

UN APPROCCIO SEMI-QUANTITATIVO PER UNA GESTIONE EFFICIENTE DEI NEAR-MISS

M.G. Gnoni¹, G. Lettera¹, R. Iavagnilio²

¹ Dip. Ingegneria dell'Innovazione, Università del Salento, Via per Monteroni, Lecce, 73100

² Dip. Ingegneria Meccanica e Gestionale, Politecnico di Bari, Viale Japigia Bari, 70124

SOMMARIO

Per “Near-Miss” – il cosiddetto quasi-incidente - si intende un episodio anomalo e negativo che non ha determinato un vero e proprio incidente con danni a persone, beni aziendali e ambientali, ma che avrebbe potuto facilmente provocare tali conseguenze, evitate solo per circostanze favorevoli e/o casuali. Tali eventi, poiché traggono la loro origine dalle medesime cause degli incidenti a gravità maggiore, segnalano un difetto nel sistema di gestione della sicurezza (SGS) prima ancora che si realizzino quegli eventi dalle conseguenze estremamente gravi. Tali eventi rappresentano per l'organizzazione una fonte primaria di conoscenza, che se opportunamente gestita, può determinare un vantaggio significativo in termini di prevenzione e miglioramento continuo della sicurezza aziendale.

Obiettivo del lavoro è definire un modello efficace di gestione dei near-miss basato sulla classificazione degli eventi secondo un approccio semi-quantitativo al fine di incrementare l'efficienza delle fasi di follow-up del SGS in sistemi produttivi ad elevato rischio. Disporre di uno strumento capace di effettuare uno screening preliminare dei near-miss consente di migliorare la pianificazione delle azioni di prevenzione, che potranno essere mirate sui near-miss più “critici”; la criticità di un evento nel modello proposto non è assegnata in base alla distanza dell'evento dall'incidente, ma, in base alle sue potenziali conseguenze/danni.

Il modello quindi consente di definire una lista di priorità dei near-miss così da fornire un sistema di supporto alle decisioni efficace per i responsabili della sicurezza di stabilimenti ad elevato rischio. Il modello proposto è stato testato utilizzando le informazioni provenienti dal Progetto Observer, che si pone come obiettivo lo sviluppo di un sistema informativo volto a definire e diffondere prassi per l'analisi dei near-miss con particolare riferimento all'industria chimica.

1. LA GESTIONE DEI NEAR-MISS: ANALISI CRITICA

Il controllo delle prestazioni del sistema di gestione della sicurezza livello di sicurezza in sistemi produttivi ad elevato rischio – quali ad esempio le raffinerie, e le industrie chimiche - rappresenta un'attività di fondamentale importanza per garantire un efficace livello di gestione [1]. L'attività di Incident Reporting è una modalità di segnalazione di eventi indesiderati, finalizzata a rilevare criticità del sistema o di alcune procedure di gestione della sicurezza. Al fine di definire linee guida e condividere la conoscenza relativa agli incidenti avvenuti in diversi contesti produttivi sono state sviluppate diverse esperienze in ambito nazionale ed internazionale. A livello comunitario, riveste importanza fondamentale l'esperienza della banca dati europea *MARS - Major Accident Reporting System* [2]. Diversi lavori in letteratura hanno analizzato i dati provenienti dal MARS: in [3] [4] le informazioni dedotte dal MARS sono state utilizzate per costruire curve di rischio sociale per specifiche tipologie di venti incidentali quali ad esempio esplosioni, incendi, etc.

Esistono diversi database in letteratura quali ad esempio il *MHIDAS - Major Hazards Incident Data System*, sviluppato dall'UK Health and Safety Executive (HSE) focalizzato sugli incidenti connessi con l'uso di sostanze pericolose, il database *FACTS - Failure and Accidents Technical Information System* sviluppato dal TNO. In[5] gli autori propongono un'interessante analisi dei principali sistemi di analisi e condivisione delle informazioni relative agli incidenti con particolare riferimento all'ambito operativo della Direttiva Seveso.

In tale contesto si inserisce l'attività di gestione dei near-miss – i cosiddetti quasi incidenti -: in [6] [7] un near-miss è definito come un evento insicuro che non ha prodotto infortuni a persone, oppure danni a cose oppure interruzioni del processo produttivo ma che possiede la potenzialità di produrre questi effetti. Tali eventi, poiché traggono la loro origine dalle medesime cause degli incidenti a gravità maggiore, segnalano un difetto nel sistema di prevenzione prima ancora che si realizzino quegli eventi dalle conseguenze estremamente gravi; pertanto rappresentano per l'organizzazione una fonte primaria di conoscenza, che se opportunamente gestita, può determinare un vantaggio significativo in termini di prevenzione e

