

“UTILIZZO DEL METODO A INDICI PER GUIDARE LA REDAZIONE DI UN RAPPORTO DI SICUREZZA IN UNA INDUSTRIA DI FORMULAZIONE E IMBOTTIGLIAMENTO DI PESTICIDI”

Prof. Ing. Antonio NAVIGLIO – Università di Roma “La Sapienza” – Corso Vittorio Emanuele II, 244, 00186 Roma

Dott. Ing. Ernesto PARISI – Via Damiano Chiesa 2/B, 04022 Fondi (Latina)

1) - RIASSUNTO

Spesso la produzione di pesticidi viene effettuata ricorrendo ad operazioni tecnologiche non particolarmente complesse, con la conseguenza paradossale di ingenerare nei fabbricanti una non sufficiente attenzione e comportamenti non sufficientemente cautelativi, considerato che le caratteristiche tossicologiche delle sostanze manipolate richiederebbero, viceversa, la massima attenzione. Ciò è desumibile anche semplicemente dalla analisi dei rapporti di sicurezza dei relativi stabilimenti che, pur nel rispetto dei dettami normativi, lasciano aperti molti dubbi sul reale livello di sicurezza garantito. Nell’ambito del lavoro qui descritto si è voluto mettere a punto una metodologia di analisi di rischio applicabile al settore specifico degli stabilimenti di formulazione ed imbottigliamento di pesticidi, la quale – pur se caratterizzata da una grande semplicità di applicazione – permette di focalizzare meglio gli aspetti di rischio e potrebbe essere facilmente utilizzata per la redazione dei rapporti di sicurezza di questo tipo di impianti. Per la presentazione della nuova metodologia, si è fatto esplicito riferimento alle caratteristiche produttive di un tipico stabilimento di formulazione ed imbottigliamento di pesticidi.

Per lo stabilimento in esame, soggetto a notifica ex art. 4 del DPR 175/88, applicando la Metodologia a Indici, ex allegato II al DPCM 31.3.89, è stata individuata l’area critica [1]. Seguendo una procedura innovativa, la stessa Metodologia a Indici è stata, quindi, nuovamente utilizzata ed applicata per la stima della probabilità di accadimento degli eventi incidentali. In riferimento a definite condizioni meteorologiche, sono state individuate le aree esterne allo stabilimento coinvolte, contraddistinte da un indice (M_x), che indica il raggio dell’area circoscritta alla sorgente [2]. L’analisi dell’indice M_x consente di determinare l’entità del rischio per le popolazioni. Da confronti con metodi classici di analisi di rischio è dimostrata l’applicabilità della metodologia proposta e messi in evidenza spunti per un suo ulteriore miglioramento.

2) - PREMESSA

Quando si sente parlare di pesticidi, il pensiero, immancabilmente, va alla tossicità di questi prodotti e ai grandi pericoli connessi con la loro preparazione e la loro manipolazione. Si pensa allora ai grandi impianti chimici, sedi della loro preparazione, e ai campi agricoli, sedi della loro applicazione. Però, prima di arrivare all’applicazione finale, un pesticida è passato attraverso una fase intermedia, quella della formulazione del prodotto commerciale, della produzione, cioè, del prodotto che, secondo le modalità d’uso (polvere, liquido, gassoso), verrà poi applicato.

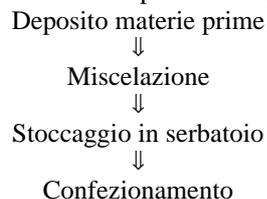
E’ su questa fase, specificamente per la formulazione di prodotti liquidi, che è effettuata in stabilimenti diversi da quelli di produzione dei prodotti di base, che si applica quanto descritto nel seguito.

La produzione di fitofarmaci consiste nella miscelazione di principi attivi, sostanze con specifica attività sulle colture cui sono destinate, con altre sostanze, dette coformulanti, utili per avere nel prodotto finito caratteristiche chimico-fisiche idonee a consentire il massimo sfruttamento del principio attivo da parte delle piante.

In molti casi la produzione avviene attraverso operazioni tecnologiche non particolarmente complesse. Ciò favorisce l’uso di apparecchiature generiche, con comportamenti non sufficientemente cautelativi considerato che le caratteristiche tossicologiche delle sostanze manipolate sono quasi sempre tali da richiedere la massima attenzione.

In ogni processo di formulazione possono presentarsi problemi tecnici ed igienico-ambientali diversi in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche, della tossicità delle sostanze in lavorazione e di quelle dei prodotti finali ottenuti.

In termini più generali, un impianto di tal fatta comprende le seguenti fasi:



I principi attivi, i solventi, i tensioattivi e gli altri coformulanti necessari vengono inviati al miscelatore. Il prodotto miscelato viene stoccato per essere, quindi, inviato al confezionamento.

Il confezionamento avviene generalmente per caduta da un apposito serbatoio.

