



LA SICUREZZA NEL SETTORE MARITTIMO

Il fattore umano e la valutazione del rischio

Prof. Antonio Caputo – Istituto Tecnico Nautico L. Calamatta – Civitavecchia

PREFAZIONE

Le pagine che seguono non vogliono rappresentare un lavoro esaustivo sull'argomento della sicurezza in campo marittimo. L'obiettivo che ci si è prefissati è quello di portare a conoscenza del lettore le problematiche connesse con l'argomento e di prenderne spunto per un futuro approfondimento.

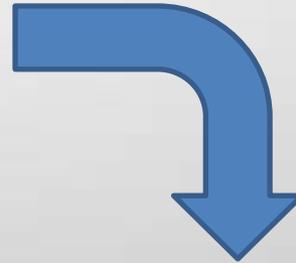
La lettura da parte del docente di navigazione dovrebbe favorire l'approccio verso un nuovo tipo di didattica che vede la sicurezza come obiettivo principale. In passato, la sicurezza è entrata nei programmi scolastici ma la sicurezza non è solo un insieme di conoscenze teoriche. Senza l'interazione dell'uomo con l'ambiente di lavoro, con la macchina, senza la conoscenza del fattore umano quelle poche conoscenze che da sempre insegniamo non si possono trasformare in vere competenze spendibili in quell'esclusivo sistema tecnico-sociale chiamato nave.

Contenuti

1. [Il problema: la sicurezza](#)
2. [Il conflitto culturale](#)
3. [La cultura della sicurezza](#)
4. [Safety management system](#)
5. [Rest period](#)
6. [Il sinistro come risorsa per evitarlo](#)
7. [La perdita di consapevolezza della situazione](#)
8. [The Socio-Tecnical System Model](#)
9. [La valutazione del rischio](#)
10. [L'analisi preliminare](#)
11. [Hazard and Operability Analysis \(HAZOP\)](#)
12. [Failure modes, Effect and Criticalty Analysis \(FMECA\)](#)
13. [Fault Tree Analysis \(FTA\)](#)
14. [L'analisi costi benefici \(CBA\)](#)
15. [Note bibliografiche](#)

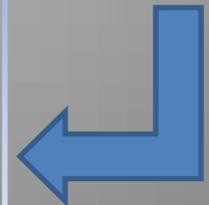
Il problema: la sicurezza

Nel settore marittimo, dal 1914, prima stesura della convenzione IMO-SOLAS (*International Maritime Organization - Safety of life at sea*) ⁽¹⁾ ad oggi, sono stati emanati con continuità regolamenti internazionali che hanno ridotto sensibilmente le statistiche delle perdite, passate dal 3% del 1900 allo 0,25 % del 2000 ⁽²⁾.



Grazie al continuo aggiornamento normativo, ai periodici controlli, alle nuove tecniche di costruzione, oggi si può ritenere che si siano raggiunti elevati livelli di sicurezza grazie allo standard delle moderne costruzioni navali, della formazione del personale navigante, delle società di navigazione (Quality Management, Environmental Management e Safety Management ⁽³⁻⁴⁻⁵⁾) rispetto ad altri tipi di impresa.

Nonostante il raggiungimento di elevati livelli di affidabilità, il problema della sicurezza è stato e rimane il problema principale del settore marittimo.



Perché investire ancora in sicurezza?

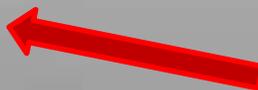
Sebbene siano stati raggiunti questi incoraggianti risultati, la sicurezza è ancora il problema del giorno e perciò si cerca di migliorarla ancora. Uno dei motivi di ciò è che assistiamo ancora oggi ad incidenti provocati da errori banali o da avarie causate da errori umani nonostante il raggiungimento degli elevati standard citati in precedenza.



Negli incidenti, ciò che emerge, una volta analizzati, è che la sicurezza delle navi e dei loro equipaggi è nelle mani del fattore umano nonostante l'elevato livello di automazione presente. Il fattore umano è risultato presente in certi casi dove la sicurezza era solo "cartacea" essendo state ottenute le dovute certificazioni in maniera fraudolenta oppure, altro esempio, era presente nelle procedure della compagnia dove alcuni punti di verifica e di valutazione erano stati trascurati o addirittura omessi a causa di una esemplificazione più o meno eccessiva del sistema. In questi casi, attribuire al fattore umano la causa del sinistro deve rappresentare un punto di partenza e non la conclusione di un'indagine.



Il primo esempio è certamente grave tanto è vero che l'[IMO](#), a livello internazionale, e l'[EMSA](#) (*European Maritime Safety Agency*), a livello europeo, sono molto attenti al problema. Il secondo esempio come vedremo, rappresenta la continua e dovuta evoluzione della gestione del sistema e ne rappresenta **un punto critico.**



Perché è difficile aumentare la sicurezza

La sicurezza è cultura. Questo importante assioma, ancora difficile da recepire, ci dice che la sicurezza non è solo un insieme di norme o di questioni tecniche da rispettare. La cultura rappresenta il modo comune di vivere all'interno di un gruppo di persone esiguo o numeroso che sia. Se all'interno di un gruppo vige una determinata cultura allora la cultura potrà pregiudicare l'ambiente di lavoro e quindi la sicurezza stessa.



Un osservatore esterno al gruppo potrebbe pensare che la sicurezza o il suo progresso sia piuttosto basso mentre, al contrario, un rappresentante del gruppo reputerà il suo ambiente di lavoro sicuro e questo solo per la differente cultura.



La sicurezza non è solo una questione tecnica come sarebbe lecito supporre se ciò fosse vero sarebbe stato sufficiente ammodernare e automatizzare le navi e riempirle di checklists. In realtà è stato più facile “svecchiare” le navi che cambiare la cultura e con essa il comportamento dell'essere umano nei confronti della sicurezza.

[torna al menù principale](#)

Il conflitto culturale

Helmreich e Merritt ⁽⁶⁾ nel loro lavoro presentano tre tipi di culture che possono influenzare l'ambiente di lavoro:

- **Nazionale**
- **Professionale**
- **Organizzativa.**

Queste tre culture hanno la capacità di influenzare bilateralmente le interazioni individuo – individuo o individuo – gruppo sia in maniera positiva sia in maniera negativa. Quando le interazioni che avvengono sono negative si può avere l'incidente, il sinistro.



La cultura nazionale

A bordo di una nave le nazionalità presenti sono oramai infinite e per complicare le cose è spesso differente la nazionalità dell'armatore, del proprietario, del noleggiatore, del proprietario del carico.

Le diverse culture nazionali possono creare delle incomprensioni che non sono solo dovute alla lingua ma, per esempio, alla diversa interpretazione di concetti quali la comunicazione, il lavoro di squadra, la responsabilità e l'autorità. La diversa interpretazione culturale di questi concetti può portare ad incomprensioni e conflitti che possono mettere a scapito il livello di sicurezza della nave.

Il pericolo, questa volta, non è tecnico, non è causato dalla nebbia dei mari, è causato da un conflitto interculturale dovuto solo ad alcune parole comunicate in modo diverso da come ce lo aspettavamo.

Asia	Centro America	Filippine
UK	Cina	India
USA	EU	Italia
Caribbean	Europa dell'Est	Korea/Myanmar

La cultura professionale

Dalla tradizione del singolo alla dinamicità del gioco di squadra

In questi ultimi anni si è passati dalla cultura del singolo, ovvero del comandante, alla cultura del gruppo, del *teamwork* con il risultato che lo scambio di comunicazioni, e quindi di informazioni, è aperto e accessibile a tutto il *bridge team* e non più oligarchico come in passato. Ciò è avvenuto grazie ad un addestramento specifico, in realtà, obbligatorio per il solo personale di coperta, che ha migliorato e reso più dinamica la cultura professionale.

Nonostante esista questo particolare addestramento, voluto dall'[IMO](#) ⁽⁷⁾ ed in continuo [aggiornamento](#), per aumentare il livello della cultura professionale ci vuole tempo e un approfondito intervento formativo a causa della staticità di alcuni soggetti che, per esempio, cercano la via più breve, evitando le scabrosità che un tale processo prevede e ciò, purtroppo, è ancora un modo naturale di comportarsi mettendo così in secondo piano il fattore sicurezza.

La cultura organizzativa

L'organizzazione modifica il comportamento umano

La staticità presente in alcuni soggetti può essere rimossa grazie alla cultura organizzativa che è caratterizzata e si impone grazie ad una specifica formazione, al lavoro di squadra e alla comunicazione.

La cultura organizzativa influenza il comportamento umano grazie ad un insieme di norme e di valori condivisi dal singolo e dal gruppo. In tal modo, il singolo ed il gruppo si adegueranno ai valori organizzativi e di controllo interni cercando di raggiungere o di potenziare sensibilità etiche e giuridiche.

Pianifica, Esegui, Correggi, Agisci,

L'applicazione degli standard internazionali della serie [ISO 9000](#) ha cercato di codificare l'organizzazione del lavoro per garantire al meglio il controllo del processo produttivo. Attraverso il cosiddetto [ciclo di Deming](#) (PDCA - **Plan, Do, Check, Act.**), le norme delineano un modello di gestione che è sicuramente dinamico essendo rivolto al miglioramento continuo ma che non è certamente infallibile. Le norme si basano sulla correzione continua e pertanto eventuali errori di pianificazione possono essere scoperti e corretti o subito (nel "**Check**") o in una fase successiva, per esempio, durante un [audit](#), interno o esterno.

In caso contrario, la mancata identificazione di un errore o d'una omissione in una determinata procedura o istruzione rappresenta un pericolo latente.



Il Ciclo di Deming

Il risvolto della medaglia

L'organizzazione può avere come conseguenza-influenza l'incidente, il sinistro e questo si può avere a causa di:

- **gestione delle risorse**
- **clima organizzativo**
- **processi operativi**

come riportato nello studio di Shappell, S.A.e Wiegmann, D.A. ⁽⁸⁾, [The Human Factors Analysis and Classification System—HFACS](#) .

Lo studio del 2000, si pone come metodo per la ricerca delle cause di un sinistro ed è applicato alla navigazione aerea. Analizza l'errore umano inteso questo **non** come il gesto (finale) che ha condotto al sinistro ma come una sequenza di quattro “*failure*” dovute al fattore umano. Lo studio prende spunto dal cosiddetto modello del “[Swiss cheese](#)” studiato da J.Reason ⁽⁹⁾ che, attraverso quattro livelli di “*failure*” dovute al fattore umano, ciascuna influenzante la successiva, conducono all'incidente. Tornando alle “**Organizational Influences**” del lavoro di Shappel-Wiegman, nella Tabella 4 di pag.12, tra gli errori citati, si trovano tutte quelle voci come: “**Risorse umane. Deficiente pianificazione. Istruzioni. Gestione del rischio. Catena di Comando. Addestramento. Norme e regole. Etc.**” che, in realtà dovrebbero essere studiate ed applicate appositamente per **non** influenzare o causare un sinistro. Sino ad allora, infatti, questi errori passavano inosservati da parte di chi doveva indagare sul sinistro e pertanto gli errori rimanevano, rendendo ancora insicuro l'applicazione delle procedure.

