

# GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

Vol. XXIV - N. 3 Supplemento      Luglio/Settembre 2002

## INDICE

Schede informative  
per il  
**MONITORAGGIO BIOLOGICO**  
*S. Ghittori, A. Alessio, L. Maestri,  
S. Negri, M. Sgroi, P. Zadra*

<b>Prefazione</b>	4
<b>Introduzione</b>	6
<b>Abbreviazioni</b>	7
<b>Definizioni</b>	9
<b>Cancerogenicità</b>	11
<b>Sinonimi</b>	13
<b>Schede informative</b>	17
Acetone	18
Alcool Isopropilico	20

# GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

Vol. XXIV - N. 3 Supplemento      Luglio/Settembre 2002

Aldeide Furfurilica	22
Alluminio	24
Alotano	26
Anilina	29
Arsenico	32
Benzene	34
Cadmio	39
Carbonio Disolfuro	42
Clorobenzene	45
Cloruro di Vinile Monomero	47
Cobalto	49
Cromo	52
Diclorometano	55
N,N-Dimetilformammide	59
Enfluorano	62
Esaclorobenzene	64
n-Esano	66
Etilbenzene	69
2-Etossietanolo	72
2-Etossietilacetato	74
Fenolo	76
Idrazina	78
Isoforano	81

# GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

Vol. XXIV - N. 3 Supplemento      Luglio/Settembre 2002

Lindano	83
Mercurio	85
Metanolo	88
Metil-n-butil chetone (MBK)	90
Metilcloroformio	92
Metiletilchetone (MEK)	97
Metil-iso-butilchetone	99
Nichel	101
Nitrobenzene	104
Ossido di Carbonio	107
Parathion	110
Pentaclorofenolo	113
Percloroetilene	116
Piombo	120
Protossido di Azoto	123
Sevoflurane	125
Stirene	127
Tetracloruro di Carbonio	131
Toluene	133
Tricloroetilene	138
Xileni	144
<b>Bibliografia</b>	<b>148</b>

---

## PREFAZIONE

La determinazione dei tossici industriali e dei loro metaboliti nei liquidi biologici dei lavoratori esposti, normalmente effettuata a scopo diagnostico, è diventata almeno da due decenni una delle più comuni pratiche adottate per la prevenzione delle patologie occupazionali conseguenti alla esposizione ad agenti chimici.

Il monitoraggio biologico di tali sostanze è infatti oggi uno strumento che, in mani esperte di Medici del Lavoro e Igienisti Industriali, consente di sorvegliare sia singoli soggetti che gruppi di lavoratori.

Si tratta di metodologie di fondamentale importanza, ormai di larga applicazione pratica, sia nelle indagini trasversali che longitudinali, in quanto consentono di valutare l'andamento delle esposizioni nel tempo; il monitoraggio biologico è ritenuto interessante anche nell'ambito della ricerca, in particolare negli studi epidemiologici. In tali indagini il valore degli indicatori biologici fornisce una informazione sulla esposizione alla quale si potrà verificare l'eventuale sviluppo nel tempo di effetti sulla salute degli esposti.

Sul tema del monitoraggio biologico esistono numerose pubblicazioni fra cui di notevole interesse quelle curate dalla Fondazione Salvatore Maugeri, Clinica del Lavoro e della Riabilitazione, IRCCS; in particolare sono da menzionare:

1. *Pezzagno G, Imbriani M. Cinetica e Monitoraggio Biologico dei Solventi Industriali. Aggiornamenti in Medicina Occupazionale. PIME PRESS 1997.*
2. *Alessio L, Bertazzi P.A., Forni A., Gallus G., Imbriani M. Il monitoraggio biologico dei lavoratori esposti a tossici industriali. Aggiornamenti in Medicina Occupazionale. Vol. 1 PIME Press 2001.*

A questi volumi si aggiunge questa raccolta di schede informative.

Questa pubblicazione ha il pregio di essere particolarmente strutturata per una agevole consultazione evidentemente pratica sul monitoraggio biologico. Pertanto sia il medico competente che opera sul campo, che gli Igienisti Industriali e i Medici del Lavoro che esercitano nelle strutture pubbliche ad esempio in attività di vigilanza possono trovare immediate informazioni circa le metodologie più precise per effettuare la raccolta dei campioni biologici, la loro conservazione, la determinazione dell'analita in oggetto. Di particolare importanza appare il fatto che per ciascun indice biologico viene indicato il tempo più appropriato per la sua raccolta.

Le sostanze che possiedono valori limite occupazionali sono in numero piuttosto modesto, rispetto a quelle utilizzate nelle molteplici attività produttive.

È pertanto interessante il fatto che gli autori delle schede abbiano fornito gli LBE (Limiti Biologici Equivalenti) cioè quei valori ottenuti da studi effettuati confrontando le concentrazioni ambientali con quelle biologiche individuali.

Di notevole utilità anche le impostazioni circa i valori di riferimento, cioè i valori che gli indicatori biologici hanno nella popolazione generale.

Il formato delle schede è di agevole lettura per cui la loro consultazione è molto facile, peraltro il loro contenuto, pur nella loro sinteticità, porta informazioni idonee a stimolare l'interesse del lettore.

*Prof. Umberto Maugeri*  
PRESIDENTE  
FONDAZIONE S. MAUGERI

*Prof. Luigi Ambrosi*  
PRESIDENTE  
S.I.M.L.I.I.

## INTRODUZIONE

Queste schede vogliono fornire informazioni brevi e concise sulle sostanze a cui può essere esposta la popolazione, sia in ambito occupazionale che extraoccupazionale.

Le sostanze qui di seguito elencate sono quelle che abbiamo ritenuto essere le più significative, per dare un modesto aiuto ai Medici del Lavoro, agli Igienisti Industriali e a tutti gli altri professionisti che sono coinvolti nella prevenzione occupazionale.

Per ciascuna di queste sostanze è possibile effettuare, nell'ambito della attività dei laboratori della Fondazione, sia le determinazioni ambientali che il monitoraggio biologico.

Ogni singola scheda è divisa in due parti: nella prima viene riportato il nome del composto, il suo sinonimo (normalmente utilizzato), la formula chimica, alcune proprietà fisiche, i valori limiti occupazionali proposti dalla American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH (TWA e STEL) e dalla Deutsche Forschungsgemeinschaft – DFG (MAK e TRK) per gli ambienti di lavoro, il metabolismo e la tossicità.

Nella seconda parte della scheda sono riportati i limiti biologici BEI (ACGIH), BAT, EKA (DFG), LBE e alcune informazioni sulle modalità di raccolta e conservazione del campione biologico e sulle tecniche per l'analisi dei singoli composti.

Di seguito vengono elencate le abbreviazioni adottate, il loro significato e le principali definizioni formulate dalle Agenzie Internazionali che si occupano di igiene e prevenzione delle patologie occupazionali.

## ABBREVIAZIONI

- ACGIH** = *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*
- B** = *Livello di Fondo (Background) indicato da ACGIH*
- BAT** = *Livello biologico tollerabile (indicato da DFG)*
- BEI** = *Indici Biologici di Esposizione (indicato da ACGIH)*
- CAS** = *Chemical Abstract Service*
- GFAAS** = *Spettrofotometria ad Assorbimento atomico con fornetto di grafite*
- Creat** = *Creatinina*
- DFG** = *Deutsche Forschungsgemeinschaft*
- ECD** = *Detector a cattura di elettroni*
- EDTA** = *Acido Etilendiamminotetracetico*
- EKA** = *Limite di Esposizione Equivalente per le Sostanze Cancerogene (indicato da DFG)*
- FID** = *Detector a ionizzazione di fiamma*
- GC** = *Gas Cromatografia*
- HPLC** = *Cromatografia Liquida ad Elevate Prestazioni*
- IARC** = *International Agency for Research on Cancer*
- IR** = *Spettrofotometria ad Infrarosso*
- LBE** = *Limite Biologico Equivalente*
- MAK** = *Massime Concentrazioni Tollerabili (indicato da DFG)*
- MS** = *Spettrometro di Massa*
- N** = *Normalità*
- NQ** = *Non quantitativo (indicato da ACGIH)*
- NS** = *Non Specifico (indicato da ACGIH)*

<b>PM</b>	= <i>Peso Molecolare</i>
<b>p.e.</b>	= <i>Punto di Ebollizione</i>
<b>p.f.</b>	= <i>Punto di Fusione</i>
<b>ppm</b>	= <i>parti per milione</i>
<b>SNC</b>	= <i>Sistema Nervoso Centrale</i>
<b>SQ</b>	= <i>Semiquantitativo</i>
<b>STEL</b>	= <i>Limite per Breve Tempo di Esposizione</i>
<b>TLV</b>	= <i>Valore Limite di Soglia (indicato da ACGIH)</i>
<b>TRK</b>	= <i>Limite di Esposizione Tecnica (indicato da DFG)</i>
<b>TWA</b>	= <i>Media Ponderata nel Tempo (indicato da ACGIH)</i>

## DEFINIZIONI

**MONITORAGGIO BIOLOGICO:** consiste nella misura nei tessuti, nei secreti, nell'aria espirata del soggetto esposto degli agenti presenti nel luogo di lavoro, dei loro metaboliti o degli effetti prodotti dagli xenobiotici per valutare l'esposizione e il rischio per la salute in rapporto ad appropriati riferimenti. I parametri studiati per questo scopo sono definiti "indicatori biologici".

**MONITORAGGIO AMBIENTALE:** consiste nella misura, usualmente a livello atmosferico, degli agenti presenti nel luogo di lavoro per la valutazione della esposizione ambientale e del rischio per la salute in rapporto ad appropriati riferimenti.

**TLV-TWA (valore limite di soglia - media ponderata nel tempo):** concentrazione media ponderata nel tempo (calcolata su una giornata lavorativa convenzionale di otto ore o su 40 ore lavorative settimanali) alla quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possano essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, senza effetti negativi.

**TLV-STEL (valore limite di soglia - limite per breve tempo di esposizione):** concentrazione alla quale si ritiene che i lavoratori possano essere esposti continuativamente per breve periodo di tempo senza che insorgano irritazione, danno cronico o irreversibile al tessuto e riduzione dello stato di vigilanza.

**TLV-C (Valore limite di soglia - Ceiling):** concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento della esposizione lavorativa.

**BEI (Indice Biologico di Esposizione):** rappresenta il valore del livello dell' indicatore che, con elevata probabilità, è possibile riscontrare in campioni prelevati su lavoratori sani, esposti a livelli di concentrazione nell'aria dell'ordine di grandezza del TLV-TWA.

**MAK (Massima Concentrazione Tollerabile):** è la massima concentrazione di una sostanza chimica (gas, vapori o particelle aerodisperse) negli ambienti di lavoro che non dà effetti avversi alle persone esposte per un lungo periodo (8 ore giornaliere o 40 ore settimanali).

**TRK (Limite di Esposizione Tecnica):** è il livello più basso di concentrazione che si può avere nelle industrie con le tecnologie attuali.

**BAT (Livello Biologico Tollerabile):** viene definito come la massima quantità di sostanza chimica o di metaboliti presenti in campioni prelevati in persone esposte per un periodo di 8 ore giornaliere o 40 ore settimanali. I BAT sono valutati facendo riferimento ai valori di MAK.

**EKA (Limite di Esposizione Equivalente per le Sostanze Cancerogene):** per le sostanze cancerogene i BAT sono stati sostituiti con gli EKA, questi servono per investigare la relazione tra la concentrazione di sostanze cancerogene nell'aria degli ambienti di lavoro e quelle di metaboliti presenti nel materiale biologico.

**LBE (Limite Biologico Equivalente):** concentrazione di una sostanza o di un suo metabolita in un compartimento biologico di un soggetto esposto ad una concentrazione ambientale corrispondente al valore limite (normalmente i valori TLV-TWA ACGIH).

**VALORI DI RIFERIMENTO:** è il valore di un determinato indicatore ottenuto dalla elaborazione statistica dei risultati del suo dosaggio in campioni biologici prelevati da una popolazione o da un gruppo di riferimento, costituito da soggetti non esposti in modo abnorme all'elemento/sostanza in esame per ragioni lavorative, ambientali o abitudinarie.

