

# PROPOSTA DI UNA METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DI UN SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA CONFORME ALLA DIRETTIVA 82/96/CE

Piero SANTANTONIO,

Esperto di Sicurezza  
IGEAM s.r.l., P.zza della Trasfigurazione, 2 00151 ROMA

Antonio NAVIGLIO,

Docente presso la Scuola di Specializzazione in  
“Sicurezza e Protezione Industriale”  
Facoltà di Ingegneria, Università “La Sapienza”  
Corso Vittorio Emanuele, 244 00100 ROMA

## 0. Sommario

La direttiva 82/96/CE prescrive l'implementazione di un Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS) in impianti a rischio di incidente rilevante per la cui valutazione è necessario uno strumento metodologico.

Lo strumento è necessario

- **al gestore dell'impianto**, come supporto in fase di progettazione ed implementazione del SGS, e per il suo monitoraggio;
- **alle autorità di controllo**, come riferimento metodologico standardizzato di verifica, che valuti il SGS ed al contempo controlli la coerenza generale delle azioni di prevenzione e delle scelte gestionali.

Partendo dallo schema di SGS contenuto nell'allegato III della direttiva 82/96/CE, viene delineato uno schema generale nel quale la valutazione del SGS è formulata sulla base dei **risultati degli audit di verifica degli elementi del SGS**, opportunamente **ponderati in base ai seguenti criteri**:

- *di rilevanza*, basato sull'analisi e la valutazione dei rischi;
- *di esperienza*, basato sull'analisi e la valutazione dell'esperienza operativa dell'impianto.

Lo schema proposto permette di ottenere **indicatori sintetici** utili alla progettazione ed alla valutazione del SGS, nonché alla verifica generale della coerenza degli adempimenti normativi e delle azioni gestionali messe in atto per migliorare le condizioni di sicurezza dell'impianto.

## 1. Schema del Sistema di Gestione della Sicurezza

Nella citata direttiva, si legge al *considerato* n° 15 che “... *dall'analisi degli incidenti rilevanti dichiarati nella Comunità risulta che nella maggioranza dei casi, essi sono dovuti a errori di gestione o di organizzazione; che occorre pertanto stabilire a livello comunitario, per quanto riguarda i sistemi di gestione, principi di base tali da consentire di prevenire e ridurre i rischi di incidenti rilevanti nonchè di limitarne le conseguenze*”. I principi fondamentali sono richiamati negli articoli 7 e 9 e specificati nell'Allegato 3 alla norma, nel quale viene proposto uno schema di SGS, che ricalca quello adottato in altre normative sui sistemi di gestione (ISO 9000, EMAS, BSI 8800, ecc.), e che è riconducibile a quello riportato in figura 1.a.

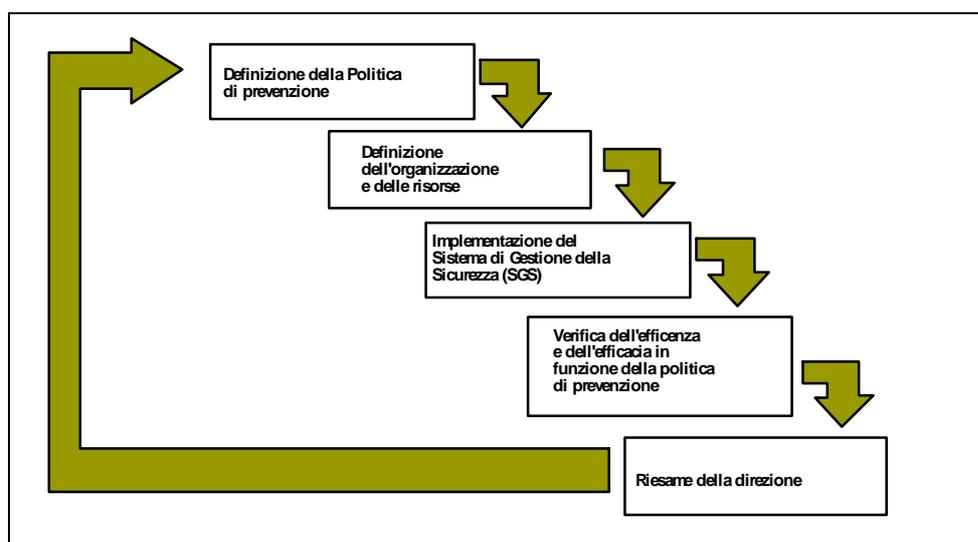


Figura 1.A: Schema generale dei Sistemi di Gestione della Sicurezza

L'articolazione generale del sistema, secondo lo schema dell'Allegato 3 alla direttiva, è costituito da 9 funzioni qualificanti, riportate nella tabella 1.a:

**Tabella 1.A: Funzioni del SGS conforme alla direttiva 82/96/CE**

N.	FUNZIONE
1.	Politica di prevenzione degli incidenti rilevanti
2.	Integrazione del sistema di gestione della sicurezza con quello generale dell'azienda
3.	Organizzazione del personale e formazione
4.	Identificazione e valutazione dei pericoli rilevanti
5.	Controllo operativo dell'impianto
6.	Gestione delle modifiche
7.	Pianificazione dell'emergenza
8.	Verifica delle prestazioni
9.	Controllo e riesame

Ciascuna delle **funzioni** riportate dovrà ulteriormente essere articolata, per tenere in considerazione tutti gli aspetti rilevanti per garantire i requisiti di sicurezza degli impianti. La descrizione, l'analisi ed i dettagli, sviluppati in una prospettiva operativa, sono stati oggetto di lavori specifici [1], [10].

L'intera articolazione del SGS può essere sintetizzata attraverso l'individuazione delle **sotto-funzioni** particolari, che specificando la funzione individuata, ne individuano tutti gli ambiti particolari, riassumendone sinteticamente i contenuti.