3) – STABILIMENTO DI RIFERIMENTO

L'impianto di riferimento adottato nel presente lavoro è destinato alla produzione ed imbottigliamento di un insetticida classificato molto tossico e infiammabile, i cui costituenti sono:

a) Principio attivo 19%, della famiglia degli esteri fosforici, molto tossico (T+), allegato III al DPR 175/88

b) Solvente 75%, idrocarburo aromatico infiammabile, punto C)-iii dell'allegato IV al DPR 175/88

c) Additivi, tensioattivi e quanto altro 6%.

Trattasi quindi di attività produttiva che tiene in deposito prodotti menzionati negli allegati al DPR 175/88, con annesso impianto di miscelazione (all. I – DPR 175/88) e, pertanto, essa è **soggetta a notifica del rapporto di sicurezza ex art. 4 del citato DPR 175/88.**

3.1) - Capacità produttiva dello stabilimento

Nello stabilimento (allegato 1 – Planimetria schematica dello stabilimento), assunto a riferimento nel presente studio, la produzione è effettuata utilizzando gli impianti in maniera discontinua, in funzione, cioè, della richiesta di mercato di un articolo facente parte del listino di vendita. La lavorazione avviene su un unico turno di lavoro con una potenzialità di **5 t/h.**

3.2) - Ciclo produttivo

Il prodotto finito, come visto, è un fitofarmaco in formulazione liquida. Poiché il principio attivo di base è non solubile in acqua, con aggiunta di prodotti, cosiddetti coformulanti, se ne ottiene la emulsionabilità, la capacità cioè di disperdersi in un mezzo acquoso. Detti coformulanti sono generalmente tensioattivi, bagnanti e solventi. Nel caso specifico, il solvente è un idrocarburo aromatico infiammabile.

Il prodotto scaricato dal miscelatore passa in due serbatoi intermedi e quindi in un serbatoio polmone che alimenta la macchina imbottigliatrice.

Il prodotto confezionato viene imballato, caricato su pallets e stivato.

Si pone molta cura nello stoccaggio dei prodotti: il tossico separato dall'infiammabile, il prodotto finito è separato sia dai primi due che dall'ambiente di lavoro (imbottigliamento e imballaggio). In questo modo, si riduce la probabilità di accadimento di un evento indesiderato e/o l'entità delle conseguenze, prevenendo finanche il cosiddetto effetto domino.

Il ciclo di produzione è rappresentato schematicamente nell'allegato 2 (schema ciclo di produzione), nel quale l'impianto è stato suddiviso in unità base coincidenti con le principali fasi di lavorazione.

4) – APPLICAZIONE DEL METODO A INDICI SECONDO LA METODOLOGIA INNOVATIVA PROPOSTA

L'impianto è stato suddiviso in otto unità caratterizzate dai parametri usuali in considerazione (sostanza, condizioni operative, rischi particolari correlati con il processo o l'operazione svolta ecc.): 1) Stoccaggio principio attivo; 2) Stoccaggio solvente; 3) trasferimento p.a.; 4) trasferimento solvente; 5) miscelazione; 6) trasferimento prodotto finito; 7) stoccaggio prodotto finito; 8) imbottigliamento.

4.1) - Calcolo degli indici

Applicando quanto esposto nell'allegato II del DPCM 31.3.89 ad ogni unità logica, sono state redatte le relative tabelle, ricavando i coefficienti (tab. 1 – Valori dei coefficienti per il calcolo degli indici). Dalle relazioni riportate in [1] sono stati calcolati gli indici di rischio (D, G, F, A, C, T) e gli indici di rischio compensati (G', F', A', C', T').

Tab. 1 – Valori dei coefficienti per il calcolo degli indici								
Coefficienti \ Unità	1	2	3	4	5	6	7	8
K	50	200	0.15	0.42	10	0.0 4	52	5
Q	69	95	2	1	40	1	70	29
H	6	6	7	7	4	7	7	3
N	220	500	30	10	30	10	10 0	60
.m	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	30	0	0	0	0
P	25	35	0	0	80	0	10	25
.p	0	0	0	0	0	0	0	0
S	95	70	100	75	150	15 0	14 5	145
L	0	0	0	0	0	0	0	0
.s	32	0	32	0	32	32	32	32
B	29	16	29	16	29	29	29	29
ITT	32.4 9	1	32.4 9	1	32.4 9	32. 49	32. 49	32.49
K1	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.7 6	0.7 6	0.76
K2	0.79 2	0.79 2	0.79 2	0.79 2	0.79 2	0.7 92	0.7 92	0.792
K3	0.87 5	0.87 5	0.87 5	0.87 5	0.87 5	0.8 75	0.8 75	0.875
K4	0.68 4	0.68 4	0.68 4	0.68 4	0.68 4	0.6 84	0.6 84	0.684
K5	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.8 5	0.8 5	0.85
K6	0.51 7	0.51 7	0.51 7	0.51 7	0.51 7	0.5 17	0.5 17	0.517