miglioramento continuo in sicurezza. Gli eventi near-miss rappresentano per l'organizzazione un'opportunità di miglioramento: da ognuno di essi se ne può trarre vantaggio significativo sia in termini di gestione della conoscenza e di ottimizzazione delle risorse impegnate per ottenerlo. Una delle criticità di tali database è proprio quella di non prevedere esplicitamente informazioni riguardanti i near-miss [8]. Questa problematica è stata affrontata in diversi ambiti produttivi. In [9] gli autori, dopo aver svolto un'analisi sul campo relative alle procedure operative di gestione dei near-miss in aziende chimiche e farmaceutiche, propongono un'analisi dei principali fattori di criticità che possono caratterizzare i sistemi di gestione dei near-miss. In [1], è proposto un modello rivolto all'autorità pubblica (ARPA Piemonte) per la valutazione ed il controllo degli incidenti e dei near-miss in stabilimenti Seveso.

In [5] gli autori propongono un set d'indicatori derivato dall'analisi quantitativa del rischio per gestire la notevole mole di informazione che richiede l'attività di identificazione e di controllo dei near-miss. Un'esperienza importante in questo contesto è stata portata avanti dal progetto Observer [10] promosso da ISPESL in collaborazione con FEDERCHIMICA. Obiettivo del progetto è definire un metodo standardizzato per classificare i near-miss nell'ambito dell'industria chimica per condividere le informazioni tra diverse aziende operanti nello stesso comparto.

Pertanto, in generale, una gestione efficiente dei near-miss necessita dell'individuazione preliminare dei near-miss da cui se ne può trarre un vantaggio significativo in termini di informazioni sul processo; con una tale impostazione, giustificata dal fatto che il numero di eventi che devono essere processati-risolti è elevato, si riduce il rischio di gestirli solo da un punto di vista formale.

Quest'approccio, però, comporta una difficoltà nella standardizzazione del sistema di reporting, dovuta alla mancanza di parametri oggettivi che possano sia descrivere l'evento che darne una preliminare classificazione dal punto di vista della gravità. Inoltre, per i sistemi di gestione ad uso interno dell'organizzazione, la soggettività esclusiva nel descrivere gli eventi rischia di provocare difetti nel sistema di prevenzione, o quanto meno una perdita di efficienza nelle fasi di follow-up; l'introduzione di un modello di classificazione su base semi-quantitativa, che in fase di reporting possa "dimensionare" l'evento in maniera più oggettiva, può razionalizzare l'intero sistema. L'applicazione del modello consentirà di effettuare uno screening preliminare dei potenziali incidenti, classificandoli, e migliorerà la pianificazione delle azioni di prevenzione, che potranno essere mirate sui near-miss "critici", ove la caratteristica di critico non è assegnata in base alla distanza dell'evento dall'incidente, ma in base alle sue potenziali conseguenze-danni. Obiettivo di questo lavoro è sviluppare un sistema di gestione dei near-miss attraverso una classificazione degli eventi su modello semi-quantitativo che possa incrementare l'efficienza delle fasi di follow-up del sistema di gestione della sicurezza.

2. UN APPROCCIO SEMI-QUANTITATIVO PER LA GESTIONE DEI NEAR-MISS

2.1 Il modello proposto

Il modello proposto per la gestione dei near-miss in contesti produttivi caratterizzati da elevato rischio si basa su un approccio di tipo semi-quantitativo che prevede l'utilizzo di indici e coefficienti che, se opportunamente calibrati sulle specificità aziendali – quali ad esempio la tipologia di processo, la presenza di aree caratterizzate da elevata pericolosità, organizzazione, etc. - portano all'identificazione dei near-miss critici. Obiettivo principale della metodologia proposta è effettuare uno screening degli eventi così da ottenere una classificazione dei near-miss critici ed ottimizzare, in termini di risorse, la fase di follow-up del processo di gestione del rischio in sistemi produttivi complessi. La valutazione semi-quantitativa dell'evento permette di introdurre degli elementi di oggettività in un processo, al fine di differenziare gli eventi e di conseguenza le azioni di prevenzione-difesa. Inoltre, poiché la costruzione degli indici che permettono la classificazione può essere adattata facilmente alle specifiche esigenze del sito produttivo, conferisce all'approccio un carattere di flessibilità e modularità indispensabile nell'ambito della valutazione del rischio.

Una gestione efficiente dei near-miss prevede l'individuazione preliminare dei near-miss da cui se ne può trarre un vantaggio significativo; con una tale impostazione, giustificata dal fatto che il numero di eventi che devono essere processati-risolti è elevato, si riduce il rischio di gestirli solo da un punto di vista formale.