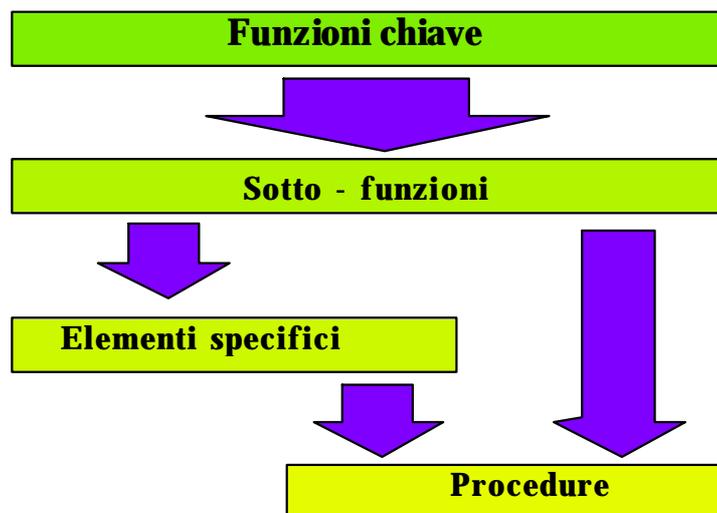
Le funzioni di cui nell'Allegato III della citata direttiva possono essere articolate in sotto-funzioni nel modo riportato nella tabella 1.b: le funzioni e sottofunzioni del sgs.

**Tabella 1.B: Le Funzioni e Sottofunzioni del SGS**

<b>1.</b>	<b><i>La Politica di prevenzione degli incidenti rilevanti</i></b>
1.1	Obiettivi generali;
1.2	Definizione delle strategie;
1.3	Attuazione e verifica dell'attuazione;
<b>2.</b>	<b><i>Integrazione del sistema di gestione della sicurezza con quello generale dell'azienda</i></b>
2.1	Struttura organizzativa;
2.2	Responsabilità ed interfacce;
2.3	Procedure, procedimenti e prassi;
2.4	Risorse;
<b>3.</b>	<b><i>Organizzazione del personale e formazione</i></b>
3.1	Adeguatezza quali-quantitativa delle risorse del sistema di gestione;
3.2	Adeguatezza della formazione del personale;
3.3	Adeguatezza dell'addestramento e dell'esperienza del personale;
3.4	Verifica periodica della formazione e dell'addestramento del personale;
3.5	Diffusione delle informazioni;
3.6	Coinvolgimento del personale;
<b>4.</b>	<b><i>Identificazione e valutazione dei pericoli rilevanti</i></b>
4.1	Individuazione dei pericoli (top-event);
4.2	Individuazione delle cause scatenanti (root cause);
4.3	Individuazione delle misure preventive;
4.4	Valutazione delle probabilità;
4.5	Valutazione delle conseguenze;
<b>5.</b>	<b><i>Controllo operativo dell'impianto</i></b>
5.1	Controllo della documentazione;
5.2	Fattore umano;
5.3	Procedure ed istruzioni per l'esercizio:
5.3.1	<i>Condizioni normali;</i>
5.3.2	<i>Gestione dei transitori;</i>
5.3.3	<i>Arresto e riavviamento;</i>
5.3.4	<i>Condizioni anormali;</i>
5.4	Procedure ed istruzioni per la manutenzione:
5.4.1	<i>Procedure operative;</i>
5.4.2	<i>Procedure di interfaccia con l'esercizio;</i>
5.5	Verifiche dell'impianto relativa all'esercizio;

5.6	Gestione degli approvvigionamenti;
<b>6.</b>	<b><i>Gestione delle modifiche</i></b>
6.1	Modifiche dei parametri di processo;
6.2	Modifiche dell'organizzazione;
6.3	Modifiche degli impianti e dei depositi esistenti;
6.4	Gestione delle modifiche temporanee;
6.5	Nuove installazioni di impianti e depositi;
6.6	Progettazione e riesame dei progetti;
<b>7.</b>	<b><i>Pianificazione dell'emergenza</i></b>
7.1	Riconduzione della situazione sotto controllo;
7.2	Contenimenti della degradazione della situazione;
7.3	Contenimento delle conseguenze;
7.4	Salvaguardia della salute dei lavoratori, della popolazione e dell'ambiente;
<b>8.</b>	<b><i>Controllo delle prestazioni</i></b>
8.1	Analisi operativa degli incidenti, dei quasi incidenti, dei guasti e delle anomalie;
8.2	Riesame del sistema di gestione della sicurezza;
8.3	Verifiche della sicurezza del processo;
8.4	Verifiche di conformità normativa;
<b>9.</b>	<b><i>Controllo e revisioni</i></b>
9.1	Revisione della politica di sicurezza;
9.2	Efficienza del sistema di gestione;
9.3	Efficacia del sistema di gestione;
9.4	Aggiornamento in funzione dei cambiamenti esterni ed interni;
9.5	Riesame della documentazione.

In Generale, ciascuna delle funzioni del SGS è articolata in sotto-funzioni, ciascuna delle quali può essere articolata in elementi specifici ed in procedure, secondo lo schema riportato di seguito:



## 2. La valutazione del sistema di gestione della sicurezza per un impianto ad alto rischio: schema generale del metodo

### 2.1. Introduzione

Un sistema di gestione è costituito da:

- un manuale, nel quale sono definite le politiche ed i metodi del sistema di gestione, i criteri e le modalità di verifica;
- le procedure che definiscono operativamente i comportamenti delle persone o i requisiti delle cose.

Sia le politiche che le procedure sono costruite in modo che siano chiari gli obiettivi che si intendono raggiungere ed i mezzi ed i metodi che sono a disposizione per raggiungerli.

Il livello di raggiungimento degli obiettivi è un indice che valuta sia l'efficienza che l'efficacia delle procedure, dei metodi e delle politiche previste nel manuale.

