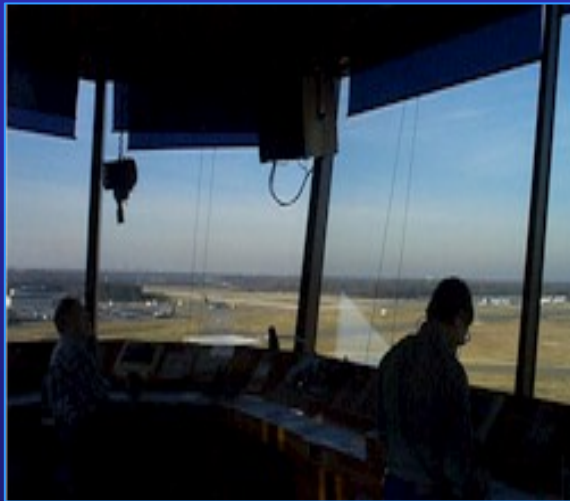


La sicurezza nel trasporto aereo

Studio sui fattori umani applicato alla fase del rullaggio:

Comunicazione tra piloti e personale ATC



Relatori:

Prof. Ing. Paolo Fadda

Ing. Gianfranco Fancello

Tesi di Laurea di:

Anna Rita Tarallo

Obiettivi della Tesi

Le grandi avarie degli impianti e gli errori operativi del personale sono oggi rari ma continuano a verificarsi errori decisionali in tutte le fasi di intervento umano.

Le statistiche mondiali sugli incidenti nell'aviazione civile dimostrano che:

**la causa ultima che determina l'evento lesivo
nel 57% dei casi è dovuta al fattore umano**

Inoltre:

➤ **Il 48% delle “*occupazioni indebite di pista*” è relazionato alla comunicazione tra piloti e personale ATC**

L'obiettivo che si pone questa tesi è :

- **Indicare quali siano le criticità che maggiormente incidono sulla qualità delle prestazioni del pilota, con particolare riferimento alla comunicazione con il personale ATC**
- **Individuare specifiche aree di intervento allo scopo di migliorare l'efficacia della simulazione ai fini della sicurezza nel rullaggio**

La sicurezza analizzata nell'ottica di un approccio sistemico alla progettazione

Occorre valutare tutte le interazioni e correlazioni tra le componenti del sistema di trasporti:

- ➔ Uomo
- ➔ Mezzo di trasporto
- ➔ Sistema di gestione
- ➔ Ambiente



Tali elementi devono essere considerati equivalenti ma viene riconosciuta

➤ la centralità dell'uomo in quanto:

- ➔ polo per il dimensionamento di tutte le funzioni obiettivo
- ➔ componente stessa da progettare
- **Pilota:** componente attiva diretta, interfaccia gli strumenti senza prendere alcuna iniziativa per quanto riguarda le modalità con cui si deve verificare il trasporto (traiettoria)
- **Controllore di volo:** componente attiva indiretta

Comunicazione piloti-personale ATC in rullaggio

Nelle fasi antecedenti al decollo il

pilota richiede :

- autorizzazione alla messa in moto
- autorizzazione al rullaggio
- autorizzazione al decollo

Fasi posteriori all'atterraggio:

- autorizzazione per parcheggiare e per la traiettoria da seguire



Condizioni di bassa visibilità

Secondo la normativa ICAO sotto i 400 m di visibilità scattano le **LVP** che richiedono apposite procedure



I fattori umani in aviazione

Disciplina che ha come oggetto il progetto di sistemi aderenti a limiti, stereotipi e capacità delle persone che ne diventeranno utilizzatori

Le Compagnie aeree pianificano ed eseguono le proprie azioni nel rispetto di standard internazionali ed aderiscono a politiche e procedure che prevedono il perseguimento di due obiettivi principali:

- **Produzione** ⇒ **Trasporto di passeggeri e merci** (Voce: Ricavi)
- **Sicurezza** ⇒ **Human Factors** (Voce: Costi)

Strumento di analisi utilizzato per la tesi: Modello SHELL

- **Software:** regolamenti e procedure
- **Hardware:** infrastrutture e veicoli
- **Livewhere:** componente umana
- **Environment:** struttura fisica e ambiente

Tematiche relazionate alla sicurezza analizzate nella tesi

- **Test e training**
- **Errore umano**
- **Compatibilità fisica**
- **Stress**
- **Carico di lavoro**
- **Comunicazione**

Test e training

➔ Corsi CRM : NOTECHS.

Si riferiscono ad attitudini e comportamenti.

Aree di meta:

- Comunicazione
- Fattori interpersonali
- Teoria delle decisioni
- Leadership
- Gestione dello stress
- Capacità critica



➔ LOS, LOFT, SPOT

Sessioni di addestramento condotte al simulatore con scenari vicini alla situazione della linea, che scorrono in tempi altrettanto reali.



Errore umano

Il Modello di Reason è un' efficace rete di protezione per l'errore umano.

Prevede quattro diversi livelli dell'errore, ciascuno dei quali influenza il successivo. Procedendo in maniera retroattiva a partire dall'incidente:

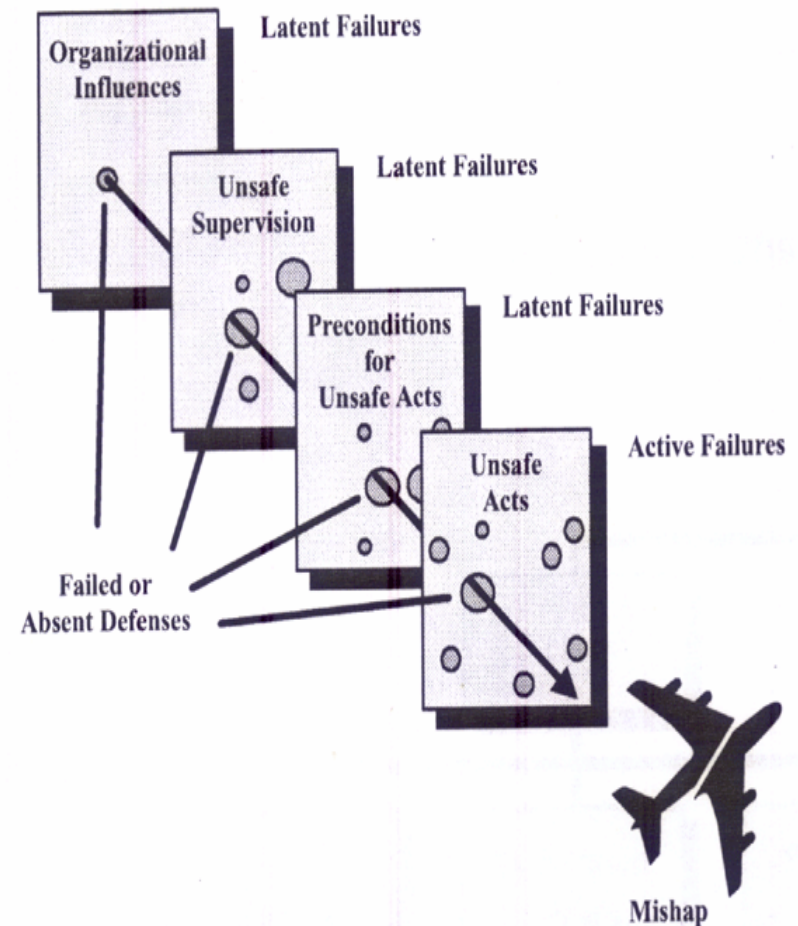
Errori attivi

- ➔ **Livello 1:** commessi dagli operatori diretti

Errori latenti

- ➔ **Livello 2 :** Fattori che facilitano l'insorgere dell'errore (fatica, comunicazione ambigua).
- ➔ **Livello 3 :** Deficit nella supervisione del sistema di gestione (training inadeguato).
- ➔ **Livello 4 :** Influenze da parte dell'organizzazione

James Reason's "Swiss Cheese" Model of Human Error Causation



Source: U.S. Federal Aviation Administration

Compatibilità fisica

Sistema uomo-macchina

La **Componente macchina** è costituita da:

- ➔ **Display** (visivi o uditivi) informano l'uomo sullo stato interno del sistema e sulle condizioni ad esso esterne
- ➔ **Sistemi di controllo** permettono all'uomo di percepire i cambiamenti nello stato del sistema.

