggerei ancora l'ausilio di moderni e standardizzati sistemi di gestione configurazione, per la completa e controllata tracciabilità interna, fino al più basso livello della catena produttiva; estesa automatizzazione dei processi interni, acquisizione ed aggiornamento di apparecchiature di ispezione e controllo numerico, in supporto alle analoghe attività manned, per incrementare il livello di affidabilità. Questi aspetti sono abbastanza diffusi nelle grandi industrie ma non sempre centrali per le PMI.

Vedo fruttuose maggiori forme di cooperazione ed investimento in attività congiunte tra l'industria ed il mondo della Ricerca. Suggestisco più investimenti nella Ricerca interna, anche tramite l'acquisizione di opportuni finanziamenti, avvicinandosi al mondo degli Enti di Ricerca con i quali possono essere effettuate sperimentazioni utili pure per le tematiche di Product Assurance, come la caratterizzazione della radiation hardness di componenti elettrici/elettronici, la caratterizzazione di materiali avanzati con elevata resistenza e durabilità nell'ostile ambiente dello Spazio.

Le tecnologie emergenti quali Additive Manufacturing e l'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale rappresentano una sfida per definire le metodologie e gli strumenti più adatti a verificarli e controllarli. La collaborazione tra industrie e università rappresenta la chiave di volta per poter studiare nuove procedure per assicurare l'Affidabilità e la Sicurezza dei Programmi spaziali che useranno tali tecniche.

In realtà una maggiore sinergia anche con il mondo accademico, sin dai corsi di laurea/master/dottorato, pone le basi per inoculare e coltivare le tematiche di Assicurazione Prodotto e Qualità già ad inizio carriera per cominciare a preparare le figure professionali specializzate di interesse e prevedere la possibilità di acquisirle.

AICQ Aerospace: *Ha qualche suggerimento per i temi del secondo convegno nazionale sulla Qualità dell'Aerospace che organizzeremo nel 2022?*

Rita Carpentiero Fornisco qualche spunto per stimolare delle idee:

- 'Qualità, sostenibilità e sicurezza', data la forte attenzione alla sostenibilità locale e globale e per un successo di lungo periodo.
- La Qualità nella New Space Economy; si sente spesso parlare di smartQuality, come la Qualità evolve verso nuove forme di prodotto e servizio, come dalle esigenze, dalle richieste dei nuovi utenti, si passa alle sperimentazioni, al consolidamento di nuove linee guida operative ed applicative.

Suggestisco di mantenere la linea già adottata di svolgere il convegno attraverso l'incontro ed il dialogo anche con settori "non-space".

AICQ Aerospace : Ing. Carpentiero la ringrazio sia per l'attenzione ad AICQ Aerospace e sia per il tempo che ha dedicato a questa intervista con spunti di riflessione che riguardano chi opera nello Spazio In Italia. La ringrazio anche dei suggerimenti per il secondo convegno sulla Qualità dell' Aerospace che conto di organizzare quanto prima sperando in un ritorno ad una vita normale. Lo Spazio e' ormai parte della società ma e' fondamentale che i sistemi spaziali , i sottosistemi e gli apparati che sviluppiamo nel nostro paese abbiano un livello di qualità adeguato a garantire il successo della missione e la sicurezza degli astronauti. La Qualità che per gli addetti ai lavori del mondo spaziale e' rappresentato dal Product Assurance, deve operare in completa sinergia con tutte le altre figure aziendali. Andare nello Spazio e' difficile e complesso e un problema di qualità ha un impatto drammatico sulla missione. Un eventuale malfunzionamento, come sappiamo bene, e' sempre in agguato e la cosa fondamentale è imparare da queste anomalie. La professionalità e le competenze degli Ingegneri e dei tecnici della Qualità rappresentano la chiave di volta per avere il successo della missione. In questo contesto la Qualità dell' ASI con la sua squadra ha e avrà un ruolo sempre più importante nel superare le sfide che ci attendono.



Ing. Rita Carpentiero Responsabile Unità Qualità/ head of Quality Division. Rita.carpentiero@asi.it



INTERVISTA AL DOTT. JOSEPH FRAGOLA SUI RISCHI DEI NUOVI ATTORI DEL TURISMO SPAZIALE , UNA RIFLESSIONE SUL VOLO DEL 20 LUGLIO DI JEFF BEZOS CON LA CAPSULA NEW SHEPARD



(Image credit: Blue Origin)

AICQ Aerospace: *Good morning Doct. Fragola, for me is a great pleasure to interview you on Jeff Bezos Commercial Program and i wish to thank you for the availability to provide for the second time a professional contribution to this periodical News letter, unique in Italy in the aerospace field. We have had the opportunity to work together in the international Research Projects on Human Error prevention and Management and i would like to share with reader that you have given a basic footprint for the understanding and growing of Safety Risk Assesment and Management in this field to me and my team in Italy for the development of International Space Station. Joseph Fragola is the CEO of Asti Group, and an independent systems engineer who has calculated risk for NASA for decades. Doct. Joseph Fragola is considered an International GURU on Safety Risk Assessment and Human Error Prevention for Space Programs, for this reason is very interesting to know his opinion on this dynamic period where the Space is starting to have Private companies for human access in the Space.*

Before to proceed i would like to ask you a short description of the activity of Your Company that is not well known in Italy

Joseph Fragola ASTI Group, LLC, is a small US business incorporated in the state of New York. Asti Group personnel have provided safety and risk assessment services to various governmental and private customers primarily in the US but also in Europe in the aerospace, chemical and offshore oil industries. Asti has also provided these services since 2019 for the Strategic Capabilities office of the US Department of Defense for the PELE Program and is continuing to provide these services currently.

AICQ Aerospace: *As we know on July 20 the New Shepard Capsule made the first 11-minute journey with Jeff Bezos (owner of company) and other three other crew members that landed safely on earth.Independently from the success of first manned blue Origin mission , what do you think about the Safety of this new manned capsule.*

Joseph Fragola Spaceflight is an inherently risky business. The main factors affecting that risk include the experience level of the launch company, the number of launches a particular vehicle has performed and the type of rocket engine used. Blue Origin, Bezos' spaceflight company, has flown

New Shepard 15 times during uncrewed tests, with only one partial failure during which the passenger capsule landed safely but the rocket booster crashed. Nevertheless, in considering the number of New Shepard launches, it has to be highlighted " that's a tremendously positive thing,"

AICQ Aerospace :After the 1986 Challenger disaster, You have calculated that the highly-complex fleet of space shuttles should see a failure at around 1 in every 120 launches — a number that turned out to be quite accurate given that the program flew 135 missions over 30 years and suffered two tragedies during that time (the Challenger and Columbia). I remember that you presented this consideration in many conference. Taking into account Your experience and knowledge of complex Space Programs what is your opinion on the Safety Risk of the New Shepard