Tuttavia, è egualmente necessario esprimere un giudizio complessivo sul sistema di gestione al fine di poter valutare, al di là dell'efficienza di ogni singola procedura, se le prestazioni complessive sono commisurate al rischio che deve essere gestito, se gli obiettivi stessi della politica di prevenzione sono conseguiti e se siano sufficienti al conseguimento dei risultati imposti dalla normativa, che riguardano in via del tutto generale "... la prevenzione degli incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose e la limitazione delle loro conseguenze per l'uomo e per l'ambiente ...".

Non è affatto automatico infatti che il conseguimento degli obiettivi per ogni procedura garantisca il conseguimento degli obiettivi fissati dalla politica di prevenzione. La verifica del sistema di gestione infatti serve a mettere proprio in evidenza i punti su cui bisogna lavorare per ottenere il **miglioramento** che è l'obiettivo ultimo di ogni sistema di gestione.

Per esprimere un giudizio sull'intero sistema di gestione, devono essere perciò elaborati degli indici che permettono di sommare in maniera ponderata il contributo al funzionamento dell'intero sistema di ogni sua parte. Il problema quindi si trasferisce alla capacità di assegnare a ciascuna procedura un peso in funzione della rilevanza che questa ha nella prevenzione del rischio o nella protezione del danno. In questo, come si vedrà nel seguito e segnatamente nel seguito, si farà abbondante ricorso alla valutazione del rischio ed all'analisi dell'esperienza operativa.

## 2.2. La Matrice di RILEVANZA

Il progetto generale dell'insediamento produttivo comprende tutti gli elementi strutturali, di processo, di conduzione e di gestione degli impianti, e per ciascun elemento, conformemente alla buona tecnica e comunque in ottemperanza ai disposti normativi che riguardano non solo gli impianti a rischio di incidenti rilevanti, ma in generale tutte le unità produttive, deve aver realizzato un percorso di gestione della sicurezza per cui

- i pericoli sono stati identificati,
- i rischi sono stati valutati,
- le misure di diminuzione o gestione dei rischi residui sono state individuate.

Il sistema di gestione della sicurezza, la cui articolazione generale è stata presentata nel paragrafo precedente, fa parte di questo progetto complessivo, e gli elementi che lo compongono sono relativi a ciascuna parte di impianto o a ciascun momento della conduzione di questi.

Ognuna delle funzioni, sottofunzioni, degli elementi specifici e delle procedure sono in rapporto diretto con dei rischi che si vuole di volta in volta controllare, monitorare, contenere, cioè gestire.

In base all'analisi del rischio si potranno assegnare dei pesi ad ogni funzione o sottofunzione relativamente alla rilevanza che questi hanno nella gestione dei possibili rischi rilevanti, che per un impianto ad alto rischio sono di incendio, di esplosione, o di rischio tossico. In funzione delle necessità dell'analisi, i pesi possono essere indicati separatamente per ogni tipologia di rischio, oppure individuati con un criterio onnicomprensivo che li considera nel loro insieme.

La rilevanza deve essere stabilita in funzione delle due variabili che definiscono il rischio:

- in funzione della **probabilità** che il fallimento nell'applicazione di una o un insieme di procedure possa innescare un incidente rilevante per la sicurezza sia per **errori di applicazione**, che per **errori procedurali** stessi, sia per l'**assenza della procedura** che per la sua **incompletezza**.
- in funzione del **danno** che il fallimento nell'applicazione delle suddette procedure possa comportare, a seguito dell'incidente rilevante.

**Il giudizio di rilevanza dovrà quindi essere espresso in base all'analisi del rischio.** Questo significa che le sotto-funzioni o le funzioni saranno tanto più *pesanti* quanto più in alto sono collocate ad esempio nell'albero dei guasti, cioè tanto più direttamente sono in corrispondenza con un evento *top*.

Si definisce **matrice di rilevanza**  $R(i,j)$  la matrice che ha le righe relative alle 9 funzioni (o per un dettaglio maggiore tutte le 43 sotto-funzioni) del SGS implementato nell'azienda e le colonne relative al rischio complessivo di riferimento (incendio, esplosione, rischio tossico) o, in alternativa, il rischio complessivo. L'elemento della matrice  $R(i,j)$  sarà quindi il peso relativo, ai fini della sicurezza, di ciascuna funzione (o sotto-funzione) del SGS.

La rilevanza  $R(i,j)$  relativa all'*i*-esima sotto-funzione (nel SGS proposto  $i=1,\dots,47$ ) ed alla *j*-esima tipologia di rischio ( $j =$  incendio, esplosione, rischio tossico o, in alternativa, il rischio complessivo) può essere espressa in funzione dei livelli di rilevanza di ciascuno degli elementi specifici o singole procedure, relative alla sotto-funzione specificata.

I livelli potranno essere scelti tra quelli presentati nella tabella 2.a, nella quale si propone una classificazione in quattro categorie.

**Tabella 2.A: Livelli della matrice Rilevanza**

<i>PESO</i>	<i>RILEVANZA R(i,j)</i>
<b>1</b>	La sotto-funzione è poco rilevante ai fini della protezione e/o prevenzione di incidenti rilevanti. La probabilità di accadimento è bassa e/o gli effetti sono di modesto rilievo, potendo causare inefficenze, o anomalie facilmente gestibili.
<b>2</b>	La sotto-funzione è mediamente rilevante ai fini della protezione e/o prevenzione di incidenti rilevanti. La probabilità di accadimento è modesta e/o i danni sono esclusivamente di tipo materiale, potendo causare fermi d'impianto gestibili.
<b>3</b>	La sotto-funzione è rilevante ai fini della protezione e/o prevenzione di incidenti rilevanti. La probabilità di accadimento non è trascurabile e/o i danni sono di notevole entità, coinvolgendo impianti ed i lavoratori dello stabilimento.
<b>4</b>	La sotto-funzione è molto rilevante ai fini della protezione e/o prevenzione di incidenti rilevanti. La probabilità di accadimento è notevole e/o l'incidente ha effetti catastrofici, estendendosi oltre il confine dello stabilimento, interessando l'incolumità delle popolazioni e l'integrità dell'ambiente circostante.