## CANCEROGENICITÀ

<i>SOSTANZE</i>	<i>ACGIH</i>	<i>IARC</i>	<i>DFG</i>
Acetone	A4	-	-
Alcool isopropilico	-	3	-
Aldeide furfurilica	A3	3	-
Alluminio	-	-	-
Alotano	A4	-	-
Anilina	A3	3	-
Arsenico	A1	1	SI
Benzene	A1	1	SI
Cadmio	A2	1	SI
Carbonio disolfuro	-	-	-
Clorobenzene	A3	-	-
Cloruro di vinile	A1	1	SI
Cobalto	A3	-	SI
Cromo Cr III	A4	3	-
CrVI	A1	1	SI
Diclorometano	A3	2B	SI
N,N-Dimetilformamide	-	3	-
Enflurano	A4	-	-
Esaclorobenzene	A3	2B	-
Esano	-	-	-
Etilbenzene	-	-	-
Etossietanolo	-	-	-
Etossietilacetato	-	-	-
Fenolo	A4	3	-
Idrazina	A3	3	SI
Isoforano	-	-	-
Lindano	A3	-	-
Mercurio	-	3	-
Metanolo	-	-	-
Metilbutilchetone	-	-	-
Metilcloroformio	A4	-	-

<b>SOSTANZE</b>	<b>ACGIH</b>	<b>IARC</b>	<b>DFG</b>
Metiletilchetone	-	-	-
Metilisobutilchetone	-	-	-
Nichel (elemento)	A4	1	SI
Nichel (composto solubile)	A4	1	SI
Nichel (composto insolubile)	A1	1	SI
Nichel (nichel solfuro)	A1	1	SI
Nitrobenzene	A3	2B	-
Ossido di carbonio	-	-	-
Parathion	A4	3	-
Pentaclorofenolo	A3	-	SI
Percloroetilene	A3	-	SI
Piombo	A3	2B	-
Protossido di azoto	A4	-	-
Sevoflurane	-	-	-
Stirene	A4	2B	-
Tetracloruro di carbonio	A2	2B	-
Toluene	A4	3	-
Tricloroetilene	A4	2A	SI
Xileni	A4	3	-

### ACGIH

A1 = Cancerogeno per l'uomo

A2 = Cancerogeno sospetto per l'uomo

A3 = Cancerogeno riconosciuto per l'animale con rilevanza non nota per l'uomo

A4 = Non classificabile come cancerogeno per l'uomo

- = Non valutato

### IARC

Gruppo 1 = Cancerogeno accertato per l'uomo

Gruppo 2 2A = Probabile cancerogeno per l'uomo

2B = Sospetto cancerogeno per l'uomo

Gruppo 3 = Non classificati per cancerogenicità sull'uomo

Gruppo 4 = Probabilmente non cancerogeno per l'uomo

- = Non valutato

### DFG

SI = cancerogeno

- = Non valutato

## SINONIMI

Acido carbolico	Fenolo
Acido fenico	Fenolo
Acido fenilico	Fenolo
Aerrane	Isoforano
Alcool metilico	Metanolo
Aldeide piromucica	Aldeide furfurilica
Alkron	Parathion
Amminobenzene	Anilina
Amminofene	Anilina
Anidride ditiocarbonica	Carbonio disolfuro
Benzammina	Anilina
Benzenammina	Anilina
Benzene cloruro	Clorobenzene
$\gamma$ -Benzene esacloruro	Lindano
Benzolo	Benzene
BHC	Lindano
2-Bromo-2-cloro-1,1,1-trifluoroetano	Alotano
Bromoclorotrifluoroetano	Alotano
2-Butanone	Metiletilchetone
Carbonio bisolfuro	Carbonio disolfuro
Cellosolve	2-Etossietanolo
Cellosolve acetato	2-Etossietilacetato
$\beta$ -Chetopropano	Acetone
Cicloesatriene	Benzene
Cinnamene	Stirene
Cinnamolo	Stirene
2-Cloro-1-(difluorometossi)-1,1,2-trifluoroetano	Enfluorano
2-Cloro-2-(difluorometossi)-1,1,1-trifluoroetano	Isoforano

1-Cloro-2,2,2-trifluoroetil difluorometiletere	Isoforano
2-Cloro-1,1,2-trifluoroetil difluorometiletere	Enflurano
Cloroetilene	Cloruro di vinile monomero
Clorotene	Metilcloroformio
Cloruro di benzene	Clorobenzene
Cloruro di metilene	Diclorometano
Composto 347	Enflurano
Dietil-p-nitrofenil monotiofosfato	Parathion
O,O-Dietil O-p-nitrofenil fosfotionato	Parathion
Dimetilbenzene	Xileni
Dimetilcarbinolo	Alcool isopropilico
Dimetilchetone	Acetone
DMF	N,N-Dimetilformammide
DMFA	N,N-Dimetilformammide
DNTP	Parathion
Efrane	Enflurano
EGEE	2-Etossietanolo
EGEEA	2-Etossietilacetato
Enflurane	Enflurano
ENT 7796	Lindano
$\gamma$ -Esachlor	Lindano
1,2,3,4,5,6-Esaclorocicloesano	Lindano
1,1,1,3,3,3-Esafluoro-2-(fluorometossi)propano	Sevoflurane
2-Esanone	Metil n-butilchetone
Esone	Metil isobutilchetone
Etere O,O-dietil O-(4-nitrofenil)-tiofosforico	Parathion
Etenilbenzene	Stirene
Eteniltricloruro	Tricloroetilene
Etere piroacetico	Acetone
Ethrane	Enflurano

Etilene glicole monoetiletere	2-Etossietanolo
Etilene glicole monoetiletere acetato	2-Etossietilacetato
Etilene tetracloruro	Percloroetilene
Etilmetilchetone	Metiletilchetone
Fenilammina	Anilina
Feniletilene	Stirene
Fenilidrossido	Fenolo
Fenilmetano	Toluene
Fluorometil 1,1,1,3,3,3-esafluoro-2-propiletere	Sevoflurane
Fluorometil 2,2,2-trifluoro-1-(trifluorometil)etiletere	Sevoflurane
Fluothane	Alotano
Forane	Isoforano
Forano	Isoforano
Forene	Isoforano
Fosferno	Parathion
2-Furaldeide	Aldeide furfurilica
2-Furancarbossaldeide	Aldeide furfurilica
Furfurale	Aldeide furfurilica
Furfurolo	Aldeide furfurilica
$\gamma$ -HCH	Lindano
Idrossibenzene	Fenolo
Isoflurane	Isoforano
Isopropanolo	Alcool isopropilico
Isopropilacetone	Metil isobutilchetone
MBK	Metil n-butilchetone
MEK	Metiletilchetone
Metilbenzene	Toluene
Metilene dicloruro	Diclorometano
Metilfluoretere	Enflurano
4-Metil-2-pentanone	Metil isobutilchetone
Monoclorobenzene	Clorobenzene
Monocloroetilene	Cloruro di vinile monomero

<b>Monossido di diazoto</b>	Protossido di azoto
<b>Nitrobenzolo</b>	Nitrobenzene
<b>NSC-115944</b>	Enflurano
<b>Ossibenzene</b>	Fenolo
<b>Ossido di diazoto</b>	Protossido di azoto
<b>Ossido nitroso</b>	Protossido di azoto
<b>Oxitol</b>	2-Etossietanolo
<b>Paraphos</b>	Parathion
<b>PCP</b>	Pentaclorofenolo
<b>Penchlorol</b>	Pentaclorofenolo
<b>Penta</b>	Pentaclorofenolo
<b>Perclorobenzene</b>	Esaclorobenzene
<b>Perclorometano</b>	Tetracloruro di carbonio
<b>2-Propanolo</b>	Alcool isopropilico
<b>2-Propanone</b>	Acetone
<b>Rhodialothan</b>	Alotano
<b>Santophen 20</b>	Pentaclorofenolo
<b>Sevofrane</b>	Sevoflurane
<b>Sevorano</b>	Sevoflurane
<b>Solfuro di carbonio</b>	Carbonio disolfuro
<b>Stirolene</b>	Stirene
<b>Stirol</b>	Stirene
<b>Tetracloroetilene</b>	Percloroetilene
<b>Tetraclorometano</b>	Tetracloruro di carbonio
<b>Thiophos</b>	Parathion
<b>Toluolo</b>	Toluene
<b>1,1,1-Tricloroetano</b>	Metilcloroformio
<b>Tricloroetene</b>	Tricloroetilene
<b>Trielina</b>	Tricloroetilene
<b>1,1,1-Trifluoro-2,2-clorobromoetano</b>	Alotano
<b>Vinilbenzene</b>	Stirene
<b>Vinile cloruro</b>	Cloruro di vinile monomero
<b>Viton</b>	Lindano
<b>Xilolo</b>	Xileni

## **SCHEDE INFORMATIVE**

## ACETONE

(dimetilchetone)



CAS = 67-64-1    PM = 58,08    p.e. = 56,5°C    p.f. = -94°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** intermedio di sintesi; presente in colle, vernici, pitture e inchiostri.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** presente in prodotti di uso domestico, nei pennarelli, nello smalto per unghie.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	500 ppm
	TLV-STEL	750 ppm
DFG	MAK	500 ppm

### METABOLISMO

La principale via di assorbimento è quella inalatoria e l'uptake polmonare è circa il 50%. L'assorbimento cutaneo è modesto. L'acetone assorbito è metabolizzato a CO<sub>2</sub> e acqua, in piccola parte ad acetato e formiato. Nell'uomo l'acetone viene escreto principalmente come CO<sub>2</sub> attraverso i polmoni. Una piccola percentuale viene escreta immodificata con le urine e l'aria espirata.

### TOSSICITÀ

Esercita un leggero effetto narcotico, in generale è poco tossico.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACETONE URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	50 mg/L	NS
DFG/BAT	80 mg/L	
LBE	56 mg/L	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Acetone urinario: 0,1-2 mg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione per ACGIH e DFG; alla fine del 1° emiturno di lavoro previo svuotamento della vescica per LBE.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento dell'urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector FID o MS (spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Esposizione ad isopropanolo, che viene biotrasformato ad acetone. Soggetti con diabete scompensato e soggetti di giovane età possono presentare concentrazioni elevate di acetone urinario. L'acetone è un prodotto del metabolismo dei grassi.

## ALCOOL ISOPROPILICO

(Isopropanolo)



CAS = 67-63-0    PM = 60,1    p.e. = 82,4°C    p.f. = -89,5°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** usato come sgrassante, nella preparazione di colle, vernici e inchiostri; nella sintesi dell'acetone.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** presente in prodotti cosmetici, farmaceutici e in detergenti di uso domestico.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	400 ppm
	TLV-STEL	500 ppm
DFG	MAK	200 ppm

### METABOLISMO

Le principali vie di assorbimento sono quella inalatoria e gastrointestinale. L'assorbimento cutaneo è modesto.

L'isopropanolo, nell'uomo, è principalmente metabolizzato attraverso l'alcool deidrogenasi ad acetone. L'escrezione avviene principalmente attraverso i polmoni, in piccola parte (5-8%) attraverso le urine.

### TOSSICITÀ

Una esposizione superiore a 400 ppm causa irritazione degli occhi e delle prime vie aeree.

Concentrazioni più elevate causano nausea, cefalea e coma.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACETONE URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

DFG/BAT	50 mg/L
LBE	17 mg/L

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Acetone urinario: 0,1-2 mg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione per DFG; alla fine del 1° emiturno di lavoro previo svuotamento della vescica per LBE.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector FID o MS (spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Esposizione ad acetone. Soggetti con diabete scompensato e soggetti di giovane età possono presentare concentrazioni elevate di acetone urinario. L'acetone è un prodotto del metabolismo dei grassi.

## ALDEIDE FURFURILICA

(Furfuraldeide)



CAS = 98-01-1    PM = 96,08    p.e. = 161,7°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** usata nella sintesi del nylon, come accelerante della vulcanizzazione della gomma, come insetticida, fungicida, germicida e nella raffinazione di olii animali e vegetali.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** presente negli alimenti (cereali, oli vegetali).

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH

TLV-TWA

2 ppm

### METABOLISMO

I vapori di aldeide furfurilica vengono assorbiti attraverso i polmoni e la cute. Nell'organismo la metabolizzazione avviene secondo due vie. La via principale porta, per ossidazione, alla formazione di un prodotto che si coniuga con la glicina a dare furoilglicina (il metabolita principale) che viene eliminata con le urine. Altri metaboliti includono l'acido furoico, l'acido 2-furanacrilico e l'acido furanacrilurico.

### TOSSICITÀ

È irritante per gli occhi, per il tratto respiratorio e per la cute, può provocare dermatiti allergiche.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACIDO FUROICO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	200 mg/g creat	B NS

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Acido Furoico urinario: <65 mg/g creat.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** recipienti di polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector FID.

#### INTERFERENZE:

Cibo contaminato.

**ALLUMINIO****Al**

CAS = 7429-90-5 PA = 27 p.e. = 2467°C p.f. = 660°C

**ESPOSIZIONE**

**OCCUPAZIONALE:** nell'industria metallurgica, navale, ferroviaria, automobilistica, della ceramica, nella fabbricazione di utensili, negli inchiostri per la stampa, nei fuochi d'artificio e nella saldatura alluminotermica.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** in alcuni medicinali quali antiacidi e antidiarroici, nelle bevande contenute in contenitori di alluminio e in alcune pratiche mediche come la nutrizione parenterale.

**VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)**

ACGIH	TLV-TWA	2 mg/m <sup>3</sup> Alchili
		5 mg/m <sup>3</sup> Fumi di saldatura
		10 mg/m <sup>3</sup> Polvere di metallo
		5mg/m <sup>3</sup> Polveri piroforiche
		2 mg/m <sup>3</sup> Sali solubili
DFG	MAK	1,5 mg/m <sup>3</sup> Alluminio (metallo ossido e idrossido)
		1,5 mg/m <sup>3</sup> Fumi di ossido di alluminio

**METABOLISMO ED ESCREZIONE**

Le principali vie di assorbimento sono l'apparato respiratorio e gastrointestinale. L'Al ingerito viene assorbito per il 12%. Nell'organismo l'Al non subisce biotrasformazione e si deposita principalmente a livello delle ossa e dei polmoni. Il body burden di Al in un individuo giovane non esposto per motivi occupazionali è di circa 30-50 mg. L'alluminio assorbito viene eliminato attraverso le urine; nelle feci si ritrova principalmente l'Al

ingerito ma non assorbito. L'emivita nell'organismo dipende dal tempo di esposizione. Nei pazienti in emodialisi il metallo si concentra nel sangue e nell'encefalo.

## TOSSICITÀ

Nei soggetti esposti professionalmente l'Al può provocare irritazione delle vie respiratorie, asma, malattia di Shaver; in seguito ad inalazione cronica sono stati descritti casi di fibrosi polmonare; nei soggetti in emodialisi può causare un'encefalopatia. Si sospetta un ruolo dell'Al nella genesi della malattia di Alzheimer.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ALLUMINIO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

DFG/BAT

200 µg/L

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Alluminio urinario: 1-15 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con fornello di grafite (GFAAS) o Spettrometro di Massa con sorgente a plasma induttivo.