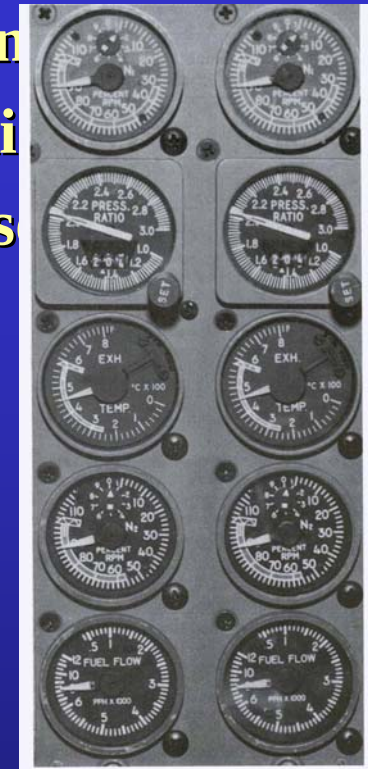
La Componente uomo tramite il display riceve l'informazione, la elabora e poi decide; a sua volta può richiedere alla macchina controlli per rilevare dei cambiamenti.

L'interfaccia uomo-macchina e' quindi un circuito chiuso a percorrimento bidirezionale



Display e strumenti di controllo

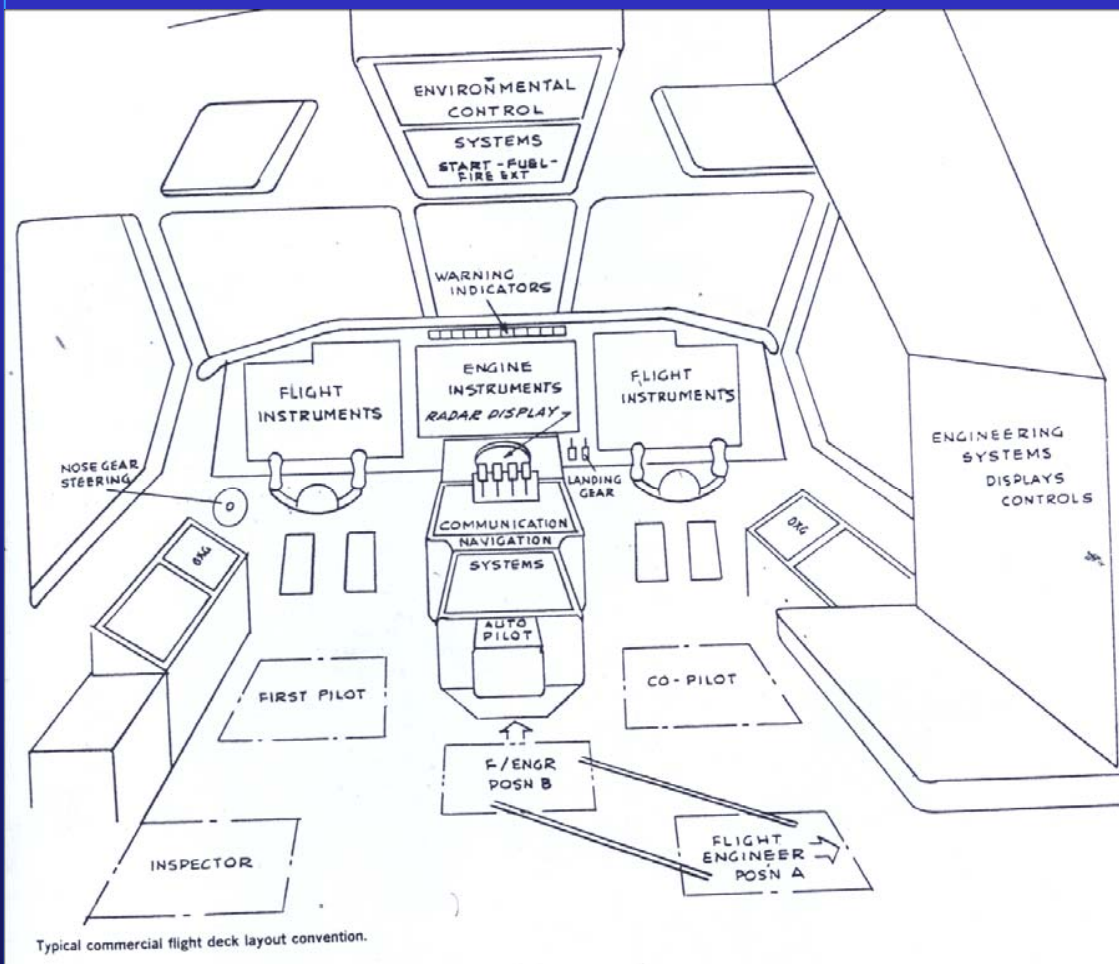
Il display consente il trasferimento di un'informazione dalla strumentazione all'operatore diretto, i comandi consentono il trasferimento dell'informazione in senso



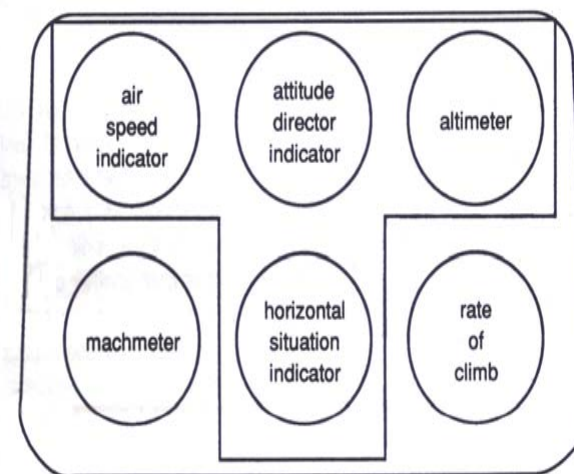
- I pannelli di controllo digitali sono preferibili quando si ha necessità di letture di precisione e sufficiente tempo a disposizione per la sintesi dell'informazione
- I display più apprezzati in situazione di poco tempo a disposizione sono quelli che riproducono lo strumento analogico, dal quale si può valutare la tendenza.

Sistemi di controllo

Strumenti attraverso cui l'operatore trasmette input alla macchina, sottoforma di messaggi oppure di comandi



Il pannello contenente gli strumenti per il volo ha la forma base a “T”, per soddisfare l'esigenza di monitorare velocemente e con accuratezza quattro parametri : altezza, velocità, assetto, indicatore di prua.



Carico di lavoro e fatica operativa

Negli USA, per determinare il limite di impiego per gli equipaggi, si considerano :

- **ora di inizio e di fine servizio**
- **numero di tratte volate**
- **numero di fusi sorvolati**
- **cicli circadiani**

(se la presentazione è compresa tra le 01:00 e le 05:59 locali).