Una classificazione più rigorosa dei livelli di rilevanza potrebbe essere realizzata individuando criteri quantitativi, sul tipo dei metodi indicizzati di analisi del rischio [14], per cui, i quattro livelli di rilevanza indicati in tabella 1.a vengono assegnati sulla base di un punteggio indicato su una scala in base alle tipologie di rischio, alle conseguenze, ecc.

### 2.3. La Matrice di ESPERIENZA

Con gli stessi criteri con cui si è realizzata la matrice  $R(i,j)$  di rilevanza, può essere costruita **la matrice  $E(i,j)$  di esperienza, che assegna dei pesi basati sull'esperienza operativa dell'impianto** a ciascuna delle sotto-funzioni del SGS.

In completa analogia con quanto descritto nel paragrafo precedente, attraverso l'analisi dell'esperienza operativa dell'impianto si possono valutare le sottofunzioni e assegnare giudizi relativi all'esperienza operativa a ciascuna delle funzioni del SGS dell'azienda.

I livelli vengono scelti tra quelli presentati nella tabella successiva, nella quale si propone una classificazione in quattro categorie:

**Tabella 2.B: Livelli della matrice Esperienza**

<i>PESO</i>	<i>RILEVANZA R(i,j)</i>
<b>1</b>	Dall'analisi dell'esperienza operativa la sotto-funzione è poco rilevante ai fini della protezione e/o prevenzione di incidenti rilevanti. Non si registrano infatti incidenti ad esse imputabili o le anomalie e/o i guasti sono di piccola entità e/o si sono manifestati con scarsa frequenza.
<b>2</b>	Dall'analisi dell'esperienza operativa la sotto-funzione è mediamente rilevante ai fini della protezione e/o prevenzione di incidenti rilevanti. Gli incidenti ad esse imputabili si sono presentati con moderata frequenza e/o causando danni esclusivamente di tipo materiale, con guasti temporanei e fermi d'impianto gestiti, e con conseguenze sulla produzione.
<b>3</b>	Dall'analisi dell'esperienza operativa la sotto-funzione è rilevante ai fini della protezione e/o prevenzione di incidenti rilevanti. Gli incidenti ad esse imputabili si sono presentati con frequenza e/o i danni sono stati di notevole entità, coinvolgendo impianti ed i lavoratori dello stabilimento.
<b>4</b>	Dall'analisi dell'esperienza operativa la sotto-funzione è molto rilevante ai fini della protezione e/o prevenzione di incidenti rilevanti. Gli incidenti ad esse imputabili si sono presentati con elevata frequenza e/o gli effetti sono stati catastrofici, estendendosi oltre il confine dello stabilimento, interessando l'incolumità delle popolazioni e l'integrità dell'ambiente circostante.

### **2.3.1. Proposta di un metodo operativo per l'assegnazione dei livelli di Esperienza.**

Il presente tentativo di costruire una matrice di esperienza rispondente a quanto descritto nel precedente paragrafo, ha carattere prevalentemente esemplificativo. In ogni caso l'analisi è stata svolta a tal fine nel rispetto di una linea logica e metodologica rigorosa.

La natura stessa della matrice *esperienza* è riferita ad una realtà concreta verificabile *in campo*. Nell'impossibilità di operare tale sperimentazione, poiché sistemi di gestione della sicurezza conformi alla recente normativa non sono ancora stati impostati e sviluppati, e in ogni caso in fase di progettazione e di prima installazione degli impianti, si può provare, come fase 0, a compiere comunque un'analisi sui dati storici di impianti simili alla tipologia di quello in esame.

I limiti di tale sperimentazione risiedono infatti sia nella assenza o la diversa articolazione degli SGS dei casi presi in considerazione nel database storico, che nell'imprecisione della classificazione a posteriori di eventi accaduti in situazioni non completamente sovrapponibili sia per quanto riguarda la tipologia di impianto che dei controlli gestionali.

Purtuttavia, una sperimentazione di questo tipo può presentare una qualche validità per l'affinamento del metodo stesso, certamente suscettibile di miglioramenti specialmente data la particolarità dello scenario degli impianti a rischio di incidenti rilevanti.

#### **2.3.1.1. Introduzione**

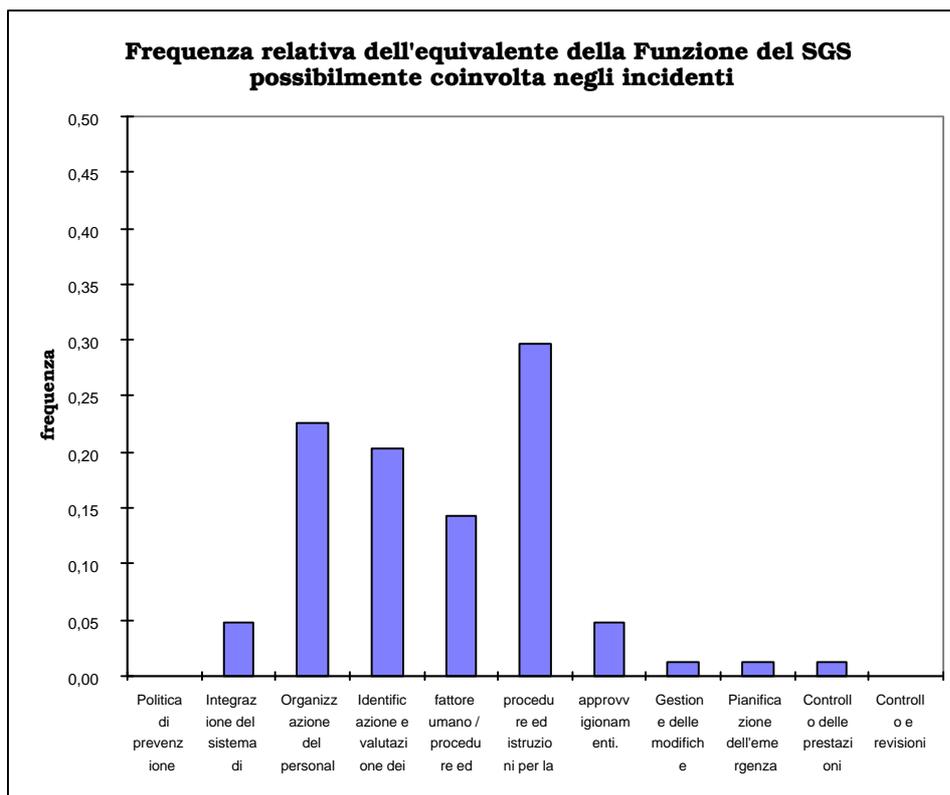
La matrice esperienza, così come è stata descritta e definita nei capitoli precedenti, può essere costruita sulla base di un insieme di dati storici relativi all'impianto in questione, attraverso i quali si possano individuare delle indicazioni circa le frequenze di accadimento di incidenti o quasi incidenti, nonché la valutazione dei danni che questi hanno comportato o che è possibile stimare attraverso simulazioni (analisi delle conseguenze), in termini di fatalità, infortuni, evacuazioni, estensione dell'area coinvolta dallo scenario incidentale, bilancio economico dell'incidente.