La classificazione dei near-miss si basa sul calcolo dell'**Indice generale di Near-Miss (I_{N-M})** definito dall'equazione (1):

$$I_{N-M} = I_E + I_S \quad (1)$$

dove I_E rappresenta il cosiddetto Indice Evento, mentre I_S rappresenta il cosiddetto Indice Soluzione. I due indici consentono di valutare sia fattori di tipo tecnico sia di tipo organizzativo. Per il calcolo di I_S si valutano le tipologie di procedure richieste per ripristinare le condizioni di funzionamento normali dell'impianto in cui è localizzato il near-miss oltre che gli interventi atti ad evitare un ripetersi dell'evento. Nell'ambito della descrizione dell'evento, si chiede all'osservatore di descrivere le azioni a breve e/o a lungo termine intraprese per recuperare lo stesso; per recupero si intende oltre all'azione che ne ha evitato l'evoluzione in incidente anche l'azione che eviti, quanto possibile, un suo verificarsi nuovamente. Di seguito sono dettagliati i calcoli per la stima dei due indici.

Il calcolo di I_E si basa sulla valutazione di due diverse componenti: la "pericolosità" dell'area in cui è localizzabile l'evento near-miss ed il potenziale livello di rischio connesso. Quest'ultimo tiene conto di fattori legati alle cause che hanno generato il near-miss; ai potenziali danni generabili dal near-miss, alla frequenza dell'evento (se ripetuto) ed alle misure di sicurezza implementate nell'area d'impianto in cui è avvenuto il near-miss. Nell'equazione (2) è definito la stima dell'indice I_E :

$$I_E = K_a * I_R \quad (2)$$

dove K_A rappresenta il cosiddetto Coefficiente d'Area; I_R è definito come Indice di Rischio. Il K_A è un coefficiente correttivo che tiene conto della pericolosità dell'area dove il near-miss si è verificato. Pertanto, input fondamentale del modello proposto è rappresentato dalla classificazione delle diverse aree del processo produttivo in esame (si veda la figura 1). La classificazione delle aree può essere sviluppata tenendo conto di diversi parametri quali ad esempio la numerosità di addetti presenti, la presenza di top event, elevata presenza di agenti chimici, etc. Nel modello proposto nel presente lavoro si è utilizzata una classificazione delle aree basata sul rischio di atmosfere esplosive definite dal [11]: sono state individuate quattro classi di variabilità i cui valori numerici sono proposti in Tabella 1.

Tabella 1 – Valori proposti per la variabile K_A

Variabile	Valore proposto	Descrizione
Coefficiente d'area – K_a	2,00	Zona 0 – 20
	1,50	Zona 1 – 21
	1,25	Zona 2 – 22
	1,00	Zona non classificata

Nella valutazione dell'indice di rischio, I_R , si tiene conto dei principali fattori che possono caratterizzare un near-miss: sono state individuate quattro categorie principali che dipendono dalle cause, dal livello potenziale dei danni conseguenti, dalla frequenza di accadimento e dell'intervento di un sistema di protezione come riportato nell'equazione (3):

$$I_R = \frac{I_C + I_D + I_F + I_{Sa}}{4} \quad (3)$$

dove I_C rappresenta l'Indice di Causa; l'indice I_D rappresenta l'Indice di Danno; l'indice I_F è il cosiddetto Indice di frequenza; l'indice I_{Sa} è definito come Indice di Sicurezza. Di seguito sono analizzati i diversi contributi.

Stima di I_C : tale indice consente di individuare la tipologia di cause che hanno contribuito in modo principale al verificarsi dell'evento near-miss. Al fine di consentire la valutazione di cause di guasto congiunte, è stato proposto il calcolo di I_C tramite l'uso di una variabile binaria C_k che assume valore 1 nel caso di pertinenza con l'evento considerato, mentre è pari a 0 altrimenti. Il calcolo di I_C è pertanto definito dall'equazione (4):

$$I_C = \frac{\sum_{k=1}^3 C_k}{3} \quad (4)$$

Per il calcolo di C_k sono state individuate tre tipologie di potenziali cause che possono portare ad un near-miss:

- Errore umano: si considera l'inosservanza di procedure o istruzioni operative, il mancato uso di DPI, la disattenzione, etc.,

- Errore di intervento: si considera la mancata manutenzione, riparazione inadeguata, errore di regolazione, etc.,
- Errore di sistema: si considera l'inadeguatezza impiantistica, procedurale, guasto meccanico, etc.

I valori sono riportati in Tabella 2.

