

LA GOVERNANCE DEI SISTEMI DI SICUREZZA AD ALTA TECNOLOGIA NEL TRASPORTO AEREO

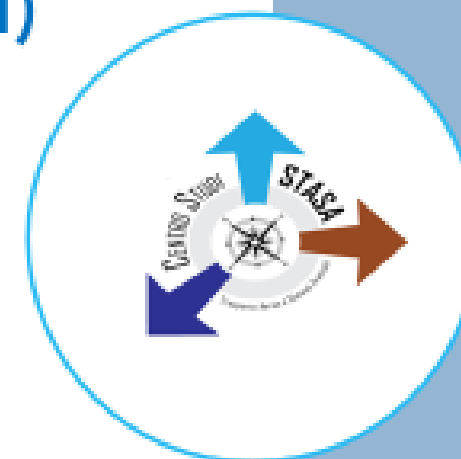
FATTORI UMANI (interazione uomo macchina) CASE STUDY

14 maggio 2019

Aula Avvocati - Corte Suprema di Cassazione

CLASSIFICAZIONE DELL'AUTOMAZIONE

Relatore: *Gen. B. BERNABEI dott. Virginio*



A Day in the Life of Air Traffic Over the World

In Europa

Mediamente ci sono 30.142 voli al giorno nell'area ECAC; il giorno con il maggior traffico del 2018 è stato il 7 settembre 2018, con 36.910 voli controllati. Il 2018 è stato un anno eccezionale in Europa: il numero dei voli controllati ha raggiunto il limite record di 11 milioni. Il numero dei movimenti IFR è incrementato del 3,8% rispetto al 2017, replicando la crescita già registrata nel 2017. (fonte Eurocontrol)

Nel Mondo

Entro i prossimi 20 anni

- Doppio dei voli da 36 mln a 70 mln (fonte ICAO)
- Doppio dei passeggeri da 4 miliardi/anno del 2018 a 8 mld del 2037 (fonte IATA)
- Doppio degli aeromobili in operazione, da 21.450 a 48.000 (+100posti +10 tons - fonte AIRBUS)

La UE svolge un ruolo leader nel settore



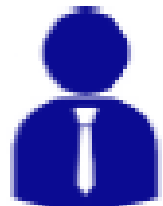
**Direct GDP
contribution**

€131 bln.
(20% of world
total)



Airlines

214
(15.3% of world
total)



**Total Direct
Jobs**

1.9 mln.
(19.6% of world
total)



Fleet

4,490
(17.3% of world
total)



**Number of
Passengers**

649 mln.
(20% of world
total)

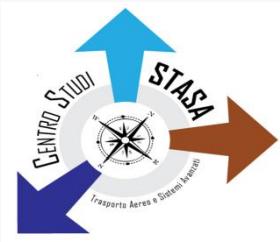


Airports

3,171
(7.6% of world
total)



l'iniziativa europea **(Single European Sky – SES)**



Base giuridica : Articolo 100, paragrafo 2, del trattato sul funzionamento dell'Unione Europea.

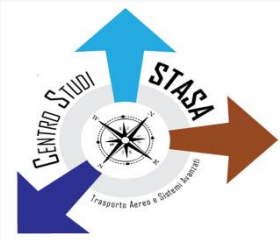
Avviata nel 1999 – nel 2001 il Libro Bianco «*La politica europea dei trasporti fino al 2010*»

- **prima serie di requisiti comuni adottata nel 2004 (SES I) – Reg (CE) 549, 550, 551,552**
- **modifiche nel 2009 (SES II) per includere i meccanismi basati sulle prestazioni (Reg. (CE) 1070) e ampliare le competenza di EASA alla gestione del traffico aereo, ai servizi di navigazione aerea e alle operazioni aeroportuali (Reg (CE) 1108).**
- **per superare alcune sovrapposizioni nella legislazione determinate dal pacchetto SES II, la Commissione europea nel 2018 ha varato un aggiornamento intermedio, denominato SES II + (Reg (UE) 1139).**



Obiettivi

(Single European Sky – SES)

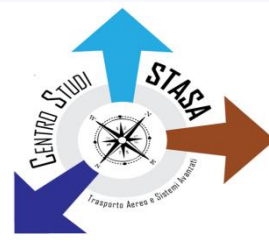


- Incrementare la capacità del sistema;
- Migliorare l'efficienza e produrre una riduzione dei costi;
- Ridurre l'impatto ambientale – Riduzione Co2;
- **Mantenere e se possibile migliorare i livelli di Safety, a fronte dell'incremento dei voli**

L'impresa comune **SESAR** (Single European Sky ATM Research), istituita nel 2007, gestisce la dimensione tecnologica e industriale del SES, ossia lo sviluppo e la realizzazione del nuovo sistema per la gestione del traffico aereo europeo.