[Ritorna al menù principale](#)

La cultura della sicurezza

La cultura della sicurezza e la sua evoluzione è ben trattata nello studio del Prof. P.Hudson: [Safety culture: the ultimate goal](#) ⁽¹⁰⁾ del 2001 a cui si rimanda. La cultura della sicurezza unisce il meglio, cercandone di eliminare i punti deboli, delle tre culture esaminate e ne rappresenta la dovuta evoluzione per poter assicurare la giusta sicurezza all'impresa. È interessante vedere, nel lavoro citato, i vari stadi di sviluppo che un'impresa, in senso generico, anche se nello studio ci si riferisce al trasporto aereo, deve attraversare nella sua evoluzione che la porta ad acquisire la cultura della sicurezza. Frasi come “sempre più informati” e “aumentare la fiducia” sembrano essere i cardini di questa evoluzione ma il cammino è molto più complesso. La base della cultura della sicurezza è la cultura organizzativa che deve essere applicata “pensando all'impensabile” infatti solo così si possono eliminare gli errori, citati da Shappell e Wiegmann nel loro lavoro. Ma non è tutto. Lo studio del Prof.Hudson si rivolge ai dirigenti che, per esempio, con maggiore peso, devono avere un'ottima comunicazione con il resto del personale per poter aumentare le loro prestazioni a tutti i livelli e renderli partecipi del cambiamento culturale in atto. In caso contrario, si potrebbe ritenere che gli incidenti siano causati dalla stupidità o disattenzione dei dipendenti.

La sicurezza come business

La sicurezza non è solo l'applicazione burocratica di un insieme di norme e regolamenti, continua lo studio del Prof.Hudson, ha un costo e parlare solo di costi è assolutamente contrario a quanto si vuole ottenere dal *Safety Management*.

Una volta che i dirigenti si rendono conto che la cultura della sicurezza è economicamente vantaggiosa e che i costi sostenuti per il suo raggiungimento devono essere considerati come degli investimenti, con un ritorno positivo per l'impresa, la strada per una cultura della sicurezza è aperta.

La sicurezza? bisogna cambiare

Il modello per cambiare cultura, proposto dal Prof.Hudson, prevede:

Consapevolezza

Pianificazione

Azione

Manutenzione

che sembra essere simile a quanto richiesto dalla cultura organizzativa, attraverso l'applicazione delle ISO 9000 ma che da questo modello differisce per alcuni punti innovativi.

La maggiore consapevolezza di quanto un'organizzazione possa fornire è fondamentale per la conoscenza di una alternativa a quanto sino ad oggi eseguito e questo si ha con la creazione del bisogno di un continuo aggiornamento. Nella pianificazione devono essere coinvolti tutti i dipendenti per poter verificare ed organizzare tutte le azioni attraverso degli indicatori di successo. Nel momento del fare occorre già partire con nuovi piani d'azione e i progressi ottenuti saranno valutati concentrandosi sul successo dei risultati. Il controllo dei risultati ottenuti deve essere svolto per vedere se i nuovi valori e le ultime opinioni siano state attuate in pieno.

[Ritorna al menù principale](#)

Safety Management System

Non è una scelta è un obbligo

Il 1 luglio 1998, l'IMO ha adottato l'*International Safety Management (ISM) Code*, approvato dall'IMO con Ris. A.741(18), come nuovo capitolo della *SOLAS*, Capitolo IX, Gestione della sicurezza delle navi,⁽⁵⁻¹⁾.

Il codice deriva da alcune linee guida dell'IMO per le navi traghetto a seguito del sinistro del 6 marzo 1987 della [Ro-Ro Pax Herald of Free Enterprise](#) che, a causa del suo capovolgimento, causò la perdita di centonovantatré vite umane. Infatti, analizzando i sinistri accaduti, come quelli citati in seguito, l'IMO, come già detto, oltre a emanare particolari disposizioni sulla progettazione, costruzione e sulla stabilità delle navi si accorse che particolari situazioni rendevano più che probabile, se non certa, la formazione dell'errore umano. In tal modo s'iniziò a parlare, più propriamente, di fattori umani, i quali, concatenandosi tra di loro, generavano il sinistro. La gestione della nave doveva essere messa sotto controllo, finalmente, in quanto sia la nave sia la società di gestione rappresentano un complesso sistema tecnico-sociale ovvero un insieme di fattori umani.

Il Codice ha imposto alle compagnie una corretta gestione della sicurezza e della prevenzione dell'inquinamento marino, stabilendo l'acquisizione di prefissati obiettivi nella gestione della sicurezza il cui mancato raggiungimento non avrebbe consentito loro di operare. Fino ad allora solo alcuni manager avevano intravisto i benefici di una gestione in sicurezza delle proprie navi. Certamente le "[oil majors](#)", che operavano già con il [Total Quality Management](#), furono i primi a capirlo anche se dopo una serie di importanti sinistri (come quelli della [Torrey Canion](#), [Amoco Cadiz](#), [Exxon Valdez](#), [Braer](#)). Il *safety management* era oramai un obbligo e così il Codice ISM destò le critiche di molti armatori soprattutto quelli che già disponevano di una gestione *total quality* che si sentirono ingiustamente penalizzati a causa della presenza degli armatori delle navi sub - standard. Questi ultimi, come era facilmente prevedibile, si opposero al Codice dato che avrebbe reso loro più difficile, se non impossibile, fare profitti a breve termine con navi insicure. Gran parte degli operatori del nord Europa criticarono il Codice nonostante diversi sinistri che li avevano visti coinvolti come quello già citato dell'[Herald of Free Enterprise](#) e dell'incendio sul traghetto [Scandinavian Star](#).

Le responsabilità

Il Codice ISM obbliga gli armatori a gestire le navi secondo il *Safety Management System (SMS)* di cui il Codice ISM non ne delinea esattamente i contenuti visto che rappresenta solo una garanzia che il SMS venga applicato. È sancito il collegamento, e quindi gli obblighi e le responsabilità tra la terra e il bordo, tra l'operatore (armatore) e la nave che gestisce. È l'aspetto più importante del Codice. Sulla falsa riga dell'applicazione delle ISO 9000, il SMS, come viene riassunto dall'[USCG](#) ⁽¹¹⁾, deve contenere tutta una serie di procedure e di istruzioni che devono prendere in considerazione quanto prescritto dal codice.

La responsabilità, ai fini della sicurezza, svolge un ruolo importante e questa viene suddivisa in:

Responsabilità generale	Armatore, amministratore delegato, alto dirigente
Responsabilità della gestione	Dirigenti ufficio di terra, comandante della nave
Responsabilità individuale	Tutte le persone direttamente coinvolte nelle operazioni della Società

L'aver individuato i soggetti che si fanno carico della responsabilità generale è uno strumento giuridico molto importante visto che in passato questo era difficile da stabilire. Un'importante novità riguarda l'individuo che è lui stesso responsabile nel garantire la propria sicurezza, e quella degli altri, e la protezione dell'ambiente. La responsabilità dell'individuo sottintende che nello svolgere i compiti assegnati siano ben chiare le mansioni e note le seguenti informazioni:

posizione (qualifica di lavoro)	responsabilità generale per la sicurezza e la tutela dell'ambiente
diretto supervisore	responsabilità specifiche
nave, tipo di nave	responsabilità in emergenza.
qualifiche richieste per la posizione	

Competenza e consapevolezza

Nel *Safety Management System* la compagnia ha il dovere di assegnare il personale ai vari compiti previsti dovendo prendere in considerazione:

- il tipo di traffico cui la nave è impegnata e il carico di lavoro del personale;
- le competenze necessarie per l'equipaggio per l'esecuzione sicura dei compiti che è chiamato a svolgere in operazioni normali e durante le emergenze;
- la consapevolezza del personale rispetto ai propri compiti.

L'individuo non deve essere solo competente ma deve essere anche **consapevole** dei compiti assegnatigli. La responsabilità individuale l'obbliga al sapere e al saper fare. La responsabilità gestionale obbligherà la compagnia a mantenere elevate le competenze individuali per poter impegnare l'uomo giusto nel compito giusto.

La cultura dell'obbligo

Il *Safety Management System* ha aumentato gli obblighi e ha introdotto tutta una serie di nuove verifiche e controlli con il risultato di far aumentare il carico del lavoro, sia a bordo sia a terra. Nonostante ciò rappresenta senza ombra di dubbio un incremento alla sicurezza. Il sistema di gestione, come è stato detto, viene controllato e ricontrollato e tali controlli, interpretando erroneamente l'obiettivo del sistema di gestione, finiscono per far aumentare il lavoro cartaceo, per esempio emettendo un nuovo documento, con il risultato che non sempre all'aumento dei documenti da compilare si sia effettivamente aumentato il livello della sicurezza della nave. L'obbligo di questo tipo di gestione può portare a questo, è inevitabile, visto che si pensa, per esempio, alla tracciabilità del processo e non più alla qualità del processo.

Dal punto di vista della responsabilità globale e gestionale un ulteriore documento che possa giustificare, un domani, la regolare gestione operativa della nave è corretto averlo. In tal modo, però, si è unicamente incrementato il lavoro cartaceo mentre le procedure del SMS, per esempio, che garantiscono la sicurezza della nave, non ne hanno avuto alcun vantaggio. In questo caso, come abbiamo già visto, l'influenza organizzativa conduce ad un pericolo latente. Il pericolo è duplice perché oltre a crearsi un pericolo latente dovuto al fatto che si crede fermamente di aver agito a favore della sicurezza della nave, a causa dell'aumento della mole di lavoro, di fatica, di sollecitazione fisica e psichica, le ore di riposo necessario diminuiranno favorendo in tal modo il verificarsi dell'errore umano.

[Ritorna al menù principale](#)

Rest period

Le Procedure operative della nave devono definire anche l'orario di lavoro per assicurare il giusto periodo di riposo ma per motivi di "safety" abbiamo fatto aumentare le ore di lavoro a scapito della stessa sicurezza.

Il carico di lavoro, e la conseguente stanchezza, svolge un ruolo importante e con esso il periodo di riposo ([IMO, Resolution A.772\(18\), Fatigue factors in manning and safety](#) ⁽¹²⁾ . [IMO Guidance on fatigue mitigation and management STCW 95, Regulation VIII/1](#) ⁽¹³⁾ . [ILO Convention \(No. 180\) concerning Seafarers' Hours of Work and the Manning of Ships](#) ⁽¹⁴⁾ .