Joseph Fragola: the majority of mature launch vehicles — meaning those that have flown several times, allowing their engineering teams to work out the bugs — should have a Crew Safety Risk of roughly 1 in 1000 flights. While that could be acceptable for risk-taking astronauts, the average person might balk at such odds. **In particular compared to airplanes, it's ridiculously terrible, "A U.S. aircraft is now bordering on between 1 in 100 million to 1 in a billion" chance of disaster.** Looking at Blue Origin's experience so far that **the odds of something going wrong with the rocket can be estimated between 1 in 100 and 1 in 500, with a best estimate of 1 in 200.** Yet because New Shepard's crew capsule sits far from its engine and has the opportunity to separate and escape in case of catastrophe, he would increase his estimate of the crew's actual safety. Based on comparable systems, an abort procedure like this tends to have about an 80% success rate, the chances of Bezos and his fellow passengers not surviving their trip should be around **1 in 1000, or just about the same as any other astronaut on a rocket flight.** To put that in perspective, this is about the same risk the average American has from dying by drowning over their lifetime. In comparing the current era of human spaceflight with 1930s passenger aircraft expeditions until the Douglas DC-3 airplane came into service, the airline industry was experiencing failures roughly comparable to today's best rockets, and yet people still flew on planes. So in conclusion we can say that we are entering in the DC3 era with Spacecraft.

AICQ Aerospace conclusions : Thanks a lot Joseph for your professional opinion. We're approaching a new era to the Space open to the private Companies and People. In this scenario the challenge is to maintain always the Crew Safety at an acceptable level. The unique solution is to have an Independent Safety Authority, with respect to NASA , ESA and the other agencies, that certifies the Spacecraft Safety for private flight, this concept has not yet implemented but i hope that in the near future it can become a routine.



Dr. Joseph Fragola President and CEO of ASTI Group and former Vice President of SAIC

HUMAN DEPENDABILITY ON SPACE

by Dr. Christian Preyssl

Introduction

Aerospace systems always have “human in the loop” such as spacecraft operators in a control centre, test or maintenance staff on a ground, astronauts on board or pilots in a cockpit. Human dependability complements disciplines that concern the interaction of the human element with or within a complex sociotechnical system and its constituents and processes such as human factors engineering [1], human systems integration [2], human performance capabilities, human-machine interaction and human-computer interaction in the space domain [3],[4].

Human dependability captures the emerging consensus and nascent effort in the aerospace sector to systematically include the considerations of “human behaviour and performance” in the design, validation and operations of both crewed and un-crewed systems to take benefit of human capabilities and to prevent human errors. Human behaviour and performance can be influenced by various factors, also called precursors (e.g. performance shaping factors), resulting in human errors, or error mitigators, limiting the occurrence or impact of human errors. Human errors can originate from inadequate system design i.e. that ignores or does not properly account for human factor engineering and system operation. Human errors can contribute to or be part of failure or accident scenarios leading to undesirable consequences on a space mission such as loss of mission or as worst case loss of life.

In the space domain, human dependability as a discipline first surfaced during study and policy work in the early 1990s in the product assurance, system safety and knowledge management domain [5],[6] and concerned principles and practices to improve the safety and dependability of space systems by focusing on human error, related design recommendations and root cause analysis [7],[8].

Human dependability concept

Human dependability is based on the following concept. When a human operates a system, human capabilities - i.e. skills and knowledge - are exploited. These capabilities have the potential to mitigate expected and unexpected undesired system behaviour, however they can also introduce human errors causing or contributing to failure scenarios of the system.

Technical failures and human errors are inevitable in complex systems. The human performance and the technical system can be seen as functioning as a joint cognitive system [11] with three human relationships:

- Human - environment (technical system),
- Human - human (operating team), and
- Human - itself (work orientation, motivation) and the associated outcome in terms of human performance and the overall socio-technical system one.

In order to prevent or mitigate as much as possible human errors systems need to be designed taking into account human factors engineering considerations. Human factors engineering [12] deals with the specifics of human performance and how it can be improved. Ergonomics deals with the physical and physiological aspects of the system design and operations while human-computer interaction addresses presentation and interaction aspects when computers are included in the technical system.

Human error and performance shaping factors

A human error is characterised by a type. For example: the human error event “pressing cancel button inadvertently” can be categorised as the error type “slip”. Such categorization is meant to help identifying means for preventing their occurrence or mitigating their impact.

Human performance in complex systems is influenced by:

- Performance Shaping Factors (PSF)
- Levels of Human Performance (LHP)

The occurrence of human errors is influenced by error precursors and error mitigators which are the set of conditions and circumstances under which a human behaves and which influence the human performance.

The PSFs and LHPs interfere with each other. For example, the PSF “stress” might not be relevant under “nominal operational conditions” (corresponding to the operations under LHP “skill”). The stress-factor can become more significant when the “normal operational conditions” are changed to “abnormal operation with limited time availability” (corresponding to the operations under LHP “rule”) and might become even more important when no rules (e.g. a contingency procedure) are defined for the specific abnormal situation (corresponding to the operations under LHP “knowledge” as the operator has to employ his/her knowledge of the domain to define an operational rule to handle the abnormal situation).

Performance shaping factors (PSFs) - sometimes referred as PIF (as Performance Influencing Factors) - can affect human performance in a positive (“help performance”) or negative (“hinder performance”) manner. It is important to note that some of the PSFs can be considered as meta-PSFs as they influence other PSFs. This is the case, for instance, for the PSF “levels of automation” that influence vigilance, trust, complacency, ... as detailed below. PSFs can be broadly grouped into two types [13]:

- External PSFs that are external to the operators divided in two groups: organizational and management (O&M) factors and job factors,
- Internal PSFs that can be part of operators’ internal characteristics, also called personal factors

Another classification of PSF is [13] by dividing them in “direct” and “indirect”. Identifying PSFs according to this classification is important when predicting human error:

- Direct PSFs are those PSFs, such as time to complete the task, that can be measured directly, whereby there is a one-to-one relationship between the magnitude of the PSF and that which is measured.
- Indirect PSFs are those PSFs, such as fitness for duty, that cannot be measured directly, whereby the magnitude of the PSF can only be determined multivariately or subjectively, or through other measures or PSFs.

Organizational and Management Factors (O&M) factors are important PSFs that are more and more pointed out in human error prevention and reduction issues [14]. Carefully considering these factors contributes to safety and mission success. To highlight them is a way to involve organizations and all level of management in the process of human error reduction. The manager implication in human error prevention and reduction is crucial because decision makers are most of the time in the best position to argue and take remedial actions taking into account trade-off between finance and risks.