SESAR

(Single European Sky – SES)



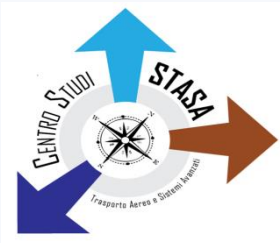
- ciclo di vita della tecnologia in costante accelerazione
- la competizione stimola il miglioramento dei servizi e allo stesso tempo determina una pressione sulla riduzione dei costi
- mobilita' come servizio al passeggero vs trasporto aereo
- ecosistema che deve adattarsi alla nuova tecnologia, alla nuova regolamentazione,
- gestione delle informazioni condivise al cuore del sistema



attraverso l'ATM MASTER PLAN e i COMMON PILOT PROJECTS



Lo scenario (attuale) futuro



- Introduzione di alti livelli di automazione, previsti con SESAR (e con FAA NextGEN)
- Potenziali cambiamenti nel modo in cui le macchine supportano l'uomo
- Potenziale nuova allocazione dei compiti decisionali tra uomo e macchina

In concreto

I livelli di automazione saranno sempre più elevati, in modo che le tecnologie automatizzate possano gestire in autonomia livelli crescenti di compiti attualmente svolti da operatori umani e possano fornire agli operatori umani input difficili da «mettere in discussione».

AUTOMAZIONE C'E' SEMPRE STATA O CMQ C'E' DA MOLTO TEMPO IN QUESTO SETTORE – NON E' UNA NOVITA'

L'evoluzione tecnologica (passato)



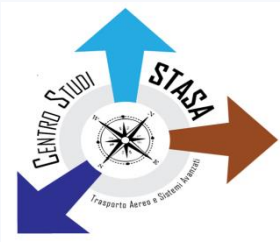
Gen. B. BERNABEI Dott. Virginio

L'evoluzione tecnologica (futuro ma non troppo)



Gen. B. BERNABEI Dott. Virginia

Maggiore automazione più sicurezza?