Tab. 2 – Attribuzione categorie di rischio in funzione dell'indice assegnato					
Categoria rischio \ Indice	G – G'	F – F'	A – A'	C – C'	T – T'
Lieve (L)	0-20	0-2	0-10	0-1.5	0-5
Basso (B)	20-100	2-5	10-30	1.5-2.5	5-10
Moderato (M)	100-500	5-10	30-100	2.5-4	10-15
Alto I (A I)	500-1100	10-20	100-400	4-6	15-20
Alto II (A II)	1100-2500	20-50	//	//	//
Molto Alto (MA)	2500- 12500	50- 100	400- 1700	> 6	> 20
Grave (G)	12500- 65000	100- 250	> 1700	//	//
Gravissimo (MG)	> 65000	> 250	//	//	//

Tab. 3 – Comparazione Indici e categorie di rischio attribuite								
Indice \ Unità	1	2	3	4	5	6	7	8
D	107. 3	57.2 4	67.8 6	36.6 9	101. 4	49. 38	66. 61	44.93
F	6.59	6.40	0.15	0.07	3.49	0.0 7	9.0 7	1.45
	M	M	L	L	B	L	M	L
F'	1.92	1.87	0.04	0.02	1.02	0.0 2	2.6 5	0.42
	L	L	L	L	L	L	B	L
C	2.20	2.05	2.00	2.05	3.3	2.5 0	2.5 5	2.70
	B	B	B	B	M	M	M	M
C'	1.52	1.42	1.39	1.42	2.29	1.7 3	1.7 2	1.79
	B	L	L	L	B	B	B	B
A	25.8	18.2 6	0.79	0.22	9.00	0.3 8	21. 3	4.00
	B	B	L	L	L	L	B	L
A'	11.5 5	8.18	0.36	0.10	4.03	0.1 3	9.5 4	1.79
	B	L	L	L	L	L	L	L
G	723	311	77	38	475	53	53 9	103
	Alto I	M	B	B	M	B	Alt o I	M
G'	114	49	12	6	75	9	85	16
	B	L	L	L	B	L	B	L
T	32.4 9	1	32.4 9	1	32.4 9	32. 49	32. 49	32.49
	M.A.	L	M.A.	L	M.A.	M. A.	M. A.	M.A.
T'	22.5 2	0.69	22.5 2	0.69	22.5 2	22. 52	22. 52	22.52
	M.A.	L	M.A.	L	M.A.	M. A.	M. A.	M.A.

Utilizzando la tabella 2 – Attribuzione categorie di rischio in funzione dell'indice assegnato, si è ricavata la tabella 3 – Comparazione indici e categorie di rischio attribuite.

Dall'esame della tabella 3, riassuntiva dei dati riferiti alle unità logiche in cui è stato diviso l'impianto, correlando alla categoria di rischio indicata un indice convenzionale di probabilità (tab. 4 – Correlazione tra categorie di rischio, categorie convenzionale di livello di probabilità e indici di osservazione dell'impianto) cui può essere associato un ulteriore indice di osservazione, si deduce che prendendo in considerazione gli indici F, C, T e rispettivi indici compensati, l'attenzione deve essere rivolta sulle unità in cui sono stivate notevoli quantità di prodotto pericoloso e su quelle in cui se ne effettua l'operazione di miscelazione o di trasferimento.

Tab. 4 – Correlazione tra categoria di rischio, categoria convenzionale di livello di probabilità e indici di osservazione dell'impianto		
Categoria di rischio	Categoria convenzionale di Probabilità	Indice di osservazione
LIEVE	Improbabile (< 10E-6)	< -6
BASSO	Improbabile -6 (10E-6)	-6
MODERATO	Improbabile -5 (10E-5)	-5
ALTO I	Improbabile -4 (10E-4)	-4
ALTO II	Improbabile -3 (10E-3)	-3
MOLTO ALTO	Improbabile -2 (10E-2)	-2
GRAVE	Improbabile -1 (10E-1)	-1
GRAVISSIMO	Probabile (10E0)	1

Nella formulazione del DPCM 31.3.89 si prescinde dai quantitativi di sostanza effettivamente presenti nell'interno dell'unità. Come conseguenza, dalla tabella 3 - Comparazione indici e categorie di rischio attribuite - si deduce che il Rischio Tossicità (T) è uguale per tutte le unità. Gli effetti della introduzione di un fattore ponderale, correlato con le quantità effettive di p.a. presente, sono mostrate nella tabella 5 – Valori di “T” con il coefficiente “w” [3]. Nel caso specifico gli indici “T” e “Tw” variano secondo la tabella 6 – Indice T corretto in funzione delle quantità presenti, per le 8 unità in cui è suddiviso l'impianto.