#### INTERFERENZE:

Il consumo di farmaci antiacidi o di bevande contenute in recipienti di alluminio causa un aumento dei livelli di Al nelle urine.

## ALOTANO



CAS = 151-67-7    PM = 197,4    p.e. = 50°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** oggi poco usato come gas anestetico nelle sale operatorie.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** pazienti sottoposti ad interventi chirurgici.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	50 ppm
DFG	MAK	5 ppm
Regione Lombardia		2 ppm sale operatorie di vecchia costruzione
		0,5 ppm sale operatorie di nuova costruzione

### METABOLISMO

Viene assorbito a livello polmonare e si distribuisce nei tessuti, soprattutto a livello del SNC. Il metabolita che si forma principalmente è l'acido trifluoroacetico.

### TOSSICITÀ

Secondo alcuni autori l'alotano ha un effetto teratogeno ed embriotossico.

Si ritiene che sia il principale responsabile delle alterazioni della funzionalità epatica nei soggetti esposti.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ALOTANO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

LBE

6,8 µg/L

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Alotano: non conosciuti.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione previo svuotamento della vescica all'inizio del turno di lavoro.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro da 20 mL chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento dell'urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector MS o ECD (spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Non riscontrate.

### ACIDO TRIFLUOROACETICO nel SANGUE

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

DFG/BAT

2,5 mg/L

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Ac. Trifluoroacetico ematico: < 0,3 µg/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine della esposizione.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro da 20 mL chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati).

**Anticoagulante:** eparina.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di 7 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector MS o ECD (spazio di testa).

**INTERFERENZE:**

Alcuni idrofluorocarburi.

## ANILINA

(Benzammina)



CAS = 62-53-3    PM = 93,13    p.e. = 184-186°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** usato come intermedio di sintesi, nella produzione dei colori sintetici, nella produzione di pesticidi e come solvente.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** cibo contaminato e farmaci cardiovascolari (nitroglicerina) e analgesici.

È un prodotto che si forma in seguito alla degradazione di alcuni pesticidi.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	2 ppm
DFG	MAK	2 ppm

### METABOLISMO

L'anilina viene assorbita per il 25% per inalazione dei vapori, il 25% per assorbimento dermico dei vapori, e il 50% per contatto diretto solvente-cute. L'1% della anilina assorbita viene escreto tal quale nelle urine; il 15-60% dell'anilina viene ossidato dal citocromo P450 a p-amminofenolo che viene escreto nelle urine sotto forma di solfato o glucuronato nelle 24 ore successive all'esposizione. Un metabolita minore è la fenilidrossialanina che è considerata responsabile della maggior parte degli effetti tossici legati all'anilina.

### TOSSICITÀ

L'esposizione acuta o protratta ad anilina causa i seguenti effetti: crisi emolitiche, cefalea, nausea, vertigini, aritmia cardiaca, metaemoglobinemia, dermatiti allergiche e tremore.

## INDICATORI BIOLOGICI

### p-AMMINOFENOLO TOTALE URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	50 mg/g creat	NS

#### VALORI DI RIFERIMENTO

p-Amminofenolo totale nelle urine: non conosciuti.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

Momento di campionamento: fine turno.

Quantità di urina necessaria per l'analisi: 10 mL.

Contenitore: in recipienti di polietilene o polipropilene.

Conservante: non necessario.

Modalità di conservazione: a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Spettrofotometria UV/Visibile o Gas Cromatografia.

#### INTERFERENZE:

Esposizione a: Nitrobenzene, Acetanilide, pesticidi come fenuron e assunzione di farmaci come paracetamolo.

### METAEMOGLOBINA nel SANGUE

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	1,5% di emoglobina	B NS SQ

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Metaemoglobina nel sangue: < 1%.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** In provette di polietilene o polipropilene.

**Anticoagulante:** EDTA.

**Modalità di conservazione:** l'analisi deve essere eseguita immediatamente.

**METODO D'ANALISI:**

Spettrofotometria UV/Visibile.

**INTERFERENZE:**

Esposizione a nitrobenzene, dinitrobenzene e o-m-p-cloro-anilina.

## ARSENICO

### As

CAS = 7440-38-2 PA = 75 p.e. = 613°C

## ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato nell'industria siderurgica, del vetro, della ceramica e nella preparazione di farmaci e di coloranti.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** consumo di frutti di mare che contengono arsenobetaina (non tossica); l'arsenico si trova in tracce nell'aria urbana e nell'acqua (variazioni geografiche), presente nel fumo di sigaretta.

## VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	<b>0,01 mg/m<sup>3</sup></b>
DFG	TRK	<b>0,1 mg/m<sup>3</sup></b> Triossido di As, Pentossido di As, Acido arsenioso, Acido arsenico, Piombo arseniato, Calcio arseniato

## METABOLISMO

L'As viene assorbito attraverso la via inalatoria (la più importante in ambito occupazionale) e quella gastrointestinale. Nell'organismo si accumula soprattutto a livello della cute, degli annessi cutanei, dei polmoni, del fegato, dei reni e dei muscoli; l'As tende a legarsi ai gruppi SH presenti nelle proteine.

L'As<sup>3+</sup> può essere ossidato a As<sup>5+</sup> ma può anche essere metilato sia ad acido monometilarsinico (MMA) che dimetilarsinico (DMA); l'As<sup>5+</sup> può subire una riduzione. La principale via di escrezione di As inorganico e dei suoi metaboliti metilati è quella urinaria; per esposizioni a basse dosi di As inorganico, nelle urine si ritrova circa il 20% di As tal quale, il 20% di MMA e il 60% di DMA.

## TOSSICITÀ

**Intossicazione acuta:** nei casi di suicidio e omicidio con sintomi dell'apparato gastro-intestinale, cardiaco, vascolare; provoca la morte entro 30-60 minuti.

**Intossicazione cronica:** si riscontra in ambienti occupazionali per esposizioni a basse dosi con fenomeni di affaticamento, problemi gastro-intestinali, melanodermia, ipercheratosi, epatomegalia che può evolvere in cirrosi, neoplasie polmonari, epatiche e cutanee.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ARSENICO INORGANICO METABOLITI METILATI

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	35 µg/L	B
DFG/EKA	urina	ambientali
	50 µg/L	0,01 mg/m <sup>3</sup>
	90 µg/L	0,05 mg/m <sup>3</sup>
	130 µg/L	0,10 mg/m <sup>3</sup>

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Arsenico urinario: 2-25 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine settimana.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene, polipropilene

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di due giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con generatore di idruri o Spettrometro di Massa con sorgente a plasma induttivo, con generatore di idruri.

#### INTERFERENZE:

Consumo di acqua potabile contaminata, fumo di sigaretta e dieta ricca di crostacei.

**BENZENE****(Benzolo)**

CAS = 71-43-2    PM = 78,1    p.e. = 80°C

**ESPOSIZIONE**

**OCCUPAZIONALE:** raffinerie di petrolio, impianti petrolchimici, cokerie, gas di scarico di automobili, distributori di carburante, sintesi di benzene e altri solventi (es. Stirene, Fenolo, Clorobenzene), industria del cuoio, laboratori chimici e biologici.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** fumo di sigaretta, impianti di riscaldamento e inquinamento dovuto al traffico veicolare.

**VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)**

ACGIH	TLV-TWA	0,5 ppm
	TLV-STEL	2,5 ppm
DFG	TRK	2,5 ppm (cokerie)
		1 ppm (altri usi)

**METABOLISMO**

Il tasso di biotrasformazione del benzene dopo esposizione occupazionale è superiore al 50%. La prima reazione di biotrasformazione è la conversione a benzene epossido (BO) che è il principale intermedio reattivo. Il BO viene successivamente biotrasformato nei metaboliti fenolici, che rappresentano circa il 30% della dose di benzene assorbita (fenolo, circa il 15%; chinolo, 12%; catecolo, 2%; 1,2,4-benzotriolo circa il 2%). Il BO reagisce anche con il glutatione e il coniugato (<1%) dà origine all'acido S-Fenilmercapturico. I metaboliti sopracitati vengono eliminati con le urine. L'anello aromatico è chimicamente stabile, ma in percentuale intorno al 2% è prevista la sua apertura per formare un metabolita a struttura lineare, l'ac. trans,trans-muconico. Il benzene è distribuito in molte parti del corpo: sangue, midollo osseo, tessuto adiposo e nel fegato. Il benzene è

inoltre trasportato dal sangue ai polmoni da dove viene eliminato. Circa il 12% del benzene assorbito è eliminato immutato attraverso il polmone e l'1% attraverso le urine. L'emivita del benzene è stata stimata essere attorno alle 9 ore, ma questi valori possono raggiungere anche le 24 ore perchè tende a depositarsi nel tessuto adiposo dal quale viene rilasciato lentamente.

## TOSSICITÀ

**Intossicazione acuta:** i sintomi più evidenti sono a carico del SNC.

**Intossicazione cronica:** l'effetto tossico più rilevante è quello a carico del sistema emopoietico, caratterizzato da una minore produzione di eritrociti, leucociti e trombociti da parte del midollo (anemia aplastica e induzione di leucemie).

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACIDO S-FENILMERCAPTURICO URINARIO (S-PMA)

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	25 µg/g creat	B
DFG/EKA	urina	ambientali
	10 µg/g creat	0,3 ppm
	25 µg/g creat	0,6 ppm
	40 µg/g creat	0,9 ppm
	45 µg/g creat	1 ppm
	90 µg/g creat	2 ppm
	180 µg/g creat	4 ppm
	270 µg/g creat	6 ppm
LBE	44 µg/g creat	1 ppm

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Acido S-fenilmercapturico urinario: < 5 µg/g creat (non fumatori).

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:****Momento di campionamento:** fine turno.**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.**Conservante:** non necessario.**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.**METODO D'ANALISI:**

HPLC con detector fluorimetrico; Gas Cromatografia con detector MS.

**INTERFERENZE:**

L'abitudine al fumo rappresenta un fattore additivo.

**ACIDO trans,trans - MUCONICO URINARIO****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

		notazioni
ACGIH/BEI	500 µg/g creat	B
DFG/EKA	urina	ambientali
	1,6 mg/L	0,6 ppm
	2 mg/L	1 ppm
	3 mg/L	2 ppm
	5 mg/L	4 ppm
	7 mg/L	6 ppm
LBE	850 µg/g creat	1 ppm

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Acido trans,trans-muconico nelle urine: &lt; 0,3 mg/g creat (non fumatori).

### **RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

### **METODO D'ANALISI:**

In HPLC con detector UV.

### **INTERFERENZE:**

L'abitudine al fumo rappresenta un fattore additivo.

Metabolita dell'acido sorbico (additivo alimentare).

## **BENZENE EMATICO**

### **INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

DFG/EKA	sangue	ambientali
	0,9 µg/L	0,3 ppm
	2,4 µg/L	0,6 ppm
	4,4 µg/L	0,9 ppm
	5 µg/L	1 ppm
	14 µg/L	2 ppm
	38 µg/L	4 ppm

### **VALORI DI RIFERIMENTO**

Benzene ematico: < 0,5 µg/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:****Momento di campionamento:** fine turno.**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 3 mL.**Contenitore:** flacone di vetro da 20mL chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di sangue nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.**Anticoagulante:** EDTA + aggiunta di 5 mL di acqua.**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector FID o MS (spazio di testa).

**INTERFERENZE:**

Abitudine al fumo e inquinamento ambientale.

**BENZENE URINARIO****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2001)**

	urine	ambientali
LBE	575 ng/L	0,1 ppm

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Benzene urinario: non conosciuti.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:****Momento di campionamento:** alla fine del primo emiturno di lavoro, previo svuotamento della vescica.**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.**Conservante:** Non necessario.**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector FID o MS (spazio di testa).

**INTERFERENZE:**

Abitudine al fumo e inquinamento ambientale. Una esposizione ad alte concentrazioni di benzene e toluene, negli ambienti di lavoro per un lungo periodo di tempo, causa una inibizione reciproca portando ad una ridotta escrezione urinaria di benzene.

## CADMIO

### Cd

CAS = 7440-43-9 PM = 112,41 p.e. = 765°C p.f. = 320,9°C

## ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** industria dello zinco, leghe di cadmio con altri metalli, fabbricazione di accumulatori elettrici al cadmio-nichel, fabbricazione di bacchette per saldatura al manganese-cadmio, pigmenti per vernici, stabilizzanti usati nella fabbricazione di materie plastiche, saldatura.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** presente come contaminante nei concimi fosfati, nel fumo di sigaretta, in prossimità di fonderie di materiale non ferroso.

## VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	0,01 mg/m <sup>3</sup> (frazione inalabile)
		0,002 mg/m <sup>3</sup> (frazione respirabile)
DFG	TKR	0,03 mg/m <sup>3</sup>

## METABOLISMO

Nelle attività industriali la principale via di assorbimento è l'apparato respiratorio. La dieta giornaliera contiene da 30 a 60 µg di cadmio, di cui è assorbito il 2-7%, con una punta del 20% per gli individui con limitato deposito di ferro. Il Cd, benché presente in tutti i tessuti, possiede una maggiore affinità per il fegato e per il rene, per la elevata presenza in questi organi della metallotioneina. Nel sangue il Cd è per lo più intraeritrocitario. Il Cd si elimina principalmente attraverso l'urina e in misura di gran lunga minore attraverso le feci.

L'emivita del cadmio ematico è di uno - tre mesi, mentre la quota complessiva di Cd nell'organismo ha un'emivita lunghissima (10-30 anni).

## TOSSICITÀ

Il Cd si lega ai gruppi sulfidrilici enzimatici, ai gruppi carbossilici, fosforici, alla cisteina, all'istidina ed agli acidi nucleici.

L'intossicazione per via orale è meno grave rispetto all'intossicazione per via respiratoria.