Ma come si fa a conciliare il lavoro e il riposo se a bordo gli equipaggi sono sempre più ridotti, i ritmi di lavoro sono praticamente insostenibili soprattutto quando la nave è impiegata in brevi navigazioni e frequenti operazioni di carico e scarico delle merci. Quattro mesi a bordo sono tanti e il lavoro del marittimo si svolge senza sosta visto che opera e si riposa nello stesso luogo con delle relazioni interpersonali non sempre sociali. La fatica e il giusto periodo di riposo sono i veri problemi di oggi. Un equipaggio stanco e stressato non rappresenta un equipaggio sicuro. Il fattore umano ritorna ad essere preponderante visto che a bordo di navi sempre più automatizzate e tecnologiche alla fine c'è sempre l'uomo con i suoi limiti e con i suoi errori.

Analizzando i sinistri si può vedere che le persone coinvolte avevano avuto il loro periodo di riposo ma certi atteggiamenti, certe risposte non erano da persona fresca e riposata segno evidente che siamo in una situazione sub standard per non aver assicurato il giusto riposo.

[Ritorna al menù principale](#)

Il sinistro come risorsa per evitarlo

Il *Safety Management System* deve prevedere procedure per assicurare che gli incidenti, situazioni pericolose e le non conformità, siano segnalate alla propria società, indagati e analizzati con l'obiettivo di migliorare la sicurezza. La società, a seguito di quanto avvenuto, deve stabilire delle procedure per l'attuazione delle azioni correttive.

L'analisi dei sinistri è un modo per capirne le cause, come nei lavori già citati ⁽⁹⁻¹⁰⁾. È oramai prassi discutere, direttamente a bordo, sui vari sinistri proprio per cercare di capire se “quella” dinamica, “quelle” concause possano ripetersi a bordo della propria nave. Esistono, anche *on line* ⁽¹⁵⁾, raccolte di relazioni tecniche di sinistri che rappresentano un'eccezionale stimolo culturale per poter potenziare le procedure previste migliorando in maniera concreta la sicurezza.

Cosa ci dicono i sinistri

Analizzando le relazioni dei sinistri, ci si meraviglia, in moltissimi casi, di come mai quel sinistro non sia stato possibile evitarlo. Le relazioni contengono, per esempio, le immagini dello schermo del radar della nave durante una collisione e ciò è possibile grazie alla presenza a bordo del VDR - [Voyage Data Recorder](#) che registra i diversi strumenti della nave come il radar. È impressionante “vedere con i propri occhi” che il pericolo della collisione era ben visibile sullo schermo del radar eppure la collisione non è stata evitata. Come mai?

Nello studio già citato di Reason, 1990 ⁽⁹⁾, il sinistro, per poter accadere, deve attraversare quattro diversi livelli, ognuno dei quali dipende dal fattore umano. Ciascuno dei quattro stadi può essere annullato attivando un' opportuna difesa ma se questa difesa non viene messa in atto, risulta assente, si ha il sinistro. I primi tre livelli rappresentano delle avarie (*failure*) latenti al sistema, mentre l' ultimo stadio è rappresentato da un' avaria attiva che viene individuata, il più delle volte, come l' errore umano, l' unico, che ha provocato il sinistro.

Come mai?

La risposta alla domanda: “Come mai?” si ha analizzando il sinistro in questo modo, dove i quattro livelli dell’ errore umano che hanno condotto al sinistro, sono:

1. Influenze organizzative	<i>Avaria latente</i>
2. Insicura supervisione	<i>Avaria latente</i>
3. Precondizioni per azioni non sicure	<i>Avaria latente</i>
4. Azione insicura	<i>Avaria attiva</i>

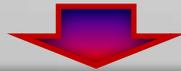
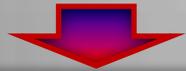
Il livello 4 è quello che erroneamente viene identificato come l’ errore umano, quello che ha causato l’ incidente: un’ accostata a sinistra, per esempio. Il livello 3 può essere causato da: affaticamento mentale, scarsa comunicazione e coordinamento con l’ interno e/o l’ esterno e ciò porta a decisioni sbagliate ed errori. Il livello 2, citando sempre l’ autore, si può avere, per esempio, quando si decide di far lavorare insieme due persone inesperte in una condizione ambientale sfavorevole. Il livello 1 dipende dall’ errore umano provocato dalle influenze organizzative che abbiamo descritto a proposito del *safety management system*.

[Ritorna al menù principale](#)

Condizioni sub standard

La perdita di consapevolezza della situazione

Sia nel lavoro di James Reason sia in quello già citato di Shappell e Wiegmann⁽⁸⁾, l'aspetto delle condizioni psico-fisiche dell'operatore è fondamentale. Tra le cause che portano a delle condizioni psico-fisiche sub standard c'è la perdita della consapevolezza della situazione che al suo crescere peggiora il processo decisionale e le prestazioni dell'individuo.



In uno studio della [USCG](#) del 2006, la perdita di consapevolezza della situazione è indicata quale fattore di rischio in diciassette eventi su venticinque (collisioni e incagli). Anche se il dato riportato è statisticamente poco significativo, la consapevolezza della situazione è argomento fra i più studiati proprio perché, guidando il processo decisionale, la sua perdita rappresenta la causa di molti sinistri .

La perdita di consapevolezza della situazione, però, non è assimilabile a quanto avvenuto sul ponte di comando di una chimichiera dove il comandante si è messo a telefonare al cellulare pur sapendo di trovarsi in una zona dove la sua attenzione doveva essere massima, tra l'altro stava navigando in acque ristrette non raccomandate dalle istruzioni di bordo, con il risultato di finire su di un basso fondale ⁽¹⁶⁾. La cultura professionale in questo caso dov'era?



Abbiamo già citato diversi sinistri come quello della *Torrey Canyon* del 1967. Anche in questo caso la nave passò dove non era possibile navigare. Dal 1967 ai giorni nostri abbiamo assistito all'evoluzione delle culture, della normativa, della tecnica e dell'automazione ma tutto ciò può essere annullato solo da un cellulare?

LA CONSAPEVOLEZZA DELLA SITUAZIONE

Mica Endsley ⁽¹⁸⁾, autore di numerosi [studi](#) sull'argomento, descrive la consapevolezza della situazione come la capacità di un sistema esplorativo di tenere conto dei risultati del sistema in uscita per modificare le caratteristiche del sistema stesso così come avviene in una catena di causa-effetto che ha in entrata la **situazione** esterna all'operatore, tre livelli sequenziali di consapevolezza, in uscita il **comportamento** dell'operatore che scaturisce dal livello di consapevolezza raggiunto e un ritorno alla situazione([retroazione](#)). I tre livelli di consapevolezza sono secondo Endsley:

Percezione

- percezione dei vari elementi presenti nell'ambiente circostante, all'interno di una dimensione spazio temporale;
- quali informazioni sono prese in considerazione.
- *Può generare il 76% dei problemi.*

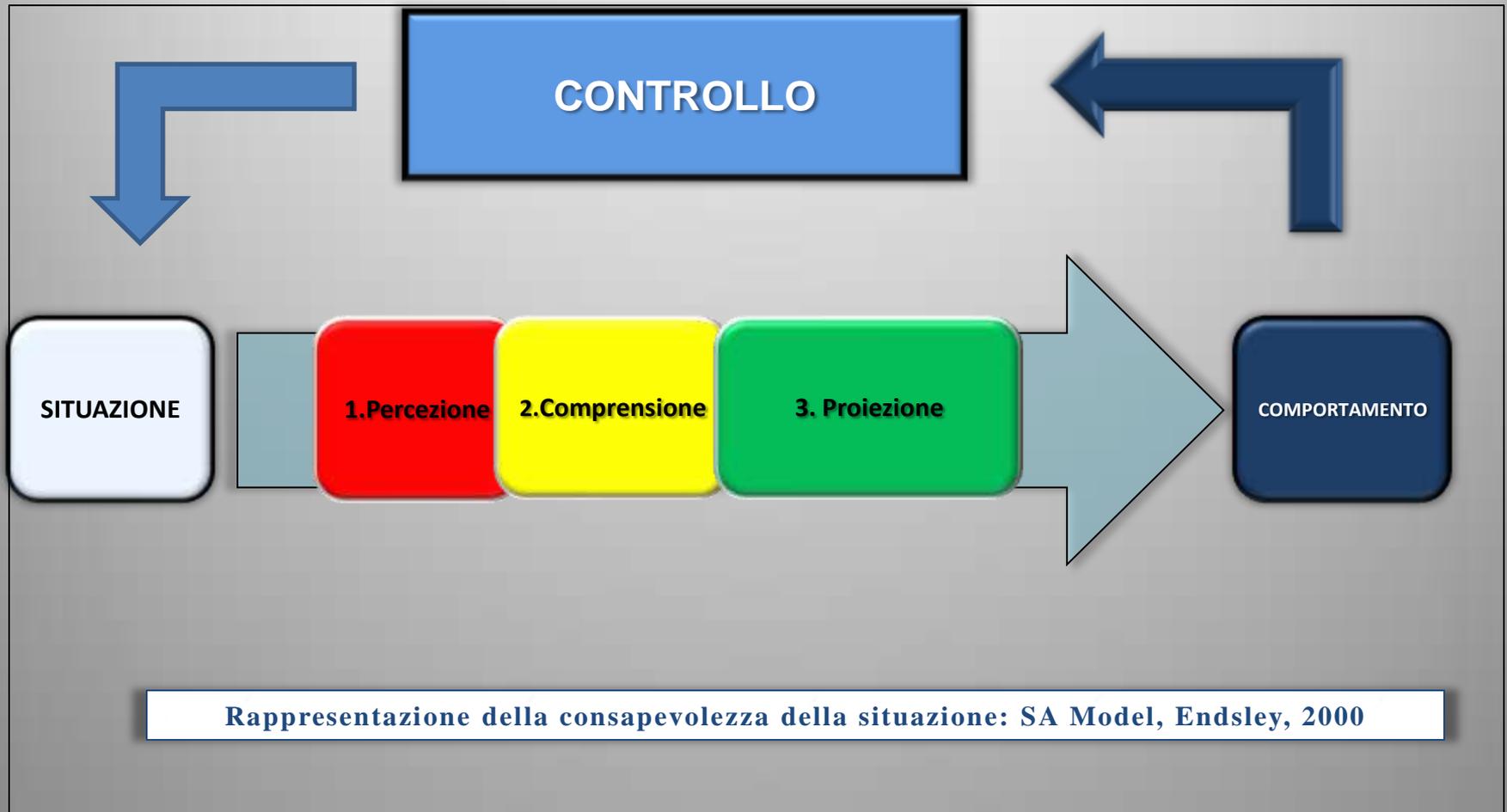
Comprensione

- comprensione del significato dei vari elementi;
- come l'informazione viene interpretata e integrata.
- *Può generare il 20% dei problemi.*

Proiezione

- proiezione dei vari elementi in uno stato prossimo futuro;
- quali proiezioni sono eseguite.
- *Può generare il 4% dei problemi.*

The SA-Model



Mettere a fuoco la realtà

Il primo livello della SA (consapevolezza della situazione) significa che l'operatore rileva solamente la presenza del pericolo.