In Italia la Circolare Ministeriale del 7/7/95 fa riferimento solo a:

- **Tempo di volo e di servizio**
- **Riposo**

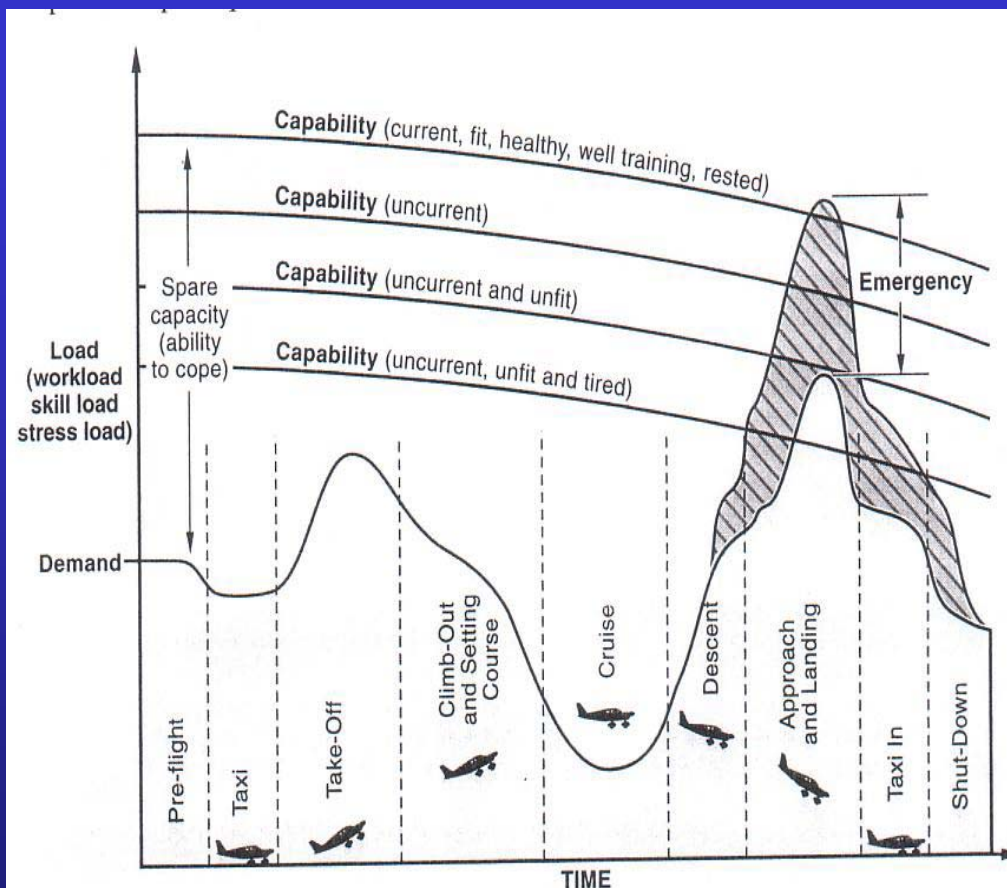


Figure 5-6 Overload

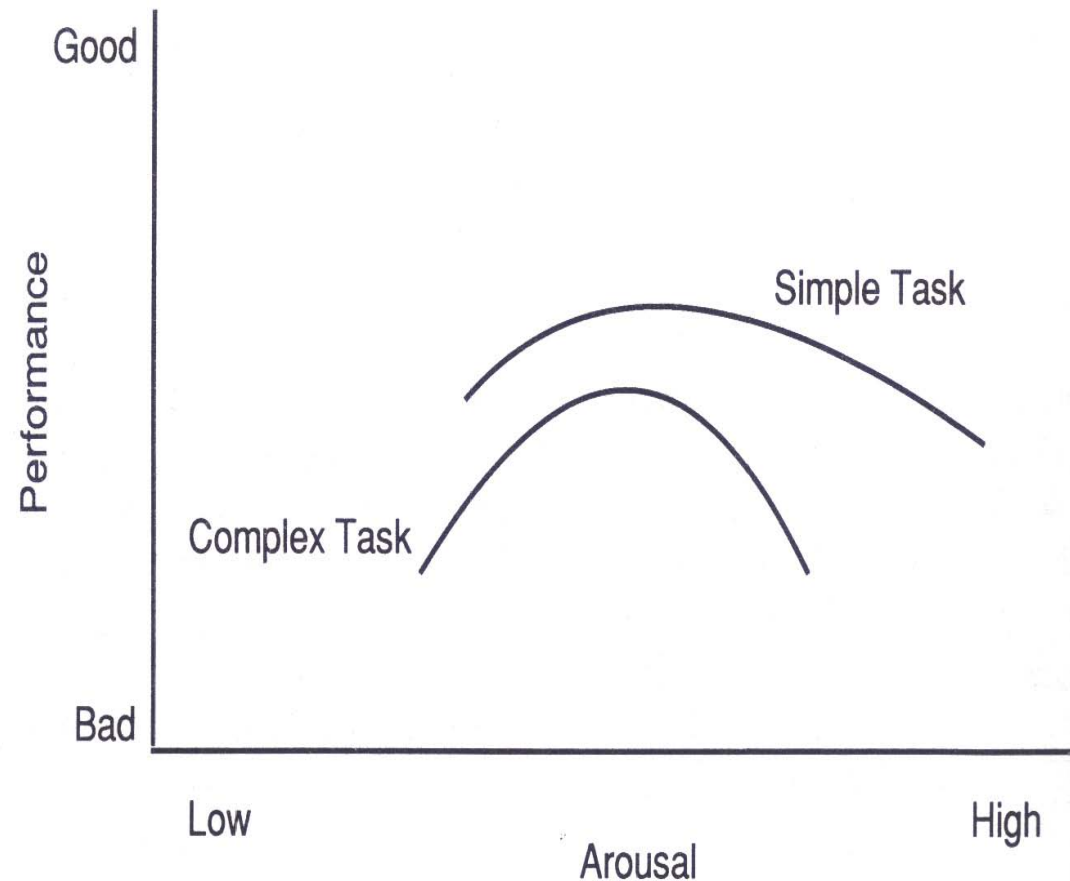
La stanchezza dei piloti è stata riconosciuta come fattore principale del 5% degli incidenti aerei

Stress

In una mansione di lavoro ad alto rischio occorre appiattare la curva della prestazione facendo realizzare al pilota una mansione a livelli di stimolo inferiori a quelli corrispondenti alla sua Σ di rottura.

Per fare questo si usa il training $\Rightarrow$

I piloti reagiscono ad una situazione di emergenza in modo automatico andando ad attingere ad una banca di memoria dei processi sempre aggiornata.



In limiti moderati lo stress assicura un buon tenore di prestazioni, oltre il livello ottimale si incorre in un' ipervigilanza che diminuisce la capacità di giudizio

Data Base formulato ed utilizzato per la tesi

→ 1° step:

sondaggio pilota

in forma di intervista diretta

→ 2° step:

questionario,

di 54 domande, formulato ex novo, esteso in maniera casuale a 143 piloti operanti nelle principali compagnie italiane.