Symptoms on personal (e.g. operator) and management actions due to organizational issues are for example:

- Lack of personal (e.g. operator) commitment: widespread violations of routine procedures and rules.
- Lack of management commitment: management decisions that consistently put e.g. “production” or “cost factors” before safety, or a tendency to focussing on the short-term and being highly reactive. Postponing training due to crew resources scarcity is also a latent factor for human error.

In the “Human Factors Analysis and Classification System” HFACS “organizational factors” can influence “management issues” - also referred to as “supervision” - which in turn can influence “job and personal factors” [15], [16]).

Decisions of upper-level management can directly have an effect on lower-level managers or supervisors practices as well as the conditions and actions of the rest of personnel. Consequently, organizational influences can result in a system failure, human error or an unsafe situation. Three categories of possible negative organizational influences can be considered:

- Resource and acquisition management: this category refers to the management, allocation and maintenance of organizational resources (human or monetary) and equipment/facilities.
- Organizational climate: this category refers to a broad class of organizational variables that influence worker performance and in general is the usual environment within the organization. This category is related with the Safety Culture or the definition of policies and rules.
- Organizational process: this category refers to the formal process by which things are done in the organization and includes definition of operations and procedures and control of activities.

On the other hand, four major categories of negative management and supervisory influences can be considered:

- Inadequate management and supervision: this category refers to those times when management results are inappropriate, improper or cannot occur at all.

- Planned inappropriate operations: this category affects to the appropriate planning of operational schedule or selection of operators.
- Failure to correct a known problem: this category refers to deficiencies affecting personnel, equipment, training or procedures that are “known” by the management, but yet they are allowed to continue uncorrected.
- Management and supervisory violations: this category refers to situations when managers disregard existing rules and regulations.

Understanding these influences is useful for defining recommendations and mitigations means for “O&M factors” that could lead to human errors.

Performance shaping factors can change during a failure scenario and influence how a failure scenario develops. Three types of PSF modifications are considered:

- Static Condition: PSFs remain constant across the events in a scenario,
- Dynamic Progression: PSFs evolve across events in a scenario,
- Dynamic Initiator: a sudden change in a scenario causes changes in the PSFs.

The HFACS process highlights Reason’s principle of latent and active failures [17]. Indeed, O&M PSFs usually don’t play an active role in a human error but they provide the underlying foundations for reducing or increasing human errors occurrence.

A typical list of PSFs can be found in the Annex.

Levels of human performance

To simplify the complex human cognitive behaviour three levels of human performance can be defined [18]:

- Skill Based Performance (S): requires little or no cognitive effort, which is acquired by training or repetition of actions (e.g. changing gears while driving a car).
- Rule Based Performance (R): is driven by procedures or rules, which is already present in the head of the operator (e.g. considering the traffic regulation).
- Knowledge Based Performance (K): requires problem-solving and decision-making that produces new rules that are then executed as presented in rule based section (e.g. identifying a new route to avoid traffic jam).

These levels of human performance (LHPs) can be associated with specific “situations” and “control modes” [19].

The modes to control a situation can be further characterized as follows:

- Conscious mode:
 - Laborious
 - Slow and sequential

- Error-prone
- Potentially very smart
- Automatic mode:
 - Unconscious
 - Fast, parallel operation
 - Effortless
 - Highly specialized for routine events

The control mode “mixed” can be also referred to as “subconscious”. Operators can switch from one mode to another one during the same task. The spectrum of event situations covers:

- Situations involving routine tasks,
- Problem situations for which the operator is trained,
- Situations with problems new to the operator.

Skill Based Performance involves the ability to carry out a task using smooth, automated and highly integrated patterns. Triggered by a specific event, the skill-based processing is normally performed without conscious monitoring. During Skilled Based Performance human errors are often caused by attentional slips and/or lapses of memory. Skill-based behaviour is characterized by a quasi-instinctive response of the operator, i.e. a close coupling between input signals and output. Skill-based behaviour occurs when an operator is well trained on a particular task, independent of the level of complexity of the task. Skill-based behaviour is characterized by a fast performance and a low number of errors. Example: “getting out of bed”, “putting on a T-shirt”, or “opening a door” - all of which are unconscious actions one does not need to explicitly “think about” to accomplish.

Rule Based Performance is driven by a stored rule or procedure, which has been for example acquired through formal training, provided by other persons’ know how, a ‘best practice’ guide or previous successful experience. The level of conscious control is intermediate between that of the knowledge and skill based behaviour. Rule-Based Errors occur when the wrong rule is chosen due to misperception of the situation or due to misapplication of the rule i.e. a rule-based human error is associated with failure to match the context and problem currently facing the operator. These rules are typically of the “if X then Y” form, can be based, for example, on past experience, and explicit instructions. Therefore during rule based performance human errors are caused by e.g. lack of attention, misapplication of good rules, and application of bad rules.

Rule-based behaviour is encountered when an operator’s action is governed by a set of well-known rules, which the operator follows. For example: “follow a procedure to repair a car”. A major difference between skill-based and rule-based behaviour is in the degree of practice of rules. Since the rules need to be checked, the response of the operator is slower and more prone to errors.

Knowledge Based Performance is characteristic for unfamiliar or ambiguous situations or where rules are not appropriate (e.g. making strategic decisions, and diagnosis) and applied in an almost completely conscious manner, exerting considerable mental effort to analyse the situation and to identify a solution path. The operator needs to rely on own knowledge of the system and correct interpretation of the problem situation.

Errors occur from a lack of or misapplication of knowledge. Therefore during knowledge based performance human errors are e.g. caused by lack of experience or qualification, confirmation bias, and over-confidence. If rule based behaviour does not solve a problem, human fall back on knowledge based behaviour in order to produce rules that are then applied.

Faulty deductive reasoning has been largely studied in particular for explaining how human have difficulties in interpreting statistics [21] as intuitive behaviours interfere with mathematical reasoning. Another common example is the selection task proposed in [22] where subjects are required to identify items to be checked to guarantee that a give rule is true. Despite the fact that the set of items is very small (4 cards in the original test) and the rule is a simple inference (if A then B) only 10% of the subjects find the correct solution.

Attention tunnelling has been identified a cause of breakdown in task management. This phenomena corresponds to allocation of attention to a channel of information by the operator for too long a time, with the consequence that other channels of information are ignored or insufficiently taken into account. Incident and accidents have been attributed to this phenomena and studies, such as the one in [23], demonstrate that additional information channels (such as head up displays) can foster the instance of the phenomena (if located close to the centre of visual scan area in a cockpit).

Human role and automation in the system

The definition, development, implementation and operation of a system involves the implementation of functions by hardware, software and human. This implementation of functions involves the introduction of automation and considerations of “human versus machine” for function allocation. The goal is to distribute adequately tasks according to their characteristics. An example of automated process in space systems is FDIR (Failure-Detection, Isolation and Recovery) and an example of a human operator implemented approach is the use of contingency procedures performed by the operator.