Il secondo e terzo livello della SA sono caratterizzati da un migliore e più accurato apprezzamento dei pericoli e la loro evoluzione spaziale e temporale.

A questo punto il comportamento dell'operatore si modifica perché ha inizio un'azione per evitare il pericolo.

La retroazione, il *feedback*, assicura l'effetto voluto con l'azione grazie al confronto del comportamento con la situazione.

È evidente che se i primi due livelli della consapevolezza della situazione non vengono raggiunti e superati, il pericolo non sarà scoperto ed in tal modo si verrà a creare una minaccia per l'operatore perché il suo comportamento non cambierà e questa staticità influenzerà la situazione che resterà una situazione di assenza di pericolo sino a quando l'operatore non si accorgerà del pericolo rilevandolo grazie al raggiungimento del livello uno.

Conoscenze e competenze contro lo stress?

Secondo Endsley, i fattori che incidono sulla consapevolezza della situazione sono dovuti all'individuo e all'ambiente/sistema in cui opera l'individuo stesso:

INDIVIDUALI	SISTEMA & AMBIENTE
Abilità	Capacità del sistema
Conoscenze	Interfaccia
Competenze	Stress / affaticamento
Formazione	Carico di lavoro
Esperienza	Complessità/Automazione

La cultura professionale e il giusto addestramento svolgono un ruolo importante ma il sistema e l'ambiente svolgono la loro parte sino a creare stress e affaticamento come abbiamo già visto.

Occorre tener conto che oggi, grazie anche alla moderna tecnologia e all'automazione esiste un'enorme quantità di informazione che, pur essendo disponibili per l'operatore, da questo non viene impiegata perché l'obbliga ad una maggiore vigilanza e controllo che ne aumentano il carico di lavoro, favorendo lo stress in un soggetto, in certi casi, già stressato. È quello che colpisce analizzando le collisioni in cui si è avuta la perdita della consapevolezza della situazione. Si nota, pur essendo disponibili tutta una serie d'informazioni, che queste sono state impiegate solo in minima parte o affatto. Il comportamento generato dalla perdita della consapevolezza della situazione rimane statico sino ad un attimo prima della collisione e alla fine si attribuisce la responsabilità della collisione all'errore umano partorito all'ultimo, tralasciando tutto il resto.

[Ritorna al menù principale](#)

The sociotechnical system model

Abbiamo visto come alla base di tutto ci sia l'individuo con le sue interazioni con il team, con l'ambiente esterno, con l'organizzazione, con la tecnologia e l'automazione. Le relazioni sono tali che lo possono influenzare a tal punto tanto da portarlo in una situazione da cui è difficile uscirne fuori. L'individuo deve raccordarsi e relazionarsi con gli altri soggetti che lo circondano ed è questo quello che avviene sul ponte di comando che è identificato come un complesso sistema tecnico-sociale. Un nuovo modello per rappresentare questo sistema è il "Septigon Model" (Society and Culture, Physical Environment, Practice, Technology, Individual, Group and Organizational Environment Network) messo a punto da Thomas Koester (19).

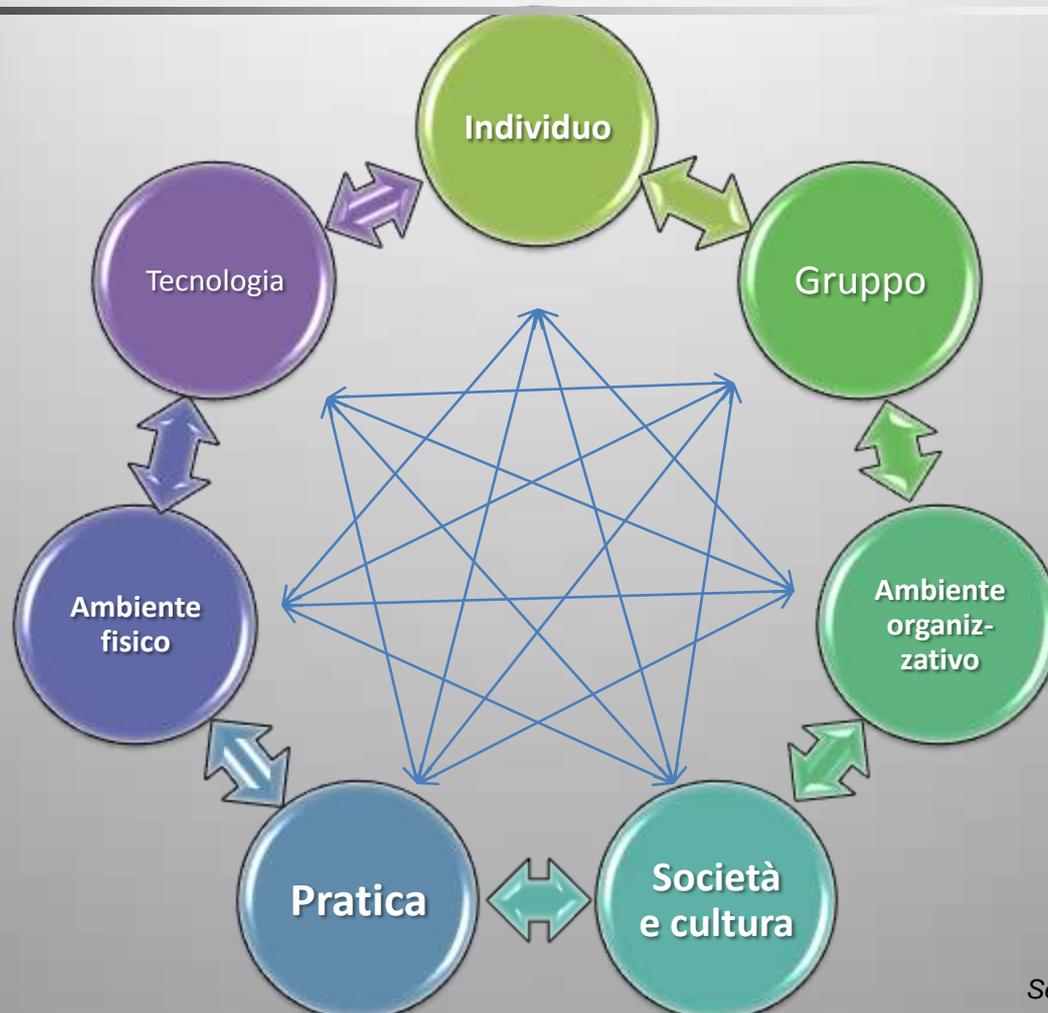
The Septigon Model

Il [septigon model](#) ⁽²⁰⁾ mette ai sette vertici di un settagono i seguenti fattori umani: **Individuo, Gruppo, Ambiente organizzativo, Società e cultura, Pratica, Ambiente fisico, Tecnologia**. Ciascuno dei fattori è collegato al fattore limitrofo e ai restanti. La **rete** che ne deriva serve ad individuare come i sette fattori interagiscano tra di loro per influenzare le prestazioni del sistema nave. Riuscendo a gestire questi fattori si può cercare di assicurare al sistema nave di operare nei limiti della sicurezza.

Il modello studiato, a parte l'immediatezza fornita dalla sua geometria, fa subito capire con chi l'individuo debba interagire non lasciandolo solo. Koester ha studiato diversi casi in cui subito s'intuisce non solo come interagiscono i fattori umani come l'individuo, il gruppo o l'ambiente organizzativo ma anche l'ambiente fisico e la tecnologia. Insegna a pensare in maniera omnidirezionale su due vie (input/output) e non in modo mono - direzionale e su una sola via.

Il *Safety Management System* obbliga a formulare delle istruzioni per il processo di gestione della nave. Chi prepara queste istruzioni, pur avendo la dovuta preparazione teorica e la giusta pratica, a volte commette degli errori perché non è riuscito a correlare tutti i fattori umani descritti da Koester introducendo una, già citata, "failure" organizzativa. Può capitare, per esempio, di non tenere conto dell'ambiente rumoroso in cui l'operatore dovrà lavorare pur dovendo continuare a comunicare con l'esterno oppure o chi ha progettato un impianto tecnico che posiziona vicini, quasi che si confondano, i pulsanti per la gestione dell'impianto e i pulsanti per l'arresto dell'impianto, creando un potenziale pericolo nel normale impiego dell'impianto.

La rete dei fattori umani



Secondo J.Koester, T., 2008

Bad practice Vs. Best practice

Spesso, a bordo delle navi, si fa riferimento alla pratica, fattore umano invidiato dai neofiti negli anziani, per indicare chi è in grado di svolgere i dovuti incarichi. Spesso, quella pratica è solo dovuta ad una breve spiegazione impartita poco prima di portare a termine il lavoro richiesto con il risultato che, cambiando il contesto iniziale, magari su di un'altra nave, quella spiegazione, quella pratica non sono più adatti e il risultato è più che criticabile avendo sicuramente esposto la nave e il suo equipaggio ad un inutile rischio.

Un operatore dotato della dovuta buona pratica è in grado di applicare delle regole personali e informali per risolvere ciò che non è stato stabilito nei processi e nelle istruzioni di bordo.

Al contrario, un operatore che crede di essere in grado di applicare delle regole personali e informali per risolvere ciò che è stato stabilito nei processi e nelle istruzioni di bordo è dotato della sola cattiva pratica.

Le istruzioni operative e le procedure di bordo e di terra si basano sull'individuazione dei rischi e sulla loro valutazione. L'aver individuato e valutato un rischio non vuol dire che si è in sicurezza visto che la valutazione del rischio si basa sempre sul fattore umano con tutti i suoi limiti che abbiamo visto. La *best practice* può fallire nel valutare un rischio e la storia navale è piena di simili episodi. Il modello di Koester è un aiuto per valutare il fattore umano e come tale dovrebbe rientrare nella valutazione del rischio.

