

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale  
Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Tesi di Laurea

**“I MODELLI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO:  
IL CASO DI UN'AZIENDA PRODUTTRICE DI SEMILAVORATI PER VERNICI”**

*Relatore:*

Ch.mo Prof. Dott. *Roberto Andreozzi*

*Correlatore:* Ing. *Ilaria Di Somma*

*Candidata:*

**Rosalia Calicchio**

*matr. 747/41*

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

# Scopo del Documento di Valutazione dei Rischi (DVR)

Preservare la salute e la sicurezza dei lavoratori :

- individuazione di tutti i rischi
- predisposizione delle misure di prevenzione e protezione

# D.Lgs. n° 81/2008

## TESTO UNICO SULLA SALUTE E LA SICUREZZA SUL LAVORO

### TITOLO IX SOSTANZE PERICOLOSE, CAPO I - Protezione da agenti chimici

#### Art. 223

1. Nella valutazione di cui all'articolo 28, il datore di lavoro determina preliminarmente l'eventuale presenza di agenti chimici pericolosi sul luogo di lavoro e valuta anche i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori derivanti dalla presenza di tali agenti, prendendo in considerazione in particolare:
  - a) le loro proprietà pericolose;
  - b) le informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal responsabile dell'immissione sul mercato tramite la relativa scheda di sicurezza predisposta ai sensi dei decreti legislativi 3 febbraio 1997, n. 52, e 14 marzo 2003, n. 65, e successive modifiche;
  - c) il livello, il modo e la durata della esposizione;
  - d) le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti tenuto conto della quantità delle sostanze e dei preparati che li contengono o li possono generare;
  - e) i valori limite di esposizione professionale o i valori limite biologici; di cui un primo elenco è riportato negli allegati ALLEGATO XXXVIII e ALLEGATO XXXIX;
  - f) gli effetti delle misure preventive e protettive adottate o da adottare;
  - g) se disponibili, le conclusioni tratte da eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese.

# Percorso valutativo: le indagini preliminari

- a. determinare tutte le mansioni lavorative ed i rispettivi compiti;
- b. identificare tutti gli agenti chimici;
  - a. recepire le schede di sicurezza;
- c. conoscere per ciascun agente chimico le quantità utilizzate, la frequenza di utilizzo e le modalità di utilizzo;
- d. effettuare un sopralluogo negli ambienti di lavoro.

# Valutazione del rischio chimico

	Valutazione semplificata	Valutazione complessa
<b>Rischi per la salute</b>	Valutazione del rischio stimato mediante modelli: <ul style="list-style-type: none"><li>- Inforisk</li><li>- Movarisch</li><li>- Cheope-CLP</li><li>- ANAR.CHIM</li></ul>	Valutazione del rischio misurato mediante monitoraggi ambientali e personali (UNIEN 689:1997)
<b>Rischio per la sicurezza</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Check-list</li><li>- Guida EU Direttiva 98/24/CE (Allegato II)</li><li>- Cheope-CLP</li><li>- ANAR.CHIM</li></ul>	HAZOP Alberi dei guasti Alberi degli eventi

# Scopo della tesi

Applicare alcuni dei modelli più conosciuti per la valutazione del rischio chimico ad uno stesso caso aziendale, per confrontarne i risultati, anche con i dati ottenuti mediante monitoraggi chimici, e valutarne punti di forza e limiti.

# I modelli di valutazione

algoritmi in cui si assegna un valore numerico, ad ogni fattore che influenza il rischio:

- quantità della sostanza utilizzata
- frequenza d'uso
- tempo di esposizione
- modalità operative
- pericolosità della sostanza
- stato fisico della sostanza chimica
- altri

L'algoritmo applicato restituisce il valore del Rischio secondo il modello preso in esame.

Il valore del Rischio ottenuto va confrontato con la scala del rischio stabilita dal modello stesso.

# Il caso di un'azienda produttrice di semilavorati per vernici

L'azienda produce in particolare:

- Fondi
- Miscele di solventi e diluenti
- Vernici di sottofondo ad acqua
- Resine

Gli ingredienti utilizzati sono principalmente materie prime in polvere, solventi e miscele a base di solventi.