Tabella 2 - Valori proposti per la variabile Ci

Variabile	Valore	Potenziali Cause
Cause-C _k	0/1	Errore umano
	0/1	Errore d'intervento
	0/1	Errore di sistema

Stima di I_D: tale indice consente la valutazione della tipologia e dell'entità del danno potenziale relative all'evento near-miss nel caso in cui la dinamica dell'evento avesse causato un incidente

$$I_D = \sum_1^4 \left[\left(\frac{D_i}{6} \right) + \left(\frac{d_{ij}}{4} \right) \right] \quad (5)$$

Nel modello proposto sono state introdotte quattro categorie di danno potenzialmente associabili allo sviluppo non controllato dell'evento near-miss: le categorie definite sono i danni alle persone (espressa dalla variabile d_{1j}), danni alle strutture (espressa dalla variabile d_{2j}), danni all'ambiente (espressa dalla variabile d_{3j}), danni alla produttività dell'impianto (espressa dalla variabile d_{4j}); i valori proposti per ciascuna variabile (con i=1÷4, j=1÷4) sono riportati in Tabella 3. Nella valutazione del potenziale danno complessivo può accadere che non tutte le categorie di danno si possano potenzialmente verificare: pertanto la variabile d_{ij} sarà posta pari a zero solo se la variabile D_i sarà pari a 0 in base alla condizione espressa dall'equazione (6):

$$d_{ij}=0 \text{ se } D_i=0 \quad \forall i \quad (6)$$

Tabella 3 - Valori proposti per le variabile D_i e d_{ij}

Categoria	Variabile	Valore	Descrizione
1	D ₁	0/2	Danno alle persone
	d _{1j}	1	<i>Primo soccorso</i>
		2	<i>Trattamento medico richiesto</i>
		3	<i>Inibizione temporanea alle attività</i>
		4	<i>Inibizione permanente alle attività</i>
2	D ₂	0/1	Danno alle strutture
	d _{2j}	1	< 50.000 euro
		2	[50.000÷100.000 euro]
		3	[100.000÷200.000 euro]
		4	> 200.000 euro
3	D ₃	0/1	Danno all'ambiente
	d _{3j}	1	<i>Effetti reversibili nel breve periodo</i>
		2	<i>Effetti reversibili nel medio periodo</i>
		3	<i>Effetti irreversibili all'interno dell'area</i>
		4	<i>Effetti irreversibili all'esterno dell'area</i>
4	D ₄	0/2	Danno alla produttività
	d _{4j}	1	<i>Rilavorazione prodotto/batch</i>
		2	<i>Scarto prodotto/batch</i>
		3	<i>Fermo impianto breve periodo</i>
		4	<i>Fermo impianto lungo periodo</i>

Stima di I_E: l'indice di frequenza consente di evidenziare eventuali anomalie nella gestione dei near-miss in quanto contribuisce ad aumentare la criticità dell'evento near-miss nel caso in cui si presentino eventi simili dal punto di vista della localizzazione, del danno e delle cause. Tale indice risulta di importanza fondamentale in quanto consente di rilevare in modo efficace eventi simili rispetto alla fase di report

tradizionale: infatti, eventi simili per frequenza sono caratterizzati da un indice di near-miss maggiore e quindi gestiti in modo più efficiente. Il calcolo dell'indice di frequenza è definito dall'equazione (7).

$$I_F = \frac{\sum_{m=0}^3 F_m}{3} \quad (7)$$

Per il calcolo di F_m sono state proposte quattro categorie tre tipologie di potenziali cause che possono portare ad un near-miss; la descrizione è riportata in Tabella 4.

Tabella 4 - Valori proposti per la variabile F_i

Variabile	Valore	Descrizione
Frequenza – F_m	0	Primo accadimento dell'evento in base al valore di frequenza relativo all'area, e/o al danno, e/o alle cause
	1	Fino a 3 accadimenti
	2	Fino a 5 accadimenti
	3	Oltre 5 accadimenti

Stima di I_{Sa} : se l'evoluzione dell'evento da near-miss ad incidente è stata evitata grazie all'intervento di un dispositivo di sicurezza, la cosiddetta "ultima barriera" – che può essere di tipo fisico o procedurale - l'Indice di Sicurezza dovrà assumere valore massimo. Pertanto, nel modello è stata introdotta la variabile binaria I_{Sa} : tale variabile assume valore 1, quando la distanza dell'evento dall'incidente è minima contribuendo così ad aumentare il livello di rischio complessivo dell'evento; altrimenti la variabile assumerà valore pari a zero.