Best practice Vs Best practice

Di recente, per esempio, si è verificato un abbordo, si badi bene, non una collisione, tra una nave da crociera italiana ed una *car carriers* panamense. Nel *report of investigation* redatto dal MAIB ⁽²¹⁾ è stato messo in luce come una procedura di bordo, applicata in realtà da tutte le navi da crociera simili, abbia contribuito all'abbordo fra le due navi. Le navi da crociera, a causa dell'elevato numero di ponti accostano, seguendo una pratica raccomandata direttamente dalla propria compagnia, con un basso R.O.T. (*rate of turn*, espresso in gradi di accostata al minuto o come raggio di girazione) per evitare pericolosi angoli di sbandamento trasversale. La raccomandazione è certamente da giudicare una buona pratica poiché elimina pericolosi sbandamenti ma va in contrasto con quanto stabilito dal [International Regulations for the Prevention of Collisions at Sea](#) (1972) che, nella Parte B, Regola 8, paragrafo b), indica che la manovra evasiva di accostata: "... deve essere abbastanza ampia da risultare evidente all'altra nave ... ; una successione di piccole variazioni di rotta o di velocità o di entrambe deve essere evitata."

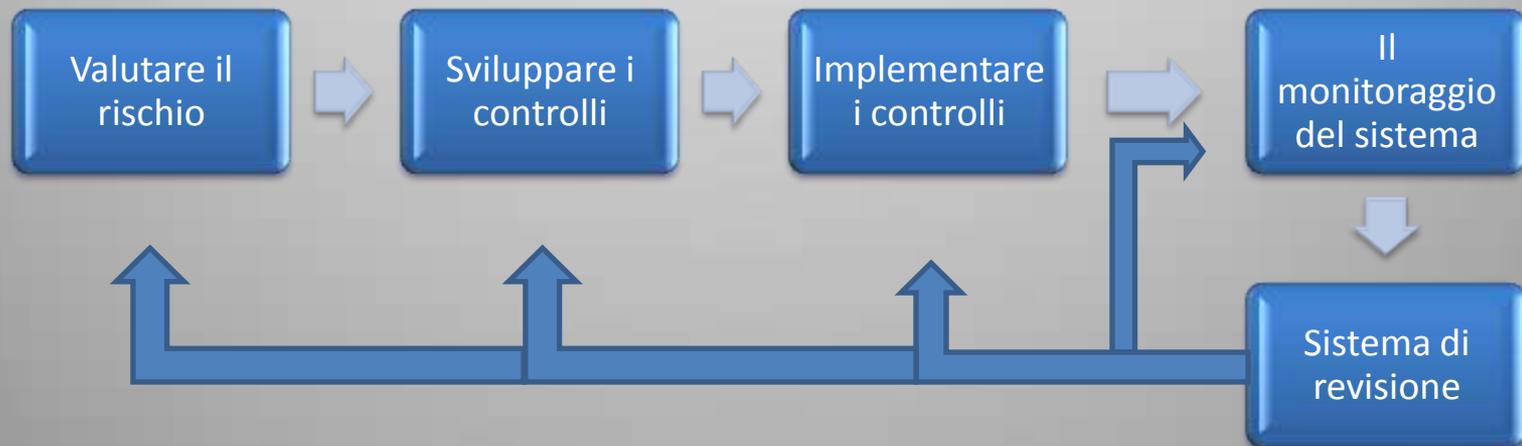
Da questo esempio appare evidente come il fattore umano sia ancora centrale e come si possa essere sicuri di navigare in sicurezza, avendo assorbito quanto previsto dalla cultura organizzativa mentre, in realtà, le stesse influenze organizzative facevano ridurre la sicurezza della navigazione.

Pur rimandando al report citato, il MAIB conclude l'analisi dell'abbordaggio facendo presente, ed ecco entrare nuovamente in campo il conflitto tra la cultura professionale dell'individuo e le influenze organizzative, che in un'accostata, uno sbandamento trasversale si può evitare riducendo la velocità della nave (l'uovo di Colombo insegna).

[Ritorna al menù principale](#)

La valutazione del rischio

Abbiamo visto come si sia evoluta la sicurezza in questi ultimi decenni, come sia importante il fattore umano per determinare le cause di un sinistro e per evitare che questo avvenga. In queste ultime pagine si cercherà di mettere insieme rischio e sicurezza descrivendo ciò che è stato proposto nella [valutazione del rischio](#). Il safety management si basa sulla valutazione del rischio e, come abbiamo scritto, su di una serie di controlli che lo sviluppano e lo implementano. Il continuo monitoraggio farà sì che il sistema venga rivisto su base regolare al fine di garantirne il funzionamento in modo adeguato e corretto come specificato da Bromby ⁽²²⁾. La valutazione del rischio, come risulta evidente dal modello proposto, non è un elemento statico fine a se stesso ma dipende dai risultati del monitoraggio del sistema e dal sistema di revisione.



Il modello di “Safety management model” proposto da M.Bromby

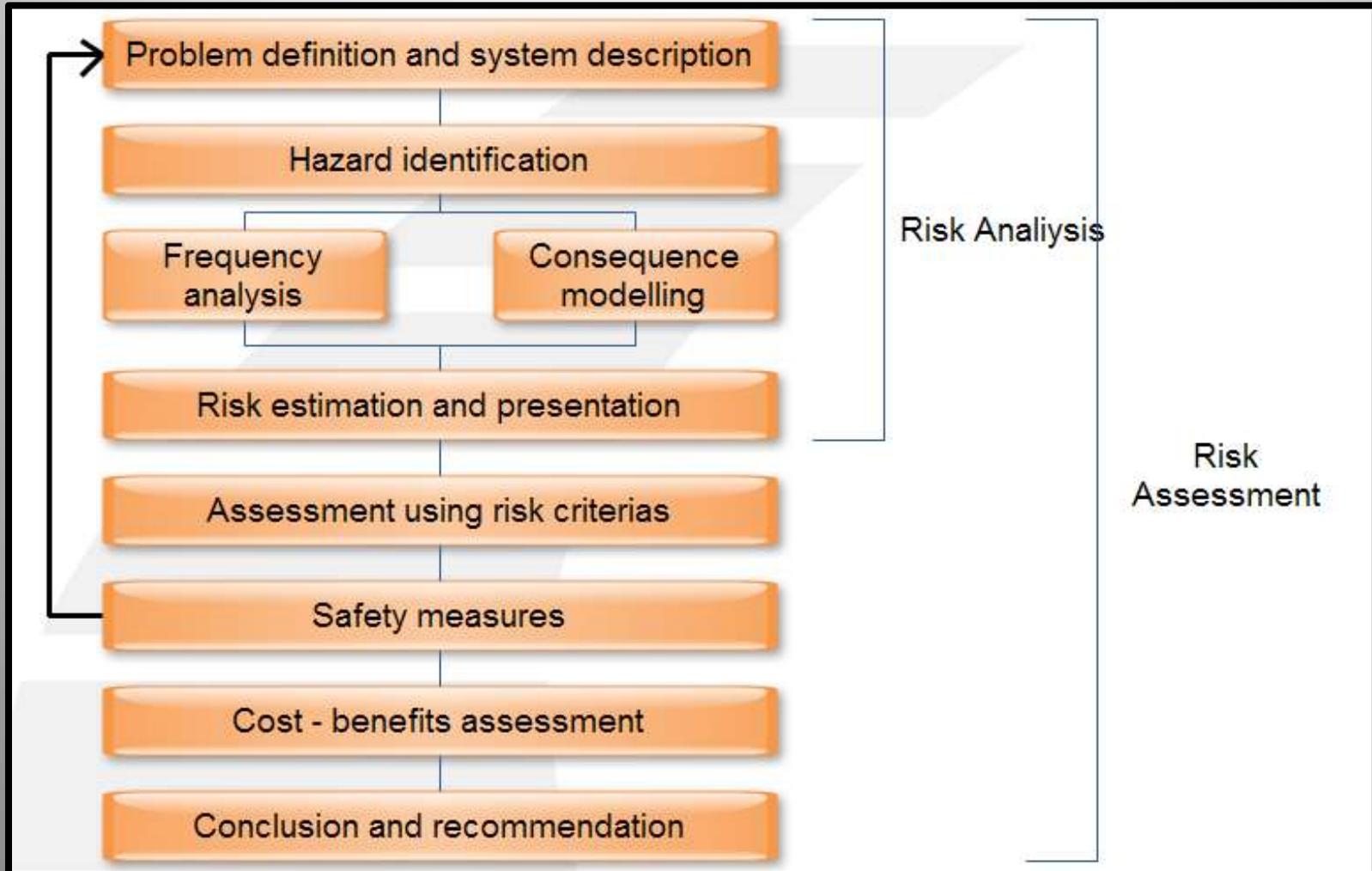
IL RISCHIO

Svein Kristiansen ⁽²³⁾ descrive il rischio R come funzione di due variabili, della severità delle possibili conseguenze C per un determinato pericolo e della probabilità P che l'evento accada: $R = f(C,P)$. Considerando il rischio R pari al prodotto $C * P$, si vede che il maggior rischio si avrà quando i valori di C e di P saranno elevati e si parlerà di alto rischio o quando C ed P saranno bassi e si parlerà di un basso livello di rischio. Il rischio che deriva da un alto valore di C e da un basso valore di P, o vice versa, rappresenta un rischio di basso livello e tollerabile ai fini della sicurezza. L'analisi del rischio e la sua valutazione possono essere considerati due utili strumenti per decidere se sia necessario o meno aumentare il livello di sicurezza. La sicurezza sarà potenziata riducendo i rischi e i rischi saranno ridotti riducendo la severità delle loro conseguenze e/o la probabilità che l'evento accada.

Attraverso un processo di Analisi del Rischio e di Valutazione del Rischio si riesce a determinare il rischio stesso e ad identificarne i pericoli. La valutazione costi-benefici conclude il processo di valutazione del rischio per poter capire quali vantaggi si abbiano nell'applicare le misure di riduzione del rischio individuate.

[Ritorna al menù principale](#)

Il processo dell'analisi e della valutazione del rischio



L'ANALISI PRELIMINARE

Il principio su cui si basa la *Preliminary Hazard Analysis* è quello di identificare i pericoli che possono svilupparsi in un incidente generando situazioni o processi non pianificati o difficili da capitare. La difficoltà sta nell'identificare i pericoli il prima possibile, durante la fase di progetto, in modo da effettuare le dovute modifiche entro il termine stesso del progetto. Nel generare i pericoli devono essere prese in considerazione delle deviazioni dalle normali operazioni considerate impostando determinati valori fuori la linea di base. Altro metodo è quello di considerare il possibile trasferimento di energia identificandone le fonti di energia. Gli incidenti, come gli incendi, possono diventare a trasferimento di energia incontrollato e, identificando la possibile energia in gioco, i pericoli connessi possono essere stabiliti. Henley e Kumamoto ⁽²⁴⁾ suggeriscono la seguente sequenza del processo sistemico per l'applicazione del PHA:



Viene svolto un esempio prendendo in esame come elemento pericoloso la stabilità trasversale di una bulk carrier ed un secondo esempio prendendo come elemento pericoloso la protezione passiva dagli incendi dei balconi delle cabine di una nave da crociera (si ricorda che le divisioni orizzontali e verticali tra i balconi erano realizzati in materiale plastico prima dell'incendio della nave da crociera [Star Princess](#) ⁽²⁵⁾).