Gli obiettivi sono :

Piloti	Compagnia	Personale operativo	%
32	Alitalia	2300	1,4
42	Meridiana	221	19
8	Volare	160	5,0
9	Air Dolomiti	166	5,4
52	Alpi Eagles	70	74
0	AirOne	Non fornito	0
143	Somme	2917	4,9

- 1) **Delineare lo stato psicofisico del pilota**
- 2) **Verificare se il progetto dell'abitacolo sia aderente a dettami ergonomici**
- 3) **Studiare le caratteristiche della compagine aeroportuale**
- 4) **Comunicazione dei piloti con il personale ATC**

Analisi dei dati

- Viene stabilita una gerarchia fra le variabili stesse in funzione del loro peso nei confronti del fenomeno analizzato
- Uso di tecniche di analisi multidimensionale che permettono l'individuazione di alcune variabili significative in grado di descrivere la problematica in studio

Sono state studiate le relazioni esistenti fra ciascuna delle variabili più significative :

- **Compagnia aerea**, variabile specifica caratterizzante il pilota
- **Locazione geografica della base operativa**, variabile caratterizzante lo scenario operativo

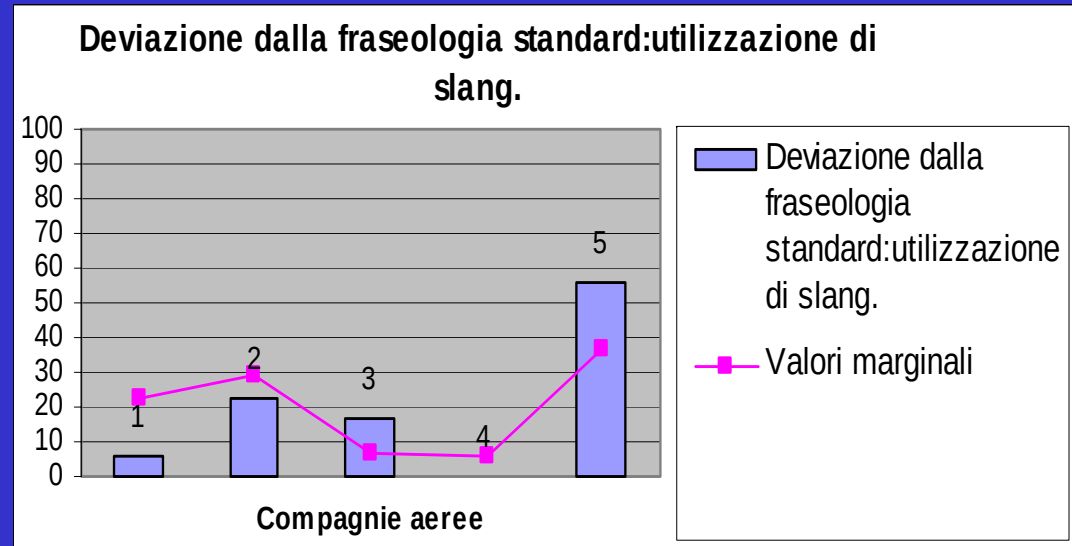
Normativa in materia di comunicazione

- ➔ Uso della fraseologia standard specifica
- ➔ Uso della lingua inglese
- ➔ Prescrizione di read back obbligatoria per il pilota nel caso di autorizzazioni e istruzioni riguardanti l'uso della pista
- ➔ Readback richiesto dal controllore qualora il pilota ometta di osservarlo
- ➔ Uso di cadenza regolare che non superi le 100 parole al minuto

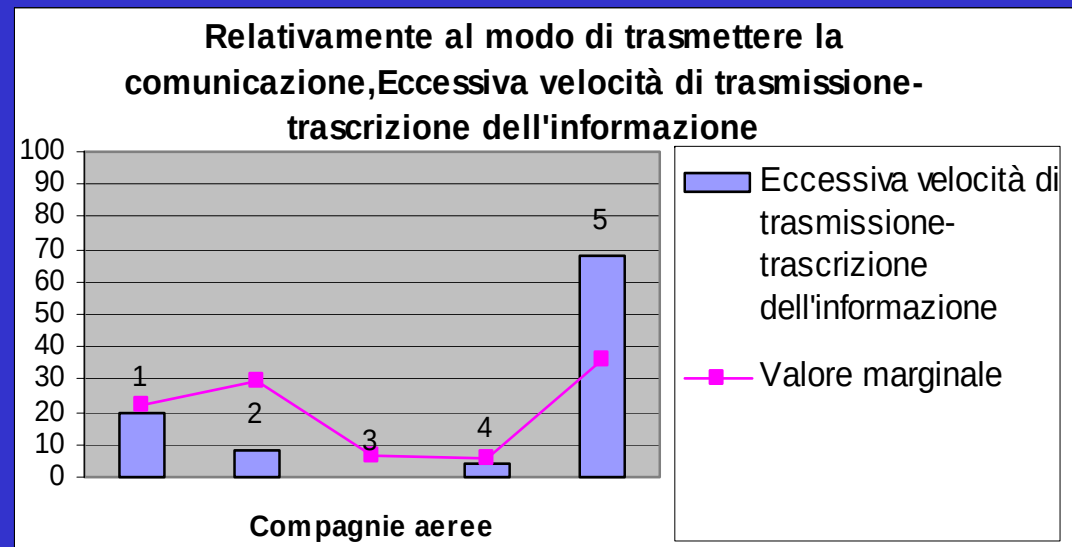


Criticità rilevate dai piloti intervistati nella compagnia (5)

➔ Deviazione dalla fraseologia standard: uso di slang

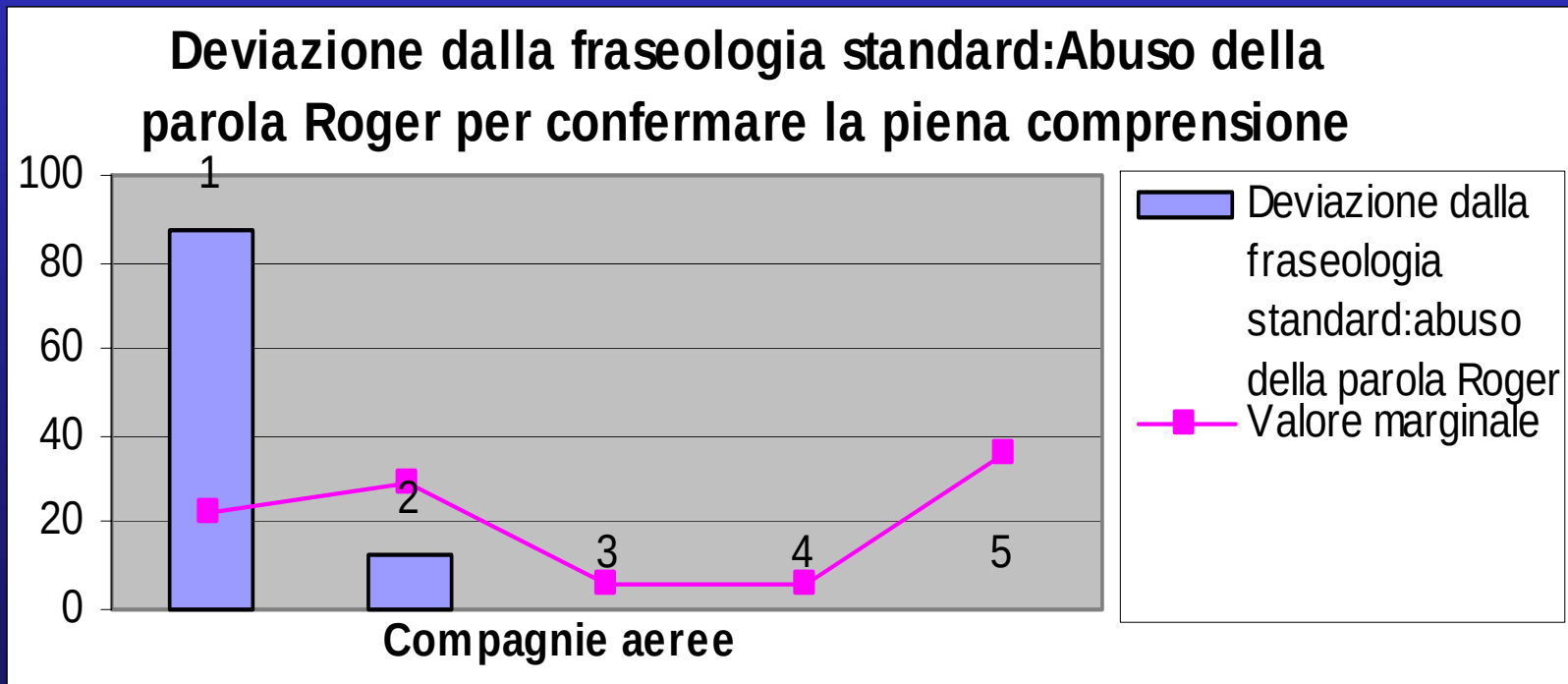


➔ Relativamente al modo di trasmettere la comunicazione, il pilota ha eccessiva velocità di trasmissione dell'informazione