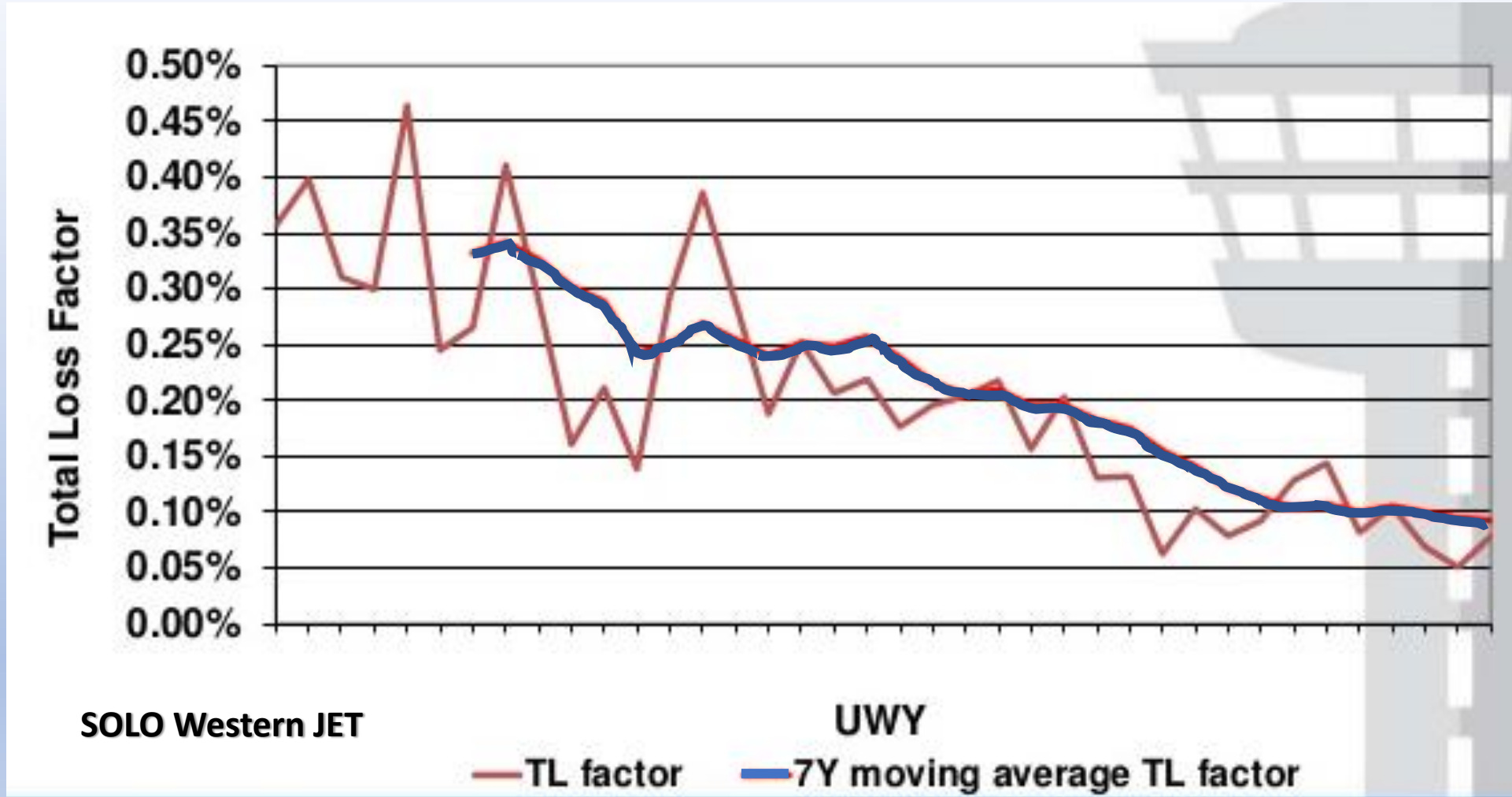


Valutiamo da un'altra prospettiva quella delle Assicurazioni

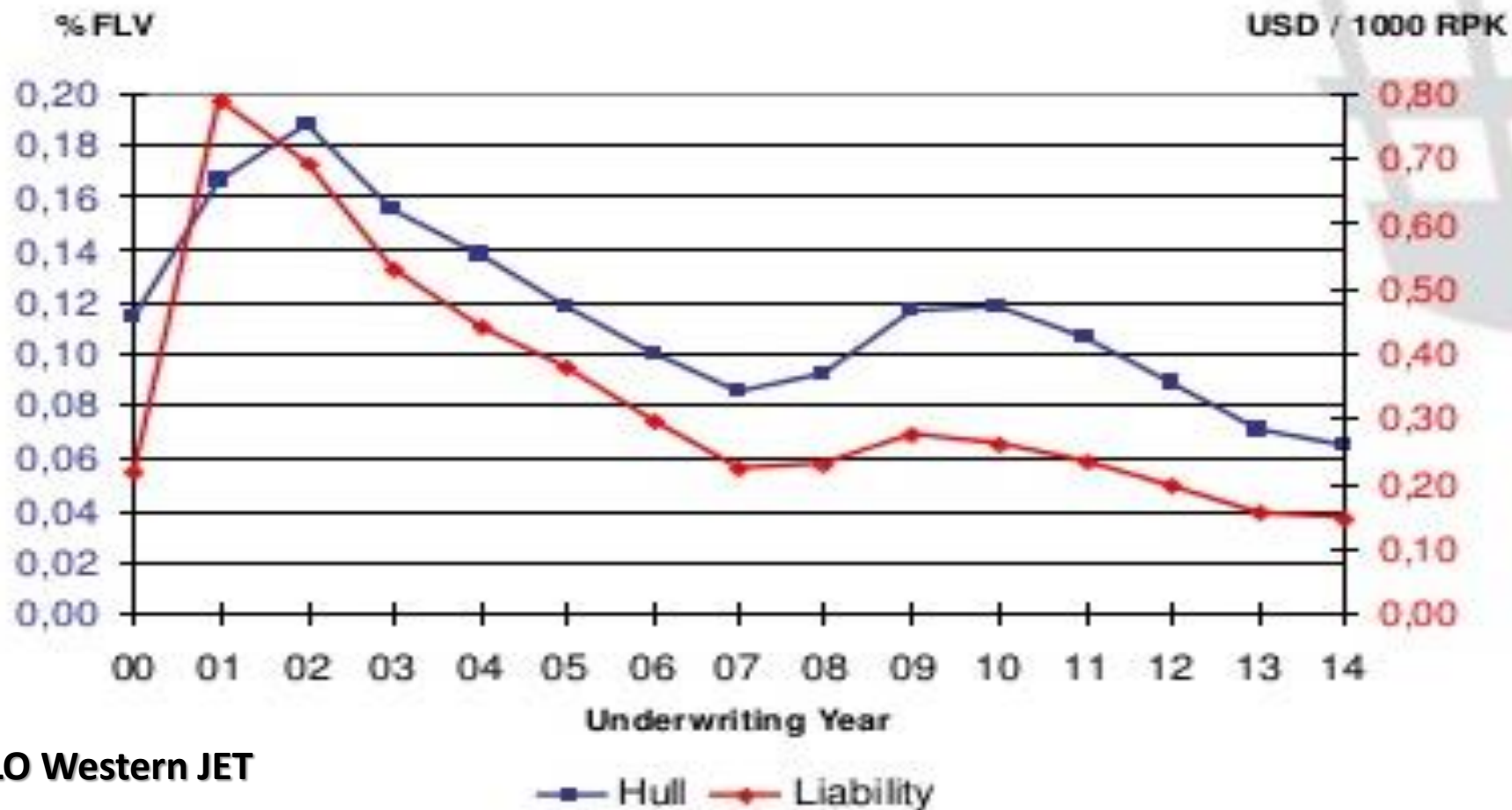
IL MERCATO ASSICURATIVO (anno 2015) GRANDE ESPOSIZIONE

- ogni a/m è assicurato per importi che variano da 10 a 300 MLN di US\$;
- massimali per responsabilità pro-passeggeri e per danni a terzi 2,5 MLD US\$;
- massimali per responsabilità dei produttori 2,0 MLD US\$;
- massimali per responsabilità dei ANSP 4,0 MLD US\$.

L'INTRODUZIONE DELL'AUTOMAZIONE HA INCREMENTATO LA SAFETY (Probabilità di perdita totale)

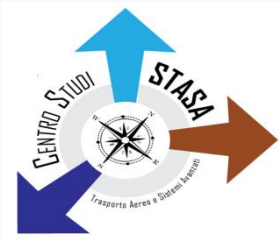


L'INTRODUZIONE DELL'AUTOMAZIONE HA INCREMENTATO LA SAFETY (Premi pagati dalle compagnie occidentali)



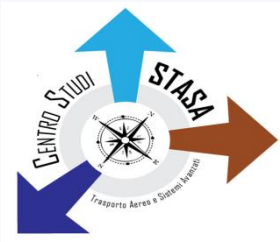
SOLO Western JET

Implementazione delle nuove tecnologie



- Valutazione e mitigazione dei rischi (Safety Case)
- Training appropriato ed efficace
- Non si dovrebbe limitare l'implementazione di nuove tecnologie per le considerazioni sugli aspetti connessi con responsibility e liability ma ciò non significa che questi debbano essere trascurati o posti in secondo piano.
- Probabili e più complesse dispute legali per identificazione e l'attribuzione delle responsabilità, in conseguenza del trasferimento di compiti (e di autorità??) dall'uomo alla macchina.
- Interventi sulla Regolamentazione tecnica. Per elevati livelli di automazione sono necessarie modifiche radicali.

Implementazione delle nuove tecnologie (Regolamentazione)



ICAO ANNEX 2 Chapter 1

2.3.1 Responsibility of pilot-in-command. The pilot-in-command of an aircraft shall, whether manipulating the controls or not, be responsible for the operation of the aircraft in accordance with the rules of the air, except that the pilot-in-command may depart from these rules in circumstances that render such departure absolutely necessary in the interests of safety.

2.4 Authority of pilot-in-command of an aircraft. The pilot-in-command of an aircraft shall have final authority as to the disposition of the aircraft while in command.

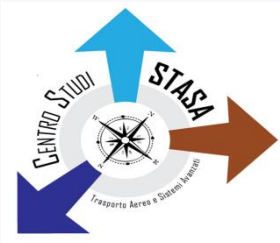
Reg UE 923/2012

SERA.3201 Osservazioni generali

Le regole per la prevenzione delle collisioni di cui al presente paragrafo non esentano il pilota responsabile di un aeromobile dalla responsabilità di intraprendere ogni azione necessaria ad evitare collisioni, comprese le manovre evasive a seguito di avvisi di risoluzione emessi dall'impianto ACAS.

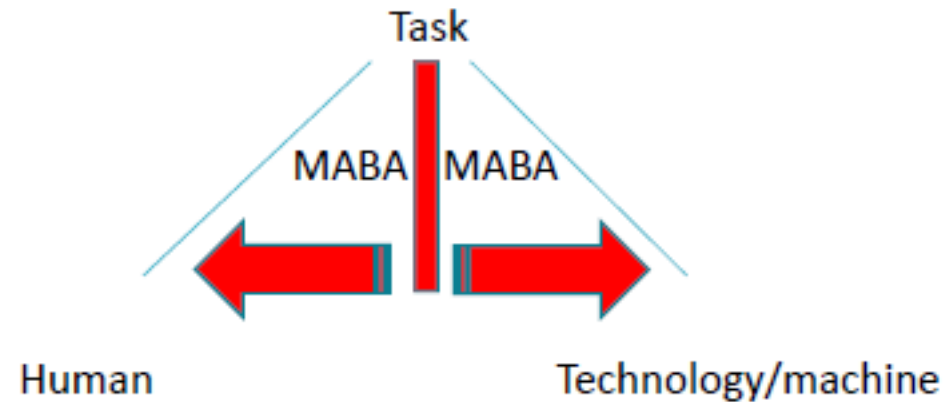
AUTOMAZIONE

(Evoluzione rapporto uomo-macchina)



P. Fitts 1951

Men-Are-Better-At/Machines-Are-Better-At



- Metodi di allocazione delle funzioni basato sulla sostituzione (liste MABA-MABA);
- Il Concetto di automatizzare tanto quanto è possibile (logica quantitativa) era considerato appropriato;
- Non funziona perché gli effetti reali dell'automazione sono qualitativi.

AUTOMAZIONE

(Evoluzione rapporto uomo-macchina)

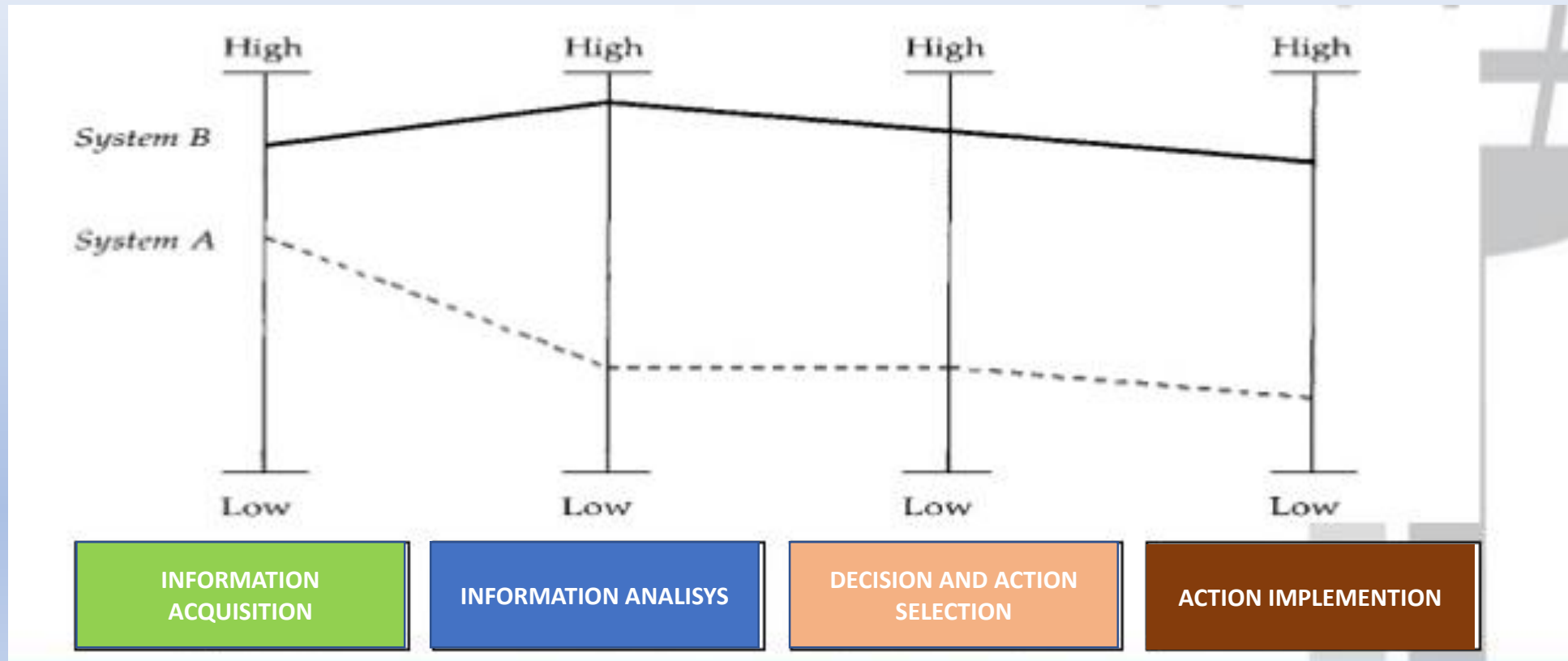
Automazione: non è tutto o niente (*Sheridan & Verplank, 1978*)

Low	1	The computer offers no assistance, human must take all decisions and actions
	2	The computer offers a complete set of decision/action alternatives, or
	3	Narrows the selection down to a few, or
	4	Suggests one alternative and
	5	Executes that suggestion if the human approves, or
	6	Allows the human a restricted veto time before automatic execution
	7	Executes automatically, then necessarily informs the human, and
	8	Informs the human only if asked, or
	9	Informs the human only if it, the computer, decides to
High	10	The computer decides everything, acts autonomously, ignores the human

AUTOMAZIONE

(Evoluzione rapporto uomo-macchina)

Automazione: non è tutto uguale (*Parasuraman, 2000*)



AUTOMAZIONE - LOAT

FUNCTION A Information Acquisition Selection	FUNCTION B Information Analysis	FUNCTION C Decision and Action selection	FUNCTION D Action Implementation
A0 Manual Information Acquisition	B0 Working Memory Based Information Analysis	C0 Human Decision Making	D0 Manual Action and Control
A1 Artefact-Supported information Acquisition	B1 Artefact-Supported Information Analysis	C1 Artefact-Supported Decision Making	D1 Artefact- Supported Action Implementation
A2 Low-Level Automation Support of Information Acquisition	B2 Low-Level Automation Support of Information Analysis	C2 Automated Decision Support	D2 Step-by-step Action Support
A3 Medium-Level Automation Support of Information Acquisition	B3 Medium-Level Automation Support of Information Analysis	C3 Rigid Automated Decision Support	D3 Low-Level Support of Action Sequence Execution
A4 High-Level Automation Support of Information Acquisition	B4 High-Level Automation Support of Information Analysis	C4 Low-Level Automatic Decision Making	D4 High-Level Support of Action Sequence Execution
A5 Full Automation Support of Information Acquisition	B5 Full Automation Support of Information Analysis	C5 High-Level Automatic Decision Making	D5 Low-Level Automation of Action Sequence Execution
		C6 Full Automatic Decision Making	D6 Medium-Level Automation of Action Sequence Execution
			D7 High-Level Automation of Action Sequence Execution
			D8 Full Automation of Action Sequence Execution

Framework per classificare e comparare diversi tipi di supporto della macchina alle performance umane; Sviluppato nel contesto del progetto SESAR (progetto 16.5.1);

Examples

INFORMATION
ACQUISITION

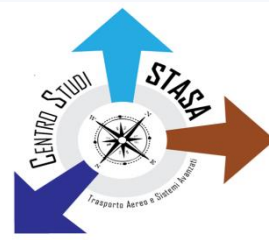


The Remote Tower Concept



Airport Moving Map for the Cockpit

LOAT - Esempi



INFORMATION ANALYSIS



STCA (Short Term Conflict Alert)

DECISION AND ACTION SELECTION

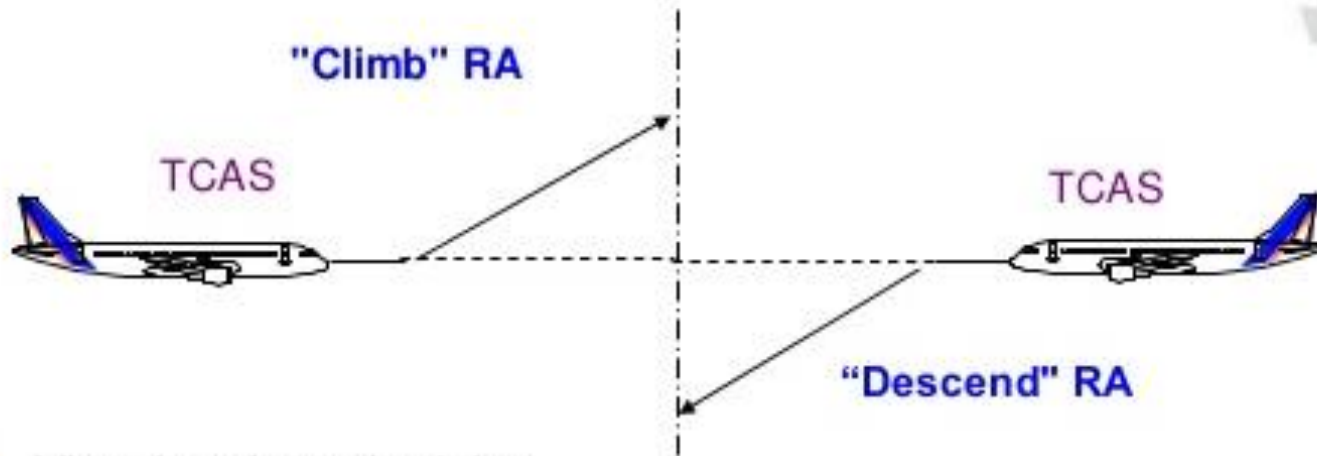
CATO (Controller Assistance Tool)



The **air traffic controller** is assisted in deciding **which flight levels** are **free** from other aircraft and can be instructed to a given aircraft

Example by DFS

TCAS with Airbus AP/FD Capability



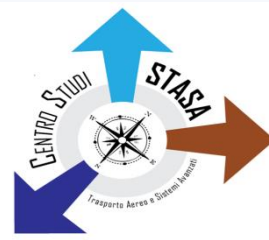
- ▶ Visual and aural advice
- ▶ RA (Resolution Advisory) executed by the autopilot
- ▶ Pilot allowed to interrupt the execution and take manual control

ACTION
IMPLEMENTATION



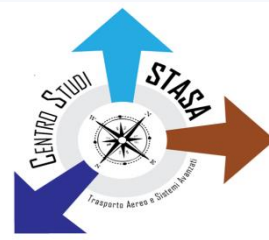
Climb
Climb

LOAT - RPAS



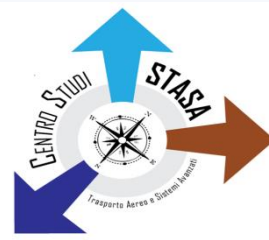
FUNCTION A Information Acquisition Selection	FUNCTION B Information Analysis	FUNCTION C Decision and Action selection	FUNCTION D Action Implementation
A0 Manual Information Acquisition	B0 Working Memory Based Information Analysis	C0 Human Decision Making	D0 Manual Action and Control
A1 Artefact-Supported information Acquisition	B1 Artefact-Supported Information Analysis	C1 Artefact-Supported Decision Making	D1 Artefact- Supported Action Implementation
A2 Low-Level Automation Support of Information Acquisition	B2 Low-Level Automation Support of Information Analysis	C2 Automated Decision Support	D2 Step-by-step Action Support
A3 Medium-Level Automation Support of Information Acquisition	B3 Medium-Level Automation Support of Information Analysis	C3 Rigid Automated Decision Support	D3 Low-Level Support of Action Sequence Execution
A4 High-Level Automation Support of Information Acquisition	B4 High-Level Automation Support of Information Analysis	C4 Low-Level Automatic Decision Making	D4 High-Level Support of Action Sequence Execution
A5 Full Automation Support of Information Acquisition	B5 Full Automation Support of Information Analysis	C5 High-Level Automatic Decision Making	D5 Low-Level Automation of Action Sequence Execution
<div style="background-color: #e0f2f1; padding: 10px; margin-bottom: 5px;">RPAS VLOS</div> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 10px;">RPAS B-VLOS</div>		C6 Full Automatic Decision Making	D6 Medium-Level Automation of Action Sequence Execution
			D7 High-Level Automation of Action Sequence Execution
			D8 Full Automation of Action Sequence Execution

LOAT - RTC



FUNCTION A Information Acquisition Selection	FUNCTION B Information Analysis	FUNCTION C Decision and Action selection	FUNCTION D Action Implementation
A0 Manual Information Acquisition	B0 Working Memory Based Information Analysis	C0 Human Decision Making	D0 Manual Action and Control
A1 Artefact-Supported information Acquisition	B1 Artefact-Supported Information Analysis	C1 Artefact-Supported Decision Making	D1 Artefact- Supported Action Implementation
A2 Low-Level Automation Support of Information Acquisition	B2 Low-Level Automation Support of Information Analysis	C2 Automated Decision Support	D2 Step-by-step Action Support
A3 Medium-Level Automation Support of Information Acquisition	B3 Medium-Level Automation Support of Information Analysis	C3 Rigid Automated Decision Support	D3 Low-Level Support of Action Sequence Execution
A4 High-Level Automation Support of Information Acquisition	B4 High-Level Automation Support of Information Analysis	C4 Low-Level Automatic Decision Making	D4 High-Level Support of Action Sequence Execution
A5 Full Automation Support of Information Acquisition	B5 Full Automation Support of Information Analysis	C5 High-Level Automatic Decision Making	D5 Low-Level Automation of Action Sequence Execution
<div style="background-color: yellow; padding: 10px; text-align: center;"> Remote TWR Control </div>		C6 Full Automatic Decision Making	D6 Medium-Level Automation of Action Sequence Execution
			D7 High-Level Automation of Action Sequence Execution
			D8 Full Automation of Action Sequence Execution