Applicazione del PHA.1

Elemento pericoloso	Elemento pilota 1	Condizioni di pericolo	Elemento pilota 2	Potenziale incidente	Effetto	Misure correttive
La nave deve possedere la giusta stabilità sia allo stato integro sia in avaria	Falla di tre compartimenti/stive	Potenziale allagamento incontrollato	Pessime condizioni meteo-marine	Capovolgimento e affondamento della nave	Perdita di vite umane, danni ambientali, perdita della nave e del carico	Aumento dei compartimenti stagni, evitare il cattivo tempo

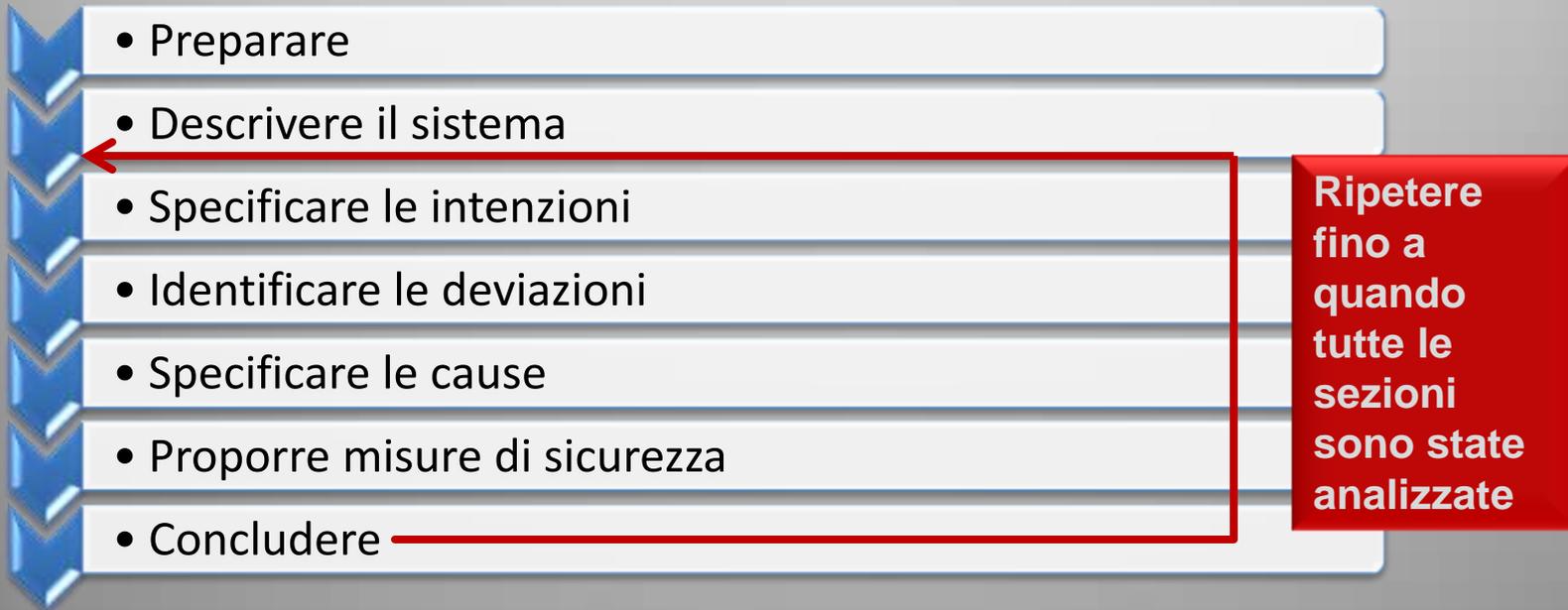
Applicazione del PHA.2

Elemento pericoloso	Elemento pilota 1	Condizioni di pericolo	Elemento pilota 2	Potenziale incidente	Effetto	Misure correttive
La nave deve possedere la giusta protezione passiva dagli incendi anche sui ponti scoperti come i balconi delle cabine	Principio d'incendio in un balcone a causa di una sigaretta abbandonata	Potenziale incendio non controllato nella cabina e nelle cabine e nei balconi limitrofi (separazioni orizzontali e verticali realizzate in materiale plastico per ridurre i pesi)	Vento forte	Incendio parziale o totale della nave	Perdita di vite umane, intossicati e feriti, perdita della nave.	Eliminazione del materiale plastico per la costruzione delle divisioni laterali e orizzontali dei balconi, sistemi di rivelazione ed estinzione incendi, divieto di fumare.

[Ritorna al menù principale](#)

Hazard and Operability Studies

Hazard and operability studies (HAZOP) è un altro modello per la valutazione del rischio. Più dettagliato del PHA, anche questo modello fa riferimento a delle parole guida come il PHA ma richiede una maggiore suddivisione in sottosistemi del sistema da valutare in modo tale che la procedura venga applicata al sottosistema e non al sistema. Di seguito è riportato il diagramma del processo riferito ad ogni sotto sistema.



[Ritorna al menù principale](#)

Failure Modes, Effect and Criticality Analysis

Failure modes, effect and criticality analysis (FMECA) consente di analizzare le possibili avarie e di identificarne i loro effetti. Viene utilizzato per migliorare gli effetti delle misure di riduzione del rischio per poter variare già nella fase iniziale il progetto. Il FMECA è il primo passo per migliorare la manutenzione degli impianti ed è parte integrante della [Reliability centered maintenance](#). Lo studio qualitativo-quantitativo del rischio è condotto impiegando una serie di termini standard per la descrizione della frequenza delle avarie e per le loro conseguenze:

Classe di frequenza	Quantificazione
Molto improbabile	Una volta ogni 1000 anni, o più raramente
Remoto	Una volta ogni 100-1000 anni
Occasionale	Una volta ogni 10-100 anni
Probabile	Una volta ogni 1-10 anni
Frequente	Più di una volta all'anno

FMECA - CONSEGUENZE E QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO

Classi delle conseguenze	Quantificazione
Catastrofico	Eventuali guasti che possono provocare morti o feriti o impedire le prestazioni della missione previsto
Critico	Eventuali guasti che degradano il sistema oltre i limiti accettabili e creano un pericolo per la sicurezza
Grande	Eventuali guasti che degradano il sistema oltre i limiti accettabili ma che possono essere adeguatamente contrastati o controllati con mezzi alternativi
Minore	Qualsiasi guasto che non fa degradare le prestazioni complessive oltre i limiti accettabili

FMECA - form

Occorre, una volta individuati i componenti del sistema, passare a descriverne tutte le possibili avarie e i modi in cui possono avvenire. Si passa poi a classificare gli effetti delle avarie secondo la classe della frequenza e della conseguenza. Dopo di che si specificano e si valutano i metodi per l'individuazione dei modi in cui può avvenire l'avaria. Infine si descrive come gli effetti delle avarie possano essere ridotti o eliminati. Un parametro importante è rappresentato dalla descrizione dei modi in cui le avarie possono avvenire. Questi sono di due tipi. Il primo è dovuto ad una involontaria variazione delle condizioni di esercizio. Il secondo è rappresentato dalla mancata variazione di esercizio in seguito ad una specifica richiesta. La descrizione del modo in cui l'avaria si manifesta è espressa dalle classi di frequenza mentre le conseguenze sono descritte dalle classi delle conseguenze riportate in precedenza. Una tabella applicativa, simile ad altre [proposte](#), può essere la seguente che espone la valutazione della perdita della propulsione di una nave relativamente ad uno dei sottosistemi interessati:

Descrizione dell'unità			Descrizione dell'avaria			Effetti dell'avaria			Classe di frequenza	Classe della conseguenza	Misure di riduzione e del rischio
N°	Funzione	Modalità operativa	Modalità dell'avaria	Causa dell'avaria	Come individuare l'avaria	Sottosistema interessato	Funzione del sistema interessato	Stato risultante			
1	Elica (FPP)	Normale	Ridotta funzionalità	Rottura di una pala	Rumore	Motore principale	Effetto ridotto	Velocità ridotta	Occasionale	Minore	Riduzione e regime del motore principale

[Ritorna la menù principale](#)

Fault Tree Analysis

Il [metodo FTA](#), che è complementare al FMECA, è utile sia nella progettazione di nuovi prodotti o servizi sia nell'affrontare i problemi accertati in prodotti o servizi. Nel processo di pianificazione della qualità, l'analisi può essere utilizzata per ottimizzare le caratteristiche di processo e la progettazione per determinati fattori critici come l'errore umano. Nell'ambito del miglioramento dei processi, può essere usato per aiutare a identificare le origini del problema e di progettare rimedi e contromisure adatte.

Nel campo della valutazione del rischio il metodo FTA è utile per analizzare in che modo si verifica un evento indesiderato e le cause che lo generano. Impiegando una serie di simboli grafici convenzionali, si costruisce un diagramma logico utilizzando delle modalità operative binarie partendo dall'evento o avaria principale sino a raggiungere le varie cause dei sottosistemi e dei loro componenti. Maggiore sarà il numero delle cause poste alla base dell'albero e maggiore sarà la precisione con cui si può determinare il processo che porta al top event ovvero all'avaria principale. Sono impiegati i simboli porta (*gate*) che descrivono la relazione tra le cause e simboli evento (*event*) che caratterizzano le cause.

Un esempio: l'incendio. Applicando la teoria dell'incendio, sappiamo che un incendio può avere inizio solamente se sono presenti tre cause contemporaneamente: 1) presenza di una sorgente di calore, 2) presenza di combustibile e 3) presenza di ossigeno. La presenza del combustibile, per esempio, per individuare i mezzi estinguenti più adatti, non è sufficiente a descrivere l'evento e pertanto occorre specificare meglio il tipo di combustibile presente per costruire un semplice albero delle avarie (*fault tree*).