Criticità rilevate dai piloti intervistati nella compagnia (1)

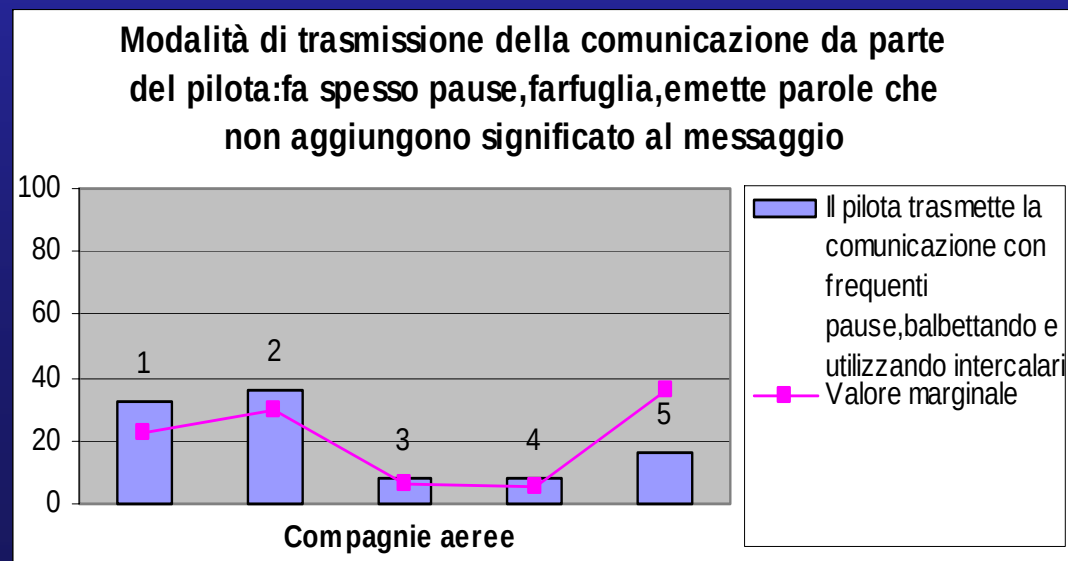
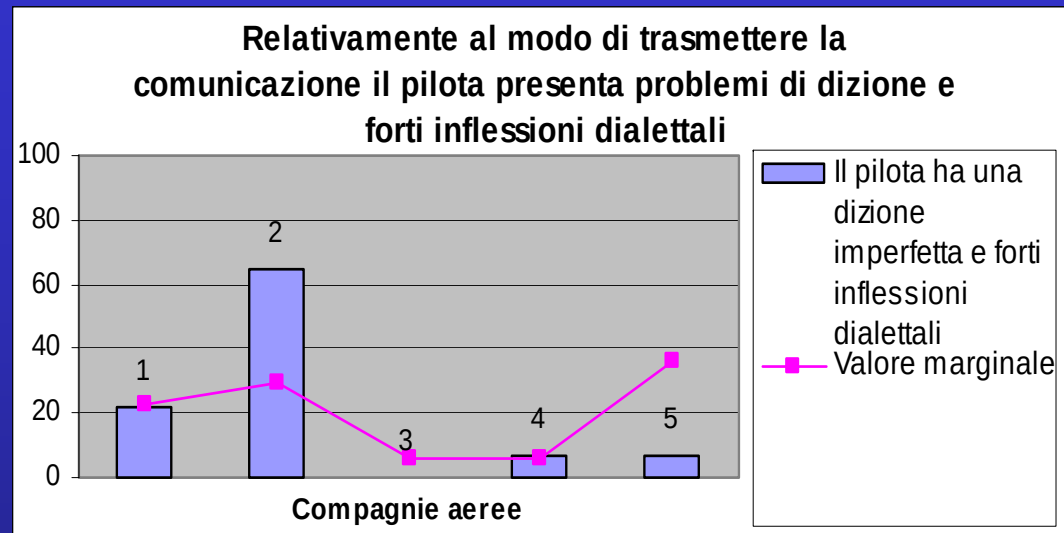
- ➔ Deviazione dalla fraseologia standard: abuso della parola *Roger* per confermare la piena comprensione



Criticità rilevate dai piloti intervistati nella compagnia (2)

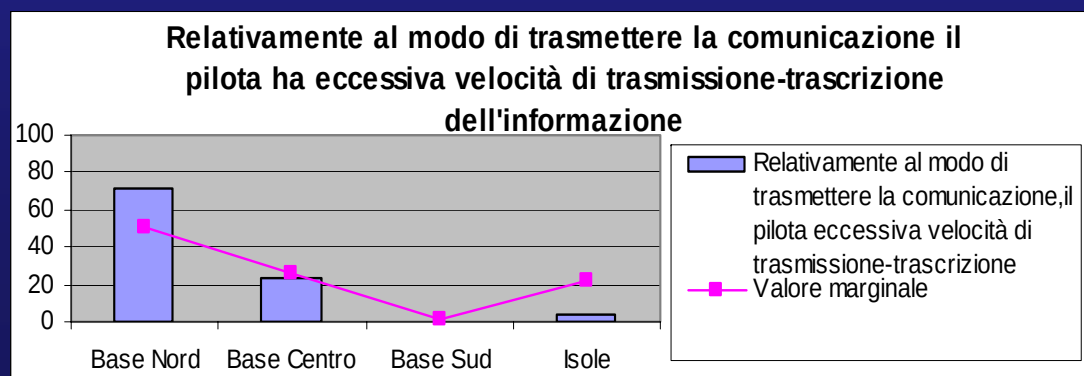
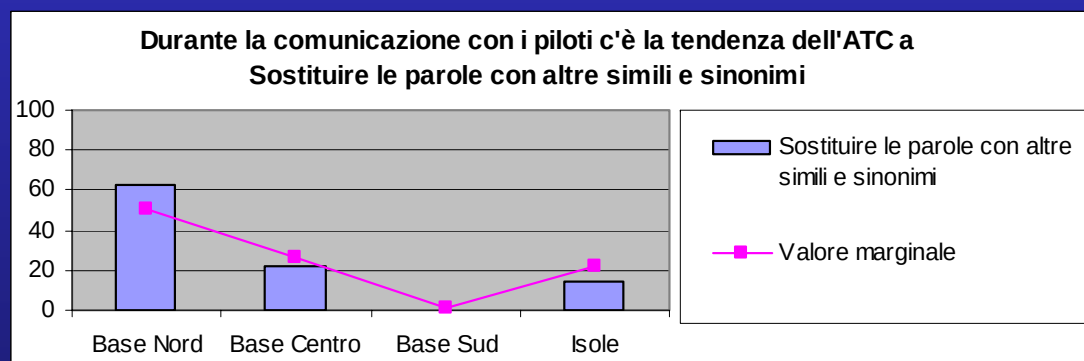
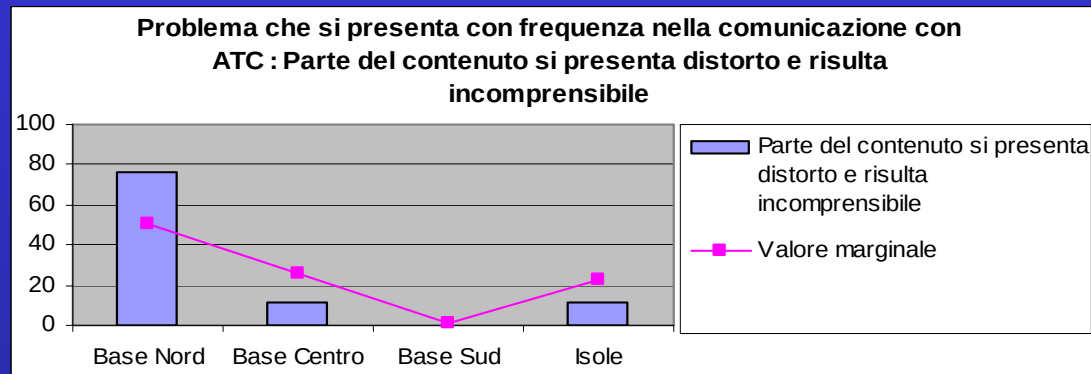
➔ Relativamente al modo di trasmettere la comunicazione, il pilota presenta problemi di dizione e forti inflessioni dialettali