Nella prima il soggetto lamenta nausea, vomito e diarrea, crampi muscolari, vertigini, e dolore osseo; si verificano proteinuria, glicosuria. Nella seconda si manifestano rinorrea, dispnea, dolore toracico, edema polmonare, enfisema progressivo (per inibizione dell'antitripsina), proteinuria e anemia ipocromica.

## INDICATORI BIOLOGICI

### CADMIO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	5 µg/g creat	B
DFG/BAT	15 µg/L	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Cadmio urinario: 0,1-4 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** non critico.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL

**Contenitore:** provette di polietilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con fornello di grafite (GFAAS) o Spettrometro di Massa con sorgente a plasma induttivo.

#### INTERFERENZE:

Abitudine al fumo, età, alimentazione.

## CADMIO NEL SANGUE

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	5 µg/L	B
DFG/BAT	15 µg/L	

### VALORI DI RIFERIMENTO

Cadmio nel Sangue: 0,1-3 µg/L.

### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** non critico.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL

**Contenitore:** provette sottovuoto.

**Anticoagulante:** EDTA.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

### METODO D'ANALISI:

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con fornetto di grafite (GFAAS) o Spettrometro di Massa con sorgente a plasma induttivo.

### INTERFERENZE:

Abitudine al fumo, alimentazione ed età.

## CARBONIO DISOLFURO

(solfo di carbonio)



CAS = 75-15-0    PM = 76,1    p.e. = 46,5°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** nell'industria dei solventi e degli insetticidi; viene utilizzato per la produzione di viscosa e per la lavorazione di oli e resine.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** metaboliti di farmaci (disulfiram).

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	10 ppm
DFG	MAK	5 ppm

### METABOLISMO

Il  $\text{CS}_2$  viene assorbito attraverso l'apparato respiratorio e la cute. Viene eliminato tal quale soprattutto attraverso l'apparato respiratorio, mentre solo l'1% viene eliminato attraverso le urine. Circa il 50-90% viene metabolizzato. Sono state identificate due vie metaboliche: la prima porta alla formazione di ditiocarbammati e a coniugati del glutatione, la seconda dà origine a solfuri reattivi.

I metaboliti principali sono: tiocarbamide (tiourea), acido 2-tiotiazolidin-4-carbossilico (TTCA), 2-mercaptotiazolinone e acido 2-ossitiazolidin-4-carbossilico.

L'eliminazione dei metaboliti avviene attraverso le urine.

### TOSSICITÀ

**Intossicazione acuta:** eccitazione, confusione mentale, disturbi gastrointestinali, incoscienza e coma.

**Intossicazione cronica:** una concentrazione di 3 ppm per 10 anni causa diminuzione del progesterone ematico e irregolarità mestruali.

Concentrazioni superiori a 30 ppm causano un aumento della pressione sanguigna; sono stati segnalati casi di angina pectoris e di infarto del miocardio.

## INDICATORI BIOLOGICI

### CARBONIO DISOLFURO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

LBE

13,8 µg/L

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Carbonio disolfuro urinario: 0,25 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** alla fine del primo emiturno di lavoro, previo svuotamento della vescica.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** Non necessario.

**Modalità di conservazione:** l'analisi deve essere eseguita nello stesso giorno del prelievo.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector ECD o MS (spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Esposizione contemporanea a disulfiram.

### TTCA URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

ACGIH/BEI

5 mg/g creat

DFG/BAT

4 mg/g creat

#### VALORI DI RIFERIMENTO

TTCA urinario: <1mg/g creat.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

HPLC con detector UV.

**INTERFERENZE:**

Esposizione contemporanea a disulfiram.

## CLOROBENZENE

(Monoclorobenzene)



CAS = 108-90-7    PM = 112,5    p.e. = 132°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** produzione di nitroclorobenzene, pesticidi e resine siliconiche.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** non nota.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	10 ppm
DFG	MAK	10 ppm

### METABOLISMO

Il clorobenzene è assorbito attraverso la cute e principalmente attraverso l'apparato respiratorio, con un uptake polmonare del 60%. L'uptake è condizionato dalla mansione dei lavoratori (carico di lavoro, ventilazione polmonare).

Una piccola frazione della quantità assorbita è eliminata immodificata, il restante viene eliminato sotto forma di metaboliti (4-clorocatecolo e clorofenolo). Il p-clorofenolo è la quota più importante rispetto agli altri clorofenoli (meta e orto) escreti nell'urina.

### TOSSICITÀ

L'esposizione causa: irritazione agli occhi, cefalea, vertigini e sintomi di irritazione gastroenterica con epatotossicità.

## INDICATORI BIOLOGICI

### 4-CLOROCATECOLO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	150 mg/g creat	NS
DFG/BAT	35 mg/g creat	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

4-Clorocatecolo urinario: non conosciuti.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno (ACGIH), inizio turno successivo (DFG).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette di polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Mediante HPLC.

#### INTERFERENZE:

Non riscontrate.

## CLORURO di VINILE MONOMERO

(Monocloroetilene)



CAS = 75-01-4    PM = 62,5    p.e. = -13°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** negli impianti di sintesi del CVM. Nella produzione di plastiche (cloruro di polivinile) impiegate nella edilizia, nella costruzione di automobili e per imballaggi.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** in passato utilizzato per la produzione di bottiglie per il confezionamento di acque minerali. Oggi l'esposizione della popolazione è modesta.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	1 ppm
DFG	TRK	2 ppm

### METABOLISMO

Viene assorbito attraverso l'apparato respiratorio, non si dispone ancora di dati sull'assorbimento cutaneo e gastrointestinale. Il cloruro di vinile viene ossidato dal citocromo P450 a cloroetilene ossido (CEO) che è un metabolita altamente reattivo e si trasforma rapidamente in cloroacetaldeide (CAA).

La principale via di detossificazione prevede la coniugazione con il glutatione mediata dalla glutatione S-trasferasi, con formazione dei seguenti metaboliti: S-(2-idrossietil)-cisteina, N-acetil-S-(2-idrossietil)-cisteina, S-carbossimetilcisteina e acido tioglicolico che vengono escreti con le urine.

### TOSSICITÀ

**Intossicazione acuta:** per concentrazioni superiori a 4000 ppm si ha depressione del SNC, cefalea, nausea e sensibilizzazione del miocardio alle catecolamine.

**Intossicazione cronica:** può causare alterazioni del microcircolo a livello delle dita e delle mani (acroosteolisi, sindrome di Raynaud, lesioni sclerodermiche), epatomegalia e fibrosi epatica, cefalea, sonnolenza, polineuropatia. Inoltre può avere effetti cancerogeni (angiosarcoma epatico).

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACIDO TIODIGLICOLICO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

DFG/EKA	urina	ambientali
	1,8 mg/24h	1 ppm
	2,4 mg/24h	2 ppm
	4,5 mg/24h	4 ppm
	8,2 mg/24h	8 ppm
	10,6 mg/24h	16 ppm

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Acido tiodiglicolico urinario: non conosciuti.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** dopo alcuni turni di esposizione si raccoglie l'urina delle 24 ore.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.

**Contentitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector FID o MS.

#### INTERFERENZE:

Ifosfamide.

## COBALTO

Co

CAS = 7440-48-4 PA = 58,9 p.e. = 2870°C p.f. = 1495°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** produzione di metalli, leghe (calamite, estremità di trapani); i sali di Co si usano nell'industria della ceramica per la produzione del cemento e del vetro. Il Co viene usato nella lucidatura dei diamanti.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** è presente in tracce nel cemento e in protesi ortopediche.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	0,02 mg/m <sup>3</sup> Cobalto e composti inorganici
		0,1 mg/m <sup>3</sup> Cobalto carbonilico e idrocarbonilico
DFG	TRK	0,1 mg/m <sup>3</sup>

### METABOLISMO

Il Co è un elemento essenziale per l'uomo nella dieta, infatti entra nella composizione della vitamina B<sub>12</sub>. Una carenza di Co causa anemia microcitica. In campo occupazionale il 30% viene assorbito dai polmoni sotto forma di Co inorganico e si concentra rapidamente nel sangue. A livello della cute viene assorbito sotto forma di metallo o di sali. L'eliminazione avviene attraverso i reni.

### TOSSICITÀ

L'esposizione occupazionale a polvere di Co causa manifestazioni allergiche a carico della cute, asma e fibrosi polmonare.

## INDICATORI BIOLOGICI

### COBALTO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	15 µg/L	B
DFG/EKA	urina	ambientali
	30 µg/L	0,05 mg/m <sup>3</sup>
	60 µg/L	0,10 mg/m <sup>3</sup>
	300 µg/L	0,50 mg/m <sup>3</sup>

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Cobalto urinario: 0,2-2 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno alla fine della settimana (ACGIH), in qualsiasi momento (DFG).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 2 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con fornello di grafite (GFAAS) o Spettrometro di Massa con sorgente a plasma induttivo.

#### INTERFERENZE:

Il campione è sensibile alla contaminazione; è influenzato dall'alimentazione e dalla assunzione di vitamina B<sub>12</sub>.

Gli indicatori biologici non sono utili per la esposizione a cobalto carbonilico e idrocarbonilico

## COBALTO nel SANGUE

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	1 µg/L	B SQ
DFG/EKA	sangue	ambientali
	2,5 µg/L	0,05 mg/m <sup>3</sup>
	5 µg/L	0,10 mg/m <sup>3</sup>
	25 µg/L	0,50 mg/m <sup>3</sup>

### VALORI DI RIFERIMENTO

Cobalto nel sangue: 0,1-1 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno alla fine della settimana (ACGIH), in qualsiasi momento (DFG).

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene.

**Anticoagulante:** eparina.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di 1 giorno.

#### METODO D'ANALISI:

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con fornetto di grafite (GFAAS) o Spettrometro di Massa con sorgente a plasma induttivo.

#### INTERFERENZE:

Il campione è sensibile alla contaminazione; è influenzato dall'alimentazione e dalla assunzione di vitamina B<sub>12</sub>.  
Gli indicatori biologici non sono utili in casi di esposizione a cobalto carbonilico e idrocarbonilico

**CROMO****Cr**

CAS = 7440-47-3 PA = 52 p.e. = 2672°C p.f. = 1857°C

**ESPOSIZIONE**

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato nella cromatura galvanica, nella produzione di leghe, nella fotografia, nella concia delle pelli e nella fabbricazione dei bicromati. È presente in tracce nel cemento.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** acque, alimenti, medicinali, sigarette.

**VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)**

ACGIH	TLV-TWA	<b>0,5 mg/m<sup>3</sup></b> Metallo e composti di Cr <sup>3+</sup>
		<b>0,05 mg/m<sup>3</sup></b> Cr <sup>6+</sup> (Composti solubili in acqua)
		<b>0,01 mg/m<sup>3</sup></b> Cr <sup>6+</sup> (Composti insolubili)
DFG	TRK	<b>0,05 mg/m<sup>3</sup></b>

**METABOLISMO**

Il Cr si presenta più spesso nei due stati di valenza Cr<sup>3+</sup> e Cr<sup>6+</sup>. La via di assorbimento principale è quella inalatoria. Il Cr<sup>6+</sup> è prontamente assorbito dai polmoni mentre lo è scarsamente il Cr<sup>3+</sup>. L'assorbimento attraverso la via gastrointestinale è scarso per entrambe le forme di Cr. Il Cr<sup>6+</sup> può essere assorbito attraverso la cute. Le membrane cellulari sono permeabili al Cr<sup>6+</sup> mentre non lo sono al Cr<sup>3+</sup>. In vivo il Cr<sup>6+</sup> assorbito viene ridotto a Cr<sup>3+</sup> il quale si lega facilmente alla emoglobina. I più alti livelli di Cr si riscontrano nei polmoni, nel fegato, nei reni e nella milza. Il Cr viene escreto principalmente con le urine dove compare nella sua forma trivalente.

**TOSSICITÀ**

Il Cr<sup>6+</sup> è irritante e cancerogeno, può causare dermatiti, ulcere cutanee e del setto nasale, oltre al tumore del polmone. Il Cr<sup>3+</sup> è

un irritante. L'inalazione di composti insolubili del Cr può causare pneumoconiosi.

## INDICATORI BIOLOGICI

### CROMO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI (cromo totale)	<b>10 µg/g creat</b> (incremento durante il turno)	B
	<b>30 µg/g creat</b> (fine settimana)	B
DFG/EKA	urina	ambientali (Cr <sup>6+</sup> )
	<b>12 µg/L</b>	<b>0,03 mg/m<sup>3</sup></b>
	<b>20 µg/L</b>	<b>0,05 mg/m<sup>3</sup></b>
	<b>30 µg/L</b>	<b>0,08 mg/m<sup>3</sup></b>
	<b>40 µg/L</b>	<b>0,10 mg/m<sup>3</sup></b>

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Cromo urinario: ≤ 2 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene.

**Conservante:** Non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 3 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con fornello di grafite (GFAAS).

#### INTERFERENZE:

Non riscontrate.

**CROMO NEL SANGUE****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

DFG/EKA	sangue	ambientali (Cr <sup>6+</sup> )
	9 µg/L	0,03 mg/m <sup>3</sup>
	17 µg/L	0,05 mg/m <sup>3</sup>
	25 µg/L	0,08 mg/m <sup>3</sup>
	35 µg/L	0,10 mg/m <sup>3</sup>

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Cromo nel sangue: < 0,75 µg/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine della esposizione.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene.

**Anticoagulante:** eparina.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di 2 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con fornetto di grafite (GFAAS).

**INTERFERENZE:**

Abitudine al fumo.

## DICLOROMETANO

(Cloruro di metilene)



CAS = 75-09-2    PM = 84,94    p.e. = 39,75°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** nelle industrie viene utilizzato come solvente, agente sgrassante e per togliere la vernice.