MOCUS: Method of Obtaining Cut Sets

Nello studio del *fault tree* si ricercano i cosiddetti *cut sets* che rappresentano le combinazioni delle condizioni minime degli eventi base che possono condurre all'avaria del sistema quando si presentano contemporaneamente. Il numero di eventi base presenti in un *cut set* è chiamato ordine. I *cut sets* sono delle informazioni importanti per l'analisi della sicurezza del sistema e per il progetto del sistema. In un *fault tree* semplice, come quello che stiamo cercando di realizzare per l'incendio, i *cut sets* sono facili da identificare e si possono ottenere senza l'impiego di un algoritmo mentre per un *fault tree* più complesso occorre avere un algoritmo ben specifico. Il MOCUS è un algoritmo per la ricerca dei *cut sets*. L'applicazione al caso dell'incendio potrà fornire una spiegazione più chiara. Il *top event* del *fault tree* è l'ignizione dell'incendio che, a sua volta, può essere sostituito dai tre eventi base (*basic event*) ovvero le tre cause dell'incendio: 1) presenza sorgente di calore, 2) presenza di materiale combustibile, 3) presenza di ossigeno. Abbiamo visto che l'incendio, che andrà a formare il primo livello o *top event* del *fault tree*, si manifesta solo quando sono presenti contemporaneamente i tre eventi base, che formeranno il secondo livello del *fault tree*, ed in funzione di ciò nel *fault tree* il collegamento tra i tre *basic event* ed il *top event* deve avvenire tramite il cosiddetto *AND gate* che sta a significare graficamente proprio ciò che si è detto. In conformità a quanto definito, nel MOCUS, le tre cause sopra descritte, che rappresenteranno il secondo livello dell'albero, si scrivono in un'unica riga e separate tra di loro:

Causa 1

Causa 2

Causa 3

Le cause 1 e 3 sono degli eventi base e non possono essere sviluppati ulteriormente.

MOCUS.2

La causa 2: presenza di materiale combustibile, può essere ulteriormente sviluppata e rappresenterà un terzo livello o ordine per completare il *cut sets*. Il materiale combustibile, per il momento ci riferiamo a due sole ipotesi, può essere: 4) un combustibile solido o 5) un combustibile liquido. Il che vuol dire che la causa 2) può essere rappresentata o dalla causa 4) o dalla causa 5). In questa situazione, nel *fault tree* si impiegherà l'*OR gate* per collegare i due livelli. Secondo quanto previsto dal MOCUS ci saranno due *cut sets*, K1 e K2, ciascuno descritto da una riga:

K1	Causa 1	Causa 4	Causa 3
K2	Causa 1	Causa 5	Causa 3

Ciò sta a significare che il *top event*, l'ignizione dell'incendio, si può manifestare quando le cause di uno dei due *cut sets* si manifestano contemporaneamente, per esempio:

K1, Causa 1, Causa 4, Causa 3,

oppure

K2, Causa 1, Causa 5, Causa 3.

Una volta effettuata la costruzione dell'albero si ripete il processo in modo quantitativo.

Fault Tree Analysis

Un esempio: l'incendio



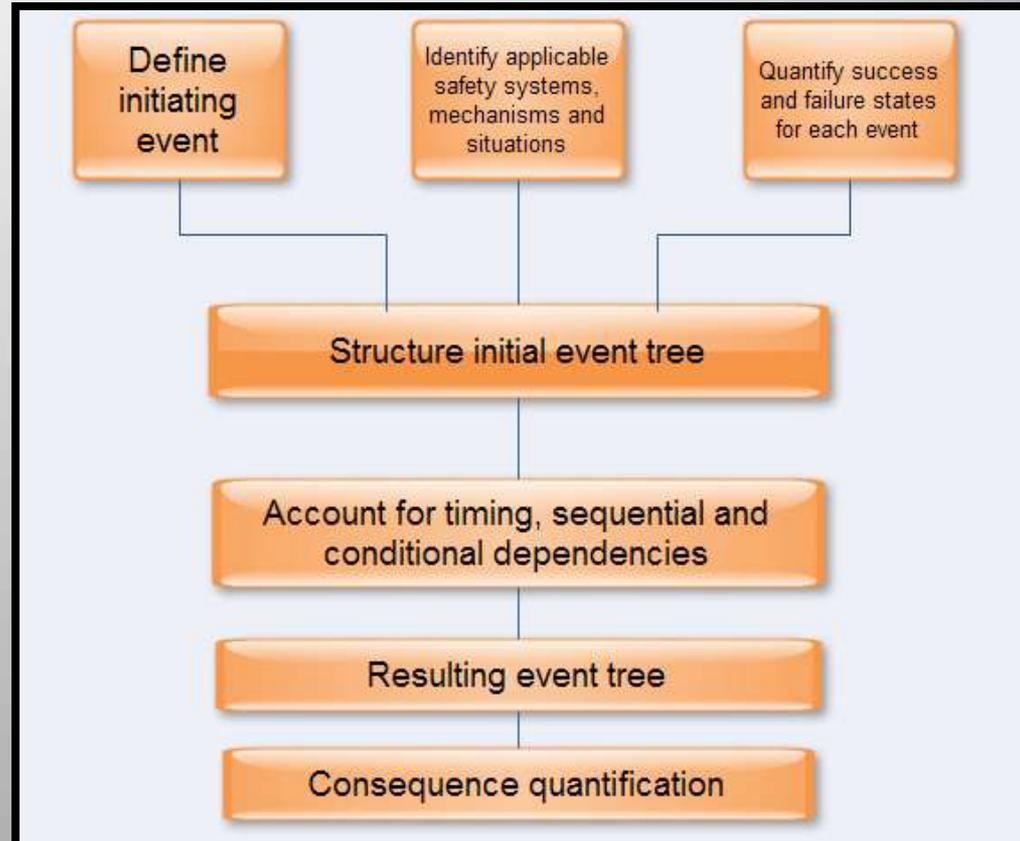
Single Point of Failure

Nello studio qualitativo di un processo attraverso un *fault tree* si può individuare il percorso più breve che porta al *top event*. Nell'esempio dell'incendio, dobbiamo attraversare tre livelli per avere l'ignizione dell'incendio. Abbiamo volutamente specificato che l'incendio si può manifestare quando si ha o un combustibile liquido o un combustibile solido ma com'è noto le sostanze combustibili possono essere anche altre come i gas o i metalli combustibili o fusi. Non averlo specificato nell'ultimo livello vuol dire semplicemente che queste altre sostanze di fatto è come se le avessimo poste ad un livello superiore dentro il *basic event*: "presenza di materiale combustibile". L'errore commesso ha introdotto un percorso critico ovvero ha eliminato un passaggio da un ordine all'altro a tutto svantaggio della sicurezza. Infatti è come se avessimo messo insieme della benzina e una una fonte di calore in presenza di ossigeno senza avendone trascurato le possibilità d'ignizione. Questo tipo di ragionamento lo applichiamo ad un processo più complesso come lo studio della perdita di propulsione di una nave. L'impianto di automazione è composto da più sottosistemi e componenti che, per esempio, sono collegati in rete tramite un router. La perdita della propulsione può avvenire o attraverso l'avaria di uno o più sottosistemi, vedere l'esempio del [form](#) del FMECA, con uno sviluppo meno critico dell'avaria, oppure per l'avaria del solo router che non consente più ai vari sottosistemi di comunicare tra di loro. Il router viene definito *single point of failure*. Altro esempio di un *single point of failure* è la perdita dell'elica oppure un black out su di una imbarcazione a motore da diporto. Un *single point of failure* può essere eliminato rendendo [ridondante](#) il sistema ovvero mettendo più di un router, più di un elica, un generatore di emergenza.

[Ritorna al menù principale](#)

EVENT TREE ANALYSIS

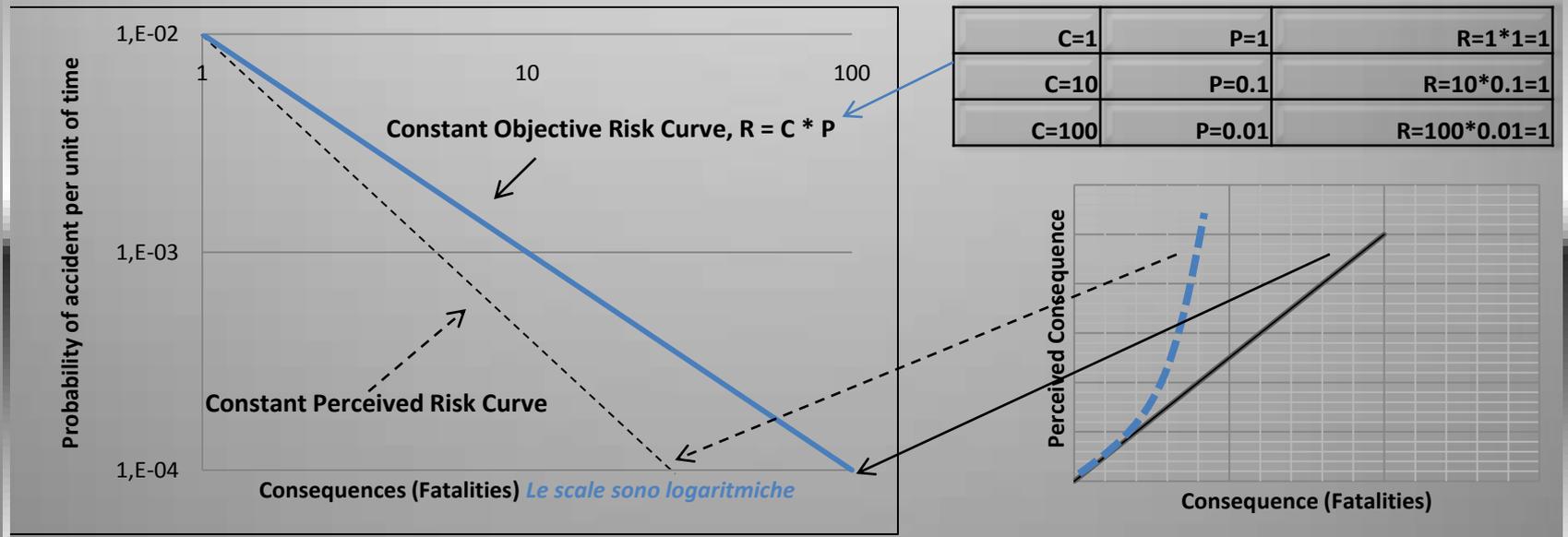
L'analisi quantitativa delle conseguenze di un sinistro o di un evento può essere studiata con l'Event Tree Analysis (ETA). Il metodo è induttivo ed è un diagramma logico che si basa su di una catena di possibili eventi che, iniziando dall'evento iniziale, arriva agli eventi che descrivono le possibili conseguenze seguendo una tecnica binaria. L'evento di apertura può espandersi in diverse ripercussioni, diverse per entità e gravità. Nell'analisi le ipotesi circa la probabilità che un evento possa accadere o meno si basano sul fatto che la probabilità di un evento dipende dalla probabilità degli eventi precedenti, oltre al tipo di evento.