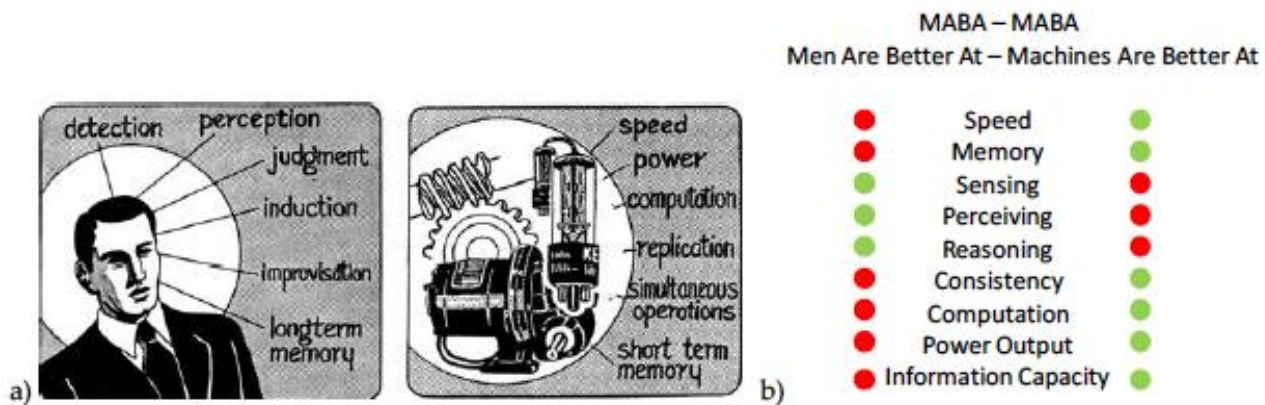
When analysing human behaviour and performance, it is worth remembering that in everyday practice, operators predominantly strive to, and succeed in, making operations work. The contemporary perspective on human behaviour and performance in complex industrial systems recognises the operator’s positive contribution to the robustness and resilience of an operational system during routine, special and contingency operations [24],[25].

On an individual, team and organisational level, operators positively contribute by [26]:

- monitoring the system’s performance and responding to critical events;
- responding to regular and irregular threats and novel situations in nominal operations;
- staying aware of and anticipating potential disruptions, pressures and their consequences in the near future;
- learning from experience such as incidents. To achieve these tasks above, and in view of changing constraints and demands, operators have to adjust their practices. Particularly at the front-end of operations, this can involve modifying tasks, inserting buffers, creating workarounds and double-checks, or improvising [27].

This so-called performance variability is inevitable, normal and necessary [28]. It represents the difference between formal operating requirements (“work-as-imagined” as captured by “Flight Operations Procedures” or a “Quality Management System”) and what actually happens in the operational environment (“work-as-done”) [29]. Operator behaviour and performance is a product of the operational environment [30]. Understanding

how actual operator practices contribute to successful normal functioning of an operational system is essential to analysing how failures unfold as for example during investigation of failures involving human error.



Operations in complex system usually involve repetitive actions that have to be performed in a systematic and reliable way. Humans and machine possess different capabilities making them more complementary than concurrent. In automated systems, function allocation between human and machine has always been a point of controversy. In the context of automation, “function allocation” means that the actor, (either being human or machine), that is best suited should be responsible of performing the function such as according to the MABA-MABA principle (“Men Are Better At” – “Machines Are Better At” depicted in Figure 1 [31].

Figure 1: MABA-MABA principle

Three levels for implementing design decisions in order to include autonomous behaviours in a system can be discriminated:

- The first level (static level) consists of defining and designing the allocation at design time and to design and build the interactive system according to this allocation of functions. This is for instance the case in the automotive industry with the ABS (anti-lock braking system). This autonomous system prevents vehicles wheel from blocking while the driver is braking. Even though the autonomous system is triggered by the user, its behaviour is “hard coded” and cannot be altered.
- The second level (dynamic execution level) consists in designing and defining flexible and redundant functions as in the aeronautics domain with the auto pilot. All the functions that are available in that autonomous system (such as climbing to a certain altitude) can also be performed manually by the pilot. The decision to allocate the execution of the function to the autonomous system remains in the hand of the user, but not letting the possibility for the user to define new procedures.
- The third level (definition and dynamic execution level) allows the user to define the behaviour of the automation and also to decide when such autonomous behaviour will be executed. Such level corresponds for instance to the definition and execution of macros in Microsoft Excel or the text styles in Microsoft Word. The third level can be found in space domain as in the context of command and control systems for satellite control rooms. Indeed, in case of malfunction the operator is required to define a procedure in charge of solving the identified problem. Such procedures are then tested and executed either in an autonomous or manual way. However, even in the case of autonomous execution some information might be required from the operator to complete the execution. Such information can be values of some parameters (presented on

some display units) of the satellite or “go” or “no go” that contacted experts in the domain of the failure (e.g. propulsion, AOCS, ...) have provided to the operator. One of the issues related to that problem is that the information required from the operator can be distributed amongst many displays making this activity cumbersome, time consuming or even error-prone. When difficulties occur due to difficulties of interacting with automation they are known under the term “automation surprises” [32]. Such issues have to be addressed as carefully as the ones related to user interface and interaction design.

In the early days, the basic design rationale for user interfaces for control rooms was to assign one display to each component to be monitored and one physical input to each command to be sent to one component of the controlled system. This resulted in very large command and control rooms being rather easy to design and build but rather cumbersome to operate. In order to overcome such constraints, design drivers for command and control systems have been targeting at concentration and integration of both displays and controls. In several domains such as control rooms and aviation, such concentration was achieved by adding computing resources for concentrating data from multiple displays into a single (or sometimes several in case of large and complex systems) display unit. In aeronautics such concentration of display is known under the notion of “glass cockpit” as computer screens were replacing previous analogic displays. The benefits of such concentration had significant positive impact on operations, for instance, large commercial aircraft operations evolve from 3 operators to only 2. However, nowadays, operators of safety critical systems are facing more and more sources of information competing for attention which might affect their abilities to complete their tasks. Automation can reduce tasks’ complexity and time consumption allowing operators to focus on other tasks. However, too much (or inadequate) automation can lead to complacency, loss of situational awareness, or skill degradation, whereas not enough automation can lead to an unmanageable, unsafe or problematic workload [33]. For instance, SESAR (Single European Sky ATM Research) programme targets at reaching higher levels of automation in aviation in order to improve safety and efficiency of “air traffic management” ATM operations. “User centred design” approaches [34] support the design of user interfaces that fit the user needs and activities focussing on their usability. At design time, user needs are identified, prototypes are designed, built and evaluated with “real” users. Such iterative processes make it possible to tune and adjust the user interfaces to the user needs, and beyond that, to take into account the evolution of these needs when the new system is introduced. Such approaches are efficient for dealing with static interactive systems i.e. systems for which the use can be defined beforehand with very limited evolutions over time. However, these approaches are of little help when the interactive system has to exhibit autonomous behaviour in order to handle some tasks previously performed by the operators. Work on function allocation [35], [36] aims at supporting the design of automation and more precisely at identifying and assessing candidate functions to be automated.

Space systems functions are typically implemented either as operators tasks or automated processes, that is FDIR, automated telecommanding, automated checks, and manual instructions.

FDIR (Failure-Detection, -Isolation and Recovery) is the automated part of the management of failures occurring or manifested during the exploitation of space systems and comprises:

- Detection: detection of failure (i.e. “something wrong happens”)
- Isolation: involves both “physical isolation” (prevent propagation and further damage), and “logical isolation” (identification of which part, element, equipment etc. is concerned), and
- Recovery: switch to the best possible acceptable mode and configuration e.g.,

- Automated Safety modes of on-board (subsystems): all or part of the space system is put and maintained in a degraded mode where survival and safety are preserved to the maximum possible extent but the mission is interrupted, waiting for further investigation and actions from operators,
- Automated switching of redundant components on-board or on ground: automated switching to a redundancy is performed to increase the system stability, availability and performance and avoid subsequent failures from the same cause.

FDIR is very important to consider in the context of human dependability because:

- the definition of FDIR as an automated process must take into consideration the principles underlying the allocation between automated processes and operator tasks,
- FDIR deals with failures, including possibly any anomaly due to human errors (i.e., FDIR will or can react, on purpose or not, to failures involving human errors, and interact with further operator understanding and actions),
- FDIR must always be followed by additional investigation and actions from the operators.

Automated Telecommanding is the process of commanding a spacecraft without operator involvement (partially or fully automated) and includes:

- Routine tasks (on-board and ground system)
- Routine checks (on-board and ground system)
- Common mission related tasks

Automated checks on ground to e.g. pre-process telemetry and provide the operators with information to support the operator tasks to identify anomaly/irregularity (if the detection mechanisms initiates the FDIR it is considered part of FDIR) is an automated process and includes:

- Periodic continuous function monitoring of all mission related telemetry
- Classification with different gradation to assess the relevance of the scenario
- Only visualization of relevant and important information (events warnings and alarms) to keep the attention of the Operator.

Manual instructions for the operator to perform operator related tasks include:

- Console procedures
- Contingency procedures
- Fall back concepts/options
- All ongoing i.e. active and valid procedures are reviewed and revised.

Conclusion & Outlook

This article has summarised the concept of human dependability, human error and performance shaping factors, levels of human performance and the role of human and automation in the system with emphasis on the aerospace sector. Further details on human dependability can be found in [37].

References

- [1] ECSS-E-ST-10-11C - Space engineering - Human factors engineering, 31 July 2008
- [2] Booher, Harold R. (Ed.) (2003) Handbook of Human Systems Integration. New York: Wiley.
- [3] NASA (2010) Human Integration Design Handbook NASA/SP-2010-3407 (Baseline). Washington, D.C.: NASA.
- [4] NASA (2011) Space Flight Human-System Standard Vol. 2: Human Factors, Habitability, and Environmental Health NASA-STD-3001, Vol. 2. Washington, D.C.: NASA.
- [5] Atkins, R. K. (1990) Human Dependability Requirements, Scope and Implementation at the European Space Agency. Proceedings of the Annual Reliability and Maintainability Symposium, IEEE, pp. 85-89.
- [6] Meaker, T. A. (1992) Future role of ESA R&M assurance in space flight operation. Proceedings of the Annual Reliability and Maintainability Symposium, IEEE, pp. 241-242.
- [7] Alenia Spazio (1994) Human Dependability Tools, Techniques and Guidelines: Human Error Avoidance Design Guidelines and Root Cause Analysis Method (SD-TUN-AI-351, -353, -351). Noordwijk: ESTEC.
- [8] Cojazzi, G. (1993) Root Cause Analysis Methodologies: Selection Criteria and Preliminary Evaluation, ISEI/IE/2443/93, JRC Ispra, Italy: Institute for System Engineering and Informatics.
- [9] ECSS-Q-ST-30 – Space product assurance - Dependability, 6 March 2009
- [10] ECSS-Q-ST-40 – Space product assurance - Safety, 6 March 2009
- [11] Woods D.D. (1986): Cognitive technologies: The design of joint human-machine cognitive systems. AI Mag. 6, 4 (January 1986), 86-92
- [12] ECSS-E-ST-10-11C – Space Engineering, Human Factors Engineering, 6 March 2009
- [13] Boring R. L., Griffith C. D. and Joe J.C. (2007): "The Measure of Human Error: Direct and Indirect Performance Shaping Factors," The 8th IEEE Conference on Human Factors and Power Plants and 13th Conference on Human Performance, Root Cause and Trending (IEEE HFPP and HPRCT), August 2007.)
- [14] Reason, J. (1997): Managing the Risks of Organizational Accidents. Ashgate, Farnham
- [15] Thompson, W.T., Tvaryanas, A.P., Constable, S.H. (2005): U.S. Military Unmanned Aerial Vehicle Mishaps: Assessment of the Role of Human Factors Using Human Factors Analysis and Classification System (HFACS), HSW-PE-BR-TR-2005-0001. Brooks City-Base, TX: United States Air Force.
- [16] RSSB (2008): Understanding Human Factors: A Guide for the Railway Industry. London: Rail Safety and Standards Board.
- [17] Reason (1990): Human Error. Cambridge: Cambridge University Press

- [18] Rasmussen J. (1983): Skill, Rules, Knowledge: Signals, Signs and Symbols and Other Distinctions in Human Performance Models. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics (SMC-13)3:257-266, 1983]:
- [19] Reason R. (2008): Reason. The human contribution: unsafe acts, accidents and heroic recoveries. Ashgate 2008 - p. 13
- [20] Nickerson R.S. (1998): Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guise. Review of general psychology, Vol. 2, n°2, 175-220,
- [21] Garfield J. and Ahlgren A. (1988): Difficulties in Learning Basic Concepts in Probability and Statistics: Implications for Research. Journal for Research in Mathematics Education, Vol. 19, n°1, pp 44-63, 1988
- [22] Wason, P. C. (1966): "Reasoning". In Foss, B. M. New horizons in psychology. Harmondsworth: Penguin
- [23] Wickens C. and Alexander A. (2009): Attentional Tunneling and Task Management in Synthetic Vision Displays. International journal of aviation psychology, vol. 19, n°2, 182-199, 2009
- [24] Woods D. D., Dekker S., Cook R., Johannesen L., Sarter, N. (2010): Behind Human Error. 2nd Edition. Burlington: Ashgate.
- [25] Dekker S. (2005): Ten Questions About Human Error: A New View of Human Factors and System Safety. New York: CRC Press.
- [26] Hollnagel E. Nemeth C. P., Dekker S. (Eds.) (2008): Remaining Sensitive to the Possibility of Failure. Resilience Engineering Perspectives, Vol. 1. Burlington: Ashgate.
- [27] Dekker, S. (2002): The re-invention of human error. Technical Report 2002-01, Lund: Lunds University School of Aviation, pp. 12-13.
- [28] Hollnagel, E. (2003): Extending the Scope of the Human Factor. In: Hollnagel, E. (Ed.) Safer Complex Industrial Environments: A Human Factors Approach. New York: CRC Press, pp. 37-59, here p. 54.
- [29] McDonald N. (2006): Organisational Resilience and Industrial Risk. In: Hollnagel, E. et al. (Eds.) Resilience Engineering: Concepts and Precepts. Burlington: Ashgate, pp. 155-180.
- [30] Leveson, Nancy G. (2011): Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety. Cambridge, MA: MIT Press, p. 47.
- [31] Fitts P.M. (ed) (1951): Human engineering for an effective air navigation and traffic control system. Washington, DC: National Research Council.
- [32] Palmer E. (1995) "Oops, it didn't arm." - A Case Study of Two Automation Surprises. 8th International Symposium on Aviation Psychology, Ohio State University, (1995).
- [33] Parasuraman R.; Sheridan T.B.; Wickens C.D. "A model for types and levels of human interaction with automation" IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, , vol.30, no.3, pp. 286-297, May 2000.
- [34] Norman D., Draper S. (eds.) (1986): User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates
- [35] Harrison M., Johnson P., and Wright P. (2002): Automating functions in multi-agent control systems: supporting the decision process. In Redmill, F and Anderson, T. editors, Proceedings of the Tenth safety-critical system symposium, Southampton. Springer. pp. 93-106.

[36] Boy G. (1998): Cognitive Function Analysis for Human-Centered Automation of Safety-Critical Systems. Proc. of ACM SIGCHI conference on Human Factors for Computing Systems 1998: 265-272

[37] ECSS-Q-HB-30-03A - Space product assurance - Human dependability handbook, 14 July 2015

Annex

A list of PSFs - as defined in [37] - is as follows:

Typical external O&M PSFs:

- a. Work or customer pressures (e.g. production vs. safety)
- b. Workload (e.g. allocation of work and tasks for personal)
- c. Level and nature of supervision and leadership
- d. Organization complexity, multi-cultural issues with other partners
- e. Communication, with colleagues, supervision, contractor, other
- f. Turn-over and training management
- g. Manning levels
- h. Clarity of roles and responsibilities
- i. Working environment (e.g. noise, heat, space, lighting, ventilation, hygiene care, catering)
- j. Violations of procedures and rules (e.g. widespread violations)
- k. Team or crew dynamics
- l. Available staffing and resources
- m. Effectiveness of organisational learning (learning from experiences)
- n. Safety culture (e.g. everyone breaks the rules)

Typical external job PSFs:

- a. Clarity of signs, signals, instructions and other information
- b. System and equipment interface (labelling, alarms, error avoidance, error tolerance)
- c. Difficulty and complexity of task
- d. Routine or unusual
- e. Divided attention
- f. Procedures inadequate or inappropriate
- g. Preparation for task (e.g. permits, risk assessments, checking)

- h. Time available and time pressure
- i. Training and experience Tools appropriate for task
- j. Usability of the operator interfaces
- k. Levels of automation (meta-PSF impacting many of others such as overconfidence, complacency, vigilance)

Typical internal personal PSFs are as follows:

- a. Physical capability and condition
- b. Fatigue (acute from temporary situation, or chronic)
- c. Vigilance
- d. Complacency and over-attention
- e. Trust or overconfidence and mistrust
- f. Stress and morale
- g. Peer pressure
- h. individual behaviour and character (e.g. anti-authority, impulsiveness, invulnerability, machismo, shyness , hoarding (no sharing of) knowledge)
- i. Work overload or under-load (it can be caused also by inadequate personal organization)
- j. Competence to deal with circumstances (inept or too skilled)
- k. Motivation vs. other priorities
- l. Deviation from procedures and rules.



Dr. Christian Preyssl
European Space Agency ESA (retired, former convenor of ECSS working group on “Human Dependability”)

Novità sulla normativa Spaziale dall' ECSS (European Cooperation for Space standardization)

Questa sezione dell' "E magazine" riporterà periodicamente lo stato e l' avanzamento della normativa Spaziale in Europa.

E' stato pubblicato dall' ECSS per la "public review" nell' ambito dello Space Product Assurance un importante documento per la progettazione delle unità elettroniche per applicazioni spaziali l'aggiornamento dell' **ECSS-Q-ST-30-11** .

ECSS-Q-ST-30-11C Rev.2 DIR1 + impl. DRRs
22 April 2021



Space product assurance

Derating - EEE components

CONGRESSI , CONFERENZE E SEMINARI

Sintesi Seminario la Qualità nell' Aerospace

Seminario in Webinar
La Qualità nell' Aerospace
Martedì 22 giugno 2021, ore 16,15

aicq Associazione Italiana Cultura Qualità
Settore Aerospace

aicq Associazione Italiana Cultura Qualità
Piemontese

Distretto Aerospaziale Piemontese

Skillab
Settore Aerospaziale

In collaborazione con

Per informazioni e iscrizioni :
segreteria@aicqpiemonte.it

PROGRAMMA

Introducono

16.15 Prof.ssa **Fulvia Quagliotti** - Presidente Distretto Aerospaziale Piemontese
Ing. **Mario Ferrante** - Presidente AICQ Settore Aerospace

Intervengono

16.30 Ing. **Stefano Bortolotto** , Safety Management/SMS Operational Management , Leonardo Velivoli :
Il Safety Management System in Leonardo Velivoli

16.45 Dott. **Alberto del Bianco** , ex resp Qualità Altec, consigliere AICQ Aerospace:
Sistema di gestione della Qualità Aerospaziale.