Dall'altra parte, nell'equazione (1) al fine di valutare il contributo della gestione post near-miss è stato introdotto l'Indice Soluzione – l' I_S - che tiene conto delle procedure richieste per ripristinare le condizioni di funzionamento normali dell'impianto in cui è localizzato il near-miss oltre che gli interventi atti ad evitare un ripetersi dell'evento. La stima di I_S è definita tramite l'equazione (8):

$$I_S = \frac{\sum_{l=1}^3 S_l}{3} \quad (8)$$

Nel modello sono state definite due tipologie di soluzioni nella gestione dell'evento near-miss: la cosiddetta "azione correttiva", cioè un'azione mirata ad evitare la riproposizione dell'evento e la cosiddetta "azione istantanea", cioè un'azione immediata mirata ad evitare l'incidente; la prima tipologia può essere pianificata e rappresenta uno dei risultati ottenibili da una gestione efficiente dei near-miss, la seconda, data la sua natura, rappresenta la risposta immediata all'evento, la cui efficacia va valutata a posteriori. Pertanto, è stata proposta la classificazione delle azioni di recupero/ripristino riportata in Tabella 5; l'impatto di un'azione correttiva è valutato in base al tempo ed alle risorse (economiche, produttive, etc.) in essa impegnate.

Tabella 5 - Valori proposti per la variabile S_l

Variabile	Valore	Descrizione
Soluzioni - S_l	1	Azione istantanea
	2	Azione correttiva a basso impatto sul sistema
	3	Azione correttiva ad alto impatto sul sistema

2.2 Le fasi di applicazione del modello

Come si può notare dal diagramma in Figura 2, l'aspetto relativo all'ottimizzazione delle risorse impegnate è dovuto alla discontinuità introdotta tra la fase di Follow-up e le fasi precedenti, per via dell'introduzione nel flusso di un "Informazione" aggiuntiva, l'Indice di near-miss, utile strumento di decision making per il Management aziendale.

La schematizzazione delle varie fasi di applicazione del modello è riportata nella Figura 1.

Input al modello proposto nel lavoro è la suddivisione e la classificazione preliminare delle aree d'impianto del sistema produttivo. Come definito in precedenza, tale classificazione può avvenire secondo diversi criteri, a seconda delle caratteristiche del sito produttivo e delle scelte del management aziendale: la

classificazione può essere realizzata ricorrendo a imposizioni di legge quali il Metodo ad Indici per gli impianti di GPL[14] [15] e rischio dovuto alla presenza di atmosfere esplosive [11] oppure su informazioni caratteristiche del sito quali la presenza di specifiche tipologie di rischio – quali il rischio chimico, biologico, etc. - , la presenza/numerosità di top event, etc. Nel modello proposto nel lavoro si è utilizzata la classificazione proposta per il rischio da atmosfere esplosive come evidenziato nel paragrafo precedente. A questo punto è possibile stimare il valore del coefficiente K_a , che consente di “pesare” l’Indice di Rischio I_R , come definito nell’eq. 2 così da incrementare la criticità di un evento near-miss che si verifichi in un’area caratterizzata da elevata criticità. Di seguito sono descritte le fasi di sviluppo dell’approccio proposto.

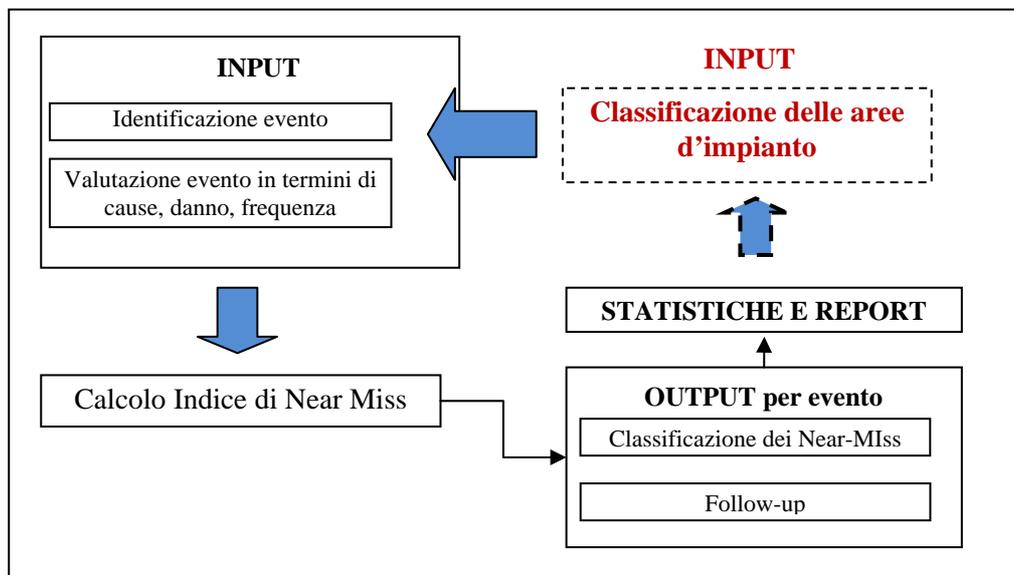


Figura 1- Fasi della procedura di implementazione del modello di gestione dei near-miss proposto

Fase 1- Identificazione Evento: l’identificazione dell’evento consiste in una analisi sintetica dell’evento near-miss. L’attività principale in tale fase è descrivere l’evento ed analizzare l’eventuale azione istantanea intrapresa, intendendo come tale un’azione effettuata al momento dell’accadimento dell’evento al fine di evitare la sua evoluzione in incidente. Obiettivo è valutare l’efficacia degli interventi dei dispositivi di sicurezza previsti che, funzionando da “ultima barriera”, evitano l’evoluzione dell’evento in incidente.