Viene usato nella produzione del caucciù e nella industria farmaceutica (sintesi di steroidi, vitamine e antibiotici).

**EXTRAOCUPAZIONALE:** utilizzato in forma di aerosol per togliere la vernice.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH

TLV-TWA

50 ppm

### METABOLISMO

Essendo un solvente volatile è facilmente assorbito attraverso i polmoni; l'assorbimento cutaneo è ritenuto non significativo. Circa il 40% del diclorometano assorbito viene metabolizzato; il resto viene eliminato tal quale con l'aria espirata e in piccola parte attraverso le urine.

Il metabolismo comprende due vie: in una interviene il citocromo P450 che porta alla formazione del monossido di carbonio (CO). Nell'altra via si ha formazione di formaldeide-> acido formico-> CO<sub>2</sub>.

Il diclorometano si distribuisce a livello del sistema circolatorio e si deposita nei grassi.

### TOSSICITÀ

La IARC ha classificato il diclorometano come possibile cancerogeno. Altri effetti tossici sono: depressione del SNC, anossia, irritazione degli occhi, della pelle e della cute.

## INDICATORI BIOLOGICI

### DICLOROMETANO EMATICO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

DFG/EKA	sangue	ambientali
	0,1 mg/L	10 ppm
	0,2 mg/L	20 ppm
	0,5 mg/L	50 ppm
	1 mg/L	100 ppm

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Diclorometano ematico:  $\leq 0,2 \mu\text{g/L}$ .

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** 2 ore dopo l'inizio del lavoro.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di sangue nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Anticoagulante:** EDTA.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector ECD o MS (spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Non riscontrate.

## CARBOSSIEMOGLOBINA EMATICA

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

NON PRESENTI

In letteratura sono riportati valori di carbossiemoglobina pari a 5% per esposizioni attorno al valore limite di 50 ppm.

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Carbossiemoglobina ematica: < 0,85% non fumatori  
< 4,58% fumatori.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** provette di vetro.

**Anticoagulante:** eparina.

**Modalità di conservazione:** analizzare subito dopo il prelievo.

#### METODO D'ANALISI:

COssimetro, IR.

#### INTERFERENZE:

Nei fumatori non si può discriminare la carbossiemoglobina derivante dal fumo di sigaretta da quella derivante dall'esposizione a diclorometano. Esposizione a monossido di carbonio.

## DICLOROMETANO URINARIO

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
LBE	455 µg/L	
ACGIH/BEI	200 µg/L	SQ

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Diclorometano urinario: < 0,19 µg/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine primo emiturno di lavoro previo svuotamento della vescica all'inizio del turno (LBE).

Alla fine del turno di lavoro per ACGIH

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento del campione di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

Gasromatografia con detector ECD o MS (spazio di testa).

**INTERFERENZE:**

Non riscontrate.

## N,N-DIMETILFORMAMMIDE

(DMF)

$C_3H_7NO$

CAS = 68-12-2 PM = 73,1 p.e. = 153°C p.f. = -61°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato nelle lavorazioni industriali per la preparazione di tessuti e di pelli sintetiche.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** presente in solventi utilizzati nella pulizia domestica.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	10 ppm
DFG	MAK	10 ppm

### METABOLISMO

Le principali vie di assorbimento sono la via polmonare (l'uptake corrisponde a circa il 70% della dose inalata) e quella cutanea. La DMF si distribuisce in modo rapido ed omogeneo all'interno dell'organismo (emivita plasmatica di 1 ora).

La DMF viene biotrasformata principalmente in N-idrossimetil-N-metilformammide (HMMF) e in minor misura in N-metilformammide (NMF). I due metaboliti vengono escreti con le urine. Durante l'analisi gas cromatografica la HMMF urinaria riscaldata dall'iniettore a 250 C° si trasforma in NMF. Un altro metabolita importante è rappresentato dall'acido mercapturico da essa derivato: N-acetil-S-(N-metilcarbamoil)cisteina (AMCC).

### TOSSICITÀ

L'esposizione cronica a DMF può causare danni epatici, pancreatici, dispnea, sintomi gastroenterici, irritazione congiuntivale.

## INDICATORI BIOLOGICI

### AMCC URINARIA

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	40 mg/L	SQ

#### VALORI DI RIFERIMENTO

AMCC urinaria: < 40 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** prima dell'ultimo turno della settimana.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** contenitori per la raccolta delle urine in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a -20°C.

#### METODO D'ANALISI:

In HPLC con detector UV.

#### INTERFERENZE:

Contemporanea esposizione a metilisocianato.

### N-METILFORMAMMIDE URINARIA

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	15 mg/L	
DFG/BAT	35 mg/L	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

N-Metilformammide urinaria: < 1 mg/L.

### **RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** contenitori per la raccolta delle urine in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** Non necessario.

**Modalità di conservazione:** a -20°C.

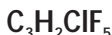
### **METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector MS o NPD.

### **INTERFERENZE:**

Non conosciute.

## ENFLUORANO



CAS = 13838-16-9    PM = 168    p.e. = 56°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato come gas anestetico nelle sale operatorie.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** pazienti sottoposti ad interventi chirurgici.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	75 ppm
DFG	MAK	20 ppm
Regione Lombardia		0,5 ppm sale operatorie di nuova costruzione o ristrutturate
		2 ppm sale operatorie di vecchia costruzione

### METABOLISMO

Viene assorbito a livello polmonare e si distribuisce nei tessuti, principalmente a livello del SNC. L'enflurano ha una bassa solubilità nel sangue e nei tessuti biologici: per questo viene eliminato rapidamente, immutato, nell'aria espirata e in piccola quantità (<1%) nelle urine. I processi di biotrasformazione nell'uomo esposto a basse concentrazioni (esposizione professionale) sono stati poco studiati. Alcuni autori hanno determinato l'escrezione di fluoro urinario; la quota di anestetico recuperato nell'aria espirata è pari all'82% mentre il 2,4% si ritrova nelle urine in forma di metaboliti fluorurati (0,5% come fluoro inorganico e 1,9% come fluoro organico).

### TOSSICITÀ

I dati fino ad oggi disponibili escludono una potenziale mutagenicità-cancerogenicità.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ENFLUORANO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

LBE

5,8 µg/L

#### **VALORI DI RIFERIMENTO**

Enflurano urinario: non conosciuti.

#### **RACCOLTA DEL CAMPIONE**

**Momento di campionamento:** fine della esposizione previo svuotamento della vescica all'inizio del turno di lavoro.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro da 20 mL chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di 7 giorni.

#### **METODO D'ANALISI**

Gas Cromatografia con detector MS o ECD (spazio di testa).

#### **INTERFERENZE**

Non riscontrate.

## ESACLOROBENZENE

(HCB)



CAS = 118-74-1 PM = 284,8 p.e. = 323-326°C p.f. = 231°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** in agricoltura è usato come fungicida. L'esposizione si verifica durante la sintesi, il trasporto e la sua applicazione.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** consumo di cibo (olio di oliva) e acqua contaminati.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH

TLV-TWA

0,002 mg/m<sup>3</sup>

### METABOLISMO

Le principali vie di assorbimento sono l'apparato respiratorio e la cute. L'esaclorobenzene può anche essere ingerito attraverso il consumo di cibi nell'ambiente di lavoro.

Si hanno poche informazioni sul destino metabolico nell'uomo; l'unico metabolita conosciuto è il pentaclorofenolo.

Alcuni studi hanno evidenziato un accumulo di HCB a livello del tessuto adiposo.

### TOSSICITÀ

In seguito ad esposizioni ripetute, l'esaclorobenzene causa alterazioni a livello del SNC e soprattutto porfiria acuta tardiva. Questo fungicida è induttore degli enzimi epatici microsomiali.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ESACLOROBENZENE nel SANGUE

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

DFG/BAT

150 µg/L

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Esaclorobenzene nel sangue: 0,4 - 0,7 µg/L in soggetti giovani  
(fino a 10 anni)

< 4,6 µg/L in soggetti con più di 65 anni  
di età.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** qualsiasi momento.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene o polipropilene.

**Anticoagulante:** EDTA.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector ECD o MS.

#### INTERFERENZE:

Non riscontrate.

## n-ESANO



CAS = 110-54-3    PM = 86,2    p.e. = 69°C    p.f. = -95°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** in Italia è stato utilizzato in passato nei calzaturifici come solvente della colla. Oggi non viene più utilizzato tranne in alcuni paesi della Comunità Europea (Spagna, Portogallo). Usato in laboratorio come agente di estrazione e nella determinazione dell'indice di rifrazione dei minerali.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** in passato veniva usato nelle vernici, colle e solventi.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	50 ppm
DFG	MAK	50 ppm

### METABOLISMO

Viene assorbito attraverso l'apparato respiratorio e attraverso la cute. Si accumula principalmente nel tessuto adiposo. Le concentrazioni di esano nel sangue raggiungono livelli pari al 53 % rispetto a quelle ambientali.

I metaboliti che si ottengono dal n-esano sono: 2-esanolo → 2,5-esandiolo + 2-esanone → 5-idrossi-2-esanone → 2,5-esandione + 4,5-diidrossi-2-esanone → 4-idrossi-2,5-esandione. Il metabolita che viene dosato negli esposti è il 2,5-esandione. La via di escrezione principale per l'esano tal quale è quella polmonare (aria espirata), per i metaboliti è quella urinaria.

### TOSSICITÀ

L'esposizione ad elevate concentrazioni di esano ha un effetto narcotico, l'esposizione a concentrazioni occupazionali causa neuropatie periferiche.

L'effetto neurotossico causato dall'esano viene aumentato da una contemporanea esposizione a MEK.

## INDICATORI BIOLOGICI

### 2,5-ESANDIONE URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	5 mg/g creat	NS SQ
DFG/BAT	5 mg/L 2,5-esandione + 4,5-diidrossi-2-esanone	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

2,5-Esandione: < 0,5 mg/g creat.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector FID o MS; HPLC fluorimetro.

#### INTERFERENZE:

Consumo di alcool, variazioni metaboliche di origine genetica. Il metil-n-butilchetone ha tra i suoi metaboliti anche il 2,5-esandione.

**n-ESANO URINARIO****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2001)**

LBE

6 µg/L

**VALORI DI RIFERIMENTO**

n-Esano urinario: non conosciuti.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine primo emitturmo di lavoro, previo svuotamento della vescica all'inizio del turno.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati) Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector FID o MS (spazio di testa).

**INTERFERENZE:**

Non riscontrate.

## ETILBENZENE



CAS = 100-41-4    PM = 106,2    p.e. = 136°C    p.f. = -95°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** nell'industria dei solventi è usato come diluente, come precursore dello stirene, nella produzione di pelli sintetiche e nella produzione di acetato di cellulosa.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** diluente di vernici; è presente nel fumo di sigaretta.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	100 ppm
	TLV-STEL/C	125 ppm

### METABOLISMO

L'etilbenzene viene assorbito soprattutto attraverso i polmoni e in minor misura attraverso la cute; è molto liposolubile, quindi si deposita a livello del tessuto adiposo.

La principale via di biotrasformazione porta alla formazione di 1-feniletanolo che, attraverso ossidazioni successive, diventa acetofenone, o-idrossiacetofenone, 1-fenil-1,2-etandiolo, fino alla formazione di acido mandelico e fenilgliossilico.

Gli ultimi due metaboliti urinari rappresentano il 90% della dose di etilbenzene assorbita.

### TOSSICITÀ

L'esposizione a etilbenzene in concentrazione prossima a 200 ppm causa irritazione agli occhi e alle vie respiratorie.

Concentrazioni intorno a 2000 ppm causano depressione del sistema nervoso centrale.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACIDO MANDELICO E FENILGLIOSSILICO URINARI

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	<b>1,5 g/g creat</b> (acido mandelico)	NS
DFG/BAT	<b>2000 mg/g creat</b> (ac. mandelico + ac.fenilgliossilico)	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Acido Mandelico: < 5 mg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine dell'ultimo turno della settimana lavorativa (ACGIH), fine esposizione (DFG).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

In HPLC con detector UV.

#### INTERFERENZE:

Contemporanea esposizione a stirene.

## ETILBENZENE nell'ARIA di FINE ESPIRAZIONE

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	<b>Valori non indicati</b>	SQ

I risultati presenti in letteratura sono da considerarsi di tipo semiquantitativo.

#### **VALORI DI RIFERIMENTO**

Etilbenzene nell'aria espirata: < 2,9 ng/L.

#### **RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** qualsiasi momento.

**Quantità di aria necessaria per l'analisi:** 50 mL.

**Contenitore:** fiale di vetro, canister, sacche plastica o alluminio.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** temperatura ambiente per non più di 1 giorno.

#### **METODO D'ANALISI:**

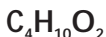
In IR.

#### **INTERFERENZE:**

Non conosciute.

## 2-ETOSSIETANOLO

(Etilen Glicole Monoetil Etere; EGEE)



CAS = 110-80-5    PM = 90,1    p.e. = 135°C    p.f. = -70°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** usato come solvente nei semiconduttori e nella produzione di resine e vernici.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** è stato trovato nei cibi (carne bovina e suina).

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	5 ppm
DFG	MAK	5 ppm

### METABOLISMO

Le principali vie di assorbimento sono la cute e l'apparato respiratorio; si sono riscontrati rari casi di ingestione accidentale. Il 2-Etossietanolo ha una elevata solubilità in acqua e in olio. Circa il 35% dell'Etossietanolo assorbito viene metabolizzato ad acido 2-etossiacetico (EAA), lo 0,4% viene eliminato tal quale con l'aria espirata.

L'EGEE non si accumula a livello del tessuto adiposo ed è presente in basse concentrazioni a livello ematico.