17.00 Sig. **Giovanni Canepa** Senior Quality Engineer ex responsabile Qualità prodotti Termomeccanici e PMP Thales Alenia Space Torino, Vicepresidente AICQ Aerospace :
Parti Materiali e Processi per lo Spazio

17.15 Ing. **Gian Claudio Cassisa** Senior Space Engineer ex Direttore Tecnico Thales Alenia Space Torino, consigliere AICQ Aerospace :
Approcci per l'Ingegneria nei Programmi Spaziali

17.30 Ing. **Daniilo Foltran** Software Product Assurance Manager Exomars Thales Alenia Space:
La Qualità del Software nei Programmi Spaziali

17.45 Ing. **Stefano Cruciani** Configuration Manager Space Rider European Space Agency:
Il Configuration Management nei progetti spaziali

18.00 *Conclusioni*

Il 22 Giugno si e' tenuto il primo seminario in Italia sulla Qualità dell' Aerospace organizzato da **AICQ Aerospace con il Distretto Aerospaziale Piemontese** con partecipanti da tutta Italia. Questo dimostra come questo tema sia di interesse per tutte le aziende che lavorano in questo settore o che vogliono entrare in questo dominio. Desidero ringraziare **AICQ Piemontese e Skillab** per il supporto a questa iniziativa e soprattutto i relatori di **Leonardo Aircraft, Thales Alenia Space, Agenzia Spaziale**

Europea e AICQ Aerospace che hanno portato una testimonianza reale su questi temi. Si e' parlato della Qualità con particolare riferimento ad aspetti peculiari che non tutti conoscono ma che sono fondamentali **per la Sicurezza e Affidabilità di un Sistema Aerospaziale dagli Aerei , ai Satelliti , ai Sistemi Spaziali abitati come la sicurezza del volo la normativa Aerospaziale, le tecnologie , l' Ingegneria, il Software e il Configuration Management.** L'Ing. Stefano Bortolotto ha illustrato **l' approccio sulla Sicurezza del volo in Leonardo Velivoli,** il Dott. Alberto Del Bianco ex responsabile della Qualità di ALTEC e consigliere del Settore Aerospace ha spiegato **il Sistema di Gestione della Qualità Aerospaziale ,** Giovanni Canepa Ex responsabile Qualità Prodotti Termomeccanici in Thales Alenia Space e consigliere del Settore Aerospace **ha mostrato come devono essere gestite le tecnologie e i processi per volare nello Spazio,** Ing, Gian Claudio Cassisa ex Direttore Tecnico di Thales Alenia Space e consigliere di AICQ Aerospace che ha descritto **gli approcci dell' Ingegneria nei Programmi Spaziali e le lezioni acquisite,** L' Ing. Danilo Foltran Software Product Assurance Manager di EXOMARS di Thales Alenia Space ha invece spiegato **cosa e' necessario fare nel Software per poter volare nello Spazio sia sulle sonde che nei Programmi Spaziali Abitati** e Infine l' Agenzia Spaziale Europea con l' Ing Stefano Cruciani Configuration Manager del sistema di trasporto spaziale Europeo Space Rider **ha sintetizzato un' altra funzione fondamentale per i Progetti spaziali la Gestione della Configurazione .**

Per chi non avesse potuto partecipare si prega di accedere al canale you tube di AICQ Aerospace al seguente indirizzo

<https://lnkd.in/eyDJzJG>

“

L' undicesimo IAASS conference e' stato spostato dal Giappone in Olanda a ROTTERDAM.



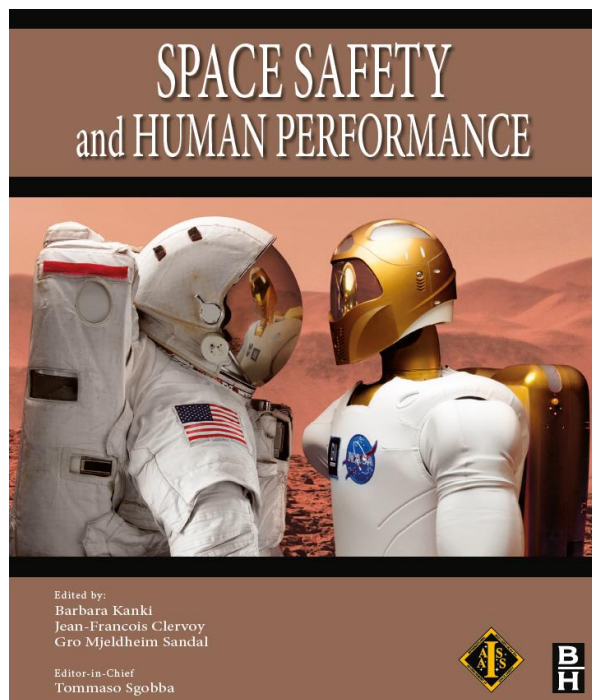
Considerando la situazione attuale dei contagi non si è ritenuto idoneo organizzare in presenza il convegno, organizzato da AICQ Aerospace e Politecnico di Torino, a Marzo 2022 come comunicato nello scorso numero dell' E-Magazine. **La nuova data del 2022 verrà comunicata sia con questa news letter che con gli altri canali pubblicitari.**



PUBBLICAZIONI /LIBRI

Un pezzo d' Italia nel prestigioso libro "SPACE SAFETY AND HUMAN PERFORMANCES" che ha rievuto il riconoscimento come miglior libro pubblicato negli Stati Uniti nel campo dell'Engineering and Technology" da parte dell' AAP (Association of America Publisher) e che ha vinto anche l' Howard dell' International Academy of Astronautic (IAA) nella categoria Life Scienze Book.

Questo libro di circa 1000 pagine a cui ho avuto l' onore di contribuire insieme a Giovanni Canepa (VP AICQ Aerospace) e Tommaso Sgobba- Executive Director dello IAASS (International Association for the advancement of Space Safety) , nel capitolo sull' analisi degli errori Umani dei programmi Mercury , Apollo , Space Shuttle e MIR , **e' la guida definitiva sulla Progettazione della Sicurezza dei sistemi spaziali e sulla preparazione degli esseri umani per le missioni di esplorazione.** Ringrazio la NASA e lo IAASS per l' accesso alle informazioni che hanno permesso di analizzare questi incidenti. Nel libro si parla di **Fattori Umani, Prevenzione dell' Errore Umano, Sicurezza dei voli spaziali , Fattori Umani , aspetti psicologici e tanto altro** con contributi da parte dei maggiori esperti , astronauti e tecnici. Per dare una idea dei contenuti riporto qui di seguito la copertina una sintesi dei vari paragrafi. Per concludere ritengo che questo libro sia da considerarsi una bibbia per gli studenti di Ingegneria Aerospaziale e per tutte le aziende che operano o intendono operare nei progetti Spaziali con l' Uomo a Bordo. **Per ulteriori Informazioni contattare AICQ Settore Aerospace**



