

IL RISCHIO CHIMICO NEL LABORATORIO E NEL CANTIERE DI
RESTAURO

MAURIZIO COLADONATO

Indice

2	INDICE
3-4	LEGGE 626/94 E NORMATIVA SUCCESSIVA
5	SOLVENTI PURI E LORO MISCELE IN USO NEL RESTAURO
6-7	TOSSICITA' DEI SOLVENTI PURI E DI LORO MISCELE - TLV
8	TOSSICITA' A BREVE TERMINE: DOSE LETALE (DL), CONCENTRAZIONE LETALE (CL)
9-11	CALCOLO, COMPARAZIONE E CONVERSIONE DEL TLV DI SOLVENTI PURI; TLV DI MISCELE DI SOLVENTI
12-13	CONTAMINAZIONE DA SOLVENTI – DISPOSITIVI DI PROTEZIONE GENERALE E DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)
14-18	FLASH POINT: CLASSIFICAZIONE DI RISCHIO DI SOLVENTI PURI E IN MISCELA; AVVERTENZE
19-20	CLASSIFICAZIONE DEI SOLVENTI IN BASE ALLA TEMPERATURA DI EBOLLIZIONE E ALLA VELOCITA' DI EVAPORAZIONE
21-22	GRADO DI EVAPORAZIONE E PERICOLOSITA' RELATIVE DEI SOLVENTI
23	VALUTAZIONE DEL FLASH POINT E DELLA PERICOLOSITA' RELATIVA
24	COMPATIBILITA' TRA CLASSI DI SOLVENTI
25	ETICHETTATURA DI PRODOTTI CHIMICI E DI LORO MISCELE
26	SCHEDE DI SICUREZZA
27-28	RIFIUTI TOSSICO – NOCIVI
29-31	POLVERI: CLASSIFICAZIONI PER NATURA, AZIONE, PENETRAZIONE; DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)
32	FRASI DI RISCHIO R E DI SICUREZZA S E SIMBOLI DI RISCHIO

LEGGE 626/94

- **INDIVIDUAZIONE DEL RESPONSABILE:**

DATORE DI LAVORO, CHE DISPONE DI FONDI E DI PERSONALE

- **ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO:**

OBBLIGATORIA PER ASSICURARE LA SICUREZZA ATTRAVERSO
PRECISE NORME E METODOLOGIE, VOLTE ANCHE A UNA MINORE
INCIDENZA DEI RISCHI TRASVERSALI

- **PREVENZIONE:**

PRIMARIA: FORMAZIONE ED INFORMAZIONE

SECONDARIA: CONTROLLI PER VERIFICARE COMPROMISSIONI
DELLA SALUTE E ATTUARE INTERVENTI ADEGUATI

- **PARTECIPAZIONE DEI LAVORATORI ALLA GESTIONE DELLA
SICUREZZA ANCHE ATTRAVERSO I LORO RAPPRESENTANTI (R.L.S.)**

*IL FLUSSO DI RESPONSABILITA' NON SI ESAURISCE CON IL
DATORE DI LAVORO, MA SEGUE LA SEGUENTE LINEA: DATORE DI
LAVORO – CAPO SERVIZIO – PREPOSTO – LAVORATORE*

*SI HA SEMPRE UNA PARTE DI RESPONSABILITA' CHE NON
DIMINUISCE CON LA CONDIVISIONE*

D. LGS. 81/08

**E' IL TESTO UNICO SULLA SICUREZZA, CHE RIVEDE LA
NORMATIVA PRECEDENTE E INTRODUCE ALCUNE NOVITA', QUALI:**

RAFFORZAMENTO RUOLO RSL, RLST

ALLARGAMENTO CAMPO DI APPLICAZIONE

DEFINIZIONE RUOLI ENTI INAIL, ISPESL

COORDINAMENTO FUNZIONI DI VIGILANZA, ECC.

LA SICUREZZA E' ASSICURATA DA COMPONENTI FONDAMENTALI:

- ORGANIZZATIVA
- TECNICA
- PROCEDURALE
- COMPORTAMENTALE

COMPONENTE ORGANIZZATIVA

PROGETTAZIONE INTEGRATA DI AMBIENTI, IMPIANTI, SICUREZZA ED ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO.

ES.: SEPARAZIONE FISICA O TEMPORALE DI LAVORAZIONI CHE COMPORTINO RISCHI E MISURE PRECAUZIONALI DIVERSI (RISCHI TRASVERSALI)

COMPONENTE TECNICA

ACQUISTO DI STRUMENTAZIONI, DI APPARECCHIATURE, DI ARREDI E DI DISPOSITIVI A NORMA DI SICUREZZA

RICERCA E ADOZIONE DI METODOLOGIE TECNICHE DI LAVORAZIONE MENO RISCHIOSE → "[Triangolo interattivo dei solventi e delle solubilità©](http://www.triangolointerattivo.it)" (1)

COMPONENTE PROCEDURALE

SEQUENZA DI OPERAZIONI NORMALIZZATE ALL'INTERNO DI UNA LAVORAZIONE (PROCEDURA OPERATIVA STANDARD – POS)

COMPORTAMENTALE

RISPETTO DELLE NORME DI IGIENE E DI PREVENZIONE AMBIENTALE (AERAZIONE, VENTILAZIONE) E INDIVIDUALE (DPI)

(1) <http://iscr.beniculturali.it/flash/progetti/trisolv/trisolv.html>

ALCUNE MISCELE IN USO NEL RESTAURO

<u>MISCELA</u>	<u>COMPONENTI</u>
2 A	ACQUA AMMONIACA
3 A	ACQUA ACETONE ETANOLO
4 A	ACQUA AMMONIACA ETANOLO ACETONE
AB	ACQUA BUTILAMMINA
ABD	ACQUA BUTILAMMINA DMF
BENZINA 80-100°C	IDROCARBURI
DILUENTE NITRO	ESTERI CHETONI ALCOLI AROMATICI
DA	DMF AMILE ACETATO
DAN	DMF AMILE ACETATO DILUENTE NITRO
DIDAX	DMF DIL. SINTET. XILENE ACETONE
ETERE DI PETROLIO	IDROCARBURI
WHITE SPIRIT	IDROCARBURI

Non rientra negli scopi di questa trattazione la valutazione delle prestazioni e delle possibili interferenze delle sostanze dal punto di vista del restauro

<u>SOLVENTE</u>	<u>EFFETTI</u>
AMMINE ALIFATICHE (BUTILAMMINA)	ASMA - DERMATITI
BENZENE	CANCEROGENO – MIDOLLO OSSEO
BENZINA RETTIFICATA	POSSIBILE CANCEROGENO EFFETTI SU SISTEMA NERVOSO CENTR. E FEGATO
CLOROFORMIO	POSSIBILE CANCEROGENO LESIONI EPATICHE E RENALI
DILUENTE NITRO	CANCEROGENO [SE BENZENE>0,1%]
DIMETILFORMAMMIDE	POSSIBILMENTE CANCEROGENO. EFFETTI SU FEGATO
ESSENZA DI TREMENTINA	ECZEMA – LESIONI RENALI
FORMALINA 40% (FORMALDEIDE)	CANCEROGENO
METILENE CLORURO	INDICAZIONI DI CANCEROGENECITA' DERMATITI. EFFETTI SU SISTEMA NERVOSO CENTR. E FEGATO
TRICLOROETILENE (TRIELINA)	INDICAZIONI DI CANCEROGENECITA' EFFETTI SU SISTEMA NERVOSO CENTR. E FEGATO. DERMATITI

MOLTI SOLVENTI QUALI, AD ESEMPIO, ACETONE, ETERE ETILICO, TOLUENE, XILENE POSSONO:

- DARE EFFETTI MUTAGENI E TERATOGENI
- PASSARE ATTRAVERSO LA PELLE INTEGRA E PROVOCARE DERMATITI O

SENSIBILIZZAZIONI PERCHE' RIMUOVONO LE SOSTANZE GRASSE PRESENTI

- PROVOCARE PROBLEMI AGLI OCCHI: CONGIUNTIVITI

L'USO DELLE LENTI A CONTATTO DURANTE L'IMPIEGO DI SOLVENTI ORGANICI E' ESTREMAMENTE PERICOLOSO PER I VAPORI CHE POSSONO INTERAGIRE CON IL MATERIALE DELLE LENTI STESSE

TOSSICITA' DEI SOLVENTI

TLV – TWA (THRESHOLD LIMIT VALUE, VALORE LIMITE DI SOGLIA):

MAX CONCENTRAZIONE MEDIA PONDERATA AMMESSA NELL'ARIA PER UNA ESPOSIZIONE DI 8 H/GIORNO PER 5 GIORNI/SETTIMANA

TLV – STEL (SHORT TERM EXPOSURE LIMIT, LIMITE DI ESPOSIZIONE A BREVE TERMINE):

MAX CONC. MEDIA AMMESSA NELL'ARIA PER UN'ESPOSIZIONE DI 15' PER 4 ESPOSIZIONI/GIORNO DISTANZIATE DI 1 ORA

CONCENTRAZIONE ESPRESSA IN:

- ppm (PARTI PER MILIONE, ml/m³)
- mg/m³

CONVERSIONE TRA ppm e mg/m³ e viceversa

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg/m}^3 \times 24,45}{\text{P.M.}}$$

$$\text{mg/m}^3 = \frac{\text{ppm} \times \text{P.M.}}{24,45}$$

P.M.

24,45

P.M. = peso molecolare della sostanza

LIMITE AMMESSO PER LE MISCELE

MISCELA CON a, b, c,..., n COMPONENTI

$$C_a/\text{TLV}_a + C_b/\text{TLV}_b + C_c/\text{TLV}_c + \dots C_n/\text{TLV}_n \leq 1$$

C_a = CONCENTRAZIONE DEL COMPONENTE A NELL'ARIA, ECC.

TLV_a = VALORE LIMITE DI SOGLIA DEL COMPONENTE A, ECC.

TOSSICITA' SOSTANZE A BREVE TERMINE – DOSE LETALE (DL) – CONCENTRAZIONE LETALE (CL)

CLASSE SOSTANZA	-----MODALITA' DI ASSUNZIONE-----		
	ORALE (RATTO) DL ₅₀ (mg/Kg)	CUTANEA (RATTO O CONIGLIO) DL ₅₀ (mg/Kg)	INALATORIA (RATTO) CL ₅₀ (mg/Kg/4 ore)
NOCIVA	200-2000	400-2000	2-20
TOSSICA	25-200	50-400	0,5-2
MOLTO TOSSICA	≤25	≤50	≤0,5

DL₅₀: DOSE MINIMA - PER VIA ORALE O CUTANEA - CHE PROCURA IL DECESSO DEL 50% DELLE CAVIE

CL₅₀: CONCENTRAZIONE NELL'ARIA CHE PROCURA DECESSO DEL 50% DELLE CAVIE PER INALAZIONE

ESEMPIO APPLICATIVO: TLV-TWA

D: QUANTI g DI BUTILAMMINA (TLV-TWA=15 mg/m³) DEVONO EVAPORARE IN UN AMBIENTE DI 5 m x 4 m x 3 m PER RAGGIUNGERE IL TLV –TWA?

R:

VOLUME AMBIENTE= 5 m x 4 m x 3 m =60 m³

15 mg : 1 m³ = X mg : 60 m³

$X = \frac{15 \text{ mg} \times 60 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 900 \text{ mg} = 0,9 \text{ g}$

D: LA DENSITA' DELLA BUTILAMMINA E' PARI A 0,740 g/ml; QUAL'E' IL VOLUME DI SOLVENTE CHE DEVE EVAPORARE PER RAGGIUNGERE IL TLV-TWA?

R:

0,740 g : 1 ml = 0,9 g : X

$X = \frac{1 \text{ ml} \times 0,9 \text{ g}}{0,740 \text{ g}} = 1,22 \text{ ml}$

ESEMPIO APPLICATIVO: CONVERSIONE DEL TLV-TWA DA ppm a mg/m³ E VICEVERSA

**DUE SOLVENTI A e B - CON PARAMETRI DI SOLUBILITA' SIMILI –
PRESENTANO IN TABELLA VALORI DI TLV-TWA IN DUE UNITA' DI
MISURA DIVERSE**

- **SOLVENTE A (PM= 100): TLV-TWA PARI A 125 ppm**
- **SOLVENTE B (PM= 150): TLV-TWA PARI A 175 mg/m³**

D : QUALE DEI DUE RISULTA MENO TOSSICO IN BASE AI TLV-TWA?

R: ppm = $\frac{\text{mg/m}^3 \times 24,45}{\text{PM}}$; TLV (B) = $\frac{175 \text{ mg/m}^3 \times 24,45}{150} = 28,5 \text{ ppm}$

OPPURE

$\text{mg/m}^3 = \frac{\text{ppm} \times \text{PM}}{24,45}$; TLV (A) = $125 \frac{\text{ppm} \times 100}{24,45} = 511,2 \text{ mg/m}^3$

**IN ENTRAMBE LE UNITA' DI MISURA IL SOLVENTE A RISULTA
ESSERE MENO TOSSICO**

VALUTAZIONE DEL TLV DI MISCELE DI SOLVENTI

ES:	TLV-TWA (ppm)	CONC. IN ARIA (ppm)
a- ALCOL ETILICO	1000	300
b- ACETONE	500	200
c- OTTANO	300	100

$$C_a/TLV_a + C_b/TLV_b + C_c/TLV_c \leq 1$$

$$\frac{300}{1000} + \frac{200}{500} + \frac{100}{300} = 0,30 + 0,40 + 0,33 = 1,03 \quad (>1)$$

IN QUESTO CASO LA CONCENTRAZIONE TOTALE NELL'ARIA DEI SOLVENTI IN MISCELA SUPERA QUELLA CONSENTITA

SOLVENTI

<u>CONTAMINAZIONE</u>	<u>DISPOSITIVI DI PROTEZ. INDIVIDUALE (DPI)</u>	<u>DISPOSITIVI GENERALI</u>
INALAZIONE	MASCHERE CON FILTRO	NORME COMPORTAMENTALI (NON MANGIARE, NON FUMARE), PROCEDURALI E TECNICHE AERAZIONE, VENTILAZIONE
CONTATTO (CUTE O MUCOSE)	GUANTI, OCCHIALI, CAMICI, CREME	“ “
PER INGESTIONE	VEDI RIMEDI SPECIFICI	“ “

FILTRI (SE L'OSSIGENO NELL'ARIA E' ≥ 17%)

COLORE	CLASSE	FINALITA'
<u>MARRONE</u>	<u>A</u>	<u>VAPORI E GAS DI COMPOSTI ORGANICI</u>
<u>GRIGIO</u>	<u>B</u>	<u>VAPORI/GAS INORGANICI E ALOGENI</u>
<u>GIALLO</u>	<u>E</u>	<u>SO₂, GAS E VAPORI ACIDI</u>
<u>VERDE</u>	<u>K</u>	<u>AMMONIACA E COMPOSTI AMMONIACALI</u>
<u>BIANCO-ROSSO</u>		<u>FUMI E GAS D'INCENDIO</u>

ESISTONO ANCHE FILTRI COMBINATI PER LE VARIE CLASSI: AB, AP, BP, ABP, KP, FILTRO UNIVERSALE ABEK PER FUMI, AEROSOL, NEBULIZZATI (ES: BIOCIDI) USARE ANCHE FILTRI DI TIPO P SOLI O COMBINATI (ABEKP).

N.B.: MAGGIORE E' IL NUMERO DI FILTRI NEI COMBINATI E MINORE E' LA CAPACITA' FILTRANTE DI CIASCUN TIPO DI FILTRO

ISTITUTO SUPERIORE PER LA CONSERVAZIONE ED IL RESTAURO (ISCR) - MiBAC
SERVIZIO PREVENZIONE E PROTEZIONE – LABORATORIO DI CHIMICA

MATERIALE GUANTI COMPATIBILITA' CON CLASSI DI SOSTANZE CHIMICHE

BUTILE	ACIDI INORGANICI, SOLVENTI ORGANICI
LATTICE	BASI CONCENTRATE, ACIDI POCO CONCENTRATI
NEOPRENE	BASI/ACIDI, IDROCARBURI ALIFATICI, SOLUZIONI AMMONIACALI, SOLUZIONI SALINE SATURE
NITRILE	REAGENTI ORGANICI IN GENERE
PVA	SOLVENTI CLORURATI E AROMATICI
PVC	BASI/ACIDI, IDROCARBURI ALIFATICI

LA SICUREZZA OFFERTA DAI GUANTI DIPENDE DAL *TEMPO DI PERMEAZIONE* RISPETTO ALLE DIVERSE SOSTANZE CHIMICHE DA MANIPOLARE UN *TEMPO DI PERMEAZIONE* PIU' ALTO ASSICURA UNA PROTEZIONE MIGLIORE

MATERIALE GUANTI COMPATIBILITA' OTTIMALE CON SINGOLE SOSTANZE CHIMICHE

BUTILE	ACETONE, DIMETILCHETONE, DIMETILSOLFOSSIDO, ETANOLO, METILETILCHETONE
LATTICE	ALCOL ISOPROPILICO, AMMONIO CARBONATO, CALCIO IDROSSIDO
NEOPRENE	CALCIO IDROSSIDO, SOLUZIONI AMMONIACALI
NITRILE	ALCOL ISOPROPILICO, CALCIO IDROSSIDO, ETANOLO, ISOOTTANO, N-OTTANO
PVC	ACQUA OSSIGENATA CONC., ALCOL ISOPROPILICO, CALCIO IDROSSIDO, SOLUZ. AMMONIACALI

IL CONTATTO DIRETTO DEL LATTICE SULLA CUTE O L'INALAZIONE DELLE POLVERI PUO' PROVOCARE ALLERGIE

FLASH POINT (PUNTO DI INFIAMMABILITA')

TEMPERATURA MINIMA ALLA QUALE UN LIQUIDO DA' VAPORI CHE POSSONO FORMARE CON L'ARIA UNA MISCELA ESPLOSIVA.

PIU' ALTO E' IL VALORE MINORE E' IL RISCHIO

SOLVENTI PURI CON BASSA PRESSIONE DI VAPORE E MASSA MOLECOLARE E TEMPERATURA DI EBOLLIZIONE ELEVATE PRESENTANO FLASH POINT PIU' ALTO (MINOR RISCHIO)

RELAZIONE EMPIRICA FLASH POINT (FP) / TEMP. DI EBOLLIZIONE (T_{EB})

1 - FP= $0,736 (273+T_{EB}) - 273 \pm 5^{\circ}\text{C}$ IDROCARBURI, CHETONI, ESTERI

2 - FP= $0,736 (273+T_{EB}) - 273 \pm 30^{\circ}\text{C}$ ALCOLI, GLICOLI

Es: 1- Metiletilchetone: $T_{EB}=80^{\circ}\text{C}$

FP calcolato= $-13^{\circ}\text{C}\pm 5$ (-18 ÷ - 8) FP reale= -7°C

2 - Isopropanolo: $T_{EB}=82^{\circ}\text{C}$

FP calcolato= $-12^{\circ}\text{C}\pm 30$ (- 42 ÷ + 18) FP reale= 12°C

CLASSIFICAZIONE DI RISCHIO (SOLVENTI IMMISCIBILI CON ACQUA)

1- RISCHIO ELEVATO: FP < 21°C

2- RISCHIO MEDIO: FP = $21^{\circ}\text{C}\div 55^{\circ}\text{C}$

3- RISCHIO BASSO: FP = $55^{\circ}\text{C}\div 100^{\circ}\text{C}$

FLASH POINT DI MISCELE DI SOLVENTI

I FLASH POINT DEI SOLVENTI IN MISCELA NON CORRISPONDONO SEMPRE ALLA MEDIA DEI DIVERSI FLASH POINT DEI SOLVENTI PURI :

- SOLVENTI CON PARAMETRI DI LEGAME IDROGENO MOLTO DIFFERENTI *GENERALMENTE* FORMANO MISCELE CON FLASH POINT MINORE DI CIASCUN SOLVENTE (MAGGIOR RISCHIO)

- SOLVENTI CON PARAMETRI DI SOLUBILITA' SIMILI FORMANO MISCELE AVENTI FLASH POINT VICINI ALLA MEDIA DEI DIVERSI FLASH POINT DEI SOLVENTI PURI

ES.: FLASH POINT DI XILENE IN MISCELA CON SOLVENTI POLARI

- 1- DIMINUISCE PER PICCOLE AGGIUNTE DI ESTERI O CHETONI (GRUPPO CARBONILE -CO), AUMENTA PER GRANDI AGGIUNTE**
- 2- AUMENTA PER AGGIUNTA DEL 4% IN PESO DI ALCOL BUTILICO, DELL'8% DI ISOBUTILICO**
- 3- DIMINUISCE DI POCO PER AGGIUNTA DI ALCOL ETILICO**
- 4- NON VARIA PER AGGIUNTA DI ACQUA**

FLASH POINT DI SOLVENTI MISCIBILI CON L'ACQUA

% ACQUA IN MISCELA CON IL SOLVENTE	0 %	10%	50%	90 %
	FLASH POINT			
ALCOL ETILICO	10	19	25	51
ALCOL ISOPROPILICO	12	19	24	41
METIL ETIL CHETONE	-9	-7	-6	7

LE MISCELE CHE SUPERANO UN DETERMINATO VALORE DI CONTENUTO PERCENTUALE DI ACQUA SONO NON INFIAMMABILI

ES.:

ALCOL ISOPROPILICO/ACQUA(40/60): MISCELA INFIAMMABILE

ALCOL ISOPROPILICO/ACQUA(30/70): MISCELA NON INFIAMMABILE

ALCOL PROPILICO/ACQUA(70/30): MISCELA INFIAMMABILE

ALCOL PROPILICO/ACQUA(60/40): MISCELA NON INFIAMMABILE

IL CALORE DI COMBUSTIONE DEGLI ALCOLI E DEGLI ESTERI E' MOLTO MINORE RISPETTO AGLI ALTRI IDROCARBURI

I SOLVENTI CLORURATI GENERALMENTE NON SONO INFIAMMABILI (MA SONO MOLTO TOSSICI E PERICOLOSI PER L'AMBIENTE)

**NON SOLO I SOLVENTI ORGANICI O LE LORO MISCELE POSSONO
ESSERE INFIAMMABILI MA ANCHE:**

**FORMULATI CON SOLVENTI E MATERIALI O PRODOTTI NON
ALLO STATO LIQUIDO:**

RESINE

POLIAMMIDICHE

EPOSSIDICHE

VINILICHE

CIANOACRILICHE

SILIRAIN (PROTETTIVO DATO A PENNELLO)

**POLPA DI CELLULOSA, CARTA GIAPPONESE, ESTERI DI CELLULOSA
ROTOLI DI ACETATO, COLOFONIA**

**TALI MATERIALI VANNO TENUTI LONTANI DA FIAMME, SCINTILLE,
FONTI DI LUCE E DI CALORE, SIA NELLO STOCCAGGIO CHE
DURANTE L'IMPIEGO IN CANTIERE E IN LABORATORIO.**

**AD ES. LA POLPA DI CELLULOSA VA TENUTA LONTANA DA
LAMPADACCESE (SPECIE SE IMBEVUTA DI SOLVENTE ORGANICO
INFIAMMABILE)**

AVVERTENZE NELL'USO DI SOLVENTI INFIAMMABILI O COMBUSTIBILI

- 1- NON AVVICINARE FIAMME O PROVOCARE SCINTILLE**

- 2- NON FUMARE**

- 3- VENTILARE L'AMBIENTE**

- 4- DISPORRE DI ESTINTORI IDONEI**

- 5- PROTEZIONE CONTRO FORMAZIONE DI CARICHE ELETTROSTATICHE,
PERCUSSIONI O IMPATTI VIOLENTI**

- 6- COPERTURA ADEGUATA DEGLI IMPIANTI E DELLE INSTALLAZIONI
ELETTRICHE**

SOLVENTI

CLASSIFICAZIONE SECONDO IL PUNTO DI EBOLLIZIONE

- | | |
|---------------------------|--|
| 1- BASSO-BOLLENTI: | TEMP. DI EBOLLIZIONE < 100°C |
| 2- MEDIO-BOLLENTI: | TEMP. DI EBOLLIZIONE 100°-150°C |
| 3- ALTO-BOLLENTI: | TEMP. DI EBOLLIZIONE > 150°C |

**LA VELOCITA' DI EVAPORAZIONE NON E' CALCOLABILE PERCHE' DIPENDE DA
PARAMETRI TUTTI INTERDIPENDENTI TRA LORO:**

- 1- PRESSIONE DI VAPORE (ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI)**
- 2- CALORE SPECIFICO**
- 3- ENTALPIA DI VAPORIZZAZIONE**
- 4- VELOCITA' DI RISCALDAMENTO**
- 5- GRADO DI ASSOCIAZIONE MOLECOLARE**
- 6- TENSIONE SUPERFICIALE**
- 7- MASSA MOLECOLARE DEL SOLVENTE**
- 8- TURBOLENZA ATMOSFERICA**
- 9- UMIDITA' ATMOSFERICA**

VELOCITA' DI EVAPORAZIONE DI UN SOLVENTE

DETERMINAZIONE SPERIMENTALE RISPETTO AD UNA SOSTANZA DI RIFERIMENTO: IL DIETIL ETERE (NEGLI U.S.A.: BUTIL ACETATO)

GRADO DI EVAPORAZIONE RELATIVA (G.E.R.)

VOLUMI DELLA SOSTANZA DI RIFERIMENTO (DIETIL ETERE) EVAPORATI NELLE CONDIZIONI AMBIENTALI E NEGLI STESSI TEMPI NEI QUALI EVAPORA UN VOLUME DI CAMPIONE IN ESAME

VALORE BASSO \Rightarrow PERICOLOSITA' ALTA (DIETIL ETERE: G.E.R.=1)

SUDDIVISIONE IN BASE AL GRADO DI EVAPORAZIONE RELATIVA

- 1- SOLVENTI MOLTO POCO VOLATILI: G.E.R. > 50**
- 2- SOLVENTI POCO VOLATILI: G.E.R.= 35÷50**
- 3- SOLVENTI VOLATILI: G.E.R= 10÷35**
- 4- SOLVENTI MOLTO VOLATILI: G.E.R. < 10**

SOSTANZA DISCIOLTA IN SOLVENTE

DIMINUZIONE DELLA VELOCITA' DI EVAPORAZIONE:

PIU' ALTA E' L'AFFINITA' TRA SOLUTO E SOLVENTE MINORE E' LA VELOCITA' DI EVAPORAZIONE (LA POSIZIONE DEL SOLVENTE CENTRA L'AREA DI SOLUBILITA' DELLA SOSTANZA NEL TRIANGOLO DEI SOLVENTI)

I SOLVENTI EVAPORANO PIU' VELOCEMENTE DA SOLUZIONI DI ESTERI ED ETERI DI CELLULOSA RISPETTO A SOLUZIONI DI POLIMERI E RESINE NATURALI

ISTITUTO SUPERIORE PER LA CONSERVAZIONE ED IL RESTAURO (ISCR) - MiBAC
SERVIZIO PREVENZIONE E PROTEZIONE – LABORATORIO DI CHIMICA

INFIAMMABILITA', TOSSICITA', GRADO DI EVAPORAZIONE E PERICOLOSITA' RELATIVE

COMPOSTO	Te	FP_A	FP_C	TLV	G.E.R.	P.R.
-----------------	-----------	-----------------------	-----------------------	------------	---------------	-------------

ACIDI CARBOSSILICI

ACIDO ACETICO	118		39	10		
ACIDO FORMICO	101	69		5		

ACQUA

	100					
--	-----	--	--	--	--	--

ALCOLI

METANOLO	65	15,6	12	200	5,2	1040
ETANOLO	78	16	14	1000 ⁽¹⁾	8,3	8300
ISOPROPANOLO	82	20	12	200 ⁽¹⁾	21	4200
BUTANOLO-sec	100		24	100	33	3330
ALCOL isoAMILICO	132	55	45	100		
DIACETONALCOL	170	57	54	50	147	7350

AMMIDI

FORMAMMIDE	211	154		10		
DIMETILFORMAMMIDE	153	67	58	10 ⁽¹⁾		
ACETONITRILE	82		13	20 ⁽¹⁾		

AMMINE

n-BUTILAMMINA(*)	78	6	-12	5		
ETANOLAMMINA	171	93	85	3		
TRIETANOLAMMINA	335	179		5 ^(*)		

CHETONI

ACETONE	56	-9	-18	500 ⁽¹⁾	2,1	1050
METIL-ETILCHETONE	80	-5,6	-7	200	3,1	620
METIL-ISOBUTILCHETONE	116	24	14	50	5,6	280

(*) I TLV (TWA), espressi in ppm, si riferiscono a ACGIH, tranne per i prodotti con asterisco (fonti diverse)

(^(*)) mg/m³

(1): non classificabile come cancerogeno per l'uomo

TLV=TLV-TWA:valore limite di soglia (ppm, 8 h/giorno – 5 giorni/settimana)

G.E.R.=Grado di Evaporazione Relativa (al dietiletere)

P.R.=Pericolosità Relativa (TLV x G.E.R.)

Te=temperatura di ebollizione (°C)

FP_a=Flash Point (temperatura di infiammabilità, °C) a contenitore aperto

FP_c=Flash Point (temperatura di infiammabilità, °C) a contenitore chiuso

ISTITUTO SUPERIORE PER LA CONSERVAZIONE ED IL RESTAURO (ISCR) - MiBAC
SERVIZIO PREVENZIONE E PROTEZIONE – LABORATORIO DI CHIMICA

INFIAMMABILITA', TOSSICITA', GRADO DI EVAPORAZIONE E PERICOLOSITA' RELATIVE

COMPOSTO	Te	FP_A	FP_C	TLV	G.E.R.	P.R.
-----------------	-----------	-----------------------	-----------------------	------------	---------------	-------------

ESTERI

ACETATO DI ETILE	77	7	-5	400	2,9	1160
ACETATO DI n-PROPILE	102		14	200		
ACETATO DI BUTILE-sec	112	28	17	200	11,8	2360
ACETATO DI AMILE-n	149	65	25	50	13	650

ETERI

ETERE DIETILICO	35		-45	400	1	400
METILCELLOSOLVE	125		39	5	34	170
ETILCELLOSOLVE	135	57	44	5	43	215
BUTILCELLOSOLVE	171	74	60	20 ⁽²⁾	160	3200
DIOSANO	101	12		20 ⁽²⁾	5,8	116

IDROCARBURI

WHITE SPIRIT	150-200	21-60		100		
BENZENE	80		-11	0,5 ⁽³⁾	3	1,5
TOLUENE	111		4	50 ⁽¹⁾	6,1	305
XILENE	138-144		27-32	100 ⁽¹⁾	13,5	1350
n-OTTANO	126	22	13	300		
iso-OTTANO	99	4,5		300		
ESSENZA DI TREMENTINA	154-170	30-46		100	375	37500

IDROCARBURI CLORURATI

DICLOROMETANO	40			50 ⁽²⁾	1,8	90
1,2 DICLOROETANO	84	21	13	10 ⁽¹⁾	0,27	2,7
1,1,1-TRICLOROETANO	74			350 ⁽¹⁾	12,6	4410
TRICLOROETILENE	87			50	3,1	155
TETRACLORURO DI CARBONIO	77			5	1,59	7,95
CLOROFORMIO	61			10 ⁽²⁾	1,49	14,9

I TLV (TWA), espressi in ppm, si riferiscono a ACGIH

(1): non classificabile come cancerogeno per l'uomo

(2): cancerogeno per gli animali

(3): cancerogeno per l'uomo

TLV= TLV-TWA:valore limite di soglia (ppm, 8 h/giorno – 5 giorni/settimana)

G.E.R.= Grado di Evaporazione Relativa (al dietiletere)

P.R.= Pericolosità Relativa (TLV x G.E.R.)

Te= temperatura di ebollizione (°C)

FP_a= Flash Point (temperatura di infiammabilità, °C) a contenitore aperto

FP_c= Flash Point (temperatura di infiammabilità, °C) a contenitore chiuso

VALUTAZIONE DEL PUNTO DI INFIAMMABILITA' (FLASH POINT)

D: ORDINARE I SEGUENTI SOLVENTI IN ORDINE CRESCENTE DI PERICOLOSITA' IN BASE ALLA TEMPERATURA DI INFIAMMABILITA'

1-ALCOL ETILICO	FP = 18°C
2- ETERE DIETILICO	FP = -40°C
3- METIL ETIL CHETONE	FP = -7°C
4- ACETONE	FP = -18°C

VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' RELATIVA

D: ORDINARE I SEGUENTI SOLVENTI IN ORDINE CRESCENTE DI PERICOLOSITA' IN BASE AL TLV-TWA (mg/m³) COMBINATO CON IL GRADO DI EVAPORAZIONE RELATIVA (GER)

1- ETANOLO	GER = 8,3	TLV-TWA=1000
2- ACETONE	GER = 2,1	TLV-TWA=500
3- METIL ETIL CHETONE	GER = 3,1	TLV-TWA= 200
4- ACETATO DI AMILE	GER = 13	TLV-TWA= 50
5- TOLUENE	GER = 6,1	TLV-TWA= 50
6- CARBONIO TETRACLORURO	GER = 1,59	TLV-TWA= 5

COMPATIBILITA' TRA ALCUNE CLASSI DI PRODOTTI - TAVOLA SINOTTICA

	ACIDI	BASI	OSSIDANTI	ALCOLI	ALIF. SAT.	ALOGEN.	AMMINE	AROMAT.	CHETONI	ESTERI	ETERI
ACIDI	-	C	C,V	C	-	C,VNT	C	-	C	C	C
BASI	C	-	-	C	-	C,VI	-	-	-	-	-
OSSIDANTI	C,V	-	-	C,F	C,F	C,S	C,VNT	C,F	-	-	-
ALCOLI	C	C	C,F	-	-	-	-	-	-	-	-
ALIFATICI SATURI	-	-	C,F	-	-	-	-	-	-	-	-
ALOGENATI	C,VNT	C,VI	C,S	-	-	-	C,VNT	-	-	-	-
AMMINE	C	-	C,VNT	-	-	C,VNT	-	-	-	-	-
AROMATICI	-	-	C,F	-	-	-	-	-	-	-	-
CHETONI	C	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESTERI	C	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ETERI	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LEGENDA: C=SVILUPPO DI CALORE
V=SVILUPPO DI VAPORI

F=SVILUPPO DI FIAMME
VI=SVILUPPO DI VAPORI INFIAMMABILI

S=POSSIBILITA' DI SCOPPIO
VNT=SVILUPPO DI VAPORI NOCIVI O TOSSICI

N.B.: LE AMMINE POSSONO PROVOCARE SVILUPPO DI CALORE (C) E POSSIBILITA' DI SCOPPIO (S) CON GLI EPOSSIDI

ETICHETTATURA

1 - I PRODOTTI CHIMICI ACQUISTATI DEVONO ARRIVARE CORREDATI DI:

- SCHEDA DI SICUREZZA (16 VOCI INFORMATIVE)

- ETICHETTA CON:

NOME E TITOLO DEL PRODOTTO

PERICOLOSITA': INFIAMMABILE, NOCIVO, TOSSICO, ECC. (SIMBOLI)

FRASI DI RISCHIO (TIPO R)

FRASI DI SICUREZZA (TIPO S)

- COMPONENTI E CONCENTRAZIONE DELLA SOLUZIONE O DELLA MISCELA

- CLASSIFICAZIONE DI PERICOLOSITA' (PER LE MISCELE VA INDICATO ALMENO IL RISCHIO PIU' ALTO)

LA CONOSCENZA DI QUESTI DATI PERMETTE IL MIGLIOR USO DEL PRODOTTO - DAL PUNTO DI VISTA DELLA SICUREZZA - ATTRAVERSO LA VALUTAZIONE DEI SEGUENTI PARAMETRI DI RISCHIO:

INFIAMMABILITA'

NOCIVITA'

TOSSICITA'

CORROSIVITA'

ESPLOSIVITA'

COMPATIBILITA' TRA SOSTANZE

MODALITA' DI RACCOLTA E DI SMALTIMENTO

**DM DEL 4/4/97 (ATTUAZIONE D.L. 52/97) – SCHEDE DI SICUREZZA DI
PRODOTTI COMMERCIALI PERICOLOSI**

	Specifica	Descrizione sintetica
1	Identificazione: a) Prodotto b) Ditta produttrice	a) Denominazione prodotto b) Generalità ditta e responsabile
2	Informazione sui componenti	Identificazione univoca delle sostanze
3	Indicazione pericoli	Rischi per salute e ambiente
4	Primo soccorso	Misure necessarie in caso di necessità/chiamata medico
5	Misure antincendio	Mezzi ed equipaggiamento necessari, eventuali rischi
6	Fuoriuscita accidentale	Precauzioni individuali/ambientali, metodi di rimozione
7	Manipolazione/Stoccaggio	Precauzioni e accorgimenti individuali e ambientali
8	Esposizione e protezione individuale	DPI (maschere/filtri, occhiali, guanti, creme...)
9	Proprietà chimico-fisiche	Stato (solido, liquido, gas), odore, pH, T_{eb}/T_{fus}, FP, PV, d, ...
10	Stabilità/Reattività	Fattori accidentali e sostanze da non porre a contatto
11	Effetti tossicologici	Vie di assorbimento, sintomi, tossicità, cancerogenità, ...
12	Informazioni ecologiche	Impatto sull'ambiente: degradabilità, accumulo, ozono...
13	Smaltimento	Manipolazione residui rischiosi, metodi di smaltimento
14	Trasporto	Precauzioni e raccomandazioni
15	Regolamentazione	Classificazione, imballaggio ed etichettatura
16	Informazioni supplementari	Data emanazione scheda, restrizioni d'uso, fonti...

RIFIUTI TOSSICO-NOCIVI

ACCORPAMENTI PER CONTENITORI E PROCEDURE

**1 – BATUFFOLI CELLULOSICI SPORCHI DI SOLVENTE (ESCLUSI CLORURATI)
CONTENENTI ANCHE ACQUA IN MISCELA CON SOLVENTI ORGANICI**

2 – BIOCIDI

**3 – MISCELE CONTENENTI CLORURATI (ANCHE SOLUZIONI DI RESINE IN
SOLVENTI CLORURATI)**

4 – MISCELE DI SOLVENTI ORGANICI NON CLORURATI, ANCHE AROMATICI

5 – SOLUZIONI ACQUOSE ACIDE

6 – SOLUZIONI ACQUOSE BASICHE

7 – SOLUZIONI ACQUOSE NEUTRE

(CONTENUTO IN ACQUA \geq 80%)

8 – CONTENITORI DI SOSTANZE TOSSICO-NOCIVE

**ES.: BOTTIGLIE VUOTE IN QUALUNQUE MATERIALE O CONTENENTI
RESINE PERFETTAMENTE POLIMERIZZATE; MALTE ALTAMENTE
INQUINATE; VUOTI DI COLLANTI**

***METTERE IL MATERIALE IN SACCHETTO DI PVC PESANTE
SIGILLATO CON NASTRO ADESIVO ED ETICHETTARE INDICANDO
PROVENIENZA, CONTENUTO, ECC.***

9 – CARBONI ATTIVI (DA AERBOX, ECC.)

***SIGILLARE CON NASTRO ADESIVO IN PE IN FOGLI DA 2/10 mm;
IMPILARE IN LUOGO FRESCO E ASCIUTTO***

**10 – RESINE FUORI SPECIFICA FENOLICHE ED ISOCIANICHE
ES.: RESINE BICOMPONENTI NON POLIMERIZZATE**

MANTENERE NELLE CONFEZIONI DI ORIGINE

**11 – RESINE FUORI SPECIFICA EPOSSIDICHE, SILICONICHE, POLIESTERE,
ACRILICHE, ECC.**

ES.: BICOMPONENTI NON POLIMERIZZATE

MANTENERE NELLE CONFEZIONI DI ORIGINE

**NOTA: RESINE SILICONICHE PERFETTAMENTE POLIMERIZZATE
POSSONO ESSERE ASSIMILATE A RIFIUTI URBANI PREVIA
CERTIFICAZIONE**

12 – BAGNI FOTOGRAFICI (SVILUPPO E FISSAGGIO)

13 – TUBI FLUORESCENTI

14 – PILE

15 – ASSIMILABILE RIFIUTO URBANO (PREVIA CERTIFICAZIONE)

16 – SCARTI DI LABORATORIO

***MANTENERE LE SINGOLE SOLUZIONI O MISCELE IN RECIPIENTI SEPARATI, CON
SPECIFICA***

CLASSIFICAZIONE DI ALCUNE POLVERI SECONDO NATURA O ORIGINE

POLVERI

INORGANICHE		ORGANICHE	
INERTI	REATTIVE	VEGETALI	ANIMALI
ARGILLA			
CALCARE			
GESSO			
METALLI	AMMONIO CARBONATO		
POLVERE DI MARMO	AMMONIO BICARBONATO	CANAPA	
POLVERE DI MATTONE	EDTA BISODICO	COTONE	
POMICE	ENZIMI	CELLULOSA	
POZZOLANA	GRASSELLO	FARINA	
SEPIOLITE	PIGMENTI	FECOLA	LANA
SILICATI	RESINE SCAMBIO IONICO	LINO	PIUMA
SILICE	SODIO BICARBONATO	LEGNO	SETA
...

SONO CLASSIFICATE COME SICURAMENTE CANCEROGENE (KLASS A - SENAT KOMMISSION TEDESCA) LE POLVERI DI LEGNO DI FAGGIO, FIBROSE (ES: FIBRE CERAMICHE), DI QUERCIA, DI VETRO; LANE DI ROCCIA

CLASSIFICAZIONE DELLE POLVERI SECONDO L'AZIONE

1- AZIONE MECCANICA (FISICA)

PROCESSI IRRITATIVI: RINITI, FARINGITI, BRONCHITI, DERMATITI, CONGIUNTIVITI

2- AZIONE CHIMICA

LOCALE: CAUSTICA (ACIDI, BASI)

3- AZIONE ALLERGIZZANTE

POLVERI, CEMENTO, LEGNI ESOTICI

SPESSO SI HA AZIONE MISTA

CLASSIFICAZIONE SECONDO LA PENETRAZIONE DEI PARTICOLATI

DIMENSIONI DIAMETRO (D)

LIVELLO DI PENETRAZIONE

D < 0,5 µm (0,0005 mm)

ALVEOLI POLMONARI

0,5 µm < D < 5 µm (0,005 mm)

BRONCHIOLI

D > 5 µm (0,005 mm)



NASO E GOLA


FILTRI PER PARTICELLATO

<u>IMPIEGO</u>	<u>CLASSE</u>	<u>FATTORE PROTEZ.</u>	<u>CONC. MAX IN ARIA</u>
POLVERI INERTI	P1	>5	5 TLV
SILICE	P1	>5	< TLV
POLVERI NOCIVE (TLV>0,1 mg/m ³)	P2	>16	10 TLV
SOSTANZE TOSSICHE O CANCEROGENE	P3	>10.000	200 TLV



**FATTORE DI PROTEZIONE: RAPPORTO TRA CONC. DI POLVERE INQUINANTE
NELL'ARIA E LA CONC. MAX NON FILTRATA DAL DPI**


Fraasi di rischio R e simboli di rischio (elenco parziale)


		E	F
R5	Pericolo di esplosione per riscaldamento	 ESPLOSIVO	 INFIAMMABILE
R8	Può provocare l'accensione di materie combustibili		
R9	Esplosivo in miscela con materie combustibili		
R10	Infiammabile		
R12	Altamente infiammabile		
R16	Pericolo di esplosione se mescolato con comburenti		

R20	Nocivo per inalazione	 NOCIVO
R21	Nocivo a contatto con la pelle	
R22	Nocivo per ingestione	

R23	Tossico per inalazione	 T
R24	Tossico a contatto con la pelle	
R25	Tossico per ingestione	

		C	
R34	Provoca ustioni	 CORROSIVO	
TOSSICO			
R36	Irritante per gli occhi		
R37	Irritante per le vie respiratorie		
R38	Irritante per la pelle		
R39	Pericolo di effetti irreversibili molto gravi		
R40	Possibilità di effetti irreversibili		
R42	Può provocare sensibilizzazione per inalazione		
R43	Può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle		 Xi

R45	Può provocare il cancro	 IRRITANTE
R46	Può provocare alterazioni genetiche ereditarie	
R47	Può provocare malformazioni congenite	
R48	Pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata	
R49	Può provocare il cancro per inalazione	

R51	Tossico per gli organismi acquatici	 PERICOLOSO PER AMBIENTE
R52	Nocivo per gli organismi acquatici	
R54	Tossico per la flora	
R55	Tossico per la fauna	
R59	Pericoloso per lo strato di ozono	

CONSIGLI DI SICUREZZA S (ELENCO PARZIALE)

S1	Conservare sotto chiave
S3	Conservare in luogo fresco
S7	Conservare il recipiente ben chiuso
S8	Conservare al riparo dall'umidità
S9	Conservare il recipiente in luogo ben ventilato
S15	Conservare lontano dal calore
S20	Non mangiare nè bere durante l'impiego
S24	Evitare il contatto con la pelle
S25	Evitare il contatto con gli occhi

Esistono combinazioni delle frasi di rischio (es.: R5/24) e dei consigli di sicurezza (es.: S15/24)