*A titolo puramente esemplificativo del metodo e dei possibili risultati, vengono nel seguito riportati dei dati elaborati su un database di dati incidentali riferiti ad impianti di deposito ed imbottigliamento di GPL. elezione ed organizzazione dei dati, dove, dalla descrizione degli incidenti sono state fatte delle supposizioni delle funzioni o delle sottofunzioni eventualmente coinvolte negli incidenti.*

Per quanto riguarda il coinvolgimento delle diverse funzioni del SGS, la qualità nonché la quantità di dati non hanno permesso di poter differenziare, tranne nel caso della funzione 5, l'assegnazione per le diverse sottofunzioni del SGS. L'assegnazione è stata fatta sulla base delle informazioni relative all'incidente, e quando non esplicitamente citate, secondo criteri di plausibilità. Gli incidenti per i quali tale assegnazione sarebbe stata eccessivamente arbitraria sono stati esclusi dalla selezione.

Nella figura 2.a è riportata la distribuzione della frequenza relativa delle diverse funzioni del SGS presumibilmente coinvolte nell'incidente nel campione di eventi selezionato.

**Figura 2.A: Esempio di distribuzione di frequenza relativa del coinvolgimento di una data funzione del SGS in incidenti**



### 2.3.1.2. La gravità degli eventi

I parametri considerati per la stima della gravità degli eventi sono riportati nella tabella 2.c. tabella 2.c. Al fine di ottenere un indice unico di gravità, e ricordando le definizioni dei diversi pesi da assegnare alle funzioni del SGS relativi alla matrice di esperienza, viene specificata nel seguito la definizione e riportato l'algoritmo di calcolo dell'indice di gravità che è stato ritenuto utile allo scopo. L'algoritmo qui proposto è stato pensato per il prevalente scopo di protezione della popolazione, mentre i danni materiali sono stati riferiti esclusivamente ai danni alle strutture civili ed industriali.

Su una diversa base, l'algoritmo potrà essere integrato ad esempio assegnando una diversa rilevanza ai danni all'ambiente (cosa questa di particolare attualità nonché di interesse ai fini dell'effettiva applicazione della nuova direttiva Seveso) ed in generale dovranno essere ricompresi in questa voce tutti gli effetti che un impianto produce per il fatto stesso di essere insediato in un territorio con proprie caratteristiche non solo ecologiche, ma anche sociali e culturali.

Gli eventi dovranno essere distinti fissando delle soglie per ciascuna delle 4 tipologie di danno riportate nella tabella 2.c una soglia di accettabilità, nonché dei coefficienti di comparazione tra i danni di diverse tipologie ( $D_{tip.1}$ ), in modo tale che ad es.:  $C_M D_{tip.1}$   $C_F D_{tip.2}$   $C_S D_{tip.3}$  ecc.). Sia le soglie che i coefficienti di comparazione dovranno essere scelti in base a considerazioni ovviamente non solo di tipo tecnico o assicurativo, ma coerenti con gli obiettivi protezionistici adottati, nonché sui dati statistici relativi alla rilevanza economica, politica e sociale di tali scelte, che ovviamente travalica la competenza strettamente tecnica.

Si ricorda ancora una volta che allo schema proposto è necessario aggiungere le tipologie di danni di tipo ambientale, di tipo sociale, la cui valutazione risulta ancora più sfuggente di quella proposta.

**Tabella 2.C: Tipologie di danni**

n°	Parametri	Soglie	Coefficienti
1	numero dei morti e/o inabili permanenti,	$S_M$	$C_M$
2	numero dei feriti e/o inabili temporanei,	$S_F$	$C_F$
3	numero degli sfollati,	$S_S$	$C_S$
4	danni economici.	$S_E$	$C_E$

Gli eventi possono essere distinti in due classi fondamentali:

- quelli che causano tipologie di danni del tipo 1, 2 e 3 riportato nella tabella 2.c,

- quelli che invece causano sono danni economici (o al massimo un numeri di sfollati inferiori alla soglia indicata).

In via generale, allora, si può definire l'indice di gravità (IG) attraverso l'algoritmo:

$$IG = \begin{cases} \min \{ C_E \text{ ammontare del danno} , X \} & \text{se } \begin{matrix} \text{morti} < S_M; \\ \text{feriti} < S_F; \\ \text{evacuati} < S_S \\ \text{danno economico} < S_E \end{matrix} \\ \max \{ C_M \text{ morti} + C_F \text{ feriti} + C_S \text{ sfollati} , X + \mu \} & \text{se } \begin{matrix} \text{morti} \cdot S_M; \\ \text{feriti} \cdot S_F; \\ \text{evacuati} \cdot S_S \end{matrix} \end{cases}$$

dove il coefficiente X rappresenta un livello massimo dell'indice di gravità per gli eventi con danni di tutte le tipologie indicate al di sotto delle rispettive soglie, mentre X+μ (con μ positivo) indica l'indice di rischio minimo da assegnare all'evento che causa danni, ad esclusione di quelli economici, superiori alle rispettive soglie.