LOAT - TCAS



FUNCTION A Information Acquisition Selection	FUNCTION B Information Analysis	FUNCTION C Decision and Action selection	FUNCTION D Action Implementation
A0 Manual Information Acquisition	B0 Working Memory Based Information Analysis	C0 Human Decision Making	D0 Manual Action and Control
A1 Artefact-Supported information Acquisition	B1 Artefact-Supported Information Analysis	C1 Artefact-Supported Decision Making	D1 Artefact- Supported Action Implementation
A2 Low-Level Automation Support of Information Acquisition	B2 Low-Level Automation Support of Information Analysis	C2 Automated Decision Support	D2 Step-by-step Action Support
A3 Medium-Level Automation Support of Information Acquisition	B3 Medium-Level Automation Support of Information Analysis	C3 Rigid Automated Decision Support	D3 Low-Level Support of Action Sequence Execution
A4 High-Level Automation Support of Information Acquisition	B4 High-Level Automation Support of Information Analysis	C4 Low-Level Automatic Decision Making	D4 High-Level Support of Action Sequence Execution
A5 Full Automation Support of Information Acquisition	B5 Full Automation Support of Information Analysis	C5 High-Level Automatic Decision Making	D5 Low-Level Automation of Action Sequence Execution
<div style="background-color: #e0f2f1; padding: 10px; border: 1px solid #ccc;"> <p style="background-color: #e0f2f1; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">TCAS traditional</p> <p style="background-color: #fff9c4; padding: 5px; display: inline-block;">TCAS advanced (ACAS X)</p> </div>		C6 Full Automatic Decision Making	D6 Medium-Level Automation of Action Sequence Execution
			D7 High-Level Automation of Action Sequence Execution
			D8 Full Automation of Action Sequence Execution

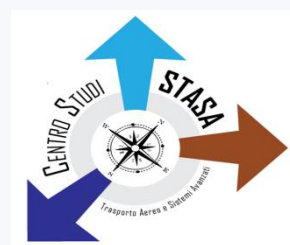
In questo nuovo scenario sono necessari nuovi approcci e soluzioni legali e in particolare è richiesta una ridefinizione e una redistribuzione delle responsabilità.

- **Chi è responsabile degli incidenti in sistemi socio-tecnici altamente automatizzati?**
- **In che modo la responsabilità per i guasti dei sistemi è ripartita tra operatori front-line, fornitori di servizi/compagnie aeree e produttori di tecnologie?**
- **Come possono essere armonizzate le diverse normative sulla responsabilità a livello sovranazionale, nazionale e locale? Come si può garantire la responsabilità, promuovendo al contempo la sicurezza?**

Un Magistrato del Tribunale di Milano

Per giudicare casi che coinvolgono automazione non è assolutamente sufficiente conoscere il codice ma sono indispensabili le conoscenze tecniche che consentano di inquadrare correttamente il funzionamento, la causa tecnica, il nesso causale e quindi individuare correttamente i soggetti e le responsabilità.

Progetto Alias (EIU e Deep Blue)



Progetto che è stato co-finanziato by EUROCONTROL per conto del SESAR Joint Undertaking.

Ha prodotto due risultati principali:

LEGAL CASE: metodologia che utilizza una varietà di strumenti di supporto, come **LOAT**, diagrammi di flusso, mappe per affrontare i problemi legali delle tecnologie automatizzate durante il processo di progettazione. E' un mezzo anticipare l'identificazione di potenziali criticità, la valutazione della loro probabilità e la definizione di possibili misure per prevenire eventi che causano responsabilità o per mitigarne gli effetti.

NETWORK di RICERCA LEGALE: è una piattaforma dedicata per le riunioni virtuali di comunità online, che condivide materiali digitali e affronta temi di attribuzione di responsabilità in contesti automatizzati.

Grazie per l'attenzione

virginio.bernabei@libero.it