L'EAA viene escreto con le urine.

### TOSSICITÀ

**Tossicità acuta:** depressione del SNC e acidosi metabolica.

**Tossicità cronica:** produce effetti ematologici (anemia, granulocitopenia) e disfunzioni del SNC.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACIDO 2-ETOSSIACETICO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	100 mg/g creat	
DFG/BAT	50 mg/L	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

EAA urinario: < 0,1 mg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** alla fine dell'ultimo turno della settimana (ACGIH), dopo un periodo prolungato di esposizione alla fine della esposizione o del turno di lavoro (DFG).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

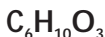
Gas Cromatografia con detector MS.

#### INTERFERENZE:

Esposizione a 2-etossietilacetato.

## 2-ETOSSIETILACETATO

(EGEEA)



CAS = 111-15-9    PM = 132,2    p.e. = 156°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** usato come solvente nei semiconduttori e nella produzione di resine e vernici.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** non conosciuta.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	5 ppm
DFG	MAK	5 ppm

### METABOLISMO

Le principali vie di assorbimento sono l'apparato respiratorio e la cute; ci sono rari casi di ingestione accidentale.

Il 2-Etossietilacetato ha una elevata solubilità in acqua e in olio. Il 100% dell'EGEEA viene biotrasformato in 2-Etossietanolo (EGEE).

Circa il 35% del 2-Etossietanolo biotrasformato viene metabolizzato ad acido 2 etossiacetico (EAA), lo 0,4% viene eliminato tal quale con l'aria espirata.

L'EAA viene escreto con le urine.

### TOSSICITÀ

Una esposizione cronica a EGEEA dà effetti ematologici (anemia, granulocitopenia) e disfunzione del SNC.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACIDO 2-ETOSSIACETICO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	100 mg/g creat	
DFG/BAT	50 mg/L	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

EAA urinario: < 0,5 mg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** alla fine dell'ultimo turno della settimana (ACGIH), dopo un periodo prolungato di esposizione alla fine della esposizione o del turno di lavoro (DFG).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector MS o FID.

#### INTERFERENZE:

Esposizione a 2-etossietanolo.

## FENOLO

(Idrossibenzene)



CAS = 108-95-2    PM = 94,1    p.e. = 182°C    p.f. = 41°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** sostanza chimica intermedia nella produzione di pesticidi, prodotti farmaceutici (disinfettanti), materie plastiche e coloranti; presente nell'industria petrolchimica.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** fumo di sigaretta; usato in terapia come disinfettante. Prodotto del metabolismo endogeno delle proteine.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH

TLV-TWA

5 ppm

### METABOLISMO

Il Fenolo viene assorbito attraverso la cute, l'apparato respiratorio e, in casi accidentali, attraverso l'apparato digerente. Nell'organismo il fenolo è in parte coniugato con l'acido solforico e l'acido glucuronico. Non c'è bioaccumulo, viene escreto con le urine.

### TOSSICITÀ

**Intossicazione acuta:** si verifica per ingestione accidentale e porta a convulsioni e rapido collasso. Il fenolo è irritante per le mucose, gli occhi e la cute.

**Intossicazione cronica:** dolori esofagei, cefalee, vertigini, anoressia e acidosi, nausea, vomito e diarrea.

## INDICATORI BIOLOGICI

### FENOLO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	250 mg/g creat	B NS
DFG/BAT	300 mg/L	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Fenolo urinario: < 20 mg/gr creat.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

In HPLC con detector UV/fluorimetro o Gas Cromatografia con detector FID.

#### INTERFERENZE:

Abitudine al fumo, inquinamento ambientale. Il fenolo è un prodotto del metabolismo endogeno delle proteine.

## IDRAZINA



CAS = 302-01-2    PM = 32,05    p.e. = 113,5°C    p.f. = 2°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** impiegato in medicina (fenilidrazina, metilidrazina), in agricoltura e nell'industria aerospaziale.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** Fumo di sigaretta e cibo (pesce contaminato).

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	0,01 ppm
DFG	MAK	0,1 ppm

### METABOLISMO

L'idrazina viene assorbita per tutte le vie (inalazione di vapori, assorbimento percutaneo e ingestione).

Viene escreta imm modificata attraverso le urine.

### TOSSICITÀ

I vapori di idrazina sono molto irritanti per gli occhi e per le vie respiratorie superiori.

Il contatto diretto con la cute causa ustioni e allergie.

Una esposizione per lungo periodo di tempo causa danni epatici e al sistema riproduttivo.

## INDICATORI BIOLOGICI

### IDRAZINA URINARIA

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

DFG/EKA	urina	ambientali
	35 µg/g creat	0,01 ppm
	70 µg/g creat	0,02 ppm
	200 µg/g creat	0,05 ppm
	300 µg/g creat	0,08 ppm
	380 µg/g creat	0,1 ppm

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Idrazina urinaria: non conosciuti.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione, previo svuotamento della vescica.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati).

**Conservante:** sale sodico anidro.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector NPD o HPLC.

#### INTERFERENZE:

Non riscontrate.

**IDRAZINA nel SANGUE****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

DFG/EKA	urina	ambientali
	27 µg/L	0,01 ppm
	55 µg/L	0,02 ppm
	160 µg/L	0,05 ppm
	270 µg/L	0,08 ppm
	340 µg/L	0,1 ppm

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Idrazina nel sangue: non conosciuti.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati).

**Anticoagulante:** EDTA.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector MS.

**INTERFERENZE:**

Non riscontrate.

## ISOFORANO



CAS = 26675-46-7    PM = 184,5    p.e. = 48,5°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato come gas anestetico nelle sale operatorie.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** pazienti sottoposti ad interventi chirurgici.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

Regione Lombardia	<b>0,5 ppm</b> sale operatorie di nuova costruzione o ristrutturate
	<b>2 ppm</b> sale operatorie di vecchia costruzione

### METABOLISMO

Viene assorbito a livello polmonare e si distribuisce nei tessuti, principalmente a livello del SNC.

L'isoforano viene metabolizzato solo in piccola parte; circa il 2% va incontro a processi di dechlorurazione o di deacilazione, in entrambi i casi si forma l'acido trifluoroacetico. Per i motivi sopra citati, viene eliminato rapidamente, immodificato, nelle urine.

### TOSSICITÀ

Non dà effetti rilevanti.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ISOFORANO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

LBE

6,4 µg/L

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Isoforano urinario: non conosciuti.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE

**Momento di campionamento:** fine della esposizione previo svuotamento della vescica all'inizio del turno di lavoro.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro da 20 mL chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI

Gas Cromatografia con detector MS o ECD (spazio di testa).

#### INTERFERENZE

Non riscontrate.

## LINDANO

(BHC)



CAS = 58-89-9    PM = 290,8 p.f. = 112,5°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** usato in passato nell'agricoltura come pesticida.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** in passato per consumo di frutta e ortaggi contaminati.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	0,5 mg/m <sup>3</sup>
DFG	MAK	0,1 mg/m <sup>3</sup>

### METABOLISMO

Il lindano è un pesticida della classe degli idrocarburi clorurati. Le principali vie di assorbimento sono l'apparato respiratorio e la cute.

Nell'uomo viene rapidamente metabolizzato attraverso reazioni di ossidazione e deidrogenazione.

I metaboliti principali che vengono escreti con le urine sono: 2,3,5-; 2,4,5-; 2,4,6- triclorofenolo.

Questi rappresentano il 18% del BHC escreti nelle urine di lavoratori esposti.

### TOSSICITÀ

Una concentrazione nel sangue pari a 0,02 mg/L è associata ad effetti neurologici.

Il lindano provoca confusione mentale, anemia e convulsioni.

## INDICATORI BIOLOGICI

### LINDANO nel SANGUE

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2001)

DFG/BAT

25 µg/L

#### **VALORI DI RIFERIMENTO**

Lindano nel sangue: < 0,01mg/L.

#### **RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Anticoagulante:** EDTA.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### **METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector ECD o MS.

#### **INTERFERENZE:**

Non riscontrate.

## MERCURIO

Hg

CAS = 7439-97-6 PA = 200,6 p.e. = 356,7°C p.f. = -38,8°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** industria di vernici, plastiche, carta, preparazione delle amalgame dentarie, lampade, produzione di apparecchi scientifici di precisione (termometri, barometri, manometri), impianti di produzione di cloro-soda.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** acqua potabile, pesce, diuretici, amalgame dentarie.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	<b>0,025 mg/m<sup>3</sup></b> (forma elementare e inorganica)
		<b>0,01mg/m<sup>3</sup></b> (composti alchilici)
		<b>0,1 mg/m<sup>3</sup></b> (composti arilici)
DFG	MAK	<b>0,10 mg/m<sup>3</sup></b>

### METABOLISMO

In natura il mercurio è presente in tre forme: mercurio elementare (Hg<sup>0</sup>), mercurio inorganico (Hg<sup>2+</sup>) e mercurio organico. Il mercurio inorganico rilasciato dalle industrie nelle acque è convertito a metilmercurio dalla flora batterica e successivamente concentrato a livello dei pesci, che rappresentano la principale fonte di esposizione per i soggetti non esposti professionalmente.

A livello occupazionale il mercurio viene assorbito prevalentemente per inalazione o attraverso la cute.

Hg<sup>0</sup> viene eliminato nelle feci, nelle urine, nell'aria espirata e nella saliva.

## TOSSICITÀ

Hg<sup>0</sup> supera la barriera emato-encefalica e si accumula nel SNC. Hg<sup>2+</sup> è in grado di denaturare le proteine del tratto gastrointestinale con effetti corrosivi; può causare necrosi del tubulo renale. Il mercurio organico, ed in particolare il metilmercurio, viene distribuito al SNC, al fegato, al rene; nelle donne in gravidanza attraversa la placenta con effetto teratogeno.

Nei minatori esposti contemporaneamente a mercurio e a selenio è stato notato un minore effetto nefrotossico, forse causato dalla formazione del complesso Hg-Se.

## INDICATORI BIOLOGICI

### MERCURIO TOTALE INORGANICO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

Per esposizione a Hg in forma elementare e inorganica

		notazioni
ACGIH/BEI	35 µg/g creat	B
DFG/BAT	100 µg/L	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Mercurio urinario: < 7 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** inizio turno.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di due giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con generatore di idruri o Spettrometro di Massa con sorgente a plasma induttivo.

#### INTERFERENZE:

Consumo di pesce.

## MERCURIO TOTALE INORGANICO nel SANGUE

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

Per esposizione a Hg in forma elementare e inorganica

		notazioni
ACGIH/BEI	15 µg/L	B
DFG/BAT	25 µg/L	

### VALORI DI RIFERIMENTO

Mercurio nel sangue: < 5 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della settimana.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** provette polietilene o polipropilene.

**Anticoagulante:** eparina.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di due giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Spettrometro di Massa con sorgente a plasma induttivo.

#### INTERFERENZE:

Consumo di pesce.

## METANOLO

(Alcool metilico)



CAS = 67-56-1 PM = 32,0 p.e. = 64,7°C p.f. = -97,8°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato nella produzione di cellulosa, resine sintetiche, formaldeide, acido acetico e carburanti.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** usato come solvente nei prodotti domestici.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	200 ppm
	TLV-STEL	250 ppm
DFG	MAK	200 ppm

### METABOLISMO

La principale via di assorbimento è quella gastrointestinale; dopo un breve periodo dall'ingestione si raggiungono elevati livelli nel sangue. In ambito occupazionale la via di esposizione più importante è quella respiratoria.

Il metanolo si distribuisce in modo omogeneo nei tessuti e nel sangue, viene metabolizzato ed escreto nelle urine sotto forma di formaldeide, acido formico e  $\text{CO}_2$ .

Il 30% del metanolo viene eliminato tal quale attraverso la via respiratoria.

### TOSSICITÀ

Dopo 6-18 ore dal momento dell'esposizione si osservano disturbi visivi (edema pupillare) e acidosi metabolica causati principalmente dall'acido formico il quale sarebbe anche il principale responsabile della neurite ottica.

## INDICATORI BIOLOGICI

### METANOLO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	15 mg/L	NS B
DFG/BAT	30 mg/L	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Metanolo urinario: < 1 mg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione (ACGIH); dopo un periodo prolungato di esposizione alla fine della esposizione o del turno di lavoro (DFG).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector FID o MS (spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Si verificano per l'ingestione di aspartame o per esposizione ad altri solventi.

La microflora intestinale produce metanolo in tracce.

**METIL n-BUTIL CHETONE (MBK)****(2-Esanone)**

CAS = 591-78-6    PM = 100,2    p.e. = 127°C

**ESPOSIZIONE****OCCUPAZIONALE:** usato per la sintesi di resine plastiche e come agente pulente.**EXTRAOCUPAZIONALE:** non conosciuta.**VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)**

ACGIH	TLV-TWA	5 ppm
	TLV-STEL	10 ppm
DFG	MAK	5 ppm

**METABOLISMO**

Le principali vie di assorbimento sono quella inalatoria e quella cutanea.

L'MBK assorbito viene biotrasformato nei seguenti metaboliti: 2-esanolo, 4,5-diidrossi-2-esanone, 2,5-esandione e CO<sub>2</sub>.

Nell'uomo si ha una escrezione del 40% in forma di CO<sub>2</sub> e del 26% in altri metaboliti.

**TOSSICITÀ**

Si stima che un'esposizione per un periodo superiore ai 6 mesi causi neuropatie periferiche, perdita di sensibilità e debolezza degli arti.

Una concentrazione di 1000 ppm causa in pochi minuti irritazione delle mucose.

L'effetto neurotossico causato dall'MBK viene aumentato se si ha una contemporanea esposizione a MEK (effetto additivo).