### 2.3.1.3. Assegnazione dei livelli di Esperienza alle funzioni del SGS

Per ciascun evento è stato calcolato l'indice di gravità IG secondo lo schema descritto nel paragrafo precedente. Ogni evento perciò è stato "pesato" secondo IG. Il dato significativo che è sembrato maggiormente utile per l'assegnazione dei pesi alla matrice esperienza è stato quindi non tanto la frequenza con cui ricorre una funzione del SGS come causa o concausa di incidenti rilevanti, ma la "frequenza pesata" con l'indice di gravità specificato. Di fatto questo parametro è molto simile alla definizione usuale di rischio (frequenza per danno) e per questo ci si riferirà nel seguito a tale grandezza come all'**indice di rischio IR**.

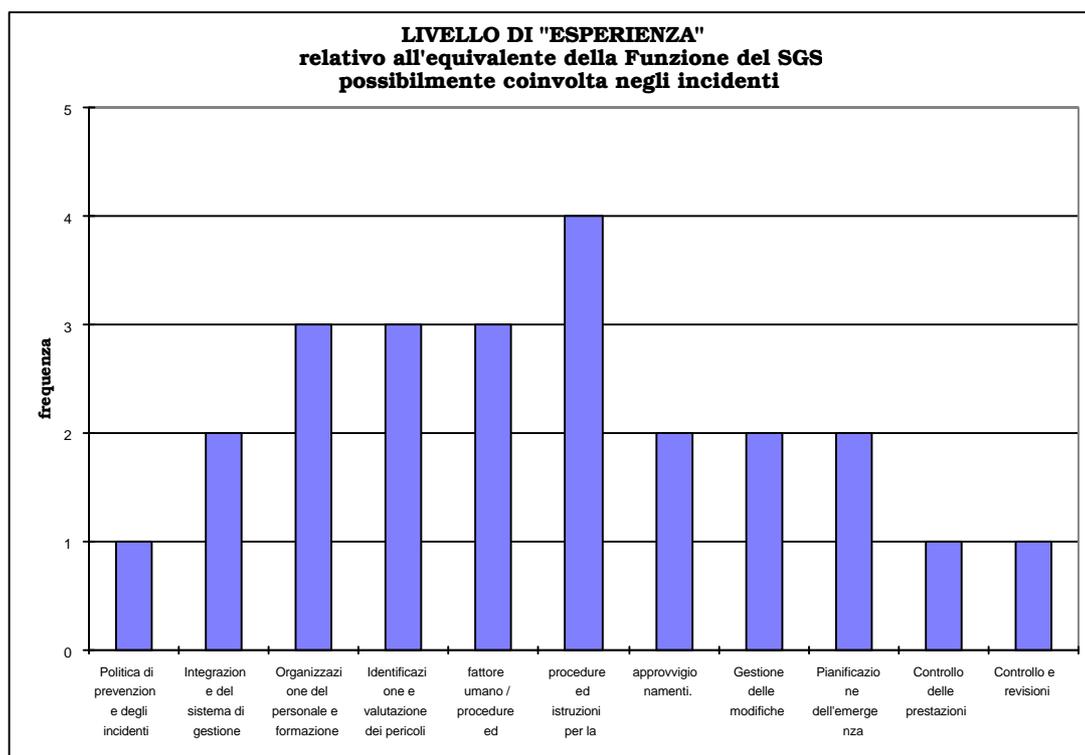
Per l'assegnazione dei pesi alle diverse funzioni del SGS si è seguito il seguente schema. Per ciascuna funzione del SGS è stato calcolato l'IR (la somma degli IG di ciascun evento in cui tale funzione è coinvolta). Tale somma è concettualmente pari al rischio legato a quella data funzione. Poiché poi l'algoritmo di calcolo per l'assegnazione dei pesi della matrice esperienza deve essere indipendente dal numero degli eventi analizzati, è stato calcolato l'IR unitario, cioè la media degli IR degli eventi per ciascuna funzionedell'SGS.

In funzione delle definizioni dei pesi della matrice esperienza ed in base alle definizioni e degli algoritmi di calcolo dell'IG e dell'IR, deve essere stabilita una classificazione dei livelli IR con il significato specificato nella tabella 2.d.

**Tabella 2.D: Criteri di assegnazione del livello di esperienza in base al valore dell'indice unitario di rischio.**

Livello di "Esperienza"	Criterio	Significato
1	alla funzione viene assegnato il peso 1 se l'indice IR unitario è inferiore alla soglia 1;	alla funzione o sottofunzione non si possono inputare sulla base dell'esperienza operativa che incidenti i cui unici effetti sono minimi danni economici.
2	alla funzione viene assegnato il peso 2 se l'indice IR unitario è inferiore alla soglia 2;	alla funzione o sottofunzione si possono inputare sulla base dell'esperienza operativa pochi incidenti, rilevanti solo per i danni economici anche cospicui, eventualmente anche frequenti.
3	alla funzione viene assegnato il peso 3 se l'indice IR unitario è inferiore alla soglia 3;	alla funzione o sottofunzione si possono inputare sulla base dell'esperienza operativa incidenti che possono causare un numero limitato di morti (<S <sub>M</sub> ) o di feriti (<S <sub>F</sub> ) oppure di sfollati (<S <sub>S</sub> ) oppure una combinazione dei tre nella data proporzione.
4	alla funzione viene assegnato il peso 4 se l'indice IR unitario è superiore alla soglia 4.	alla funzione o sottofunzione si possono inputare sulla base dell'esperienza operativa incidenti con caratteristiche catastrofiche, come nel caso di incidenti in cui il numero di morti è > S <sub>M</sub> , o di feriti in numero superiore a S <sub>F</sub> , con un numero di sfollati superiore a S <sub>S</sub> .