Fase 2- Valutazione dell’Evento: una volta effettuata l’identificazione dell’evento, questo verrà analizzato in termini di potenzialità di danno, tipologia di causa, ed eventualmente di frequenza di accadimento. Tali valutazioni, semi-quantitative, sono necessarie per il calcolo dell’Indice di Rischio (I_R) e dell’Evento (I_E). Nel caso in cui l’azione istantanea non sia sufficiente a recuperare del tutto l’evento, in questa sezione si individuano le azioni correttive che, a differenza delle prime, possono essere pianificate in termini di mezzi e tempi; l’obiettivo di un’azione correttiva, infatti, è quello di risolvere l’evento affinché non si riproponga in futuro. Tali azioni possono essere definite a seguito dell’azione di follow-up del modello di gestione al fine di incrementarne l’efficacia complessiva.

Fase 3- Calcolo dell’Indice di Near-Miss: stimati i valori di I_S ed I_E in funzione dei relativi contributi, grazie all’equazione (1) è definito il livello dell’ I_{N-M} .

Fase 4- Classificazione Near-Miss: obiettivo è individuare una priorità di gestione ed’intervento dei near-miss valutati in precedenza. In modo coerente con la definizione degli indici calcolati nella fase precedente, è proposta una classificazione dei near-miss in tre classi di criticità così definite:

- Classe 1-“NORMALE”: l’indice $I_{N-M} \in [0,416 \div 1,083]$.
- Classe 2-“WARNING”: l’indice $I_{N-M} \in [1,083 \div 2,333]$.
- Classe 3- “CRITICO”: l’indice $I_{N-M} \in [2,333 \div 3]$.

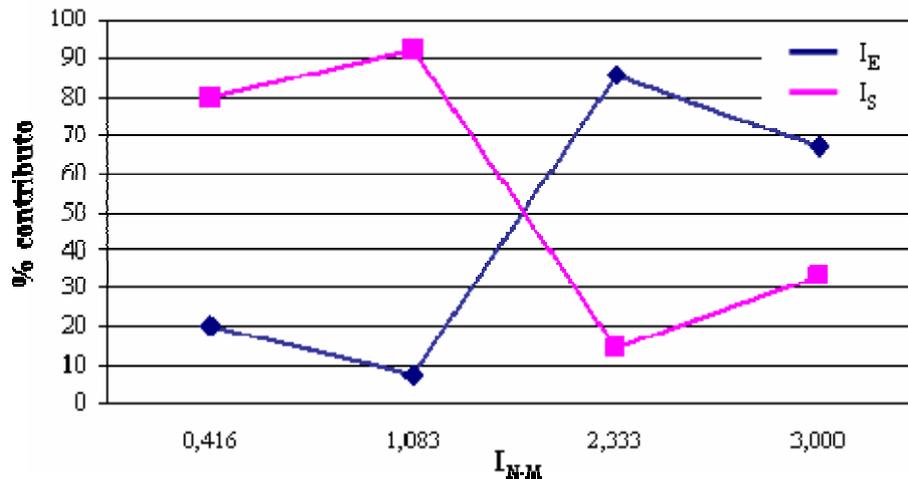


Figura 2. Contributo di I_E e I_S nel calcolo dell'indice generale di near-miss I_{N-M}

In figura 2 è riportato l'andamento dell'Indice Generale di Near-Miss, I_{N-M} , al variare dei due principali contributi, I_E e I_S . Come si evidenzia dalla figura, nella classe 1 si verifica un'incidenza maggiore nel calcolo di I_{N-M} dell'Indice di Soluzione (I_S) rispetto all'Indice Evento (I_E). Questo è dovuto al fatto che la pericolosità intrinseca dell'evento è ridotta, e quindi, contribuisce in maniera minore alla criticità dell'evento rispetto alle procedure di recupero/prevenzione. Al contrario, la classe 3 è caratterizzata da una maggiore incidenza, sull'Indice di near-miss dell' I_E rispetto ad I_S . Ciò evidenzia il fatto che l'evento è critico per una sua pericolosità intrinseca più che per l'impatto dell'azione di recupero corrispondente. Tale valutazione recepisce il principio di precauzione in quanto introduce l'oggettività nella valutazione di un evento critico esonerando la stessa da equivoci legati alla gestione post-evento.