Questo si verifica per una inibizione del metabolismo del 2,5-esandione.

## INDICATORI BIOLOGICI

### 2,5-ESANDIONE + 4,5-DIIDROSSI-2-ESANONE URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

DFG/BAT

5 mg/l

#### **VALORI DI RIFERIMENTO**

2,5-Esandione + 4,5-Diidrossi-2-esanone urinario: < 0,5µg/g creat.

#### **RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine esposizione.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** contenitori in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### **METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector MS o FID.

#### **INTERFERENZE:**

Esposizione contemporanea ad esano.

## METILCLOROFORMIO

(1,1,1-Tricloroetano)



CAS = 71-55-6    PM = 133,4    p.e. = 74,1°C    p.f. = -32,5°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** usato nell'industria per la sintesi del cloruro di vinile, per la pulizia di metalli, per rimuovere gli olii, le cere e i grassi nell'industria elettrica o tessile.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** presente in colle e adesivi.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	350 ppm
	TLV-STEL	450 ppm
DFG	MAK	200 ppm

### METABOLISMO

Viene assorbito prevalentemente attraverso l'apparato respiratorio.

Solo il 4% della dose assorbita viene metabolizzato attraverso il citocromo P450 a tricloroetano, che viene successivamente ossidato ad acido tricloroacetico; questi vengono escreti con le urine.

Il 90% del solvente viene eliminato con l'aria espirata.

### TOSSICITÀ

Un'esposizione a 1000 ppm causa un effetto anestetico; l'esposizione cronica causa neuropatie periferiche.

I sintomi sono: irritazione degli occhi, delle mucose e dell'apparato respiratorio, nausea, vomito e diarrea.

## INDICATORI BIOLOGICI

### METILCLOROFORMIO nel SANGUE

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

DFG/BAT

550 µg/L

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Metilcloroformio nel sangue: < 1 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** inizio turno dopo alcuni giorni di esposizione.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro da 20 ml chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati).

**Anticoagulante:** EDTA + aggiunta di 5 ml di acqua.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector ECD o MS (spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Non conosciute.

### METILCLOROFORMIO nell'ARIA di FINE ESPIRAZIONE

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	40 ppm	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Metilcloroformio nell'aria espirata: < 7,7 ng/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** prima dell'ultimo turno della settimana.

**Quantità di aria necessaria per l'analisi:** 50 mL.

**Contenitore:** sacchi di saran, fiale vetro, canister, sacche plastica o alluminio.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** 4°C per non più di 1 giorno.

**METODO D'ANALISI:**

IR o GC MS.

**INTERFERENZE:**

Non conosciute.

**METILCLOROFORMIO URINARIO****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)****LBE****595 µg/L****VALORI DI RIFERIMENTO**

Metilcloroformio urinario: < 260 ng/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine del primo emiturno, previo svuotamento della vescica all'inizio del turno di lavoro.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector ECD o MS (spazio di testa).

**INTERFERENZE:**

Non conosciute.

## ACIDO TRICLOROACETICO URINARIO

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	10 mg/L	NS SQ

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Acido Tricloroacetico Urinario: < 60 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione settimanale.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector MS o ECD.

#### INTERFERENZE:

Esposizione ad altri solventi clorurati (trielina, tetracloroetilene).

## TRICLOROETANOLO URINARIO

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	30 mg/L	NS SQ

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Tricloroetano Urinario: < 160 µg/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine della esposizione.  
**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.  
**Contenitore:** in recipiente in polietilene o polipropilene.  
**Conservante:** non necessario.  
**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector MS o ECD.

**INTERFERENZE:**

Esposizione ad altri solventi clorurati (trielina, tetracloroetilene).

**TRICLOROETANOLO nel SANGUE****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

		notazioni
ACGIH/BEI	1 mg/L	NS

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Tricloroetano in sangue: non conosciuti.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine della esposizione settimanale.  
**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.  
**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati).  
**Anticoagulante:** EDTA.  
**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector MS o ECD.

**INTERFERENZE:**

Altri solventi clorurati.

## METILETILCHETONE (MEK)

(2-Butanone)



CAS = 78-93-3 PM = 72,1 p.e. = 80°C p.f. = -86°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** produzione di pitture, adesivi, vernici, medicinali e cosmetici.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** solventi utilizzati nel bricolage.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	200 ppm
	TLV-STEL	300 ppm
DFG	MAK	200 ppm

### METABOLISMO

Il Metiletilchetone è facilmente assorbito attraverso i polmoni (53% della dose inalata); l'assorbimento cutaneo è molto rapido e aumenta con la pelle umida.

Essendo molto liposolubile si distribuisce rapidamente nei tessuti. La via metabolica non è nota, la maggior parte del MEK assorbito dovrebbe essere comunque eliminato come CO<sub>2</sub> e acqua, mentre la piccola quota non trasformata viene escretata tal quale con l'aria espirata e con le urine.

In alcuni lavoratori esposti a MEK si è notato un aumento di 2,3-butandiolo e di 3-idrossi-2-butanone.

### TOSSICITÀ

Una concentrazione di 100 ppm causa irritazione delle prime vie aeree, una concentrazione di 200 ppm causa irritazione degli occhi, a 300 ppm si sono riscontrati casi di cefalea. Concentrazioni superiori causano depressione del SNC.

## INDICATORI BIOLOGICI

### METILETILCHETONE URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	2 mg/L	
DFG/BAT	5 mg/L	
LBE	2 mg/L	

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione (ACGIH e DFG); fine primo emiturno, previo svuotamento della vescica all'inizio del turno di lavoro (LBE).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector FID o MS (utilizzando lo spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Una assunzione di alcool prima della esposizione causa un aumento del MEK nelle urine.

## METIL-isoBUTIL-CHETONE

(Esone, MIBK)



CAS = 108-10-1    PM = 100,2    p.e. = 118°C    p.f. = -85°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** presente nelle colle, nei coloranti e nei detersivi usati negli opifici.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** solventi utilizzati nel bricolage.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	50 ppm
	TLV-STEL	75 ppm

### METABOLISMO

Viene assorbito principalmente attraverso i polmoni; non si hanno dati sull'assorbimento cutaneo e gastrointestinale.

Essendo liposolubile si distribuisce bene in tutti i tessuti, soprattutto a livello del tessuto adiposo.

Una piccola quota di MIBK è eliminata tal quale nelle urine, la parte restante viene metabolizzata; non è ancora nota la via metabolica seguita dal MIBK ma è stato escluso che possa portare alla produzione di 2,5-esandione (metabolita neurotossico comune a n-esano e a metil n-butilchetone).

### TOSSICITÀ

Causa irritazione delle prime vie aeree e degli occhi, può causare anche nausea e cefalea.

Non sembra essere responsabile di neuropatie periferiche.

## INDICATORI BIOLOGICI

### METIL-isoBUTIL-CHESTONE URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	2 mg/L	
DFG/BAT	3,5 mg/L	
LBE	2,2 mg/L	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Metil-isobutil-chetone urinario: < 0,1 mg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione previo svuotamento della vescica all'inizio del turno di lavoro (ACGIH e BAT); fine primo emiturno previo svuotamento della vescica all'inizio del turno di lavoro (LBE).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector FID o MS (spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Non riscontrate.

## NICHEL

### Ni

CAS = 7440-02-0 PA = 58,7 p.e. = 2732°C p.f. = 1453°C

## ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato nelle industrie chimiche, alimentari (produzione di grassi e olio), metallurgiche, petrolchimiche, nella produzione di plastiche, gomme sintetiche, batterie elettriche, monete e pigmenti.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** è ubiquitario nell'ambiente; deriva dall'erosione delle rocce, dalle emissioni vulcaniche, dal fumo di sigaretta, dall'alimentazione, dal contatto con materiali in nichel come le monete.

## VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	1,5 mg/m <sup>3</sup> Elemento
		0,1 mg/m <sup>3</sup> Composto solubile
		0,2 mg/m <sup>3</sup> Composto insolubile
		0,1 mg/m <sup>3</sup> Nichel Subsolfato
DFG	TRK	0,5 mg/m <sup>3</sup>

## METABOLISMO

Il Ni viene assorbito principalmente attraverso l'apparato respiratorio sotto forma di Ni solubile (Ni<sup>2+</sup>): la deposizione delle particelle nei polmoni dipende dal loro diametro, forma e densità.

Nel tratto gastrointestinale viene assorbito solo in parte (1-10% della quantità ingerita). Il Ni non viene metabolizzato e nel sangue si lega a proteine, si accumula soprattutto a livello polmonare e renale. La via di escrezione principale è quella urinaria.

## TOSSICITÀ

La tossicità del Ni varia a seconda della sua forma chimica: i sali di Ni causano dermatiti, il nichel carbonile causa cancro delle fosse nasali e del polmone.

## INDICATORI BIOLOGICI

### NICHEL URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

DFG/EKA	urina	ambientali
	15 µg/L	0,10 mg/m <sup>3</sup>
	30 µg/L	0,30 mg/m <sup>3</sup>
	45 µg/L	0,50 mg/m <sup>3</sup>

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Nichel urinario: 0,1-4 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** dopo alcuni giorni di esposizione.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 2 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con fornetto di grafite (GFAAS).

#### INTERFERENZE:

Può influire il fumo di sigaretta.

## NICHEL nel SIERO

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

NON PRESENTI

In letteratura è riportata la seguente osservazione: per una esposizione di Ni nell'aria pari a  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  si può prevedere una concentrazione di Ni nel siero pari a  $0,7 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ .

#### **VALORI DI RIFERIMENTO**

Nichel nel sangue:  $0,2-2 \mu\text{g}/\text{L}$ .

#### **RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** provetta (per evitare contaminazione il prelievo è praticato con una cannula eliminando i primi 10 mL).

**Anticoagulante:** eparina.

**Modalità di conservazione:** a  $4^\circ\text{C}$  per non più di 2 giorni.

#### **METODO D'ANALISI:**

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con fornetto di grafite (GFAAS).

#### **INTERFERENZE:**

Può influire il fumo di sigaretta.

## NITROBENZENE



CAS = 98-95-3    PM = 123,1    p.e. = 211°C    p.f. = 6°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** circa il 97% viene utilizzato per la produzione di anilina. Altri impieghi sono: come intermedio di sintesi o come solvente nella produzione dei colori sintetici, nella sintesi di acetaminofene e nelle raffinerie.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** non conosciuta.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	1 ppm
-------	---------	-------

### METABOLISMO

Le principali vie di assorbimento sono l'apparato respiratorio e la cute. Circa l'80% della dose inalata viene assorbito.

Il Nitrobenzene viene ossidato a p-nitrofenolo che a sua volta viene ridotto ad anilina e convertito a p-amminofenolo.

I metaboliti che vengono escreti con le urine sono p-amminofenolo e p-nitrofenolo.

### TOSSICITÀ

Un'esposizione a 3-6 ppm causa un aumento della metaemoglobina.

Una esposizione cronica causa: mal di testa, nausea e vertigini.

## INDICATORI BIOLOGICI

### p-NITROFENOLO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	5 mg/ g creat	NS

#### VALORI DI RIFERIMENTO

p-Nitrofenolo urinario: < 0,03 mg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione (fine settimana).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector ECD o MS.

#### INTERFERENZE:

Esposizione ad anilina e a p-nitrofenolo.

### METAEMOGLOBINA nel SANGUE

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	1,5% di emoglobina	NS B SQ

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Metaemoglobina nel sangue: < 1% del totale.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** provette di polietilene o polipropilene.

**Anticoagulante:** EDTA.

**Modalità di conservazione:** analizzare subito dopo il prelievo.

**METODO D'ANALISI:**

Spettrofotometria UV/Visibile.

**INTERFERENZE:**

Cibi contaminati o farmaci (nitroglicerina, amilonitrile).

Esposizione ad anilina, ossido di carbonio e ossido di azoto.

Abitudine al fumo.

## OSSIDO di CARBONIO

### CO

CAS = 630-08-0 PM = 28,01 p.f. = -205,0°C p.e. = -191,5°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** Si produce dalla combustione incompleta di materie organiche: carbone, legno, olio, gas, benzina. Presente nel gas di scarico dei motori a scoppio, nell'industria metallurgica (gas degli altiforni), nel gas da riscaldamento. Incendi ed esplosioni, specialmente nelle miniere.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** fumo di sigaretta, incidenti domestici (fornelli e stufe a gas o gasolio), scarichi di motori a scoppio.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	25 ppm
DFG	MAK	30 ppm

### METABOLISMO

Nell'organismo vi è un normale contenuto di CO legato all'emoglobina. Il CO esogeno viene assorbito attraverso i polmoni e diffonde rapidamente attraverso le membrane capillari, legandosi reversibilmente all'emoglobina. L'affinità dell'emoglobina per il CO è 250 volte più elevata rispetto a quella per l'O<sub>2</sub>. L'eliminazione del CO avviene esclusivamente attraverso i polmoni ed è favorita da un'elevata ventilazione.

### TOSSICITÀ

**Intossicazione acuta:** i sintomi clinici compaiono quando l'emoglobina è legata al CO per il 10-20% e sono: dispnea, cefalea, incoordinazione, nausea, disturbi visivi, perdita di coscienza, morte per esposizione prolungata.

**Intossicazione cronica:** dispnea, vertigini, cefalea, tachicardia da sforzo, glicosuria; nei fumatori un'esposizione prolungata e ripetuta a CO può giocare un ruolo aggravante nello sviluppo dell'aterosclerosi.

## INDICATORI BIOLOGICI

### CARBOSSIEMOGLOBINA EMATICA

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	3,5 %	B NS
DFG/BAT	5 %	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Carbossiemoglobina: < 1,5%.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** provette di vetro.