Nel grafico successivo, *sempre a titolo puramente esemplificativo*, viene riportata l'assegnazione dei diversi pesi alle diverse funzioni SGS nel caso dell'analisi storica relativa a stabilimenti di deposito ed imbottigliamento di GPL.



E' del tutto evidente che la stima dei livelli dell'esperienza deve essere ripetuta ogni volta che viene effettuata l'analisi del SGS, proprio sulla base del consolidarsi dell'esperienza operativa. Questo permette di verificare da una parte che effettivamente l'attenzione posta nella implementazione del SGS abbia prodotto i risultati voluti, constatando ad esempio che nel corso del tempo i livelli dell'esperienza assegnati assumono via via valori sempre minori, oppure che il SGS non è adeguato all'impianto, alle consuetudini operative, ecc.

#### 2.4. La Matrice di Audit

Le verifiche del sistema di gestione, porteranno ad esprimere un giudizio su ciascuna delle procedure interessate all'audit.

I giudizi riguarderanno l'efficienza e l'efficacia di ciascuna parte del sistema, e saranno espresse per ciascuna delle parti che lo compongono.

I giudizi saranno relativi all'efficacia ed all'efficienza dell'elemento in considerazione. Con regole di composizione opportune i giudizi di cui sopra potranno essere sintetizzati in giudizi sulla sotto-funzione del sistema di gestione relativamente alle tre tipologie di rischio sopra considerate. Perciò, analogamente a quanto fatto per le matrici  $R(i,j)$  di rilevanza e  $E(i,j)$  di esperienza, si potrà ottenere il risultato dell'Audit relativo alla  $i$ -esima sottofunzione relativamente alla  $j$ -esima tipologia di rischio, come sintesi dei risultati della verifica degli  $N$  elementi specifici riferibili alla sottofunzione in esame, attraverso l'espressione

$$A(i,j) = g(1_A^1, \dots, 1_A^N)$$

$A(i,j)$  è la matrice di Audit. I livelli di giudizio possono essere scelti tra quelli riportati a titolo d'esempio nella tabella successiva:

LIVELLO	AUDIT A(i,j)
1	Dall'audit la sotto-funzione ha buona efficienza e/o efficacia; gli obiettivi vengono conseguiti egregiamente, al di sopra delle aspettative.
2	Dall'audit la sotto-funzione ha efficienza e/o efficacia tollerabile; sono stati rilevati <b>errori di applicazione</b> o <b>errori procedurali</b> stessi <b>poco rilevanti</b> oppure è stata constatata la <b>incompletezza</b> delle procedure; gli obiettivi vengono conseguiti seppure con qualche problema.
3	Dall'audit la sotto-funzione ha una soddisfacente efficienza e/o efficacia; non sono stati rilevati <b>errori di applicazione</b> o <b>errori procedurali</b> stessi; gli obiettivi vengono conseguiti secondo quanto atteso.
4	Dall'audit la sotto-funzione ha scarsa efficienza e/o efficacia; sono stati rilevati <b>errori di applicazione</b> o <b>errori procedurali</b> stessi oppure è stata constatata l' <b>assenza della procedura</b> o la sua <b>incompletezza</b> ; gli obiettivi non vengono conseguiti.

Il livello dell'audit deve essere assegnato attraverso dei criteri il più possibile oggettivi, cioè che prescindono dalla sensibilità dell'auditor.

Ad esempio, sulla scorta di una check-list approntata specificamente per l'audit di ciascuna sottofunzione o funzione, i vari livelli possono essere assegnati in corrispondenza di un definito numero di non conformità (*findings*).

Operativamente questo significa che se la check-list prevede n domande relative ad altrettanti aspetti da verificare, si stabiliscono tre soglie in corrispondenza dei quali, via via, potrà essere stabilito il livello corrispondente per la procedura, la sottofunzione, e così via.

Ad esempio, nel caso di assenza di una procedura, cioè nel caso di mancanza di conseguimento dei risultati per l'inesistenza delle regole che dovrebbero regolarne il conseguimento, il numero dei findings è pari ad n, quindi sicuramente il livello da assegnare è pari a 4.

## 2.5. La Matrice di GIUDIZIO

La valutazione complessiva del SGS relativamente alla efficienza ed efficacia nella protezione e prevenzione degli incidenti rilevanti, terrà conto dell'esito dell'audit, in cui i risultati verranno pesati in base ai livelli di rilevanza ed efficienza. In formule, il giudizio conclusivo relativo alla i-esima sottofunzione relativamente alla j-esima tipologia di rischio potrà essere ottenuto dalla

$$G(i,j) = A(i,j) * h( R(i,j), E(i,j) )$$

dove h è una opportuna funzione della rilevanza e dell'esperienza operativa, che potrà essere stabilita in base alla diversa enfasi che si vorrà porre ai diversi pesi.

Poiché la classificazione dei livelli sia di rilevanza che di esperienza è fatta su una scala "logaritmica" dei rischi (livello 1: incidente poco rilevante; livello 2: incidente rilevante; livello 3: incidente molto rilevante; livello 4: incidente catastrofico), una possibile pensare ad una forma funzionale che tenga conto di tale approccio di classificazione, come ad esempio quella riportata di seguito:

$$h( R(i,j), E(i,j) ) = 10^{R(i,j)} * 10^{E(i,j)}$$

per il quale un dato livello di esperienza o di rilevanza "pesa" 10 volte di più del livello immediatamente inferiore.

La definizione definitiva dell'algoritmo dovrà tener conto di molteplici aspetti e dovrà essere considerata in funzione dei significati delle azioni che devono essere intraprese in funzione del giudizio, che però esulano dal presente lavoro di primo approccio.