L'analisi costi benefici

Cost – benefit analysis (CBA)

Il rischio è strettamente collegato alla sicurezza e la sua valutazione si conclude con l'analisi costi-benefici dell'investimento in misure di sicurezza. Abbiamo definito il rischio R con un'equazione, pari al prodotto delle attese conseguenze C del sinistro per la probabilità P che il sinistro avvenga. Nella tabella riportata appresso, si vede che l'equazione del rischio fornisce sempre lo stesso valore costante, $R=1$, variando il valore delle conseguenze e quello delle probabilità secondo una relazione lineare (grafico di sinistra, curva del rischio costante obiettivo). Introducendo il concetto di avversione al rischio, data dal comportamento del soggetto (per esempio: si tende a investire dei soldi in obbligazioni con un tasso di interesse basso ma garantito piuttosto che in azioni, ovvero si tende a pagare per avere una riduzione del rischio) si modificano le conseguenze percepite. La relazione tra conseguenze oggettive e conseguenze percepite non è lineare (grafico di destra) a causa della suddetta avversione al rischio che tende a far aumentare le conseguenze percepite. La conseguenza percepita è maggiore della conseguenza obiettiva espressa nel calcolo del rischio costante che ora definiremo anche obiettivo. L'equazione del rischio deve essere perciò funzione della conseguenza percepita invece della conseguenza oggettiva e ciò implica che la curva del rischio costante percepito, basata sulla conseguenza percepita, possieda una pendenza maggiore rispetto alla curva del rischio costante obiettivo (grafico di sinistra). L'analisi costi benefici si dovrà basare su dati oggettivi e non soggettivi.



Il codice ALARP

(As Low As Reasonable Practicable)

Il codice ALARP è stato sviluppato da [The Health and safety executive \(HSE, UK, 1992\)](#). Il principio su cui si basa è che i rischi connessi ad un sistema, per quanto riguarda possibili danni alla vita umana, alla proprietà e all'ambiente, dovrebbero essere ridotti a un livello rappresentato dal livello più basso ragionevolmente possibile da ottenere. Definito ciò, il raggiungimento di un tale livello di rischio dovrà essere raggiunto attuando degli interventi sulla sicurezza che potranno essere portati a termine solo se i vantaggi acquisiti sulla sicurezza non siano irrisori rispetto ai costi d'intervento visto che, in tal caso, esisterebbe uno squilibrio tra la riduzione dei rischi e costi di attuazione delle misure di sicurezza. Il codice spiega come e perché l'analisi costi benefici si trovi alla fine dei due processi di analisi e di valutazione del rischio. Al termine di un tale processo si potrà valutare se l'intervento sia o meno idoneo ad aumentare il livello della sicurezza con dei costi accettabili.

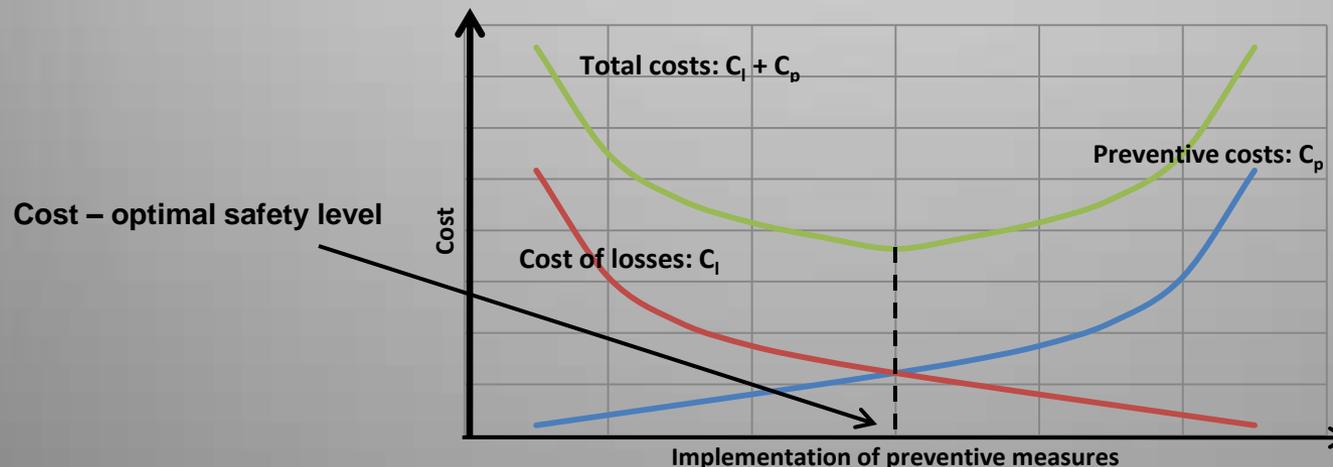
È bene far presente che i costi sono dovuti anche ai rischi che sono stati definiti intollerabili e trascurabili. Circa i rischi intollerabili, che non sono stati portati nella regione per le valutazioni imposte dallo stesso codice, occorre precisare che questi rischi non sono giustificati eccetto che in situazioni straordinarie. I rischi trascurabili dovranno essere mantenuti in questa regione effettuando, per esempio, la dovuta manutenzione sul sistema .



L'Ottimizzazione dei costi

Le misure per implementare la sicurezza, per esempio: miglioramento degli impianti tecnici, sviluppo dell'organizzazione della sicurezza, perfezionamento delle procedure operative, potenziamento dell'addestramento, ecc., tendono a far variare gli effetti dei rischi individuati andando a diminuire le loro conseguenze e/o la loro probabilità e perciò i costi relativi possono essere indicati come **costi preventivi (C_p)**. Le misure suddette rappresentano anche un contenimento delle conseguenze economiche delle eventuali perdite come, per esempio: perdita di una nave, spese di rimorchio, spese di riparazioni, risarcimento a terzi, peggioramento dell'operatività della nave, ecc. che rappresentano i **costi delle perdite (C_l)**. All'aumentare dell'implementazione delle misure di sicurezza, i costi preventivi tendono ad aumentare mentre i costi delle perdite tendono a diminuire (vedere grafico). L'ottimizzazione delle misure preventive è attuata studiando i costi totali ovvero la somma dei costi preventivi e dei costi delle perdite. Il minimo della curva dei costi totali indica il valore ottimale dell'implementazione delle misure di sicurezza. Le curve riportate nel grafico sono simmetriche, nella realtà variano singolarmente e dipendono dal sistema preso in esame.

Optimal implementation of safety measures



Note bibliografiche.1

- (1): IMO, 1974 ,International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), UK, London.
- (2): Vassalos, D., 1999, Shaping ship safety: the face of the future. Marine Tecnology, Vol.36(2), 61-76.
- (3): ISO 9000 Series.
- (4): ISO 14000 Series.
- (5): IMO, 2002, International Safety Management (ISM) Code, UK, London.
- (6): Helmerich, R.L. e Merritt, A.C., 2004, Culture at work in aviation and medicine. Hants, UK: Ashgate.
- (7): IMO, 1978, International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers,as amended in 1995 and 1997. Table A-II/1 and Table A-II/2. UK, London.
- (8): Shappell, S.A.e Wiegmann, D.A., 2000, The Human Factors Analysis and Classification System—HFACS (Final report DPT/FAA/AM-00/7). FAA Civil Aeromedical Institute, Oklahoma City, OK 73125. University of Illinois at Urbana-Champaign, Institute of Aviation, Savoy, Ill. 61874.
- (9): Reason J., 1990. Human error . New York. Cambridge University Press.
- (10): Hudson P. 2001. Safety culture: The ultimate goal. Flight safety Australia, September-October, 2-31.
- (11): US Coast Guard, Safety Management System Manual Guidebook. Developed by: Commandant (G-MSO-2). Washington D.C.
- (12): IMO, Resolution A.772(18), Fatigue factors in manning and safety.
- (13): IMO, MSC/Circ.1014. Guidance on fatigue mitigation and management, 2001. UK, London.
- (14): ILO, Recommendation:R187, Seafarers' Wages, Hours of Work and the Manning of Ships Recommendation, 1996.
- (15): [Australian Transport Safety Bureau](#)
[European Maritime Safety Agency \(EMSA\), Lisbona, Portogallo](#)
[IMO, Global Integrated Shipping Information System](#)
[Marine Accident Investigation Branch \(MAIB\). Southampton,UK.](#)
[. National Transportation Safety Board, USA.](#)
[Marine Accident Investigation and Shipping Security Policy Branch, The Government of Honk Kong Special Administrative Region](#)

Note bibliografiche.2

[The Nautical Institute .Mariners' Alerting and Reporting Scheme. UK.](#)

[Transportation Safety Board of Canada.](#)

[United States Coast Guard, USCG](#)

- (16): [Marine Accident Investigation Branch \(MAIB\), Report on the investigation of the grounding of the Italian registered chemical tanker Attilio Ievoli, Lymington Banks in the west Solent, South Coast of England, 3 June 2004.](#)
- (17): U.S. Coast Guard, 2006, Captain Of The Port of Long Island, Sound Waterways suitable report for the proposed broad water liquefied natural gas facility, Appendix H: Safety risk assessment
- (18): [Mica R. Endsley, Daniel J. Garland](#) - 2000. Situation awareness analysis and measurement, Lawrence Erlbaum Associates. Mahwah, New Jersey-USA.
- (19): Koester, T., 2007. Terminology work in maritime human factors. Situations and socio-technical systems. Copenhagen, Frydenlund Publishers.
- (20): Grech, M., R., Horberry, T., J. Koester, T., 2008. Human factors in the maritime domain. Boca Raton, Florida, USA.
- (21): [Marine Accident Investigation Branch \(MAIB\), Report on the investigation of a close-quarter situation between Costa Atlantica and Grand Neptune in the Dover Strait on 15 May 2008.](#)
- (22): Bromby, M., 1995, Ensuring compliance with the IMO'Code and its place within quality management systems. Conference on Quality Management System in Shipping, 27-28 March, arranged by Institute for international Reserch Ltd., London. UK.
- (23): Kristiansen, S., 2005. Maritime transportation, Safety management and Risk Analysis. Elsevier Butterworth-Heinmann. Burlington, Massachusetts, USA.
- (24): Henley, E.J., Kumamoto, H., 1981, Reliability Engineering and Risk Assessment. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- (25): [MAIB, Department of Maritime Administration Bermuda Government, Report No 28/2006. Report on the investigation of the fire onboard Star Princess off Jamaica, 23 March 2006.](#)

[Ritorna al menù principale](#)

FINE

Le immagini sono tratte da:
DGzRS, Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger
Jahrbuch 1988

[Ritorna al menù principale](#)