La mansione oggetto della nostra analisi è quella dell'Operatore di Reparto i cui compiti con maggiore esposizione sono:

- Caricamento delle materie prime nei cowles
- Confezionamento dei prodotti in fusti e cisternette



# Elenco dei prodotti

Codice	Nome commerciale/ descrizione	Composto/i chimici
<b>Materie Prime</b>		
AZ-17-6024	ittrio ossido	ossido di ittrio
EB-23-5825	blanc fixe	solfato di bario (blanc fixe)
EC-25-3930	ASP-200 Plus Y	kaolin, 75-90%; ossido di ittrio 5-10%
EC-42-5800	Supreme	quartz 0,9%; alluminum silicate 99,1%
EC-48-5068	Polsperse 10	kaolin quartz, 1%
ECM-5744	ASP 200	kaolinite >= 90%; diossido di titanio 1-5%
HC0028	acrilica 450 per plastiche	acetato n-butile 20-25%; xilene 20-25% etilbenzene 3-7%
HEQ-8716	Cationic elpo grinding vehicle	2-butossietanolo, 35-<50%; 4-metil-pentan-2-one, 1-<3%
SEP-7651	BUTOXYPROPANOL	3-butossi-2-propanolo >=90%
WE5060/C4	FQ 520 W 29	2-butossi-2-propanolo, 5-<10%; 1-metossi-2-propanolo, <15%
<b>Prodotti e Intermedi</b>		
I-E3008116	pasta cationica CP458	3-butossi-2-propanolo, 1-<5% ossido di diottilstagno, 0,25-<2,5%
A-W9701-1P8	PASTA ENVIROPRIME H.T.	2-butossietanolo 7-<10%; Kaolin 5-<10%, ossido di dibutilstagno 1-<2,5%; idrossido di alluminio 1-<5%; 4-metil-pentan-2-one 0,1-<1%
I-E3008111	Pasta cationica CP406A	cicloesano, 1-<3%; 3-butossi-2-propanolo, 1-<5%
I-E3208111	Pasta cationica CP521B	2-butossietanolo, 7-<10% ; ossido di dibutilstagno, <2,5%
A-W9700-1P5	GREY PASTE FOR ENVIROPRIME	2-butossietanolo, 7-<10% ossido di dibutilstagno, 1-<2,5%
A-W9747-1P5	543697 PASTA PER ENVIROPRIME L.C.	2-butossietanolo, 10-<20% ossido di dibutilstagno 3-<5% dicloruro di dibutilstagno 0,01-<0,025%
A-F105694-AB	DILUENTE UNIVERSALE SB	xilene 35-<50%; acetato di n-butile 25-<35%; etilbenzene 3-<7%; 1,2,4-trimetilbenzene 7-<10%; etilbenzene 3-7%; 2-butossietil acetato 1-3%
NA101E	2-BUTOXYETHANOL	2-butossietanolo >=90%
GXS99057-FN	560074 diluente sintetico	xilene 35-<50%; acetato di n-butile 35-50%; etilbenzene 3-7%; 1,2,4-trimetilbenzene 5-7% etilbenzene 3-7%; cumene 0,25-1%
SSE-86	SS-N-BUTYL ACETATE URETHA	acetato di n-butile >=90; butan-1-olo 0,1-<1
SSM-96	Butyl glycol acetate	2-butossietilacetato
STADIS R 450	Stadis ® 450	toluene 30-60% ; propan-2-olo 0,99-4,99 1,2,4-trimetilbenzene 0,099-0,99% ; metanolo 0,099-0,99%

# Risultati del modello “Inforisk”

<b>Elenco prodotti</b>	<b>IR i</b>	<b>IR c</b>	<b>IR cum</b>	<b>Rischio</b>
HC0028 - acrilica per plastiche	30	12	32	medio
HEQ-8716 - additivo	34	20	39	medio
SEP-7651 - Butossipropanolo	14	4	15	modesto
WE5060	30	9	31	modesto
I-E3008116 - pasta cationica	11	4	12	modesto
A-W9701	75	18	77	molto alto
I-E3008111 - pasta cationica	75	18	77	molto alto
I-E3208111	55	14	57	alto
A-W9700	85	20	87	molto alto
A-W9747	85	30	90	molto alto
A-F105694 - diluente	68	20	71	alto
NA101	34	20	39	medio
GXS99057	51	20	55	alto
SSE-86 - componente per miscela	34	20	39	medio
SSM-96	34	20	39	medio
STADIS R 450	45	21	50	medio
AZ-17-6024	9	7	11	modesto
EB-23-5825	12	9	15	modesto
EC-42-5800	15	12	19	modesto
EC-253930	12	9	15	modesto
EC-48-5068	15	12	19	modesto
ECM-5744	15	12	19	modesto

<b>CLASSI DI RISCHIO</b>	
<b>(IRcum)</b>	<b>RISCHIO</b>
1-10	IRRILEVANTE
11-25	MODESTO
26-50	MEDIO
51-75	ALTO
>76	MOLTO ALTO

- Il modello ha individuato:
- Nessun agente chimico a rischio irrilevante
  - 9 agenti chimici con rischio modesto
  - 6 agenti chimici a rischio medio
  - 3 agenti chimici a rischio alto
  - 4 agenti chimici a rischio molto alto

# Risultati del modello “Movarisch”

Elenco prodotti	Ri	Rc	R cum	Rischio
HC0028 - acrilica per plastiche	18	9	20	zona arancio
HEQ-8716 - additivo	18	9	20	zona arancio
SEP-7651 - Butossipropanolo	9	7,5	12	irrilevante
WE5060	14	7,5	16	zona arancio
I-E3008116 - pasta cationica	9	7,5	12	zona arancio
A-W9701	40	18	44	elevato
I-E3008111 - pasta cationica	40	18	44	elevato
I-E3208111	40	18	44	elevato
A-W9700	40	18	44	elevato
A-W9747	40	18	44	elevato
A-F105694 - diluente	32	13,5	35	Superiore a irrilevante
NA101	18	9	20	zona arancio
GXS99057	18	9	20	zona arancio
SSE-86 - componente per miscela	14	13,5	19	zona arancio
SSM-96	8	9	12	irrilevante
STADIS R 450	40	13,5	42	elevato
AZ-17-6024	4	3	5	irrilevante
EB-23-5825	4	3	5	irrilevante
EC-42-5800	4	3	5	irrilevante
EC-253930	4	3	5	irrilevante
EC-48-5068	4	3	5	irrilevante
ECM-5744	4	3	5	irrilevante

CLASSI DI RISCHIO	
(Rcum)	RISCHIO
$0,1 \leq R < 15$	IRRILEVANTE Zona Verde
$15 \leq R < 21$	PROBABILMENTE IRRILEVANTE Zona Arancio
$21 \leq R < 40$	SUPERIORE A IRRILEVANTE
$40 < R \leq 80$	ELEVATO
$R > 80$	GRAVE

- Il modello ha individuato:
- 8 agenti chimici a rischio irrilevante
  - 7 agenti chimici con rischio probabilmente irrilevante
  - 1 agente chimico a rischio superiore a irrilevante
  - 6 agenti chimici a rischio elevato
  - nessun agente chimico a rischio grave

# Risultati del modello “Anar.Chim - INRS”

<b>Elenco prodotti 1</b>	<b>Priorità Rischio Inalatorio</b>	<b>Priorità Rischio Cutaneo</b>	<b>Priorità Rischi per la salute</b>
HC0028 - acrilica per plastiche	3	1	2
HEQ-8716 - additivo	3	1	1
SEP-7651 - Butossipropanolo	3	1	2
WE5060	3	1	2
I-E3008116 - pasta cationica	3	2	2
A-W9701	2	1	1
I-E3008111 - pasta cationica	1	1	1
I-E3208111	1	1	1
A-W9700	1	1	1
A-W9747	2	1	1
A-F105694 - diluente	2	1	1
NA101	3	2	2
GXS99057	2	1	1
SSE-86 - componente per miscela	2	1	1
SSM-96	3	2	2
STADIS R 450	2	1	2
AZ-17-6024	3	3	3
EB-23-5825	3	3	3
EC-42-5800	3	3	3
EC-253930	3	3	3
EC-48-5068	3	3	2
ECM-5744	3	3	3

Priorità 1: 9 agenti chimici a rischio probabilmente elevato (necessarie misure correttive)

Priorità 2: 8 agenti chimici a rischio moderato

Priorità 3: 5 agenti chimici a rischio irrilevante

A differenza degli altri modelli, il modello Anar.Chim non calcola il rischio cumulato come somma del rischio inalatorio e del rischio cutaneo.

I tre indici sono indipendenti e vengono determinati in base a fattori diversi:

r. inalatorio: pericolosità, volatilità, tipo di processo, protezione collettiva

r. cutaneo: pericolosità, superficie esposta, frequenza di esposizione

r. Per la salute: pericolosità, quantità, frequenza di utilizzo

# Risultati del modello “Cheope-CLP”

<b>Elenco prodotti</b>	<b>IR inalatorio</b>	<b>IR cutaneo</b>	<b>IR ingestione</b>	<b>IR complessivo</b>	
HC0028 - acrilica per plastiche	4,57	5,15	-	5,25	non irrilevante
HEQ-8716 - additivo	3,97	5,21	4,50	5,31	non irrilevante
SEP-7651 - Butossipropanolo	-	0,67	-	0,67	trascurabile
WE5060	2,16	1,17	-	2,20	irrilevante
I-E3008116 - pasta cationica	-	1,17	-	1,17	trascurabile
A-W9701	3,85	3,29	3,31	4,04	non irrilevante
I-E3008111 - pasta cationica	3,83	3,28	3,28	4,02	non irrilevante
I-E3208111	4,01	3,74	3,78	4,34	non irrilevante
A-W9700	4,71	3,31	3,31	4,74	non irrilevante
A-W9747	5,06	3,27	3,14	5,07	non irrilevante
A-F105694 - diluente	3,23	2,05	2,55	3,34	non irrilevante
NA101	2,48	1,88	1,17	2,59	irrilevante
GXS99057	2,65	1,88	2,17	2,83	irrilevante
SSE-86 - componente per miscela	2,97	1,79	1,17	3,00	irrilevante
SSM-96	-	1,17	0,67	1,29	trascurabile
STADIS R 450	2,88	2,55	2,38	3,13	irrilevante
AZ-17-6024	-	-	-	2,00	trascurabile
EB-23-5825	-	-	-	2,00	trascurabile
EC-42-5800	-	-	-	2,00	trascurabile
EC-253930	-	-	-	2,00	trascurabile
EC-48-5068	-	-	-	2,00	trascurabile
ECM-5744	-	-	-	2,00	trascurabile

0 < IR < 16

Per IR>4  
rischio non  
irrilevante

8 agenti  
chimici a  
rischio non  
irrilevante

14 agenti a  
rischio  
irrilevante

# Confronto dei risultati

Elenco prodotti	Inforisk		Movarisch		ANAR.CHIM		Cheope		Rischio Misurato mg/mc)
HC0028 - acrilica per plastiche	32	medio	20	zona arancio	2	medio	5,25	non irrilevante	1.62 trascurabile
HEQ-8716 - additivo	39	medio	20	zona arancio	1	elevato	5,31	non irrilevante	< 0,2 trascurabile
SEP-7651 - Butossipropanolo	15	modesto	12	irrilevante	2	medio	0,67	irrilevante	0.4 trascurabile
WE5060	31	modesto	16	zona arancio	2	medio	2,20	irrilevante	0.4 trascurabile
I-E3008116 - pasta cationica	12	modesto	12	zona arancio	2	medio	1,17	irrilevante	0.4 trascurabile
A-W9701	77	molto alto	44	elevato	1	elevato	4,04	non irrilevante	<0,2 trascurabile
I-E3008111 - pasta cationica	77	molto alto	44	elevato	1	elevato	4,02	non irrilevante	<0,2 trascurabile
I-E3208111	57	alto	44	elevato	1	elevato	4,34	non irrilevante	<0,2 trascurabile
A-W9700	87	molto alto	44	elevato	1	elevato	4,74	non irrilevante	<0,2 trascurabile
A-W9747	90	molto alto	44	elevato	1	elevato	5,07	non irrilevante	<0,2 trascurabile
A-F105694 - diluente	71	alto	35	Superiore a irrilevante	1	elevato	3,34	non irrilevante	2,22 trascurabile
NA101	39	medio	20	zona arancio	2	medio	2,59	irrilevante	<0,2 trascurabile
GXS99057	55	alto	20	zona arancio	1	elevato	2,83	irrilevante	1,60 trascurabile
SSE-86 - componente per miscela	39	medio	19	zona arancio	1	elevato	3,00	irrilevante	1,05 trascurabile
SSM-96	39	medio	12	irrilevante	2	medio	1,29	irrilevante	0,6 trascurabile
STADIS R 450	50	medio	42	elevato	2	medio	3,13	irrilevante	0,8 trascurabile

# Conclusioni

Nella valutazione del rischio chimico, gli algoritmi costituiscono un ottimo aiuto per evidenziare le situazioni più rischiose su cui intervenire.

Essi, tuttavia, non possono essere l'unico mezzo di valutazione del rischio chimico.

I problemi principali legati ai modelli sono:

1. eccessiva discrezionalità nella fase di inserimento dati
2. dati non facilmente disponibili o incerti
3. difficoltà di inserimento dei dati nei modelli
4. professionalità del personale che effettua la valutazione
5. impossibilità di valutare il rischio relativo ai sottoprodotti combinazione degli agenti chimici utilizzati o presenti negli ambienti di lavoro

La valutazione del rischio chimico andrà inoltre completata con la valutazione dei rischi per la sicurezza.