➔ Modalità di trasmissione della comunicazione da parte del pilota: fa spesso pause, farfuglia, emette parole che non aggiungono significato al messaggio



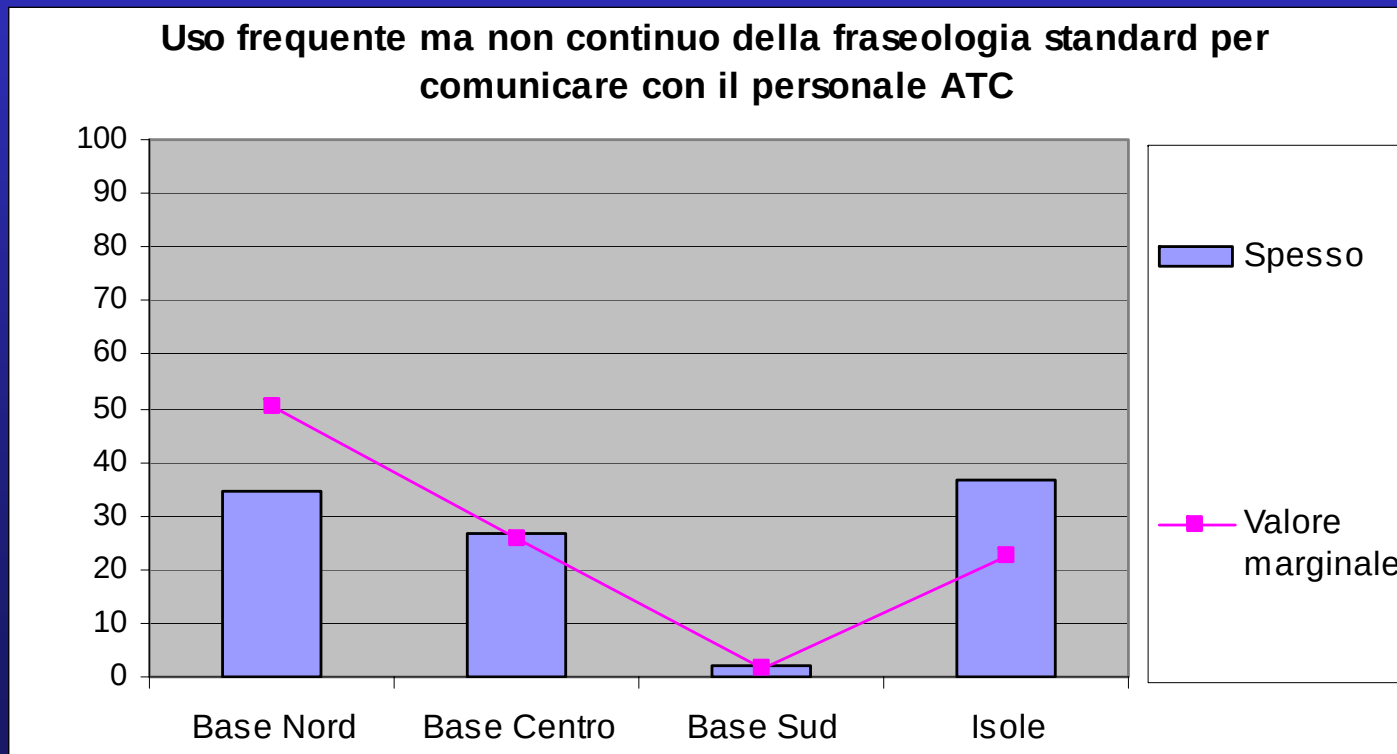
Criticità rilevate dai piloti intervistati con base operativa sita in Italia Settentrionale

- ➔ Durante la comunicazione con il personale ATC spesso parte del contenuto si presenta distorto o risulta incomprensibile
- ➔ Tendenza da parte del personale ATC a sostituire le parole della fraseologia ICAO con altre simili o sinonimi
- ➔ Relativamente al modo di trasmettere la comunicazione il pilota usa un'eccessiva velocità di trasmissione



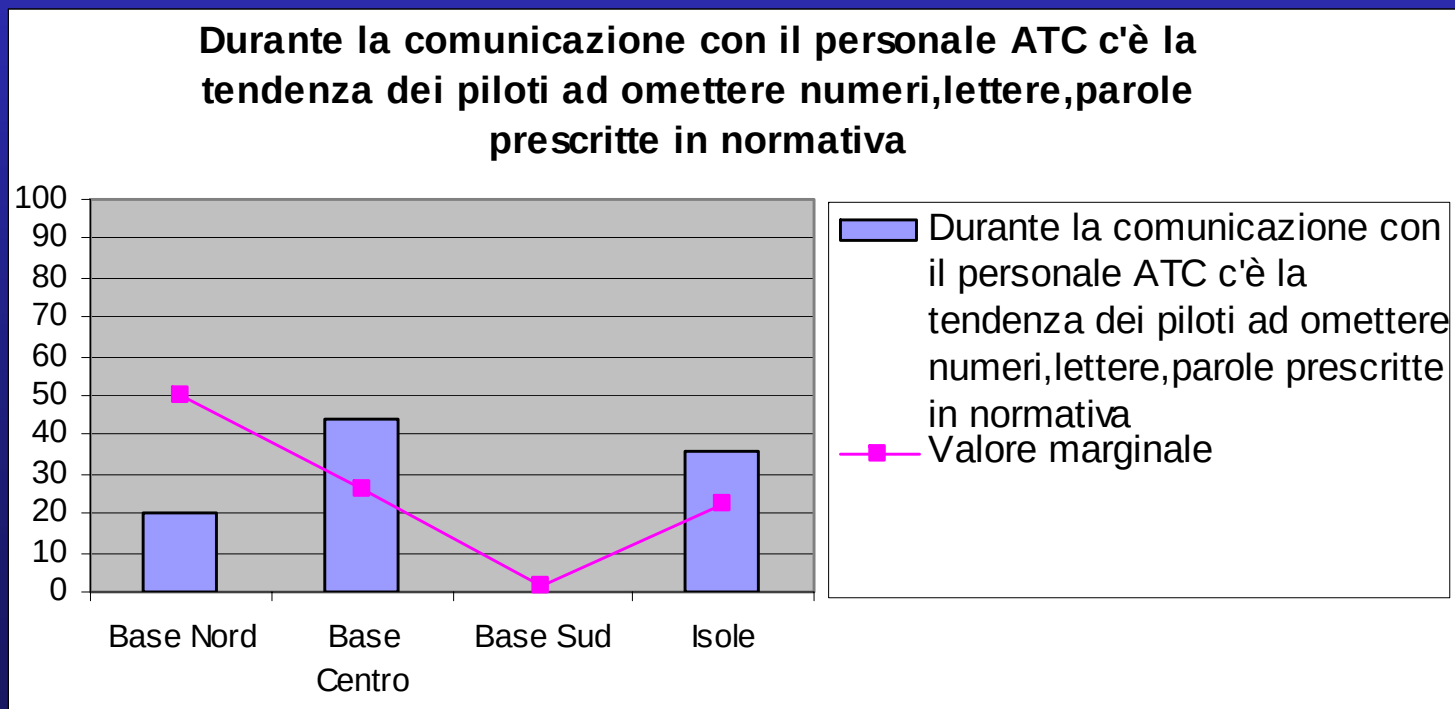
Criticità rilevate dai piloti intervistati con base operativa sita nelle Isole

- ➔ Uso frequente ma non continuo della fraseologia standard per comunicare con il personale ATC

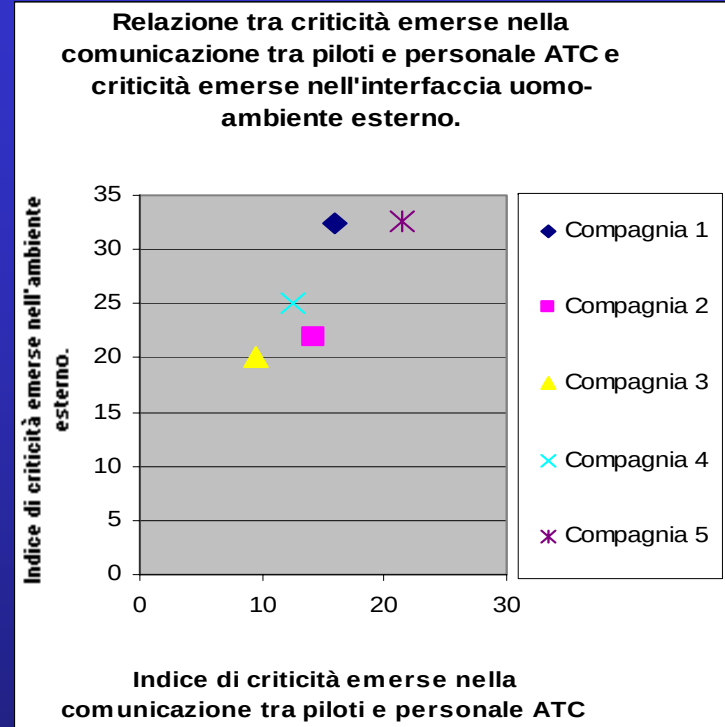
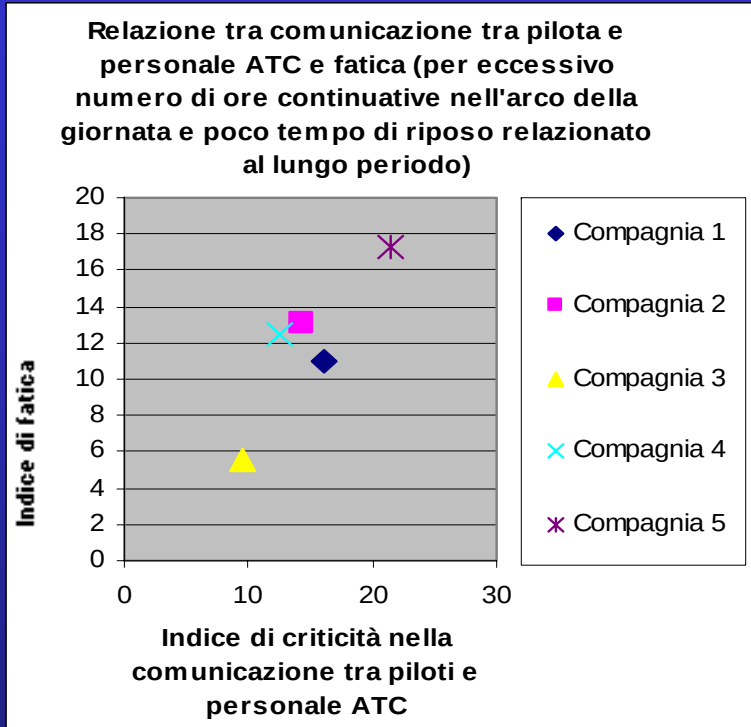


Criticità rilevate dai piloti intervistati con base operativa sita in Italia Centrale

- ➔ Durante la comunicazione con il personale ATC c'è la tendenza da parte dei piloti ad omettere numeri, lettere e parole prescritte nella normativa ICAO

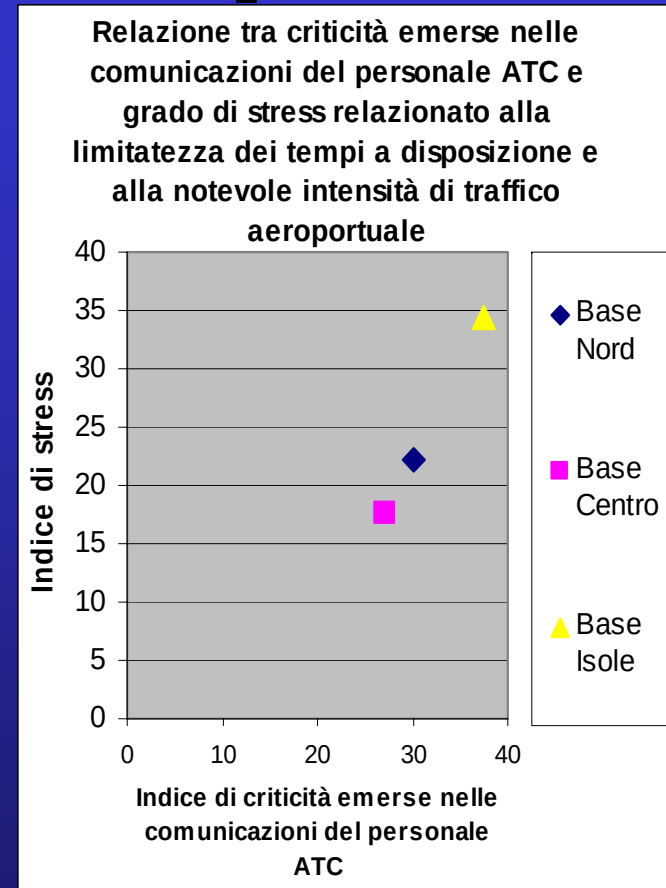
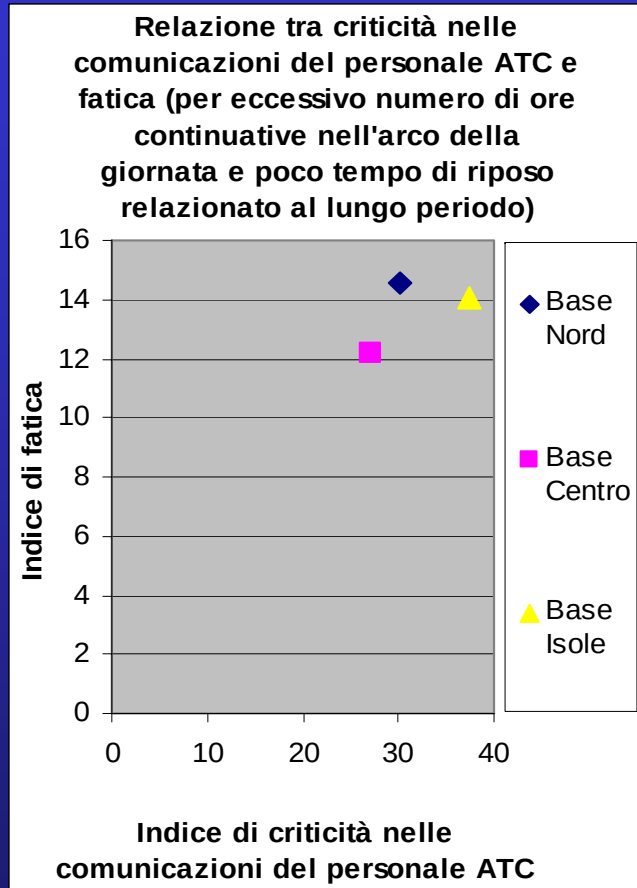