## 3. Conclusioni sul metodo

La metodologia di valutazione proposta permette di avere un giudizio complessivo sul SGS dell'azienda con la particolarità di **pesare le valutazioni degli audit** in maniera logica e relativamente a due pilastri della prevenzione: l'analisi del rischio e l'analisi dell'esperienza operativa.

Le matrici  $R(i,j)$  ed  $E(i,j)$  sono utili anche al fine di individuare con maggiore precisione i problemi, e servono a preparare gli audit, indicandone il giusto livello di approfondimento, e dando una indicazione sulle competenze maggiormente rilevanti per la conduzione di questi.

Infine, oltre ad essere uno strumento gestionale, le matrici  $R$  ed  $E$  permettono, attraverso un algoritmo, di pervenire ad un indice sintetico per quanto riguarda ciascuna delle sottofunzioni.

In funzione degli scopi specifici, l'impianto metodologico qui descritto e riferito alle sottofunzioni del SGS, può essere realizzato in maniera del tutto analoga per arrivare alla definizione della matrice di giudizio relativa alle funzioni del SGS, utili come parametro maggiormente sintetico nella funzione di revisione.

#### **4. Conclusioni e prospettive del lavoro di ricerca**

In questo lavoro è stato presentato un modello di sistema di gestione della sicurezza per impianti ad alto rischio basato sui disposti della nuova direttiva europea 96/82/CE ed un impianto per la valutazione del sistema stesso, basato sull'analisi del rischio e sull'analisi operativa.

Ulteriori sviluppi di tale lavoro sono i seguenti:

- Individuazione degli algoritmi di calcolo per la valutazione quantitativa del sistema di gestione, che persegua la linea della generalità, in modo da disporre di uno strumento confrontabile con altre realtà ed applicazioni;
- sviluppo di una metodologia indicizzata (sul tipo di altri metodi indicizzati di valutazione del rischio, come il metodo ISPESL-DIPIA), al fine di verificare a priori la congruità del sistema di gestione in una fase preliminare di analisi, e come strumento sia per la progettazione del sistema di gestione, che di controllo per gli ispettori, per una verifica rapida eppure efficace;
- definizione del danno ambientale e valutazione dei danni e delle ricadute sociali e culturali che gli impianti ad alto impatto hanno sul territorio nel quale vengono a situarsi, possibilmente indipendentemente dal danno economico.

#### **5. Ringraziamenti**

Gli autori ringraziano l'ing. G. Battistella, per l'apporto fattivo sia nelle fasi di elaborazione che di revisione.

#### **6. Bibliografia**

- [1] G. Battistella, A. Naviglio, P. Santantonio "Gestire la sicurezza: il sistema di gestione della sicurezza in impianti soggetti alla direttiva 'Seveso 2' ", *Antincendio*, agosto 1998
- [2] Direttiva 96/82/CE del Consiglio del 9 novembre 1996 sul "Controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose", *Gazzetta delle Comunità Europee*, 14.1.1997
- [3] Norma UNI EN ISO 9001 "Sistemi di qualità. Modello per l'assicurazione di qualità nella progettazione, sviluppo, fabbricazione, installazione ed assistenza", dicembre 1994
- [4] Norma UNI EN ISO 9002 "Sistemi di qualità. Modello per l'assicurazione di qualità nella fabbricazione, installazione ed assistenza", luglio 1994
- [5] Norma UNI EN ISO 9004-1 "Gestione per la qualità ed elementi del sistema qualità. Guida generale", luglio 1994
- [6] Norma UNI 10616 "Impianti di processo a rischio di incidente rilevante. Gestione della sicurezza nell'esercizio. Criteri fondamentali di attuazione", maggio 1997.
- [7] Norma UNI 10617 "Impianti di processo a rischio di incidente rilevante. Sistema di gestione della sicurezza. Requisiti essenziali", maggio 1997.
- [8] Norma UNI EN ISO 14001 "Sistemi di gestione ambientale", 1996
- [9] Norma BSI 8800 "Guide to Occupational Health and Safety management system" 1996
- [10] P. Santantonio "Proposta e prima applicazione di una metodologia per la valutazione del Sistema di Gestione della Sicurezza ad un deposito di GPL" - *Tesi di specializzazione della Scuola di*

*Sicurezza e Protezione industriale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Anno Accademico 1996-97*

- [11] G.Battistella, A.Morici "I sistemi di gestione della sicurezza" *Antincendio*, ottobre 1994
- [12] G.Battistella "Classificare la sicurezza: un'applicazione delle tecniche MCDA ai risultati del controllo di sicurezza, per la previsione e la riduzione del rischio nelle attività pericolose", *Sinergie* n° 35, sett. Dic. 1994
- [13] Rapisarda Sassoon, "La nuova direttiva Seveso", *Impresa ambiente*, febbraio 1997
- [14] Binetti, F. Cappelletti, R. Graziani, G. Ludovisi, A. Sampaolo "Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio di determinate attività industriali", *Prevenzione Oggi*, 1989
- [15] Comitato Termotecnico Italiano "Elementi fondamentali per la gestione della sicurezza nell'esercizio degli impianti di processo a rischio di incedente rilevante", *La Termotecnica* - Luglio Agosto 1995
- [16] Cerri "Sistemi di Qualità e sistemi di gestione ambientale", Fogli d'Informazione ISPESL, 1/1995
- [17] Longo "Vademecum per l'ISO 14000", *Impresa Ambiente*, 2/97
- [18] M. Garcia "Indicadores de la Seguridad Integral", *Gerencia de riesgos*, 4° trimestre 1996
- [19] Scipioni, A. Rubbi "Sistema di gestione Integrata (SGI): Qualità, ambiente e sicurezza", *Qualità*, n°5/96
- [20] Sinardi "I sistemi di gestione della sicurezza", *Tesi di specializzazione della Scuola di Sicurezza e Protezione industriale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza" - Anno Accademico 1995-96*