Categoria rischio	“T”	Quantità effettiva (t)	“w”	“Tw”	Categoria rischio
Molto alto	32.49	0.2	0.1	3.2	Lieve
“	32.49	2.5	0.5	16.2	Alto
“	32.49	5	1	32.49	Molto Alto
“	32.49	10	1.5	48.7	“
“	32.49	100	2	65	“
“	32.49	3000	2.5	81.2	“
“	32.49	7500	3	97.5	“

Indice \ Unità	1	2	3	4	5	6	7	8
W	1.5	/	0.1	/	0.5	0.1	1.5	0.5
Tw	48.74	/	3.2	/	16.25	3.2	48.7	16.2
	M.A	/	L	/	A	L	M.A	A
Tw'	33.4	/	2.2	/	11.3	2.2	33.35	11.1
	M.A	/	L	/	M	L	M.A	M

Con questa procedura, ferma restando la classificazione dei rischi adottata, si vede che dal punto di vista del rischio tossico “T”, le unità logiche oggetto di notevole attenzione restano la 1 (deposito di principio attivo) e la 7 (deposito di prodotto finito in serbatoio), mentre la 5 (miscelazione) e la 8 (reparto imbottigliamento) passano ad un grado inferiore e la 3 e la 6 (gruppi di trasferimento) divengono di scarso interesse.

Dalle procedure e dalle analisi viste, si può concludere che l'unica unità che presenta indici di rischio apprezzabili è la n° 7 (deposito di prodotto finito).

Infatti, qui si trova un preparato molto tossico (T+) e un solvente infiammabile. Il pericolo deriva da quest'ultimo che, in caso di incendio, provoca la decomposizione del principio attivo e la conseguente immissione in atmosfera di prodotti pericolosi.

Nelle altre unità:

- dove è presente il principio attivo, il rischio da diffusione è praticamente inesistente essendo lo stesso prodotto non infiammabile e immediatamente percepibile come tale essendo il valore della soglia di percettibilità pari a 0.04 ppm;
- dove è presente il solvente (infiammabile) il rischio da diffusione è inesistente essendo i prodotti della combustione praticamente CO₂ e H₂O, mentre il rischio da irraggiamento è molto contenuto essendo l'ambiente compartimentato e controllato;
- dove è presente il prodotto finito o le quantità sono irrisorie (gruppi di trasferimento) o presidiate (miscelazione e imbottigliamento) e, pertanto, gli eventi incidentali non solo sono di scarsa entità per le persone e cose, ma sono anche immediatamente controllabili e contenibili.

4.2) - Eventi incidentali

Gli eventi incidentali temuti, quindi, sono la dispersione del principio attivo (liquido) e la immissione in atmosfera di prodotti della combustione in seguito ad incendio coinvolgente il principio attivo stesso.

La dispersione del principio attivo, avvenendo in ambienti ad alto controllo, a causa della immediata percettibilità, non è mai stata l'origine di eventi comportanti effetti gravi sia per le persone che per l'ambiente.

Invece, in caso di incendio, molto gravi sono le conseguenze per le persone e l'ambiente oltre che per le strutture direttamente interessate.

Pertanto, l'attenzione è stata concentrata sull'unità n° 7 nella quale si può avere:

- una dispersione di preparato in seguito a rottura del serbatoio e/o di qualche connessione
- incendio del preparato.

4.3) - Valutazione delle probabilità degli eventi incidentali

Adottando una tabella come la n° 4 – Correlazioni tra categorie di rischio, categorie convenzionali di livello di probabilità e indici di osservazione di un impianto, limitando l'analisi agli indici F e T, si ottiene la tabella n° 7 – Valutazione probabilistica con metodo a indici.

Tab. 7 – Valutazione probabilistica metodo a Indici

Indice\Unità Logica	1	2	3	4	5	6	7	8
F'	L	L	L	L	L	L	B	L
	<10 E-6	<10 E-6	<10 E-6	<10 E-6	<10 E-6	<10 E-6	10E -6	<10 E-6
T'	M.A	//	L	//	M	L	M.A	M
	10E- 2	//	<10 E-6	//	10E- 5	<10 E-6	10E -2	10E- 5

4.4) - Valutazione delle conseguenze

Nella valutazione delle conseguenze sono stati individuati i possibili danni all'uomo, all'ambiente e agli impianti in modo da poter adottare gli accorgimenti idonei per diminuire le probabilità di accadimento e approntare le linee operative e programmatiche per ridurre gli effetti indesiderati.

4.5) - Condizioni meteorologiche di riferimento

L'influenza delle condizioni meteorologiche può essere valutata prendendo a riferimento la classificazione di Pasquill, che, per gli scopi che qui interessano, si considera estesa a 360°:

- Atmosfera instabile: categoria B
velocità del vento 3 m/s
- Atmosfera neutra: categoria D
velocità del vento 5 m/s
- Atmosfera stabile: categoria F
velocità del vento 2 m/s
- Umidità relativa: 60%
- Temperatura dell'aria: 25°C

4.6) – Concentrazioni a terra del prodotto tossico

Per la valutazione delle emissioni si è ipotizzato l'incendio nel serbatoio di stoccaggio dell'unità 7.