Analisi delle relazioni tra macrovariabili in base alle compagnie aeree



Introdotti indici che esemplificassero i risultati ottenuti, è risultato che l'insorgere di criticità nelle comunicazioni tra piloti e ATC aumenta, con andamento quasi lineare, all'aumentare della fatica avvertita dall'operatore e delle criticità emerse nell'interfaccia con l'ambiente esterno. Questo fenomeno suggerisce una possibile relazione ed un reciproco rafforzamento tra le variabili esaminate

Analisi delle relazioni tra macrovariabili in base alla locazione delle basi operative



L'insorgere di criticità nelle comunicazioni del personale ATC aumenta, con andamento quasi lineare, all'aumentare della fatica e dello stress avvertito dai piloti

Analisi di incidenti dove sono emerse le criticità rilevate dall'analisi del database

Le criticità emerse dall'analisi del database sono state rilevate, ad ulteriore conferma della necessità di approfondimento, anche nell'incidente occorso l' 8 ottobre 2001 all'aeroporto di Linate, dove un MD-87 SAS durante il decollo collideva con un aeromobile Cessna.

L'analisi del rapporto redatto dalla Commissione Di Inchiesta ha permesso di evidenziare che :

- ➔ **La fraseologia utilizzata nel corso delle comunicazioni radio T/B/T non è stata conforme agli standard ICAO**
- ➔ **I controllori non hanno rispettato né fatto rispettare la corretta applicazione della norma del read back**
- ➔ **Le comunicazioni T/B/T si sono susseguite sia in lingua inglese sia in lingua italiana**

L'errore di pianificazione nella comunicazione

Secondo la classificazione proposta dal Reason, esistono due classi di errori nella comunicazione:

- **Errori di pianificazione e decisionali**
- **Errori esecutivi**

Dei primi, sono stati identificati due principali fattori causali:

- **Incomprensioni e Fraintendimenti**
Errore durante il read back dell'autorizzazione ricevuta
- **Aspettative e tendenza a confermare**
Rifiuto dell'autorizzazione ricevuta se in conflitto
con aspettative basate sull'esperienza

Metodologie per ridurre l'insorgere degli errori di pianificazione

Per ridurre l'insorgere degli errori di pianificazione occorre presentare l'autorizzazione in un modo privo di ambiguità e di possibili fraintendimenti

Nelle comunicazioni è possibile differenziare :

- ➔ **Informazioni** (meteo, pista in uso, traffico), impartite ad ogni singolo velivolo.
- ➔ **Istruzioni** (es. autorizzazioni)

Il data link consente uno scambio di dati digitali dalla consolle del controllore ad un display in cabina. Fornendo dati da leggere e non verbali, riduce sensibilmente incomprensioni, dubbi ed errori nello scambio dei messaggi aumentando così la sicurezza e la velocità delle comunicazioni

Trasmettendo sulla frequenza le sole autorizzazioni, l'invio metodico di elementi di informazione di routine in modalità Data Link potrebbe alleggerire il carico di lavoro ATC e l'impegno della frequenza

Proposta e obiettivi per la ricerca al Simulatore

Individuate le criticità, confermate anche dall'analisi di recenti eventi lesivi, la simulazione delle comunicazioni tra piloti e personale ATC in modalità Data Link è uno degli strumenti a disposizione per rilevare :

- ➔ **Modalità e canali di manifestazione dell'errore in relazione allo stato psicofisico**
- ➔ **Riduzione del carico di lavoro**
- ➔ **Impatti della nuova tecnologia al fine di rilevare nuove criticità**
- ➔ **Verifica sulla riduzione dei tempi caratteristici**
- ➔ **Riduzione della "Congestione della frequenza"**
- ➔ **Canali attraverso cui disporre di un sistema di trasmissione "voice"**
- ➔ **Modalità di monitoraggio e verifica dello scambio di informazioni**
- ➔ **Funzionalità di sistemi di avvisi per malfunzionamenti, sistemi d'emergenza e segnalazione di interferenza illecita**

Utilità del training condotto al simulatore

L'operatore che ha avuto esperienza con una data situazione dispone di un'informazione immagazzinata nella memoria di lungo periodo e va istintivamente ad attingere nella banca dei processi l'azione da compiere in quel determinato caso.

Il training al simulatore consente di mantenere l'operatore sempre pronto e preparato nei confronti delle diverse situazioni che si potrebbero verificare facendo sì che proceda direttamente dall'input all'azione con tempi di codifica dei segnali entro canoni prefissati

Implementazione del software per il training al simulatore in materia di comunicazione

- **Lo scenario proposto dovrà comprendere:**
 - ➔ **Situazioni di visibilità non ottimale (nebbia ed operazioni notturne)**
 - ➔ **Diverse situazioni di traffico e familiarità con la compagine aeroportuale**
- **Gli obiettivi specifici saranno:**
 - ➔ **Comprensione immediata dell'autorizzazione**
 - ➔ **Reazione immediata ad un'eventuale incomprensione**
 - ➔ **Effettuazione del read back e sua correzione se inesatto**
 - ➔ **Celerità nella manifestazione di dubbi e perplessità**
 - ➔ **Celerità nella realizzazione di aver commesso un errore**
 - ➔ **Immediatezza nella correzione dell'errore riconosciuto**

Conclusioni

- L'attuale livello di crescita del traffico aeroportuale ha reso urgente un processo di ammodernamento dei sistemi di controllo del traffico aereo introducendo livelli di automazione che consentano al controllore di svolgere in modo chiaro e sicuro compiti ora effettuati in modo verbale o manuale.
- La simulazione del rullaggio è un efficace strumento per la verifica di come un'autorizzazione presentata al pilota con le tecnologie del tipo data link possa contribuire a far decrescere l'insorgere di incomprensioni, scongiurando possibili "invasioni di pista".

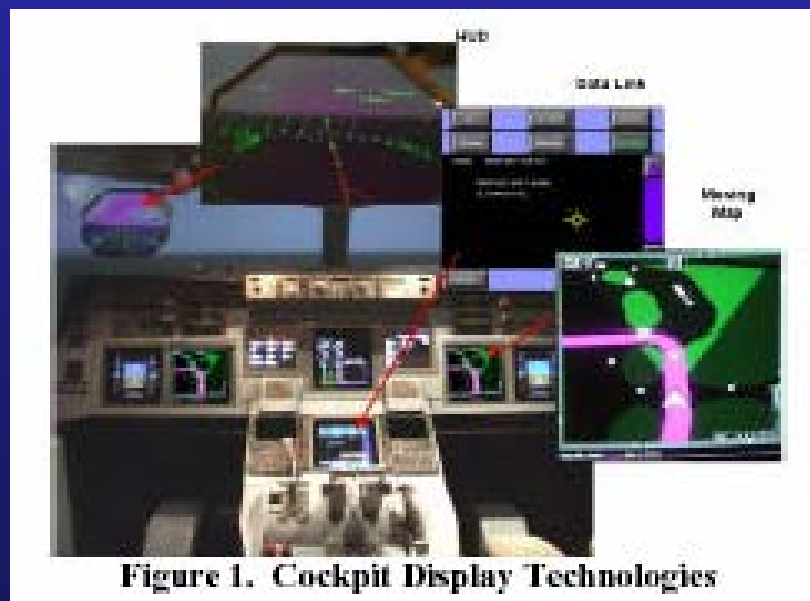


Figure 1. Cockpit Display Technologies