Fase 5- Follow-up aziendale: Questa sezione è dedicata al management aziendale, che in base alle risorse disponibili, intraprende azioni differenziate per il miglioramento continuo in sicurezza, concentrandosi sui near-miss individuati come critici poiché il beneficio – dovuto all'effetto di learning- in termini prestazionali potrà essere più elevato [7].

Il sistema di gestione della sicurezza sarà tanto più efficiente se gli indicatori di performance utilizzati- in questo caso i near-miss sono sempre più affidabili; inoltre, prima di investire risorse e mezzi nell'implementazione di un sistema di monitoraggio degli indicatori di performance del sistema va verificata l'efficacia degli indicatori. Una gestione dei near-miss efficace consente di ridurre l'impiego delle risorse ottimizzando i benefici in termini di conoscenza del processo [12]. Va infatti sottolineato il concetto di "Safety Iceberg", introdotto da [13], in cui si è verificata la relazione di proporzionalità inversa tra near-miss riportati e Incidenti: maggiore è il numero di near-miss riportati e minore è la frequenza di accadimento di un incidente.

3. UN'APPLICAZIONE DEL MODELLO PROPOSTO

Per validare l'approccio proposto nel lavoro, è stata sviluppata un' applicazione del modello utilizzando dati presenti in letteratura relativi a near-miss avvenuti nell'ambito del comparto chimico. Come fonte di informazioni, si è utilizzato Sistema Informativo del Progetto-Observer [10]. Tale progetto, promosso dall'ISPESL e sviluppato da FEDERCHIMICA, prevede che i soggetti interessati (i.e. le imprese, gli organismi di controllo), opportunamente accreditati, alimentino con propri dati e con proprie informazioni riservate il database relativo alla gestione dei near-miss nello specifico comparto produttivo.

Gli eventi presi in esame provengono dal settore chimico:

- Evento 1: principio di incendio in un magazzino,
- Evento 2: un caso di esplosione di una bottiglia di un reagente in laboratorio;
- Evento 3: sversamento liquido da un reattore.

Ulteriori dettagli necessari per l'implementazione del modello proposto sono riportati in Tabella 6; le informazioni sono riprese dal database del progetto Observer e definiscono la Fase 1 del modello, di identificazione dell'evento.

Tabella 6 – Descrizione degli eventi near-miss [Fonte Progetto Observer,2004]

	Evento 1	Evento 2	Evento 3
Tipologia	Principio di incendio	Esplosione di bottiglia contenente bromuro di cianogeno	Sversamento liquido da un reattore
Descrizione	Innesco di incendio nei pressi del magazzino destinato allo stoccaggio delle materie prime/prodotti finiti	Il materiale ha assorbito umidità atmosferica; la temperatura di conservazione ha superato quella massima ammissibile (30°C).	Un malfunzionamento al sistema di controllo di dosaggio, durante una reazione di ossidazione del fenolo con acqua ossigenata al 60% ha determinato l'introduzione dell'acqua ossigenata prevista per la reazione troppo rapidamente nel reattore; la reazione si è sviluppata in modo batch.
Effetti	-	Ha avuto luogo una reazione esotermica decompositiva che ha rotto la bottiglia, i cui frammenti hanno colpito altre bottiglie di reagenti.	Il reattore era provvisto di valvola di sfogo per le sovrappressioni, ma l'aumento di pressione ha fatto saltare un giunto tra il reattore ed il condensatore con fuoriuscita di schiuma.
Azione di intervento proposta	Spegnimento immediato del principio d'incendio ed evacuazione dell'area interessata.	Stoccaggio in soluzione opportuna	Evacuazione dell'area interessata e recupero del liquido sversato.

Rappresentano situazioni diverse dal punto di vista delle cause, dei danni potenziali e delle azioni correttive previste, pertanto la loro schematizzazione nel modello ha previsto uno sforzo interpretativo per l'assegnazione dei valori ai vari indici, in applicazione della Fase 2, circa la valutazione dell'evento.

Le ipotesi relative all'applicazione del modello sono:

- Per quanto riguarda la classificazione delle aree è stata considerata una valutazione legata alla tipologia di aziende: il Coefficiente d'Area K_a è stato posto pari a 2 nel caso in cui il near-miss sia avvenuto in un impianto Seveso; nel caso contrario K_a è stato posto pari a 1.5;
- È stato ipotizzato un indice di frequenza $I_F = 0$, poiché non si dispone di uno storico degli eventi.
- L'indice di sicurezza I_{Sa} è stato assunto pari a 1 per l'intervento di allarmi anti-incendio o altri dispositivi di sicurezza, quali valvole di sfogo.
- Nella stima dell'indice di danno I_D si è tenuto conto, nel caso di incendi o esplosioni, della potenzialità di amplificazione dell'evento sulle tipologie di bersaglio interessate oltre che sugli effetti sulla produttività.
- Per la stima della variabile S_1 , è stato assegnato il massimo valore per azioni correttive che hanno interessato l'impiantistica del sistema o una revisione delle procedure operative

Si riportano di seguito i dettagli di tali schematizzazioni comprensive del calcolo dell'Indice di Near-Miss così come definito dalla Fase 3 del modello.