Il serbatoio compartimentato contiene $Q = 25 \text{ t} \Rightarrow$ 18.75 t di solvente pari al 75%
4.75 t di principio attivo pari al 19%
1.50 t di coadiuvanti pari al 6%

La quantità interessata dall'incendio è pari all'80% perché il rimanente 20% è nelle condotte di scarico e nei pozzetti successivamente intercettati. L'intervento delle squadre è finalizzata a favorire la combustione per mantenere alta la temperatura.

Effettuata l'analisi della combustione e valutate la temperatura di uscita dei fumi dall'evacuatore di fumo e calore e la portata degli stessi, a mezzo di opportune relazioni [4] è stata stimata la concentrazione del prodotto tossico nel pennacchio che si forma ad una altezza H dal suolo. Quindi, in funzione di questa e delle condizioni meteorologiche secondo Pasquill, è stata calcolata l'evoluzione sottovento della

concentrazione a terra del prodotto tossico, nelle classi considerate (allegato 3 – Rappresentazione grafica della concentrazione a terra del prodotto tossico).

4.7) - Indice di Magnitudo e coinvolgimento territoriale

Dalla scheda tecnica del principio attivo si rilevano i valori:

- della soglia olfattiva: 0.04 ppm
- del limite di soglia (TLV): 0.1 mg/mc
- della quantità limite di inalazione per 30 minuti: 0.5 mg/mc
- delle concentrazioni immediatamente pericolose per la vita e la salute: 20 mg/mc

Dalla relazione di Probit (TNO – Damage) $Pr = A + B \cdot \ln((CE+N)^t)$ in cui

- A = - 2.5
- B = 1
- N = 1

si ricava che, per esposizione pari alla durata dell'incendio (236 minuti) con concentrazioni pari a 0.75 mg/mc, la conseguenza attesa presenta l'1% di effetti letali sui presenti, in termini statistici.

Dalla stessa relazione si ricava altresì che in una esposizione a concentrazioni pari a 2.75 mg/mc, il tempo massimo scende a 70 minuti. Si può assumere questo valore come il tempo massimo a disposizione per l'evacuazione della zona interessata.

In questo modo, il territorio può essere suddiviso in zone nelle quali gli effetti del prodotto tossico sono decrescenti. Si individuano aree circolari con centro nel punto di emissione e raggio pari al valore letto sul grafico dell'allegato 3 – Rappresentazione grafica della concentrazione a terra del prodotto tossico:

- 1° zona: si hanno effetti letali sulla popolazione per esposizione superiore al valore indicato.
- 2° zona: si richiede assistenza medica (> 0.5 mg/mc)
- 3° zona: disagio (0.1 mg/mc)
- 4° zona: percezione (> 0.04)

Con questa rappresentazione, nota la durata dell'incendio (14190 sec) e la velocità ipotizzata del vento, si possono organizzare gli interventi per la tutela dei lavoratori e delle popolazioni residenti e di transito nelle aree individuate.

Dalla tabella n° 8 – Valori degli indici convenzionali di Magnitudo, in cui vengono riportati i valori degli indici convenzionali di magnitudo sia per le persone che per le strutture, corrispondenti ai valori dei raggi dei cerchi con centro nella sorgente di emissione (massa o energia), in relazione all'indice di esposizione di riferimento, si ottiene una scala di valori.

Tab. 8 – Valori degli indici convenzionali di magnitudo	
Distanza d (m)	Indice di Magnitudo
Entro limiti dello stabilimento	M 100
Entro 500 m dal perimetro dello stabilimento	M 500
500 <d < 1000	M 1000
1000 <d < 2000	M 2000
2000 <d < 3000	M 3000
3000 <d < 4000	M 4000
4000 <d < 5000	M 5000
Oltre 5000	MM

Prendendo in considerazione la soglia di 0.75 mg/mc, dall'allegato 3 si ottengono nelle tre condizioni di stabilità atmosferica:

- MB = 500
- MD = 1000
- MF = 5000

I risultati ottenuti, frutto, sostanzialmente, della applicazione di una semplice metodologia ad indici, poco onerosa ed attinente alla tipologia dell'impianto, permettono di assumere decisioni importanti, per quanto attiene alla sicurezza. Pertanto, la metodologia proposta si presta per essere utilizzata come un agile strumento per analisi di sicurezza e per la redazione dei piani di emergenza esterni.

5) – RIFLESSIONI SULLA METODOLOGIA A INDICI PROPOSTA [5]

Il metodo proposto si presenta come un utile strumento per l'analisi di sicurezza di un impianto consentendo una valutazione rapida e sufficientemente oggettiva dei rischi connessi con l'esercizio di questo. Tale metodo è strutturato in modo da ricoprire la casistica che può presentarsi negli impianti chimici in generale e, quindi, in modo tale da indurre l'analista ad un esame il più possibile completo del particolare impianto considerato.

Esso presenta il vantaggio di essere uno strumento relativamente facile da applicare e, una volta acquisite tutte le informazioni relative all'impianto, richiede l'effettuazione di sole operazioni di somma o moltiplicazione. Il reperimento delle informazioni relative alla progettazione, alla costruzione, alla gestione e manutenzione dell'impianto non è ovviamente un compito semplice, ma si deve tener presente che l'analisi di sicurezza con metodologie alternative e più dettagliate richiede un reperimento di dati e informazioni decisamente più oneroso.

Nonostante gli aspetti positivi indicati, altri quali la scomposizione dell'impianto in unità e la caratterizzazione di alcuni sottofattori dovranno sicuramente essere valutati più attentamente.

Dalla suddivisione dell'impianto in unità dipendono sia l'attendibilità della valutazione del rischio associato all'impianto sia la possibilità di mettere a confronto risultati ottenuti da analisti differenti.

In generale, salvo che nel caso di stoccaggi per i quali si dispone di indicazioni dettagliate (DPCM 31.3.89), la suddivisione deve essere effettuata tenendo presente che l'unità è definita come una parte di impianto la quale, in virtù delle sue condizioni operative, della natura del processo svolto e delle sostanze trattate, può essere considerata, almeno da un punto di vista logico, come una entità fisica separata.

Come si può intuire, tale definizione, a seconda del giudizio dell'analista, porta a suddivisioni che possono rispondere a criteri anche molto diversi.

Una suddivisione troppo grossolana può far sì che più parti di un impianto siano identificate con quella potenzialmente più pericolosa in caso di incidente: ciò da un lato porta ad una eccessiva sovrastima del rischio connesso con l'esercizio dell'impianto e dall'altro, qualora il metodo sia utilizzato come strumento di screening preliminare dell'analisi di sicurezza dettagliata, conduce ad uno studio di notevole mole. Viceversa, dato che la metodologia non prevede la possibilità di integrare le analisi inerenti alle singole unità in maniera tale da considerare l'incremento di rischio dovuto alla eventuale sovrapposizione di più effetti concomitanti, una suddivisione troppo fine può indurre a trascurare pericoli derivanti dall'interfaccia tra parti diverse di impianto.

E' opportuno, quindi, che due o più di esse, anche se potenzialmente considerabili come unità distinte, siano conglobate in una sola unità qualora trattino sostanze incompatibili aventi la possibilità di venire a contatto o qualora presentino dipendenze fisiche e funzionali rilevanti.

L'altro aspetto della metodologia cui si deve maggior attenzione è la caratterizzazione dei valori numerici dei fattori necessari per il calcolo degli indici.

Ciascuno di tali fattori è costituito dalla somma (nel caso della penalizzazione) o dal prodotto (nel caso della compensazione) di sottofattori, i cui valori devono essere scelti nell'ambito di determinati intervalli seguendo opportune indicazioni.

E' indubbio che sul risultato finale peserà moltissimo, appunto, la conoscenza che l'analista ha dell'impianto e delle sostanze in esso trattate, nonché l'inevitabile arbitrio nella scelta del valore numerico dei sottofattori.

6) – SPUNTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA METODOLOGIA A INDICI

Il metodo a indici di cui al DPCM 31.3.89, senza pretesa di sostituirsi alle normali procedure di analisi, dimostrandosi un potente mezzo a disposizione sia dell'istruttore pubblico che della Committenza per una immediata presa di coscienza dei rischi attinenti l'impianto in esame, al fine di apportarvi migliorie in termini di sicurezza sia attiva che passiva e per adottare quegli accorgimenti necessari per la protezione delle

strutture, degli operatori, delle popolazioni limitrofe e l'ambiente, può aumentare la sua importanza qualora la «normativa» venga rivista alla luce della tendenza in atto mirata alla «indicizzazione» di tutte le fasi dell'analisi di sicurezza.

Le riflessioni esposte nel paragrafo precedente portano a suggerire di dover fornire all'analista indicazioni più rigorose a proposito della suddivisione in unità dell'impianto. In particolare, nella suddivisione in unità, dovrebbe essere imposta la «aggregazione» di tutte le parti all'interno di uno stesso bacino o sistema di contenimento.

Un approccio di questo genere deve in effetti già essere seguito nella definizione delle unità di stoccaggio. Nell'allegato II al DPCM 31.3.89 si raccomanda, infatti, di includere in una sola unità tutti i serbatoi delimitati da uno stesso bacino di contenimento.

Un criterio analogo si può applicare anche alla definizione delle unità di processo, nell'ambito della quale le barriere di contenimento possono essere rappresentate da separazioni fisiche quali edifici, suddivisioni orizzontali e verticali all'interno di esse o anche solo dalla presenza di strade interpoderali.

Per migliorare la affidabilità del metodo e svincolarlo da scelte troppo soggettive o dell'analista o del controllore, è opportuno limitare l'indeterminatezza legata alle indicazioni di sottofattori con definizioni e limitazioni dei campi di validità.

Sarà necessario, allora, «testare» l'attendibilità del metodo perché possa fornire una valutazione circa la pericolosità delle diverse unità di impianto svincolandolo appunto dalle incertezze derivanti dalla sensibilità dell'analista. Ciò si può fare con una analisi comparata dei risultati con l'applicazione della metodologia qui proposta (utilizzata non solo come screening iniziale) e quelli derivanti da studi dettagliati effettuati dagli estensori del rapporto ricorrendo a tecniche classiche dell'analisi di sicurezza e di rischio (HAZOP, alberi dei guasti e degli eventi, modelli di calcolo per la valutazione delle conseguenze ecc.). In [5] è stato affrontato questo tema, limitatamente all'unità 7, deducendo che per il rischio incendio le valutazioni sono paragonabili, mentre per il rischio tossicità si ha una leggera divergenza.

Verificata su casi reali l'attendibilità del metodo, in seguito si potranno proporre linee guida più precise per l'analista al fine di conseguire risultati più accurati e più facilmente comparabili. Va rilevato che nella situazione attuale, la normativa prevede che gli indici, ad eccezione di quello di tossicità, vengano calcolati non dagli analisti incaricati della stesura dei rapporti di sicurezza bensì dagli Enti preposti alla loro disamina. Nel DPCM 31.3.89, infatti, non compaiono relazioni da applicare per il calcolo.

7) – CONCLUSIONI

Alla base del DPR 17.5.88 n° 175 c'è la necessità di dover salvaguardare la popolazione dal subire danni fisici e l'ambiente da contaminazioni più o meno reversibili conseguenti ad eventi incidentali di origine industriale, in particolare derivanti da impianti a rischio di incidente rilevante.

La applicazione della normativa ai siti interessati porta alla conoscenza delle conseguenze derivanti da eventi incidentali connessi con l'attività studiata. Ciò induce le aziende e gli enti di controllo a ricercare provvedimenti tecnici e procedure operative in grado di ridurre, per quanto possibile, sia la probabilità di accadimento sia la gravità delle possibili conseguenze degli eventi incidentali stessi.

Tuttavia, la mancanza nel sistema normativo nazionale di criteri di accettabilità lascia nella indeterminatezza sia l'estensore dell'analisi che il controllore.

Un approccio al problema potrebbe essere quello di classificare con metodologie ad indici standardizzati ed opportunamente testati le attività cosiddette a rischio, in funzione, per esempio, dell'estensione della zona influenzata dall'evento incidentale considerato.

Questo passaggio potrebbe servire ad una prima classificazione delle attività in funzione della loro pericolosità.

Successivamente, creata una matrice nella quale siano riportate le varie metodologie di analisi, si può riconoscere il grado di approfondimento da adottare nell'analisi di sicurezza.

Specie per insediamenti piccoli e/o di moderata pericolosità, una tale procedura si rivelerebbe non molto onerosa, inducendo il "produttore" a non cercare di eludere le previsioni normative che, molte volte, sono divenute pastoie burocratiche.

La proposta, effettuata in questa sede, di una metodologia che estende l'utilizzo del Metodo ad Indici anche alla fase di valutazione del rischio, nel caso impianti di limitata complessità, vuole essere un contributo nell'ottica sopraesposta.

BIBLIOGRAFIA

- [1] – R. Binetti e al. *Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio in determinate attività industriali*, ISPESL, Prevenzione Oggi 1/90
- [2] – R. Graziani e al. *Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio in determinate attività industriali*, ISPESL, Fogli di Informazione 1/93
- [3] – A. Sampaolo, R. Binetti *Valutazione dei rischi delle sostanze chimiche*, Ragno Editore 1990
- [4] – G. Repetti, I. Piccardo *Diffusione prolungata in atmosfera di fumi tossici*, Antincendio 5/93
- [5] – E. Parisi *Rapporto di sicurezza per uno stabilimento per la formulazione e l'imbottigliamento di pesticidi*, Tesi di specializzazione in Sicurezza e Protezione industriale presso l'omonima Scuola dell'Università "La Sapienza" – Roma, A.A. 1996/97

ALLEGATI

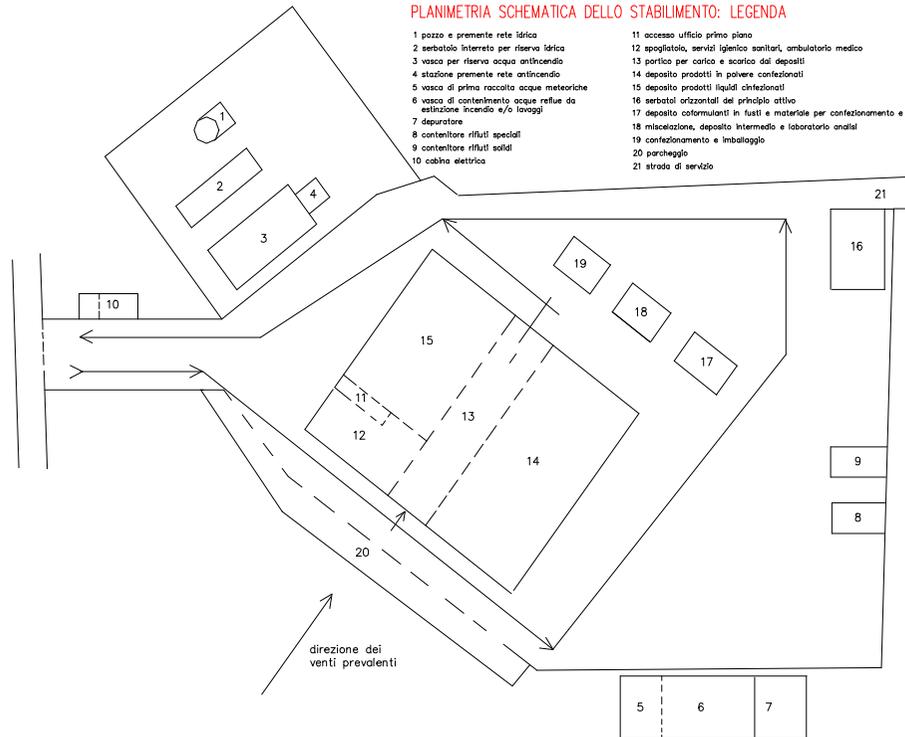
Fig. n° 1 – Planimetria schematica dello stabilimento

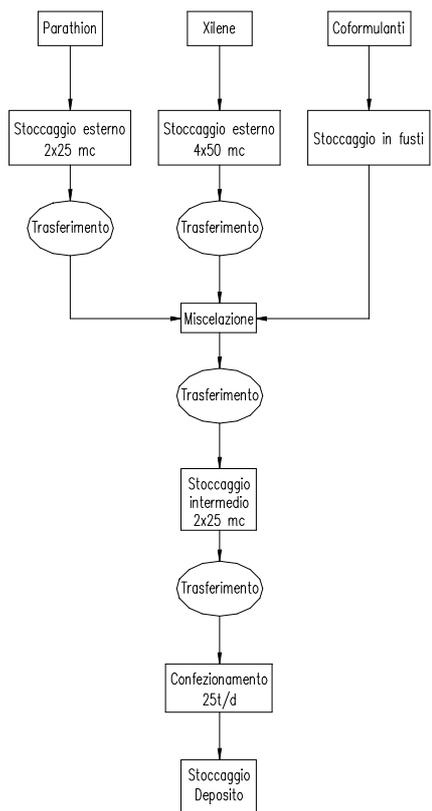
Fig. n° 2 – Schema ciclo di produzione

Fig. n° 3 – Rappresentazione grafica della concentrazione a terra della sostanza tossica

Allegato 1
 PLANIMETRIA SCHEMATICA DELLO STABILIMENTO: LEGENDA

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1 pozzo e premente rete idrica | 11 accesso ufficio primo piano |
| 2 serbatoio interreto per riserva idrica | 12 appogliaio, servizi igienico sanitari, ambulatorio medico |
| 3 vasca per riserva acqua antincendio | 13 portico per carico e scarico dai depositi |
| 4 stazione premente rete antincendio | 14 deposito prodotti in polvere confezionati |
| 5 vasca di prima raccolta acque meteoriche | 15 deposito prodotti liquidi confezionati |
| 6 vasca di contenimento acque reflue da estinzione incendio e/o lavaggi | 16 serbatoi orizzontali del principio attivo |
| 7 depuratore | 17 deposito coformulanti in fusti e materiale per confezionamento e imballaggi |
| 8 contenitore rifiuti speciali | 18 miscelazione, deposito intermedio e laboratorio analisi |
| 9 contenitore rifiuti solidi | 19 confezionamento e imballaggio |
| 10 cabina elettrica | 20 parcheggio |
| | 21 strada di servizio |





Allegato 2 -
Schema ciclo di produzione

Allegato 3: Rappresentazione grafica della concentrazione a terra dell'inquinante

Curva 1: stabilita' B v=3 m/s H=21 m

Curva 2: stabilita' D v=5 m/s H=15,5 m

Curva 3: stabilita' F v=2 m/s H=28 m