1.1	Unsafe Acts and Latent Failures	
1.2	Spaceflight Incidents and Close Calls Due to Human Error.....	Giovanni Canepa, Mario Ferrante, Tommaso Sgobba
1.2.1	Mercury MA-7 (1962): Overconsumption of RCS Fuel	
1.2.2	Apollo 10 LM (1969): Wrong Abort Guidance System Command.....	
1.2.3	Skylab 4 (1972): Wrong Circuit Breakers Opened for Re-Entry.....	
1.2.4	Apollo ASTP (1975): Inadvertent Maneuver After Docking	
1.2.5	Apollo ASTP (1975): Crew Exposure to Toxic Gases	
1.2.6	STS 3 (1982): Shuttle Almost Crashed at Landing	
1.2.7	Mir (1997): Progress-Mir Collision	
1.3	Human Error Prevention.....	
1.4	Beyond Earth Orbits.....	
1.5	Book Structure.....	
1.5.1	Chapter 2 "Cognitive Functions and Human Error"	
1.5.2	Chapter 3 "Workload and Fatigue"	
1.5.3	Chapter 4 "Space Flight Environment"	
1.5.4	Chapter 5 "Physiological Performance and Capabilities"	
1.5.5	Chapter 6 "Psychological Resilience"	
1.5.6	Chapter 7 "Human Factors Research Tools and Methods"	
1.5.7	Chapter 8 "System Safety and Accident Prevention"	
1.5.8	Chapter 9 "Human-System Interfaces Design"	
1.5.9	Chapter 10 "Human-Automation Interaction"	
1.5.10	Chapter 11 "Human Factors and Safety in EVA"	
1.5.11	Chapter 12 "Human Reliability Analysis Methods and Tools"	
1.5.12	Chapter 13 "Human Factors in Mission Control Centers"	
1.5.13	Chapter 14 "Organizational Factors and Safety Culture"	
1.5.14	Chapter 15 "Habitability and Habitat Design"	
1.5.15	Chapter 16 "Selection and Training"	

Journal of Space Safety Engineering

Come consuete di seguito i contenuti della pubblicazione periodica dello IAASS (International Association for the Advancement of Space Safety). In questo numero riporto 2 numeri con articoli molto interessanti sui Voli Spaziali Umani, Fattori Umani , sostenibilità dello Spazio e standards. Per chi fosse interessato ad avere dettagli contattare AICQ Aerospace



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Space Safety Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jssse

Contents

Volume 8, Issue 1, March 2021

Editorial	
It is Time to Implement Mitigation Strategies to Protect the Airspace from Space Debris M.T. Kezirian	1
Human Spaceflight Safety	
Investigation of broom-straw fracture behavior of aluminum alloy 2024 debris recovered from Space Shuttle Columbia N.C. Ubani Ochoa, D.M. Cone, S.W. Stafford and J.D. Olivas	4
Evolution of crew safety criteria for future space transportation systems A. Decadi	12
Launch and Reentry Systems	
The concept of a long-term service station to increase the life duration of some satellites or to remove space debris V. Koryanov, A. Toporkov and A. Pozdnyakov	23
Safety on site – Operating a test facility for a flight stage A. Habertzell and M. Dommers	29
Sharing airspace: Simulation of commercial space horizontal launch impacts on airlines and finding solutions J.K. Tinoco, C. Yu, R. Firmo, C.A. Castro, M. Moallemi and R. Babb	35
Space Environment Hazards	
Comparison of disposal options for Tundra orbits in terms of delta-V cost and long-term collision risk A.B. Jenkin, J.P. McVey, D.M. Emmert and M.E. Sorge	47
Constrained optimisation of preliminary spacecraft configurations under the design-for-demise paradigm M. Trisolini, H.G. Lewis and C. Colombo	63
Human Factors and Performance	
Remote science activities during the AMADEE-18 Mars analog mission: Preparation and execution during a simulated planetary surface mission E.A. Lalla, M. Konstantinidis, C. Czakler, S. Garnitschnig, D. Hickson, P. Such, A. Losiak, M. Ercolid, A. Frigeri, A. Hofmann, T. Lucic, N. Seikora and I. Suchantke, S. Gruberc, G. Groemer	75
Space Safety Laws and Regulations	
The United States Department of Defense space situational awareness sharing program: Origins, development and drive towards transparency Q. Verspiieren	86
Space environment management: Framing the objective and setting priorities for controlling orbital debris risk T. Maclay, D. McKnight	93
Sustainability and Security of Space Activities	
The UN COPUOS Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities P. Martinez	98



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Space Safety Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jssse

Contents

Volume 8, Issue 2, June 2021

Editorial

Reprint of: International cooperation and the continuing exploration of space-recommendation for the new administration
G.W.S. Abbey 111

Human Spaceflight Safety

Investigation of material response to atmospheric re-entry exposure of sub-structural Ti-6Al-4V components recovered from Space Shuttle *Columbia*
N.C. Ubani Ochoa, A.C. Smith, D.M. Cone, S.W. Stafford and J.D. Olivas 113

Space Environment Hazards

Slash the Trash: Incentivizing Deorbit
R. Reesman, M.P. Gleason, L. Bryant and C. Stover 121

Human Factors & Performance

Avoid Sign Errors
P.J. Carian and P.G. Cheng 128

A multi-user virtual reality experience for space missions
A.D. Mastro, F. Monaco and Y. Benyouce 134

Developing a remote team training program based on the space flight resource management model
N. Minato, Y. Ikeda, Y. Higashimoto, K. Yamagata and S. Kamiyoshi 138

Space Safety Laws and Regulations

Responsible satellite design and operational practices: A critical component of effective space environment management (SEM)
T. Maclay, W. Everetts and D. Engelhardt 150

Reinventing treaty compliant "safety zones" in the context of space sustainability
L. Mallowan, L. Rapp and M. Topka 155

The functions of the FAA's commercial space transportation advisory committee: The safety working group's 2020 tasker as context
G. Autry 167

The main stakes of the CNES's safety policy for space operations
B. Chemoul, U. Aniakou, L. Boloh and L. Francilout 170

Sustainability and Security of Space Activities

Recent developments in the implementation of European Space Surveillance & Tracking (EU SST)-Security and data policy
M. Becker and P. Faucher 178

Formazione specifica per l' Aerospace

Product Assurance for Space

Parts Materials and Processes
for Space

Safety for Space

Software Product
Assurance for Space



Configuration
Management for Space

Root Cause Analysis

Human Factors for
Aeronautics

Per partecipare chiamare al n 0115183220
o scrivere Aerospace@aicq.it , silvia.gamba@aicqpiemonte.it



In partnership con



Per saperne di più:

visitare AICQ Aerospace su You Tube

<https://www.youtube.com/watch?v=cZGteA4puHA>

visitare AICQ PIEMONTESE

<https://piemontese.aicqna.it/2021/03/18/on-line-il-video-di-aicq-aerospace/>

visitare AICQ NAZIONALE

<https://aicqna.it/2021/03/17/on-line-il-video-di-aicq-aerospace/>