Tabella 7 – Risultati dell'applicazione del modello proposto per ciascun evento

	Evento 1	Evento 2	Evento 3
Variabili	<i>Valore</i>	<i>Valore</i>	<i>Valore</i>
K_a	2	1,5	2
I_{Sa}	1	0	1
C_k	1	1	2
D_i	6	3	6
d_{1j}	4	1	4
d_{2j}	3	1	4
d_{3j}	1	0	4
d_{4j}	3	0	4
F_m	0	0	0
S_l	3	1	3
Indici	<i>Valore</i>	<i>Valore</i>	<i>Valore</i>
I_C	0,33	0,330	0,670
I_D	0,67	0,130	1
I_R	0,5	0,110	0,670
I_E	1	0,172	1,333
I_S	1	0,330	1
I_{N-M}	2	0,505	2,333

In tabella 8 si riporta la classificazione degli eventi analizzati (Fase 4 del modello): la fase 5, di follow-up aziendale, partendo da tale classificazione, avrà come obiettivo prioritario l'evento critico risultante (evento 3). In assenza della classificazione risultante dall'applicazione del metodo proposto la criticità dell'evento 3 poteva essere ignorata, dando così luogo ad una percezione non efficiente del fenomeno analizzato.

Tabella 8 – Classificazione degli eventi.

	Evento 1	Evento 2	Evento 3
NORMAL	-	X	-
WARNING	X	-	-
CRITICAL	-	-	X

Il metodo proposto, corredato da uno strumento software in grado di gestire efficacemente la gestione dei dati, può rappresentare uno strumento flessibile ed efficace nell'ambito dei sistemi di gestione dei near-miss, poiché fornisce l'informazione della criticità complessiva dell'evento riportato. Tali informazioni possono rappresentare informazioni molto efficaci per il Management aziendale per migliorare le misure di prevenzione ed incrementare l'efficienza del sistema di gestione della sicurezza.

RIFERIMENTI

- [1] Basso B., Carpegna C., Dibitonto C., Gaido G., Robotto A., Zonato C., Reviewing the safety management system by incident investigation and performance indicators, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 10, 1997, pp. 159–167.
- [2] MAHB: <http://mahbsrv.jrc.it/mars/default.html>.
- [3] Kirchsteiger C., Impact of accident precursors on risk estimates from accident database, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 19, 2006, pp. 630–638
- [4] Kawka N., Kirchsteiger Technical note on the contribution of sociotechnical factors to accidents notified to MARS, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 12, 1999, pp. 53–57.
- [5] Van de Schaarf, T. W., Near Miss reporting in the Chemical Process industry, Phd Thesis, Eindhoven University, 1992.

- [6] Meela A., L.M. O’Neill, J.H. Levina, W.D. Seider, U. Oktem, N. Keren, Operational risk assessment of chemical industries by exploiting accident databases, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 20, 2007, pp. 113–127.
- [7] Jones S, Kirchsteiger C., Bjerke W., The importance of near miss reporting to further improve safety performance, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol.12, 1999, pp. 59-67.
- [8] Nivolianitoua Z., Konstandinidou M., Kiranoudis C., Markatos N., Development of a database for accidents and incidents in the Greek petrochemical industry, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 19, 2006, pp. 630–638. Kawka N., Kirchsteiger Technical note on the contribution of sociotechnical factors to accidents notified to MARS, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 12, 1999, pp. 53–57.
- [9] Phimister J.R., Oktem U., Kleindorfer, Kunreuther H., Near-miss incident management in the chemical process industry, *Risk analysis*, Vol. 23, 2003, pp.445-459.
- [10] Fonte Progetto Observer, 2004. <http://roma.cilea.it/observer/>
- [11] D. Lgs. 626/94 e succ. mod., riguardante il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.
- [12] Ritwik U., Risk based approach to near-miss, *Hydrocarbon processing*, October 2002, pp. 93-96.
- [13] Bird F.E, Germain G.L.; Bird F. E., Jr., *Practical Loss Control Leadership*, International Loss Control Institute, 1996.
- [14] D.M. 15/05/96, Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto G.P.L..
- [15] D.M. 20/10/98, Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici.