



ISTITUTO ITALIANO DELLA SALDATURA

Slide form copyright
2018 ©

Nuove indicazioni in materia di salute e sicurezza in saldatura: Requisiti legislativi e stato dell'arte sui fumi di saldatura

22/10/2024

Simone Rusca [Istituto Italiano della Saldatura – Ente Morale]

Monica Collo [Istituto Italiano della Saldatura – Ente Morale]

Istituto Italiano della Saldatura - IIS



IIS è un Gruppo di tre Società:

- **ISTITUTO ITALIANO DELLA SALDATURA - ENTE MORALE**, Capofila del Gruppo, eroga servizi di formazione, convegnistica, divulgazione della conoscenza e prove di laboratorio
- **IIS CERT srl**, Organismo di Certificazione accreditato ACCREDIA, fornisce servizi di certificazione di personale, procedure, aziende e prodotti
- **IIS SERVICE srl**, Società di servizi di ingegneria, assistenza tecnica, ispezione e diagnostica

La Saldatura - Aspetti tecnologici

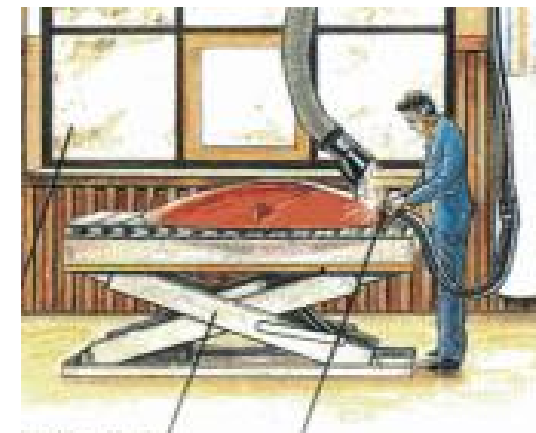


- “ I processi di saldatura trovano molteplici applicazioni in diversi campi industriali
 - . Gli aspetti di salute e sicurezza legati all'ambiente di lavoro possono superare per pericolosità quelli tecnologici
 - . Il principale elemento discriminante è la tecnologia utilizzata per generare il calore di saldatura
- “ Dal punto di vista tecnologico è possibile distinguere, in base alle applicazioni:
 - . **Saldatura con processi ad arco**
 - . **Saldatura con processi a resistenza**
 - . **Saldatura con processi alla fiamma**
 - . **Altri Processi (LASER, stato solido, fascio elettronico, etc.)**
- “ Accomuna tutti i processi manuali il problema posturale, principale fonte di malattie professionali
- “ Casi applicativi:
 - . **Ponte San Giorgio (ex Viadotto Morandi)** → 17400 tonnellate d'acciaio per 1067 metri di lunghezza a campata unica e 30 metri di larghezza con un'altezza, nel punto più alto di circa 40 metri → **170 km di giunti saldati**
 - . **Vacuum Vessel di ITER** è composto da nove settori. L'Europa ne fornirà cinque e la Repubblica di Corea i restanti quattro. Il componente ha un diametro di 19,4 m, un'altezza di 11,4 m e un peso di circa 5200 tonnellate. Ogni settore conta **circa 150 km di cordoni di saldatura**. Per produrre il primo settore europeo sono state necessarie oltre 20000 ore di lavorazione e almeno 100000 ore di saldatura



©AMCM/XXX Bologna Comunicazione Ltd.

ESEMPIO DI SALDATURA AD ARCO



POSTAZIONE DI SALDATURA

Fumi di Saldatura

➤ I fumi di saldatura sono composti da:

- **Gas**, provenienti da sostanze evaporate o presenti comunque nel processo di saldatura (es. gas di protezione)

- **Particolati metallici**, provenienti dalle interazione tra i metalli coinvolti e l'ambiente di saldatura, caratterizzati da dimensioni molto piccole, il 90% delle quali inferiori a $1\ \mu\text{m}$

➤ Si formano quando il metallo viene riscaldato al di sopra del suo punto di ebollizione e i suoi vapori si condensano in particelle molto fini (particelle solide)

➤ Variano considerevolmente in termini di tossicità

➤ Fonti:

- **Materiale di consumo o di apporto**
- **Metallo di base**
- **Rivestimenti o trattamenti superficiali**



Operazioni di saldatura ad elettrodo rivestito

Meccanismo di Formazione dei Fumi

Il meccanismo di formazione dei fumi nei processi di saldatura e dei particolati (specialmente) è tuttora in fase di studio:

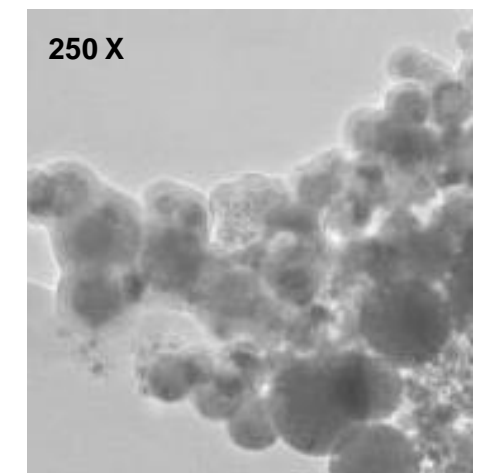
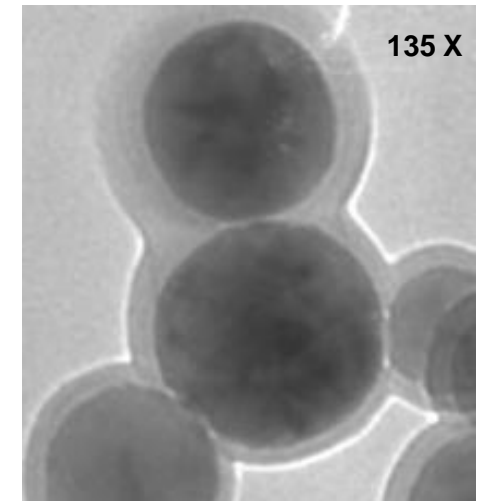
- Molti sono i **fenomeni chimici coinvolti nella formazione** dei particolati (microspruzzi, evaporazione-condensazione) ed alla relativa **interazione** con l'ambiente circostante (aria, protezione, atmosfera del arco)

La **dimensione delle particelle** ha una importanza fondamentale per l'interazione con l'organismo:

- **Frazione inalabile (10 - 100 μ m)**
- **Frazione toracica (4 - 10 μ m)**
- **Frazione respirabile (< 4 μ m)**

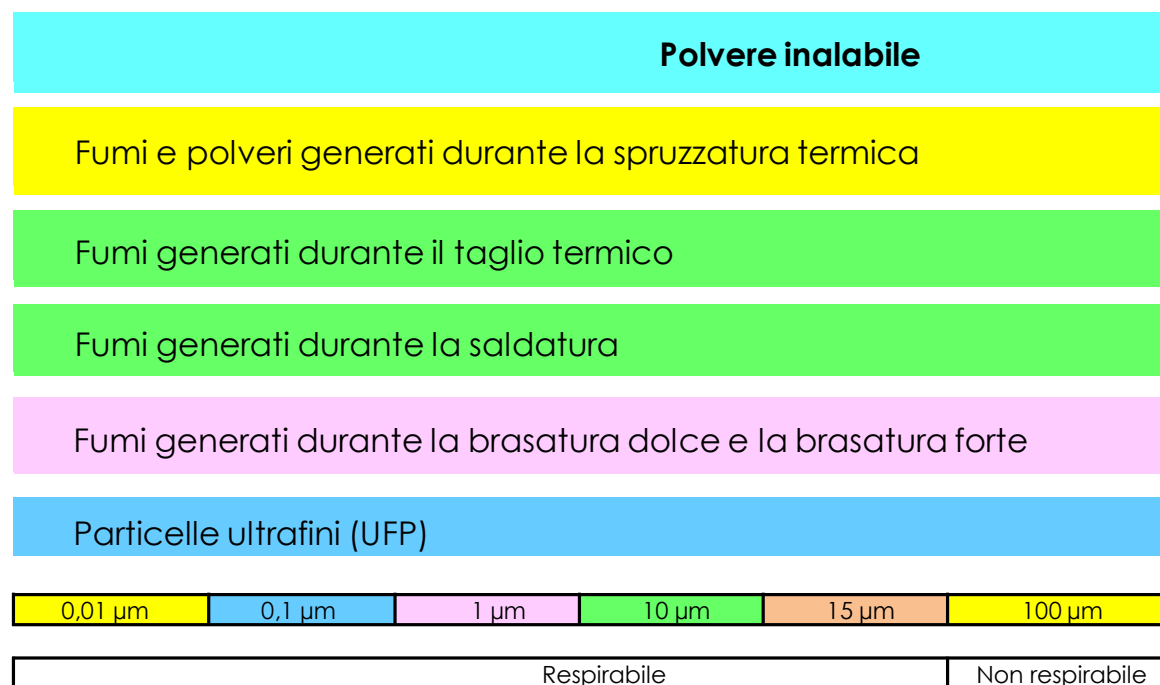
In termini di deposizione, si distinguono:

- **extra-toracica** quando il fenomeno interessa la regione naso-faringea e riguarda la frazione inalabile delle particelle, ossia quelle aventi $d < 100 \mu$ m
- **toracica** quando il fenomeno interessa la regione tracheobronchiale e riguarda la frazione toracica, ossia le particelle aventi $d < 10 \mu$ m
- **alveolare** quando il fenomeno interessa la regione polmonare e riguarda la frazione respirabile, ossia le particelle aventi $d < 4 \mu$ m

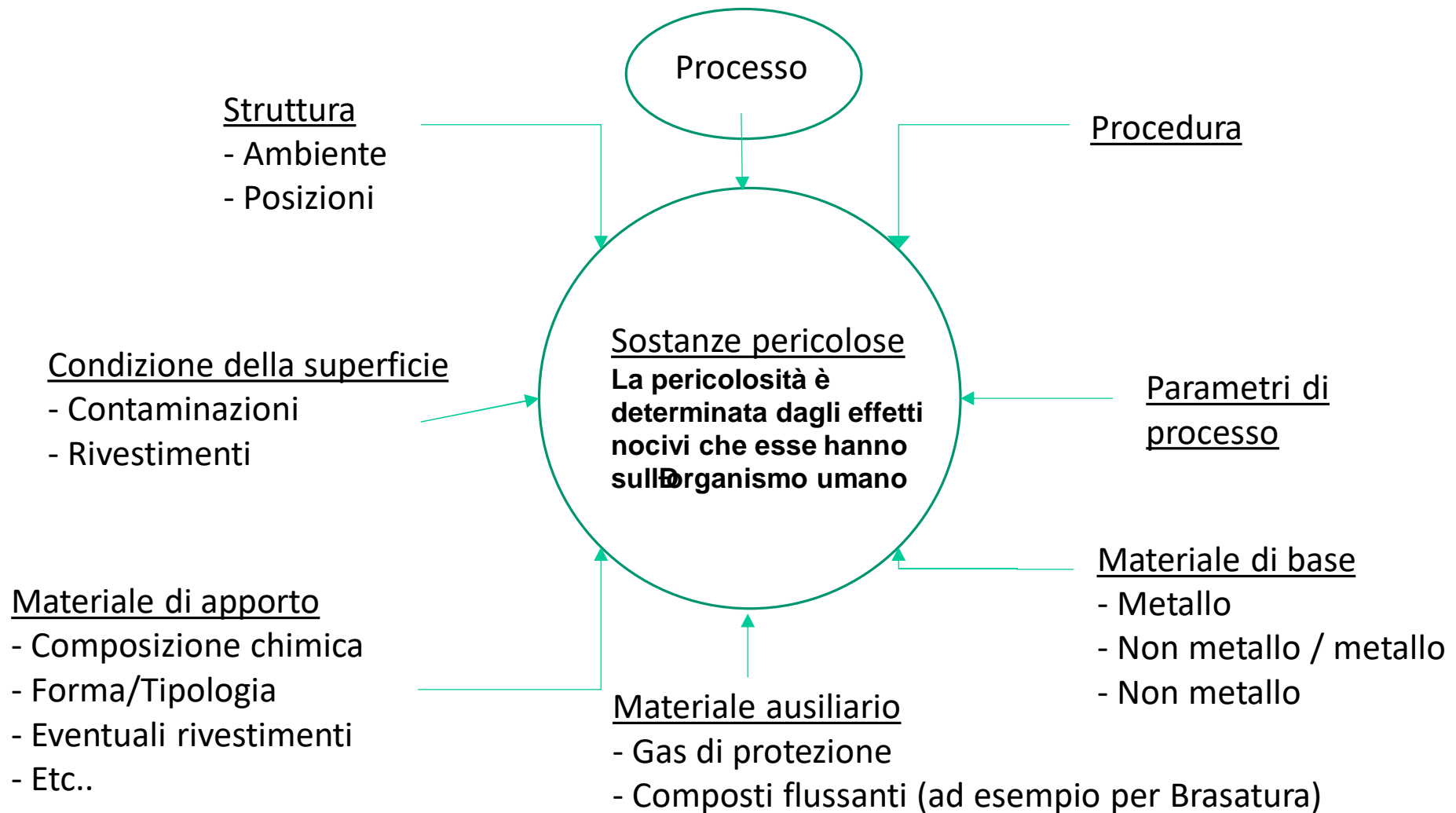


Analisi TEM di fumi nella
saldatura FCAW

Classificazione del particolato in saldatura e processi affini in base alla dimensione delle particelle



SOSTANZE PERICOLOSE



Sostanze pericolose - Fonte: Doc. IIW VIII 2085-2009, estratto da BGI 593

Esposizione: Fattori Determinanti

Per valutare l'effettiva esposizione ai fumi e alle sostanze nocive in essi contenute, è necessario considerare oltre al materiale da tagliare/saldare/brasare (sia base sia di apporto):

- **Processo** → la sorgente utilizzata, i parametri e il meccanismo di giunzione/taglio possono aumentare/limitare la produzione di fumi (ad esempio **processi allo stato solido o ad arco sommerso sono associati livelli di emissione inferiore** rispetto a processi ad arco manuali o processi di brasatura dolce dove anche flussanti possono emettere fumi di natura organica come anelli arilici)
- **Livello di automazione** → **processi manuali e semiautomatici comportano esposizioni più elevate** a causa della prossimità del saldatore alla zona di emissione
- **Ambiente** → differenti sono **le condizioni di esposizione a parità di materiale e di processo** nel caso di Scuole di Saldatura, di Officine, di Cantieri (ulteriore variabile è spazio «aperto» o «confinato»)
- Altri parametri operativi:
 - **Posizioni di saldatura** (massa vol. dei fumi emessi rispetto a massa vol. aria)
 - **Posizione del saldatore (aspetti ergonomici** e di orientamento nei confronti della emissione)
 - **DPC (generale o localizzata) e/o DPI**
 - **Durata dell'operazione** (Tempo di esposizione)
- Parametri non lavorativi:
 - **Fattori epidemiologici** (eventuali predisposizioni a contrarre patologie dell'intera popolazione se sottoposta a determinati agenti chimici/fisici)
 - **Fattori endemici** (particolare condizioni sia genetiche sia sociali dell'area geografica)
 - **Fattori individuali** (abitudini di vita / predisposizioni genetiche familiari)

SOSTANZE PERICOLOSE PRODOTTE NEI PROCESSI DI SALDATURA E TAGLIO DI MATERIALI METALLICI (1)

	Processo	Generalità	Mat. Base	Key Components
Em. Rates → 4-18 mg/s	Elettrodo rivestito	Emissione di fumi più alta di tutti i procedimenti di saldatura Il 95% dei fumi origina dal materiale di apporto e di consumo I fumi sono composti da ossidi (Fe, Mn, Na, K, Si, Ca, Cr, Ni, Mg, Ti) e fluoruri	Non legato/basso legato	Frazione alveolare della polvere
			Acciaio Cr-Ni	Frazione alveolare della polvere Composti Ni (insol.) Composti Cr(VI)
			Ghisa	Frazione alveolare della polvere Composti Ni (insol.)
Em. Rates → 2-12 mg/s	MAG	I fumi sono composti soprattutto da ossidi di ferro (ev. Ni, Mn, Cr) Gas: CO ed ev. ozono	Non legato/basso legato	Frazione alveolare della polvere Manganese Ev. CO
			Acciaio Cr-Ni	Frazione alveolare della polvere Composti Ni (insol.) Composti Cr(VI)
Em. Rates → 2-6 mg/s	MIG	Attenzione: Cr e Ni in materiali aggiuntivi alto legati	Non legato/basso legato	Frazione alveolare della polvere Ev. Cu
			Acciaio Cr-Ni Leghe di Ni	Frazione alveolare della polvere Composti Ni (insol.) Ozono
			Materiali di alluminio	Ozono Frazione alveolare della polvere
Em. Rates → < 2 mg/s	TIG (WIG)	Emissione di fumi più bassa di tutti i procedimenti di saldatura	Non legato/basso legato Materiali di alluminio	Ozono (con Al) Frazione alveolare della polvere
			Acciaio Cr-Ni Leghe di Ni	Ozono Composti Ni (insol.)
	Plasma	Poca emissione di fumi (simile a TIG) Elevata emissione di particolato nel	Non legato/basso legato	Frazione alveolare della polvere

SOSTANZE PERICOLOSE PRODOTTE NEI PROCESSI DI SALDATURA E TAGLIO DI MATERIALI METALLICI (2)

Em. Rates → 2-12 mg/s ←

	taglio Ev. formazione di cromati e NO _x	Acciaio Cr-Ni Leghe di Ni	Ev. NO ₂
		Materiali di alluminio	Frazione alveolare della polvere Composti Ni (insol.) NO ₂
			Ozono Frazione alveolare della polvere
Laser	Emissione di fumi come per il procedimento MAG nella saldatura Elevate quantità di polvere nel taglio Ossidi di Co nelle leghe di cobalto Ossidi di Cu e Al con sostanze bronzo-alluminio Attenzione: irradiazione!	Non legato/basso legato Acciaio zincato	Frazione alveolare della polvere Zinco
		Acciaio Cr-Ni Leghe di Ni	Frazione alveolare della polvere Composti Ni (insol.)
Resistenza	Elevata emissione di fumi con lamiere ingrassate o rivestite (sostanze organiche)	Diversi	Frazione alveolare della polvere Ev. Cu
Saldatura a gas Riscaldamento alla fiamma	Poco sviluppo di polvere (<1 mg/s) Attenzione: materiali a base di rame, parti zincate e trattate al cadmio, parti verniciate e rivestite di materiale sintetico	Ferro e acciaio	NO ₂
Ossitaglio	Importante sviluppo di fumo e polvere	Ferro e acciaio	Frazione alveolare della polvere NO ₂
Brasatura		A seconda del tipo di lega di apporto e di fondente	Frazione alveolare della polvere NO ₂ (brasatura a fiamma) Altri

Em. Rates → 10-50 mg/s ←

ELEMENTI METALLICI E LORO INTERAZIONE CON L'ORGANISMO

- **Cromo:** sia come Cr(III) sia come Cr(VI) ha effetti a breve termine su ROS («Reactive Oxygen Species») cioè aumenta «stress ossidativo» (irritazione e infiammazione dei tessuti); per medie e lunghe esposizioni, il Cr(VI) è ritenuto cancerogeno (cancro al polmone) da IARC
- **Nichel:** per brevi esposizioni causa sensibilizzazione e innalzamento dei ROS; per medie e lunghe esposizioni si possono avere effetti cancerogeni sulle vie aeree (cancro alla trachea)
- **Ferro:** per brevi esposizioni innalza valore dei ROS; per medie e lunghe esposizioni causa «siderosi» (nota anche come «polmone del saldatore») e siderofibrosi (malattia degenerativa più grave)
- **Cadmio:** per brevi esposizioni causa febbre e polmonite; per medie esposizioni si sviluppano lesioni polmonari, epatiche e renali; per lunghe esposizioni anche osteopatie tipo osteoporosi e osteomalacia (specie nel caso di carenze di Fe e Zn) causate dal fatto che Cd limita assorbimento del Ca
- **Berillio:** per brevi esposizioni innalza valore dei ROS; per medie esposizioni si può sviluppare «berilliosi» (forma di pneumoconiosi ovvero patologia infiammatoria polmonare provocata dall'inalazione di polveri)

ELEMENTI METALLICI E LORO INTERAZIONE CON L'ORGANISMO

- **Manganese:** per brevi esposizioni innalza valore dei ROS e causa «febbre del saldatore»; per lunghe esposizioni si può sviluppare «manganismo» (malattia neurodegenerativa del sistema nervoso centrale)
- **Zinco:** per brevi esposizioni innalza valore dei ROS e causa «febbre del saldatore»; per lunghe esposizioni possibile insorgenza di malattie neurodegenerative
- **Rame:** per brevi esposizioni innalza valore dei ROS e causa «febbre del saldatore»; per lunghe esposizioni possibile insorgenza di patologie delle vie aeree (naso e trachea)
- **Alluminio:** per brevi esposizioni innalza valore dei ROS; per lunghe esposizioni può sviluppare «alluminosi» (forma di fibrosi polmonare)
- **Titanio:** specie sotto forma di TiO_2 , presente nei rivestimenti degli elettrodi rutilici, con possibile effetto cancerogeno per lunghe esposizioni (H351 secondo regolamento CLP)
- **Stagno (e Indio):** per brevi esposizioni innalza valore dei ROS; per lunghe esposizioni può causare «stannosi» (pneumoconiosi benigna) che può cronicizzarsi (fibrosi) e anche degenerazione in tumore al polmone; nelle leghe In-Sn usate per brasature su componenti in Au o non metallici può sviluppare ossidi catalogati cancerogeni da IARC

Principali Effetti sulla Salute

Sostanza (ossido derivato)	Disturbi di salute più importanti
Alluminio	Alluminosi
Piombo	Tossicità relativa a sangue, sistema nervoso, reni, apparato digerente e riproduttivo
Cadmio	Lesioni polmonari e renali, polmonite tossica (cancro del polmone?)
Cromo (III)	Irritazione delle mucose
Cromo (VI)	Tumori del naso, cancro del polmone, sensibilizzazione (dermatite)
Cobalto	Sensibilizzazione (asma, eczema)
Isocianati	Asma
Rame	Febbre da inalazione di fumi metallici, irritazione delle vie aeree
Fluoro	Irritazione (fluorosi, lesioni renali)
Ferro	Siderosi (polmone del saldatore), siderofibrosi
Monossido di carbonio	Sintomi a livello del SNC, asfissia, sintomi cardiovascolari
Magnesio	Febbre da inalazione di fumi metallici
Manganese	Parkinsonismo (manganismo), febbre da inalazione di fumi metallici, bronchite
Molibdeno	Irritazione delle vie aeree
Nichel	Sensibilizzazione, cancro delle vie aeree
Ozono	Irritazione delle vie aeree
Fosgene	Irritazione delle vie aeree, edema polmonare
Ossidi di azoto (= gas nitrosi)	Irritazione delle vie aeree, bronchiolite, edema polmonare
Vanadio	Irritazione delle vie aeree
Zinco	Febbre da inalazione di fumi metallici, neurotossicità
Stagno	Stannosi, neurotossicità

Health, Safety & Environment (HSE)

□ Obiettivi

- “ La sicurezza sul lavoro si crea adottando misure di prevenzione e protezione, procedure e metodi finalizzate alla protezione della salute dei lavoratori.
- “ Altresì l'obiettivo primario è quello di creare un ambiente di lavoro dove i rischi siano eliminati od altrimenti ridotti ad un livello accettabile (giustificabile), al fine di prevenire qualsiasi tipo di danno (infortunio/malattia professionale) alla salute dei lavoratori che sia correlabile all'attività svolta.
- “ La protezione dell'ambiente si realizza applicando correttamente le normative di riferimento (ad es. decreti, leggi, regolamenti, etc.) per garantire la salubrità e la protezione di acqua, aria, suolo.

□ Responsabilità

- “ I Datori di Lavoro hanno l'obbligo di garantire la salute e la sicurezza dei propri lavoratori.
- “ Le figure del Dirigente e/o Preposto sono responsabili per la salute e la sicurezza dei dipendenti rientranti nella loro area di responsabilità, chiaramente se delegati formalmente da Datore di Lavoro.



Normativa di riferimento

- ❖ Dlgs.vo 81/08 s.m.i. Titolo IX . Capo I e Capo II . Allegati da XXXVIII a XLIII
- ❖ Regolamento REACH (Regolamento CE n. 1907/2006) - Regolamento (UE) N° 453/2010 . Aggiornamento Allegato II del REACH
- ❖ CLP . Reg. N° 1272/2008 - Classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele (Regolamento CE N° 1272/2008 - GHS)



Organizzazioni di Riferimento

- **IARC: International Agency for Research on Cancer**, organizzazione che ha l'obiettivo di promuovere la collaborazione internazionale nella ricerca sul cancro
- **ISS: Istituto Superiore di Sanità**, l'organismo che recepisce i dati internazionali in materia di salute ed è il principale centro di ricerca, controllo e consulenza tecnico-scientifica in materia di sanità pubblica. Al fianco del Ministero della Salute, delle Regioni e dell'intero Servizio Sanitario Nazionale (SSN)
- **EFW: European Federation for Welding, Joining and Cutting**, Federazione Europea fondata nel 1992 che si occupa di coordinare il Sistema Internazionale di Formazione, Qualificazione e Certificazione sia del personale di saldatura, giunzione e taglio, sia delle aziende che utilizzano la saldatura, nel rispetto di Qualità, Ambiente, Salute e Sicurezza
- **IIW: International Institute of Welding**, è l'associazione degli Istituti nazionali della saldatura, caratterizzata da 18 commissioni tecniche, tra cui la Commissione VIII %Salute, Sicurezza e Ambiente+, che conta la presenza esperti internazionali appartenenti a diversi ambiti professionali, comprendendo medici del lavoro, epidemiologi, biologi, chimici ed ingegneri di saldatura. La Commissione VIII sviluppa studi tecnicamente significativi, riconosciuti a livello internazionale e di comprovata valenza (aspetti epidemiologici, modelli di riferimento, analisi di livelli di rischio), con l'missione di %Best Practice Document+



Valutazioni in saldatura

Rischi valutati

Rumore

Vibrazioni

ATEX

Posture

C.E.M.

R.O.A.

Chimico

Particolarità del capo II Titolo IX

- ❖ Obbligo di giustificazione e in cascata: ciclo chiuso, limitazione numero degli esposti
- ❖ Obbligo di valutazione esposizione e misurazione dell'agente . UNI 689:2019
- ❖ Esposizione ridotta al valore tecnicamente più basso possibile e mai superiore al valore limite
- ❖ Obbligo Registro degli esposti (in caso di esposizione «prolungata» ad agenti cancerogeni)
- ❖ Sorveglianza Sanitaria
- ❖ Formazione specifica quinquennale

Classificazione dell'American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH): 5 gruppi: A1 – A2 - A3 - A4 - A5



- **A1. Carcinogeno riconosciuto per l'uomo:** l'agente è risultato carcinogeno per l'uomo sulla base dei risultati di studi epidemiologici o di evidenza clinica convincente in esposti umani; (As, asbesto, benzene, benzidina, berillio, BCME, Cr-VI, catrame ...)
- **A2. Carcinogeno sospetto per l'uomo:** l'agente è risultato carcinogeno in animali da esperimento: a livelli di dose, per vie di somministrazione, in siti di tipo istologico, o per meccanismi che non sono considerati rilevanti per l'esposizione dei lavoratori. Gli studi epidemiologici disponibili sono contrastanti, controversi o insufficienti per confermare un incremento del rischio di cancro per l'uomo esposto; (Cd, Cromato di Ca, Benzo[a]pirene...)
- **A3. Carcinogeno per l'animale:** l'agente è risultato carcinogeno in animali da esperimento ad una dose relativamente elevata o per vie di somministrazione, in siti di tipo istologico o per meccanismi che non vengono considerati rilevanti per i lavoratori esposti. Gli studi epidemiologici disponibili non confermano un incremento del rischio del cancro per l'uomo esposto. Le conoscenze disponibili suggeriscono come improbabile che l'agente causi il cancro nell'uomo, se non in improbabili e non comuni situazioni espositive; (MterBE, etanolo, cobalto, anilina ...)

Classificazione dell'American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH): 5 gruppi.



- **A4. Non classificabile come carcinogeno per l'uomo:** attualmente non esistono dati o quelli esistenti sono inadeguati per classificare l'agente per quanto riguarda la cancerogenicità per l'uomo e/o gli animali (stirene, piretro, ossido e diossido di azoto...);
- **A5. Non sospetto come carcinogeno per l'uomo:** l'agente non è ritenuto essere carcinogeno per l'uomo sulla base di studi epidemiologici appropriatamente condotti sull'uomo. L'evidenza di scarsa cancerogenicità nelle prove su animali viene considerata se è supportata da altri dati pertinenti".

Tabella IARC e Allegato Dlgs 81/08 - esposizioni

Livelli cancerogeni uomo	Categorie cancerogeni					
	UE	CCTN	EPA	IARC	NTP ^(*)	ACGIH
Cangerogeno riconosciuto	1A	1	A	1	clear evidence	A1
Cangerogeno probabile	1B	2	B1/B2	2A	some evidence	A2
Cangerogeno sospetto	2	3	C	2B	equivocal evidence	A3
Non classificabile come cancerogeno		4	D	3	no evidence	A4
Non cancerogeno		5	E	4	studio	A5

CATEGORIA 1	Sostanze cancerogene per l'uomo accertate o presunte La classificazione di una sostanza come cancerogena di categoria 1 avviene sulla base di dati epidemiologici e/o di dati ottenuti con sperimentazioni su animali.
Categoria 1A	Può avvenire ove ne siano noti effetti cancerogeni per l'uomo sulla base di studi sull'uomo.
Categoria 1B	Categoria 1B per le sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni per l'uomo, prevalentemente sulla base di studi su animali. La classificazione di una sostanza nelle categorie 1A e 1B si basa sulla forza probante dei dati e su altre considerazioni (cfr. punto 3.6.2.2). I dati possono provenire da: - studi condotti sull'uomo da cui risulta un rapporto di causalità tra l'esposizione umana a una sostanza e l'insorgenza di un cancro (sostanze di cui sono accertati effetti cancerogeni per l'uomo); o - sperimentazioni animali i cui risultati (1) permettono di dimostrare effetti cancerogeni per gli animali (sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni per l'uomo). Inoltre, caso per caso, in base a una valutazione scientifica può essere deciso di considerare una sostanza come presunta sostanza cancerogena se esistono studi che dimostrano la presenza di effetti cancerogeni limitati per l'uomo e per gli animali.
CATEGORIA 2	Sostanze di cui si sospettano effetti cancerogeni per l'uomo La classificazione di una sostanza nella categoria 2 si basa sui risultati di studi sull'uomo e/o su animali non sufficientemente convincenti per giustificare la classificazione della sostanza nelle categorie 1A o 1B, tenendo conto della forza probante dei dati e di altre considerazioni (cfr. punto 3.6.2.2). Tali dati possono essere tratti da studi che dimostrano la presenza di effetti cancerogeni limitati (1) per l'uomo o per gli animali.

Tabella 3.6.1 Categorie di pericolo per le sostanze cancerogene

1. Allegato XLIII del d.lgs. 81/2008

Fissa i Vlep per i seguenti agenti chimici (tabella 1):

Tabella n.1		Valori limite di esposizione professionale							Osservazioni	Misure transitorie
Nome agente	N. CE (1)	N. CAS (2)	Valori limite							
			8 ore ⁽³⁾			Breve durata ⁽⁴⁾				
			mg/m ³ (5)	ppm (6)	f/ml (7)	mg/m ³ (5)	ppm (6)	f/ml (7)		
Composti di cromo VI definiti cancerogeni ai sensi dell'art. 2 lett. a) punto i) della direttiva 2004/37 (come cromo)	-	-	0,005	-	-	-	-	-	-	Valore limite: 0,010 mg/m ³ fino al 17/1/2025. Valore limite: 0,025 per i procedimenti di saldatura o taglio al plasma o analoghi procedimenti di lavorazione che producono fumi fino al 17/1/2025.
Cadmio e suoi composti inorganici			0,001 ⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	-	Valore limite: 0,004 mg/m ³ (13) fino all'11/7/2027.
Berillio e composti inorganici del berillio			0,0002 ⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	sensibilizzazione cutanea e delle vie respiratorie ⁽¹⁴⁾	Valore limite: 0,0006 mg/m ³ fino all'11/7/2026.

Allegato XLIII D.Lgs. 81/08

Composti di cromo VI definiti cancerogeni ai sensi dell'articolo 2, lettera a), punto i) della direttiva 2004/37 (come cromo)	—	—	0,005	—	—	—	—	—	—	Valore limite: 0,010 mg/m ³ fino al 17 gennaio 2025. Valore limite: 0,025 mg/m ³ per i procedimenti di saldatura o taglio al plasma o analoghi procedimenti di lavorazione che producono fumi fino al 17 gennaio 2025.
---	---	---	-------	---	---	---	---	---	---	---

Classificazione Nickel

- **Nickel insolubile come A1**
- Nickel solubile come A4
- Nickel metallico come A5

Esposizione: Stato fisico e granulometria

Stato fisico delle sostanze/miscele

Gas	Sostanza presente in natura allo stato gassoso (es. ossigeno). Sostanza/miscela che si trova al di sopra della sua temperatura critica e che non può essere liquefatta per sola compressione. È caratterizzata dalla mancanza di forma e volume propri e dalla tendenza a occupare tutto il volume disponibile.
Vapore	Sostanza aerodispersa a causa dell'evaporazione o ebollizione della fase liquida; a temperatura ambiente possono coesistere la fase vapore con la fase liquida (es. vapore acqueo) o solida (es. vapori di iodio o di mercurio).
Polvere	Particelle che hanno la stessa composizione del materiale da cui si sono generate. Le particelle ambientali hanno diametro generalmente compreso tra 0,25 e 100 micron.
Aerosol	Dispersione di solido o liquido in atmosfera (nebbia o fumo).
Nebbia	Dispersione di liquido in atmosfera.
Fumo	Dispersione in atmosfera di particelle solide prodotte da processi chimici o termici. Le particelle solide presenti hanno una composizione diversa da quella del materiale da cui si sono generate.
Fibra	Particella di forma allungata e sottile, con rapporto lunghezza/larghezza eguale o superiore a 3.

La norma UNI EN 481:1994 definisce le frazioni dimensionali di aerosol che si depositano lungo il tratto respiratorio umano e identificate le seguenti categorie:

Frazione Inalabile Particelle aerodisperse totali che vengono inalate attraverso il naso e la bocca (diametro aerodinamico fino a 100 μm).

Frazione Toracica Particelle inalate che penetrano oltre la laringe (diametro aerodinamico indicativamente fino a 10 μm).

Frazione Respirabile Particelle che penetrano nelle vie respiratorie non ciliate e raggiungono gli alveoli polmonari (diametro aerodinamico < 4 μm).

Le evidenze sperimentali più recenti indicano che anche l'esposizione ad altre particelle aerodisperse può essere responsabile di effetti negativi per la salute, ad esempio nel caso di:

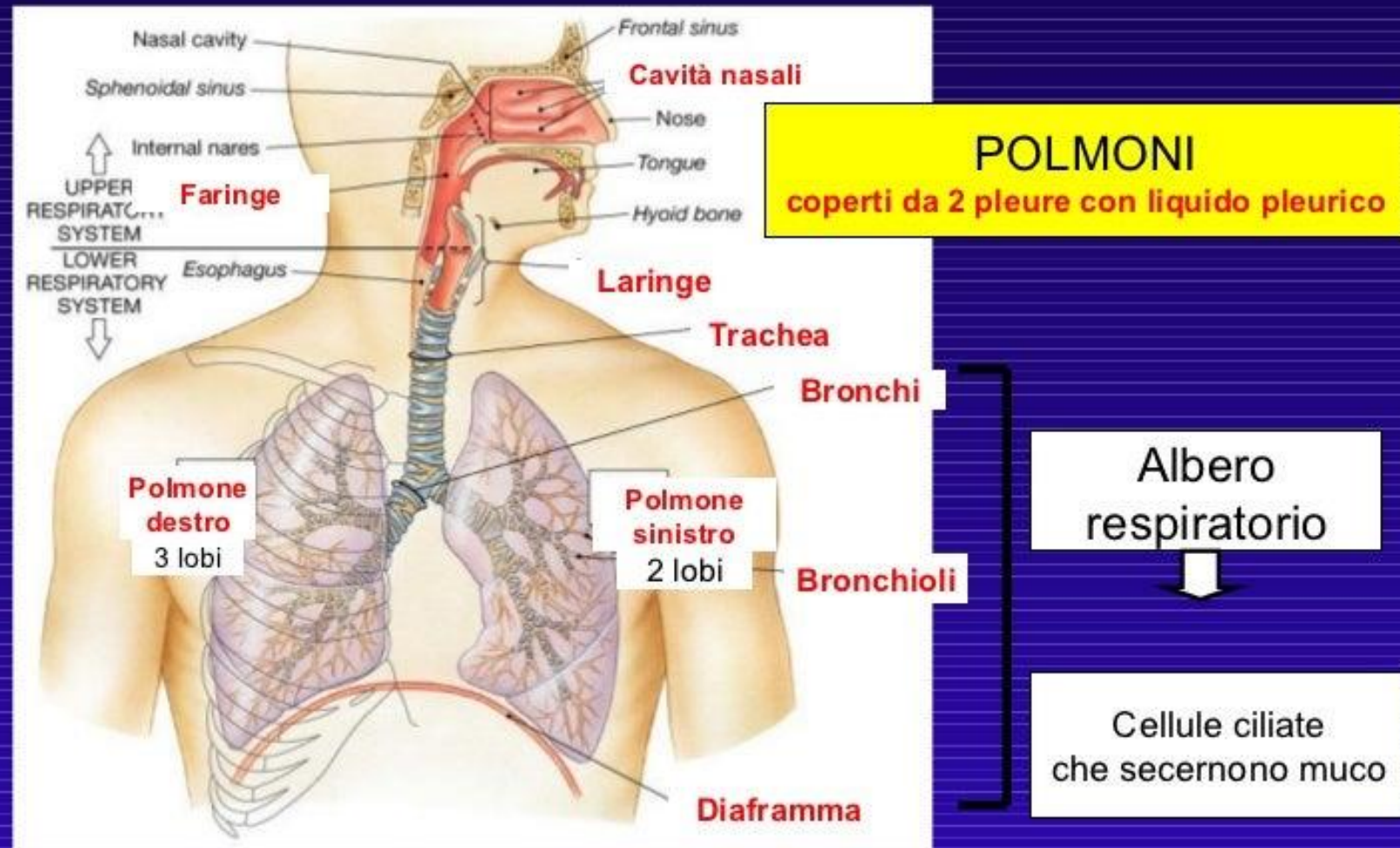
Polveri ultrafini particelle comprese tra 0,01 e 0,1 micron.

Nanomateriali sostanze chimiche o materiali composti da particelle con almeno una delle dimensioni compresa tra 1 e 100 nm.

Le particelle con diametro aerodinamico superiore ai 4 μm non giungono agli alveoli polmonari, ma vengono ricondotte verso l'esterno dall'azione dei peli e delle ciglia vibranti presenti nel naso e nella trachea.

Le particelle di diametro aerodinamico pari od inferiore ai 4 μm , i gas e i vapori raggiungono gli alveoli polmonari dove vengono assorbiti.

Organi dell'apparato respiratorio



Esposizione: Effetti

Quando la natura dell'attività non consente la sostituzione, il datore di lavoro riduce il rischio mediante l'applicazione delle seguenti misure, in questo ordine di priorità:

1. Progettazione di appropriati processi lavorativi e controlli tecnici, uso di attrezzature e materiali adeguati.
2. Appropriate misure organizzative e di protezione collettive alla fonte del rischio (aspirazioni localizzate, cappe, schermi, ecc.).
3. Misure di protezione individuale, compresi i DPI.
4. Sorveglianza sanitaria dei lavoratori.

Effetti	
Locali	Se il tossico danneggia la parte con cui è entrato in contatto.
Sistemici	Se il tossico si diffonde nell'organismo ed eventualmente si localizza in organi diversi da quelli del contatto iniziale.
Acuti	Dovuti a una breve esposizione a dosi elevate.
Cronici	Si manifestano dopo un lungo periodo di esposizione a basse dosi.

Rischio basso per la sicurezza

È associato alla salvaguardia dell'integrità fisica del lavoratore da effetti acuti e immediati, quali un infortunio o le conseguenze di una breve esposizione.

Rischio irrilevante per la salute

È associato a condizioni di lavoro nelle quali l'esposizione agli agenti chimici pericolosi è ampiamente al di sotto dei valori limite di esposizione individuati dalla normativa, in modo da tutelare la salute dei lavoratori.

TLV-TWA (Threshold Limit Value - Time Weighted Average):

Valore Limite ponderato.

Rappresenta la concentrazione media, ponderata nel tempo, degli inquinanti presenti nell'aria degli ambienti di lavoro nell'arco dell'intero turno lavorativo.

Indica il livello di esposizione al quale si presume che, allo stato delle attuali conoscenze scientifiche, la maggior parte dei lavoratori possano essere esposti 8 ore al giorno, per 5 giorni alla settimana, per tutta la durata della vita lavorativa, senza risentire di effetti dannosi per la salute. Per le sostanze per le quali viene proposto tale limite, inoltre, viene accettata la possibilità di escursioni durante la giornata lavorativa che tuttavia non dovranno eccedere di 3 volte il valore del TLV - TWA per più di 30 minuti complessivi nell'arco del turno di lavoro, e senza mai superare il valore di 5 volte il TLV - TWA.

Limiti di esposizione

Parametri di valutazione principali:

- ▶ **PEL:** Limiti di esposizione ammissibili (esposizione fino a 8 ore al giorno, 40 ore a settimana senza sperimentare effetti avversi per la salute)
- ▶ **TLV:** Valori di soglia limite ovvero limiti di esposizione consigliati (PEL hanno la precedenza sui TLV)

$$\text{RISCHIO} = \frac{\text{TOSSICITA}' \times \text{ESPOSIZIONE}}{\text{SUSCETTIBILITA}'}$$



Effetti sulla salute

- × **Acuti:** effetti a breve termine (sovente reversibili) sul corpo, subito dopo l'esposizione, causati da assorbimento rapido di dosi ad elevato rischio
- × **Cronici:** effetti a lungo termine sul corpo con manifestazione di patologia («malattia professionale») causati da assorbimento lento di dosi basse ma ripetute
I sintomi si sviluppano su un certo periodo di tempo.

Esempi:

- × **Fumi di saldatura:**
 - **Effetto acuto** → irritazione occhi, naso e gola; vertigini; nausea; febbre da fumi metallici
 - **Effetto cronico** → enfisema; bronchite cronica; fibrosi polmonare; tumori
- × **Metalli** (Cromo, Nichel, Cadmio..):
 - **Effetto acuto** → febbre da metalli che regredisce in due giorni circa
 - **Effetto cronico** → tumori del polmone

Effetti tossici

- ✘ **Corrosivi:** Liquidi o solidi che causano una distruzione visibile o alterazioni irreversibili dei tessuti umani
 - *Esempi: Acidi (attacco acido sui metalli per analisi metallografica)*

- ✘ **Irritanti:** Reazione infiammatoria di occhi, pelle o sistema respiratorio
 - *Esempi: Fumo, polveri, quasi tutti i vapori chimici*

- ✘ **Neurotossici:** Danni neurologici al sistema nervoso centrale (dopo sovraesposizioni a lungo termine).
 - *Esempi: Manganismo*



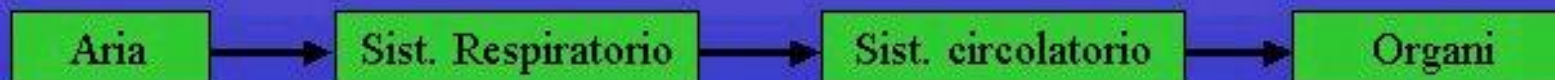
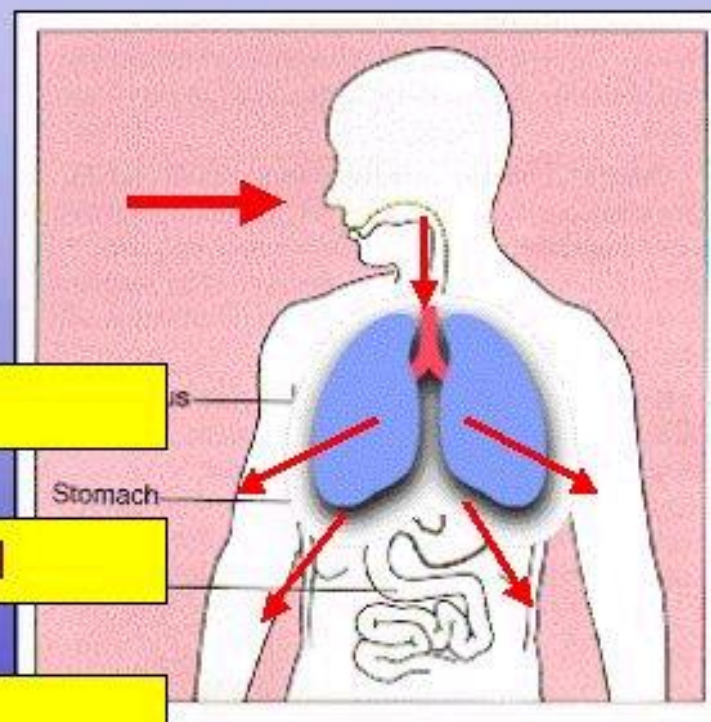
INALAZIONE

l'agente è presente nell'aria e trascinato all'interno dell'organismo con l'atto respiratorio

SOLIDI polveri e fibre

LIQUIDI nebbie e aerosol

GAS ogni tipo



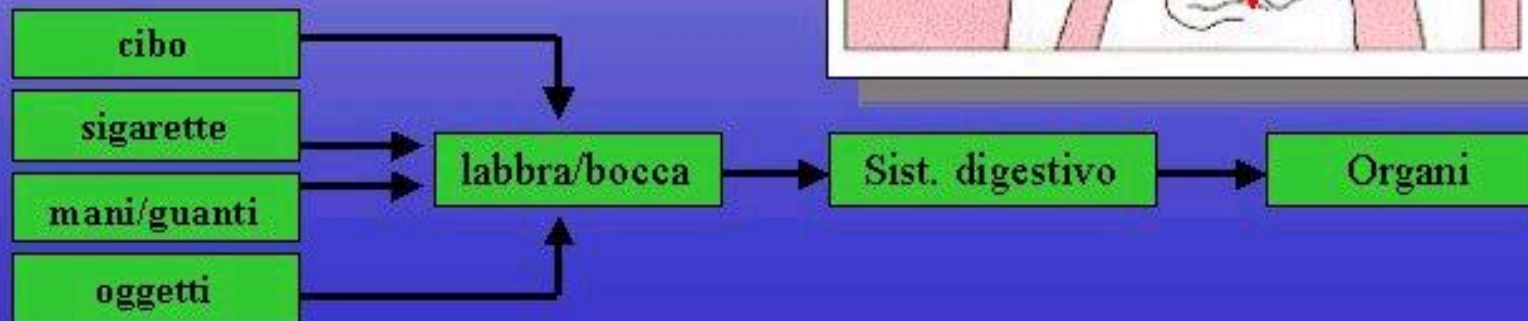
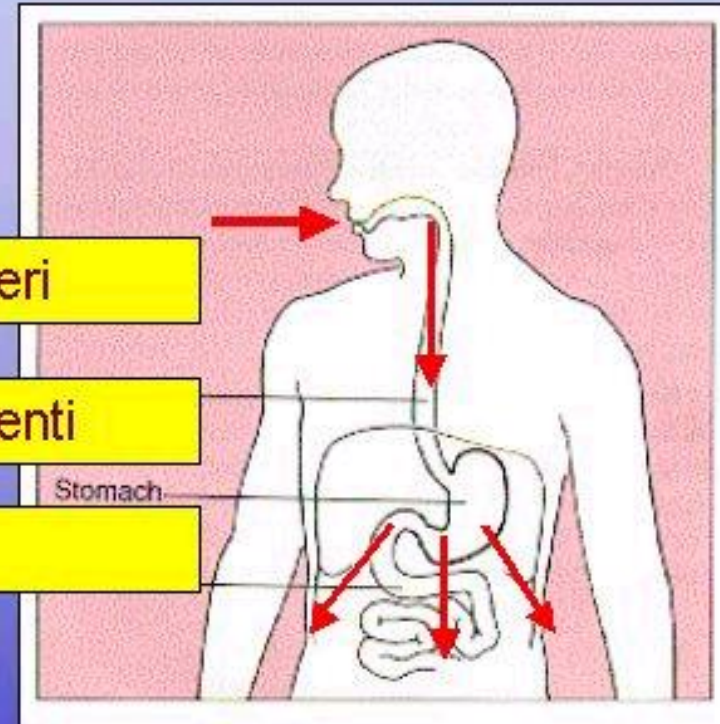
INGESTIONE

l'agente entra nel cavo orale, come contaminante degli alimenti o di oggetti portati alla bocca

SOLIDI frammenti e polveri

LIQUIDI schizzi e versamenti

GAS non rilevante



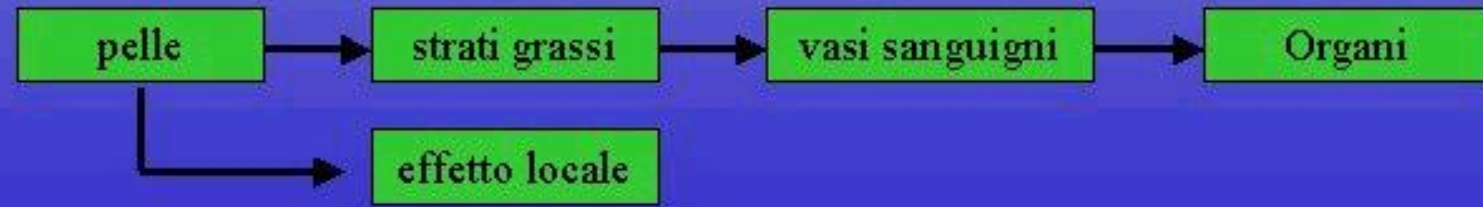
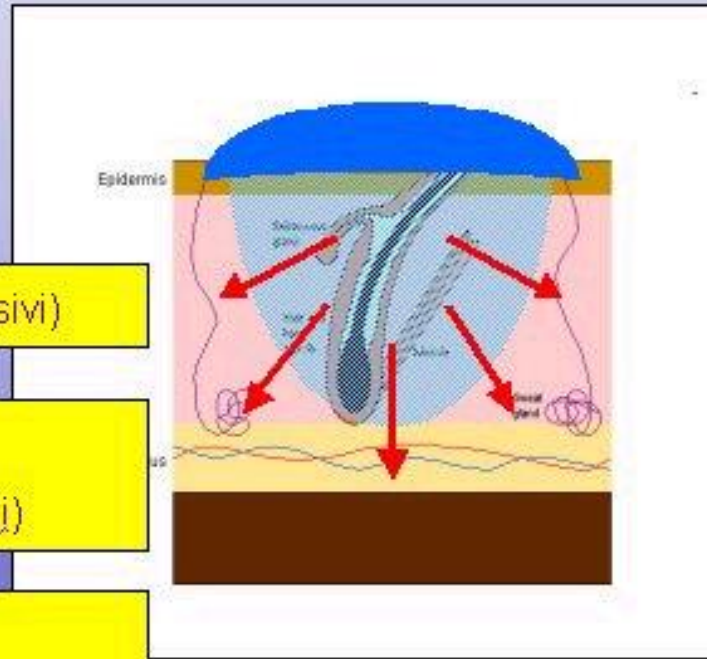
CONTATTO

l'agente entra in contatto con pelle o mucose: svolge una azione locale o viene assorbito dagli strati grassi dell'epidermide

SOLIDI effetti locali (aggressivi)

LIQUIDI effetti locali
assorbimento (lipofili)

GAS non rilevante



Misure di prevenzione e protezione

Al fine di ridurre i fattori i vari fattori di rischio è necessario adottare:

- norme di comportamento generali;
- norme di comportamento durante la manipolazione;
- norme di comportamento nello stoccaggio;
- norme di comportamento in caso di incidente;
- DPC;
- DPI;
- segnaletica;
- procedure.



- Schede di
sicurezza (SdS)
- Etichette

L'importanza delle SdS

- ✓ Molto più dettagliate delle etichette;
- ✓ rivolte all'utilizzatore professionale (Datore di Lavoro);
- ✓ per la protezione della salute e della sicurezza sul posto di lavoro e la protezione dell'ambiente;
- ✓ accompagnano obbligatoriamente l'immissione sul mercato di sostanze e preparati pericolosi;
- ✓ sono una vera e propria guida alla manipolazione sicura da parte di chi utilizza professionalmente un prodotto pericoloso;
- ✓ contengono 16 informazioni;
- ✓ devono essere richieste al produttore o fornitore del prodotto;
- ✓ devono essere conservate nel luogo di lavoro rendendone facile e rapida la consultazione.

1	Indicazione della sostanza / preparato e dell'azienda	9	Proprietà fisico - chimiche
2	Composizione / indicazioni sui componenti	10	Stabilità e reattività
3	Possibili pericoli	11	Indicazioni tossicologiche
4	Pronto soccorso	12	Indicazioni ecologiche
5	Provvedimenti in caso di incendio	13	Considerazioni sullo smaltimento
6	Misure in caso di fuoriuscita accidentale	14	Indicazioni sul trasporto
7	Manipolazione e stoccaggio	15	Prescrizioni
8	Controllo dell'esposizione e protezione personale	16	Altre indicazioni



I Dispositivi di Protezione Individuale

- Guanti adatti alla saldatura (UNI EN 374)
- Maschera
- Indumenti
- Scarpe antinfortunistiche (EN 20345 CE)



Programma di protezione delle vie respiratorie

“ Programma di protezione delle vie respiratorie scritto, con procedure specifiche per il luogo di lavoro ed istruzioni per l'uso obbligatorio della maschera, tra cui:

- Procedura per la scelta delle maschere;
- Valutazioni mediche dei dipendenti che utilizzano la maschera;
- Test delle maschere aderenti;
- Procedure per l'uso corretto delle maschere.



Maschera

Tipi di apparecchiature di protezione delle vie respiratorie

- Maschere con filtro meccanico per protezione contro sostanze trasportate dall'aria (polveri, nebbie, fumi metallici e fumo)
- Maschere con filtro meccanico **NON** forniscono protezione contro gas, vapori o carenza d'ossigeno



Maschera con filtro meccanico

Tipi di apparecchiature di protezione delle vie respiratorie

UNI EN 136	Maschere intere (vie respiratorie, occhi, viso)
UNI EN 140	Semimaschere (vie respiratorie, naso, bocca, mento)
UNI EN 141	Filtri antigas e combinati (glutaraldeide, formaldeide, acidi, basi, ammoniaca)
UNI EN 143	Filtri antipolvere (lana di vetro, polveri da demolizioni)
UNI EN 149	Facciali filtranti antipolvere (rischio biologico, lana di vetro, polveri da demolizioni)
UNI EN 405	Facciali filtranti antigas o antigas e antipolvere dotati di valvole (glutaraldeide, formaldeide)

Livello	TLV (FPN)	Tipo di rischio
		Esempi
FFP1	4 x	POVERI FINI, FUMI, NEBBIE/AEROSOL A BASE ACQUOSA E OLEOSA Contro polveri non tossiche, per esempio ossido di alluminio, bauxite, borace, polvere di mattoni, cellulosa, cemento, polvere di carbone, gesso, calcare, intonaco, pollini, cemento Portland, saccarosio, zucchero
		POVERI FINI TOSSICHE, FUMI, NEBBIE/AEROSOL A BASE ACQUOSA E OLEOSA Come FFP1 ma in concentrazioni maggiori, in più: polvere di freni, ossido di calcio, porcellana, calcestruzzo, polvere di cotone, granito, fieno, polvere e fumo di piombo, particolato da fumi di saldatura (non di metalli pesanti), silicio, idrossido di sodio, polvere di legno (legni teneri), fumo di ossido di zinco
FFP3	50 x	POVERI FINI TOSSICHE, FUMI, NEBBIE/AEROSOL A BASE ACQUOSA E OLEOSA Come FFP2 ma in concentrazioni maggiori, in più: fibre di ceramica, cromo, cobalto, nickel, microrganismi, aerosol radioattivi e biochimici attivi



Sostanza	Tipo di filtro	Colore
Particelle	P	Bianco
Gas e vapori di composti organici (punto di ebollizione >65°C), come specificato dal fabbricante	A	Marrone
Gas e vapori di composti inorganici, come specificato dal fabbricante (escluso monossido di carbonio - CO)	B	Grigio
Anidride solforosa e altri gas e vapori acidi, come specificato dal fabbricante	E	Giallo
Ammoniaca e derivati organici ammoniacali come specificato dal fabbricante	K	Verde
Mercurio	Hg Incorpora filtro P3 e utilizzo massimo limitato a 50h	Rosso-bianco
Ossido di azoto	NO incorpora filtro P3 e esclusivamente monouso	Blu-bianco
Gas e vapori di composti organici (punto ebollizione ≤65 °C), come specificato dal fabbricante	AX esclusivamente monouso	Marrone
Filtri contro sostanze specifiche, come specificato dal fabbricante	SX con il nome della sostanza chimica	Viola Viola-bianco se combinato con filtro antipolvere

Molti di questi filtri possono essere utilizzati con dispositivi filtranti basati sull'azione respiratoria del portatore (dispositivi a pressione negativa) e anche con dispositivi motorizzati. I filtri possono riportare due gruppi di classificazioni, una per i dispositivi a pressione negativa e l'altra per i dispositivi motorizzati. La marcatura di un dispositivo motorizzato non è pertinente se utilizzato con dispositivi a pressione negativa e viceversa.



Tipi di apparecchiature di protezione delle vie respiratorie

- “ Cappa alimentata d'aria **(DPC)**:
 - . Nei casi in cui l'utilizzatore necessita di protezione da flussi d'aria ai fini della refrigerazione;
 - . Da non usare in situazioni in cui l'utilizzatore potrebbe essere messo in pericolo;
- “ Maschera con tubo per l'aria **(DPI)**:
 - . Maschera a viso intero dotata di aria per respirare alimentata da un compressore;
 - . Fare attenzione a prevenire danni al tubo e al regolatore durante l'uso.



DPC



DPI

I Dispositivi di Protezione Collettiva

- Impianti di aspirazione localizzati — Dispositivo di Protezione Collettiva!



Esempio di Valutazione Rischio: Generatore di Saldatura

Cliente:	Istituto Italiano della Saldatura
Impianto/macchina/attrezzatura:	Saldatrice MILLER XMS 403 (115 A)
Ubicazione della sorgente:	Via Pisacane, 46 - 20025 Legnano (MI)
Note:	L'operatore effettua (o assiste) operazioni di saldatura in officina a scopo didattico. Le misure strumentali sono state condotte durante l'ordinario svolgimento delle attività lavorative e nel rispetto delle procedure di sicurezza adottate dall'Azienda.

Indici	Parametro misurato	Massima esposizione permessa	Valutazione		
a. 180-400	Irradiazione (W/m ²) = 19,90 Dose (J/m ²) = 19,90	Tempo limite (hh:mm:ss) = 00:00:20	a		
b. 315-400	Irradiazione (W/m ²) = 1,65E+3 Dose (J/m ²) = 1,65E+3	Tempo limite (hh:mm:ss) = 02:16:30	b		
c.d. 300-700	LB = 3,14E+3 W/m ² sr	Tempo limite (sec) = 231 sec	c	d	
g,h,i. 380-1400	LR = 6,31E+3 W/m ² sr	Tempo limite (sec) = > 10 sec	g	h	i
j,k,l. 780-1400	LR = 427,42 W/m ² sr	Tempo limite (sec) = > 10 sec	j	k	l
m,n,o. 380-3000	Irradiazione (W/m ²) = 328,65 Dose (J/m ²) = 328,65	o. = 06:44:00 m.n. = 41 sec	m	n	o

Mansione:	Istruttore di saldatura
Tempo di esposizione addetto:	360 min /turno
Tempo singola esposizione:	t ≤ 180 s

Calcolo del Valore Limite di Esposizione			
Indice	Lunghezza d'onda (nm)	Formula applicata	VLE
a.	180 - 400	H _{eff} = 30	30 J/m ²
b.	315 - 400	H _{UV-A} = 10 ⁴	10 ⁴ J/m ²
c.	300 - 700	L _b = 10 ⁶ /t	50000,00 W/m ² sr
g.	380 - 1400	L _r = (2,8 * 10 ⁷) / Cα	1,65 * 10 ⁷ W/m ² sr
j.	780 - 1400	L _r = (6 * 10 ⁶) / Cα	3,53 * 10 ⁶ W/m ² sr
m.	780 - 3000	E _{lim} = 18000 * t ^{-0,75}	
o.	380 - 3000	H _{lim} = 20000 * t ^{-0,75}	

Indice	Valore misurato	Valore corretto ³	Valore Limite di Esposizione	Percentuale rispetto al VLE	Entità del rischio
a.	19,90 J/m ²	22,89 J/m ²	30 J/m ²	76,30 %	ALTO
b.	1,65*10 ³ J/m ²	1,89*10 ³ J/m ²	10 ⁴ J/m ²	18,90 %	MEDIO
c.	3,14*10 ³ W/m ² sr	3,61*10 ³ W/m ² sr	277,77 W/m ² sr	> 100 %	ALTO
g.	6,31*10 ³ W/m ² sr	7,26*10 ³ W/m ² sr	2,8 * 10 ³ W/m ² sr	2,59 %	BASSO
j.	427,42 W/m ² sr	491,53 W/m ² sr	6 * 10 ⁴ W/m ² sr	0,81 %	BASSO
n.	328,65 W/m ²	377,95 W/m ²	100 W/m ²	> 100 %	ALTO
o.	328,65 J/m ²	377,95 J/m ²	7,32 * 10 ⁴ J/m ²	0,53 %	BASSO

IIS ha fornito ai suoi Istruttori di saldatura maschere protettive a filtro continuo, ma anche le più classiche ed ancora largamente in uso maschere a filtro variabile, cioè munite di filtri intercambiabili in rapporto al tipo di saldatura (maschere con vetri inattinici) - UNI EN 175.

I saldatori sono dotato di tute in proban (giacca e pantalone ignifughi), giacche in cuoio e calzature a sfilamento rapido con resistenza del puntale a 200J (certificate dalle norme UNI EN ISO 20344:2004 - Requisiti e metodi di prova per calzature di sicurezza, calzature di protezione e calzature da lavoro per uso professionale; UNI EN ISO 20345:2004 - Specifiche per calzature di sicurezza per uso professionale).

Ogni postazione di lavoro dispone di una cappa di aspirazione che staziona proprio sopra il tavolo di saldatura e di tende a lamelle assorbenti (anche esse chiaramente ignifughe) posizionate all'entrata della postazione.

Non è da sottovalutare il cosiddetto rischio per terzi, cioè per quelle persone che transitano nei locali di saldatura durante i procedimenti di lavoro per cui vi è una restrizione di accesso.

Come vengono controllati i fumi della saldatura?

- “ Quando non è possibile eliminare/spostare/circoscrivere un potenziale pericolo, la soluzione consiste nel posizionare una barriera all'area soggetta a esposizione o attivare localmente una ventilazione degli efflussi per rimuovere i fumi e/o i contaminanti dell'aria dal posto di lavoro.

Cos'altro si può fare?

- “ Variare processo e/o procedura di saldatura ove possibile
- “ Usare consumabili di saldatura appositamente realizzati per generare una quantità di fumi ridotta
- “ Cambiare fonte di energia
- “ Cambiare gas di protezione
- “ DPI



Torcia per saldatura con aspirazione fumi

Determinazione dell'esposizione

Monitoraggi biologico e ambientale

- “ Se il campione mostra < livello di azione
 - Si può interrompere il monitoraggio
- “ Se il campione mostra $\bar{\bar{}}$ livello di azione
 - Monitoraggio periodico ad es. 6 mesi
- “ Se il campione mostra $\bar{\bar{}}$ livello di esposizione consentito
 - Monitoraggio periodico ad es. 3 mesi
- “ Se si cambia il processo è necessario un monitoraggio aggiuntivo.

“ Nell'ambito del rischio cancerogeno, non è mai possibile sostenere che esso sia irrilevante o trascurabile (valore «tecnico») ed è opportuno che gli individui siano sottoposti a monitoraggio costante al fine di verificare che i risultati dei controlli riportino la eventuale presenza di elementi sotto i limiti di esposizione.



Rischi per la salute derivanti da taglio al plasma e fumi di saldatura

Monitoraggio biologico

Sono state effettuate analisi sulle Urine degli istruttori di saldatura a inizio turno il lunedì e fine turno il venerdì.

Gli elementi analizzati:

- ❖ Nichel
- ❖ Cromo
- ❖ Manganese

I risultati sono stati elaborati presso laboratorio accreditato e condivisi con il Medico Competente.



Valore limite Cromo VI procedimenti di saldatura o taglio al plasma o analoghi / transitorio

Monitoraggio biologico

TOSSICOLOGIA

CROMURIA

Assorb. Atomico



Popolazione generale: < 0,7

Limite di sensibilità: 0,2

NICHEL urinario

Assorb. Atomico



Esposti a composti insolubili (saldatura): < 5

Esposti a composti solubili (galvanica): < 30

Limite di sensibilità: 0.2

Manganese Urinario

ICP-MS



Non esposti: <3

Esposti: Non proposti

Limite di sensibilità: 0,2 mcg/L

Esposizione a:	Cromuria inizio turno	Cromuria fine turno	Nichel inizio turno	Nichel fine turno	Manganese inizio turno	Manganese fine turno
Istruttore di saldatura 1	0,34 ug/L	1,71 ug/L	1,73 ug / gCrea	2,50 ug / gCrea	-----	2,70 mcg/L
Istruttore di saldatura 2	0,22 ug/L	1,31 ug/L	0,54 ug / gCrea	0,76 ug / gCrea	-----	0,55mcg/L

Monitoraggi ambientale con rilevatore su operatore

PARAMETRO	RISULTATO	U.M.	VALORE LIMITE DI ESPOSIZIONE	U.M.	FONTE
Polveri inalabili	0,89	mg/m ³	10,0	mg/m ³	ACGIH
Alluminio	0,036	mg/m ³	1	mg/m ³	ACGIH
Cromo*	0,0089	mg/m ³	0,5	mg/m ³	All. XXXVIII, D.Lgs. 81/08
Ferro	0,150	mg/m ³	1,0	mg/m ³	ACGIH
Manganese	0,0073	mg/m ³	0,21	mg/m ³	All. XXXVIII, D.Lgs. 81/08
Nichel	0,00125	mg/m ³	0,1	mg/m ³	Direttiva (UE) 2022/431
Zinco	0,00150	mg/m ³	2	mg/m ³	ACGIH

* Cromo Totale

PARAMETRO	RISULTATO	U.M.	VALORE LIMITE DI ESPOSIZIONE	U.M.	FONTE
*Cristobalite	<0,0134	mg/m ³	-	mg/m ³	-
*Quarzo	<0,0134	mg/m ³	-	mg/m ³	-
*Silice libera cristallina	<0,0134	mg/m ³	0,1	mg/m ³	Allegato XLIII, D.Lgs. 81/08

Registro Esposti (indicazioni INAIL)

Quali sono i lavoratori da iscrivere nel Registro?

I lavoratori, per i quali è stata accertata una situazione di rischio per la salute (art. 236, D.Lgs. 81/2008) e pertanto sottoposti a sorveglianza sanitaria (art. 242, D.Lgs. 81/2008), devono essere iscritti in un registro (art. 243, D.Lgs. 81/2008).

Istituzione del Registro degli Esposti

“ Il datore di lavoro deve istituire e aggiornare il registro dei lavoratori esposti a cancerogeni per il tramite del medico competente che ne cura la tenuta.

“ I modelli e le modalità di tenuta del registro di esposizione sono determinati dal Decreto del Ministero della Salute n. 155/2007, che fissa le regole per la gestione del registro e la trasmissione dei dati.

“ Successivamente, il Decreto del Ministero del Lavoro n. 183/2016 (SINP) ha previsto l'invio del Registro esclusivamente per via telematica (SIDERWEB).

Registro Esposti (indicazioni INAIL)

I dati del Registro lavoratori esposti riguardano:

- ❖ agenti cancerogeni utilizzati;
- ❖ lavoratori esposti;
- ❖ attività svolta;
- ❖ valore dell'esposizione in termini di intensità (ove nota), frequenza e durata.

Qualora la misurazione non sia tecnicamente possibile, si possono indicare i quantitativi annuali utilizzati o prodotti.

Conclusioni

Quando la natura dell'attività o alcuni aspetti non consentono di eliminare totalmente il rischio, è buona prassi:

- Progettare appropriati processi lavorativi e controlli tecnici, nonché l'utilizzo di attrezzature e materiali adeguati
- Adottare appropriate misure organizzative e di protezione collettive alla fonte del rischio
- Adottare misure di protezione individuali, compresi i DPI, qualora non si riesca a prevenire con altri mezzi l'esposizione al fattore di rischio
- Prevedere informazione, formazione ed addestramento del personale coinvolto
- Programmare la sorveglianza sanitaria dei lavoratori come da Decreto e Regolamenti applicabili, integrando i controlli con monitoraggi biologici (eventualmente a inizio e fine settimana)
- Monitorare in continuo l'ambiente lavorativo con campagne di rilievi strumentali



- Grazie per l'attenzione -