**Anticoagulante:** eparina.

**Modalità di conservazione:** analizzare subito dopo il prelievo.

#### METODO D'ANALISI:

COssimetro, IR.

#### INTERFERENZE:

L'esposizione a cloruro di metilene e al fumo di sigaretta provoca un aumento della carbossiemoglobina.

## OSSIDO DI CARBONIO nell'ARIA di FINE ESPIRAZIONE

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	20 ppm	B NS

#### **VALORI DI RIFERIMENTO**

Produzione endogena: < 2ppm;

Gestazione →15ppm;

Pazienti con anemia emolitica → 30 ppm;

Popolazione urbana → 6-12 ppm;

Fumatori → 30-35 ppm (20 sig.); 45-50 ppm (40-60 sig.);

> 130 ppm (sigari).

#### **RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di aria necessaria per l'analisi:** 50 mL.

**Contenitore:** fiale vetro, canister, sacche plastica o alluminio.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** temperatura ambiente per non più di 1 giorno.

#### **METODO D'ANALISI:**

IR o fiale di Dräger per CO.

#### **INTERFERENZE:**

Esposizione a cloruro di metilene e al fumo di sigaretta.

## PARATHION

(estere O,O-dietil O-(4-nitrofenil)tiofosforico)



CAS = 56-38-2    PM = 291,3    p.e. = 375°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** usato nell'agricoltura come pesticida e nelle industrie chimiche.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** consumo di frutta e ortaggi.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	0,1 mg/m <sup>3</sup>
DFG	MAK	0,1 mg/m <sup>3</sup>

### METABOLISMO

Le principali vie di assorbimento sono l'apparato respiratorio e la cute. Il Parathion può anche essere assorbito dall'organismo, attraverso il consumo di cibi o il fumo di sigaretta nell'ambiente di lavoro.

La metabolizzazione prevede un cambiamento della struttura chimica. Infatti si verifica un processo di detossificazione ossidativa, mediato dagli enzimi microsomiali epatici, mediante il quale Parathion si trasforma in Paraoxon (sostituzione del legame P=S con il legame P=O); questo composto inibisce l'acetilcolinesterasi.

L'eliminazione avviene attraverso l'escrezione del metabolita p-Nitrofenolo.

### TOSSICITÀ

Nei soggetti esposti al Parathion si verifica un accumulo di acetilcolina a livello delle terminazioni sinaptiche, con conseguente iperstimolazione del sistema colinergico.

I sintomi sono: aumento della secrezione bronchiale, sudorazione, miosi, nausea, vomito, diarrea, astenia, tremori, crampi muscolari, alterazione dei valori pressori e della frequenza cardiaca. A livello del SNC si possono manifestare: irritabilità, ansia, insonnia, depressione, alterazione della memoria.

## INDICATORI BIOLOGICI

### p-NITROFENOLO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	0,5 mg/g creat	NS
DFG/BAT	500 µg/mL	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

p-Nitrofenolo: < 0,01-0,03 mg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione (ACGIH); dopo diversi turni di lavoro (DFG).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector ECD o MS.

#### INTERFERENZE:

Esposizione a nitrobenzene o p-nitrofenolo.

**ATTIVITÀ della COLINESTERASI ERITROCITARIA****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

		notazioni
ACGIH/BEI	<b>70%</b> del valore individuale basale	NS B SQ
DFG/BAT	<b>70%</b> del valore individuale basale	

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Attività della colinesterasi eritrocitaria: 0,55-1,25  $\Delta$ pH/h.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** per l'ACGIH è discrezionale; per il DFG dopo alcuni turni lavorativi.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene o polipropilene.

**Anticoagulante:** eparina.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di 1 giorno.

**METODO D'ANALISI:**

Con pH-metro si misura la diminuzione del pH in seguito all'aggiunta di acetilcolina.

**INTERFERENZE:**

Possibile esposizione ad altri insetticidi organofosforici.

## PENTACLOROFENOLO

(PCP)



CAS = 87-86-5 PM = 266,35 p.e. = 310°C p.f. = 190°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** viene utilizzato nelle industrie, in forma di spray, ha azione erbicida, disinfettante e antimuffa. Viene usato per la conservazione del legno.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** utilizzato come disinfettante e antimuffa.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH

TLV-TWA

0,5 mg/m<sup>3</sup>

### METABOLISMO

Il pentaclorofenolo viene assorbito principalmente attraverso l'apparato respiratorio e la cute (variabile a seconda delle formulazioni).

A livello epatico viene ossidato a tetracloroidrochinone.

Il pentaclorofenolo viene escreto con le urine, in forma libera (74% della dose assorbita) o coniugata, (12%) e con le feci (4%).

### TOSSICITÀ

**Tossicità acuta:** l'intossicazione si manifesta con delirio, debolezza, rossore e tachicardia, dispnea, vertigini, nausea e vomito; nei casi più gravi si può giungere al coma e alla morte.

**Tossicità cronica:** cloracne e disturbo nel metabolismo dei lipidi; tali effetti potrebbero essere dovuti almeno in parte ai contaminanti del PCP.

La DFG classifica il pentaclorofenolo come sostanza cancerogena; secondo l'ACGIH ha azione a livello del SNC e a livello del sistema cardiocircolatorio.

## INDICATORI BIOLOGICI

### PENTACLOROFENOLO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

ACGIH/BEI	2 mg/g creat	B
DFG/EKA	urina	ambientali
	6 µg/L	0,001 mg/m <sup>3</sup>
	300 µg/L	0,05 mg/m <sup>3</sup>
	600 µg/L	0,10 mg/m <sup>3</sup>

#### VALORI DI RIFERIMENTO

PCP urinario: < 40 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno (DFG); prima dell'ultimo turno della settimana (ACGIH).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette vetro.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector MS o ECD.

#### INTERFERENZE:

Non riscontrate.

## PENTACLOROFENOLO (non coniugato) NEL SANGUE

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

ACGIH/BEI	5 mg/L	B
DFG/EKA	sangue	ambientali
	17 µg/L	0,001 mg/m <sup>3</sup>
	1000 µg/L	0,05 mg/m <sup>3</sup>
	1700 µg/L	0,10 mg/m <sup>3</sup>

### VALORI DI RIFERIMENTO

PCP nel sangue: < 40 ng/mL.

### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno (ACGIH).

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene o polipropilene.

**Anticoagulante:** EDTA.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia abbinata ad un detector ECD o MS.

### INTERFERENZE:

Non conosciute.

## PERCLOROETILENE

(Tetracloroetilene)



CAS = 127-18-4    PM = 165,8    p.e. = 121°C    p.f. = -22°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato come detergente nella lavatura a secco di tessuti, nello sgrassaggio dei metalli e nell'industria grafica. Intermedio di sintesi di idrocarburi fluorurati.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** colle, solventi per vernici, farmaci antielminti, alimenti e acqua potabile.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	25 ppm
	TLV-STEL	100 ppm

### METABOLISMO

Il  $\text{C}_2\text{Cl}_4$  viene assorbito soprattutto attraverso i polmoni e in minima parte attraverso la cute; nell'organismo si distribuisce in maniera analoga ai solventi organici a elevata liposolubilità. La biotrasformazione è modesta: il 2% della dose assorbita si ritrova nelle urine sotto forma di acido tricloroacetico, il resto viene eliminato soprattutto per via respiratoria. La formazione di acido tricloroacetico avviene attraverso i seguenti passaggi metabolici: percloroetilene → epossido → tricloroacetilcloruro → acido tricloroacetico.

### TOSSICITÀ

**Intossicazione acuta:** per esposizione ad alte dosi causa depressione del SNC.

**Intossicazione cronica:** astenia, cefalea, nausea.

## INDICATORI BIOLOGICI

### PERCLOROETILENE nel SANGUE

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	0,5 mg/L	
DFG/EKA	urina	ambientali
	0,2 mg/L	10 ppm
	0,4 mg/L	20 ppm
	0,6 mg/L	30 ppm
	1 mg/L	50 ppm

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Percloroetilene nel sangue: < 500 ng/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** 16 ore dopo l'ultimo turno lavorativo (DFG); inizio turno del fine settimana (ACGIH).

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati)..

**Anticoagulante:** EDTA.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector ECD o MS.

#### INTERFERENZE:

Non conosciute.

**PERCLOROETILENE URINARIO****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

LBE

100 µg/L

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Percloroetilene urinario: &lt; 1,15 µg/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:****Momento di campionamento:** fine 1° emittorno previo svuotamento della vescica all' inizio del turno di lavoro.**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.**Conservante:** non necessario.**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector ECD o MS.

**INTERFERENZE:**

Non conosciute.

## ACIDO TRICLOROACETICO URINARIO

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	3,5 mg/L	NS SQ

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Acido tricloroacetico urinario: < 60 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno al termine della settimana lavorativa.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** recipienti di polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

In GC con detector ECD o MS.

#### INTERFERENZE:

Esposizione a Tricloroetilene o Tricloroetano.

## PIOMBO

**Pb**

CAS = 7439-92-1 PA = 207 p.e. = 1740°C p.f. = 327,5°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** produzione di batterie, coloranti, leghe metalliche.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** presente in vernici a base di piombo, scarichi industriali, cibo contaminato.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	0,05 mg/m <sup>3</sup>
DFG	MAK	0,1 mg/m <sup>3</sup>
D.Lgs. 25-2-2002 Allegato VIII-ter		0,15 mg/m <sup>3</sup>

### METABOLISMO

Le dimensioni delle particelle giocano un ruolo importante nell'assorbimento; infatti le particelle piccole (1µm) vengono assorbite attraverso l'apparato respiratorio, quelle di dimensioni maggiori vengono trattenute dalle prime vie aeree.

Le particelle rimosse dall'apparato respiratorio in piccola parte vengono deglutite.

Altre vie di assorbimento sono l'apparato gastrointestinale (si sono verificati dei casi nei bambini) e la cute.

Una volta entrato nell'organismo il piombo si distribuisce nel plasma e nei fluidi extracellulari, attraversa la barriera ematoencefalica e si accumula nei tessuti molli e nello scheletro.

Più del 95% del piombo presente nel sangue è contenuto nelle emazie, legato alla emoglobina ed altre sostanze.

L'escrezione del piombo avviene principalmente attraverso le urine e le feci.

La tossicità è dovuta alla affinità del piombo per le membrane cellulari dei mitocondri.

Un indice evidente di una avvenuta intossicazione da piombo è l'aumento delle protoporfirine, sia nel sangue che nelle urine.

La sintesi dell'EME avviene nel seguente modo: Glicina + Succinil CoA ALA SINTETASI > ALA -> Porfobilinogeno -> Uroporfobilinogeno -> Coproporfirinogeno -> Protoporfirina + Ferro FERRO CHELATASI > EME. Il piombo provoca un aumento della protoporfirina, perché stimola la protoporfirina sintetasi e inibisce la ferro chelatasi.

## TOSSICITÀ

**Intossicazione acuta:** non si osserva nelle industrie, è dovuta ad ingestione accidentale di composti di piombo.

**Intossicazione cronica (saturnismo):** agisce a livello gastro-intestinale, del SNC, dei reni, del tessuto muscolare.

Si riscontra anemia normocitica, encefalopatia persistente, aminoaciduria e coproporfirinuria.

Il piombo si lega con gruppi sulfidrilici di diversi enzimi; i più importanti sono: l'acido  $\delta$ -amminolevulinico deidratasi e la ferro chelatasi. I sintomi sono la comparsa dell'orletto gengivale e la colica saturnina

## INDICATORI BIOLOGICI

### PIOMBO nel SANGUE

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	30 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$	
DFG/BAT	400 $\mu\text{g}/\text{L}$	
	300 $\mu\text{g}/\text{L}$ in donne < 45 anni	
D.Lgs. 25-2-2002 Allegato VIII-quater	60 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$	
	40 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ in donne in età fertile	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Piombo nel sangue: 5-160  $\mu\text{g}/\text{L}$  (a seconda della zona geografica).

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** qualsiasi momento.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene.

**Anticoagulante:** eparina.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 2 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

Spettrometro ad Assorbimento Atomico con fornetto di grafite.

**INTERFERENZE:**

Consumo di alcool, utilizzo di farmaci, età e fumo di sigaretta. Il campione è sensibile alla contaminazione.

## PROTOSSIDO di AZOTO



CAS = 10024-97-2    PM = 44    p.e. = -88,16°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato come gas anestetico nelle sale operatorie.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** pazienti sottoposti ad interventi chirurgici.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	50 ppm
DFG	MAK	100 ppm
Regione Lombardia		50 ppm sale operatorie di nuova costruzione o ristrutturate
		100 ppm sale operatorie di vecchia costruzione

### METABOLISMO

Viene assorbito a livello polmonare e si distribuisce nei tessuti, principalmente a livello del SNC. Ha una bassa solubilità nel sangue e nei tessuti biologici: per questo viene eliminato rapidamente immutato nell'aria espirata e in piccola quantità nelle urine. Può subire reazioni di riduzione con la formazione di radicali.

### TOSSICITÀ

Il protossido di azoto, a dosi molto elevate, interferisce con la moltiplicazione cellulare, provocando depressione midollare, teratogenicità, embriotossicità e aborto.

In persone esposte professionalmente (medici e paramedici) ad elevate dosi si è potuta osservare una diminuzione della vitamina B<sub>12</sub> (componente della metionina sintetasi) che causa una conseguente diminuzione di acido folico.

## INDICATORI BIOLOGICI

### PROTOSSIDO DI AZOTO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

LBE	urina	ambientali
	13 $\mu\text{g/L}$	25 ppm
	27 $\mu\text{g/L}$	50 ppm
	55 $\mu\text{g/L}$	100 ppm

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Protossido di azoto urinario: non conosciuti.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione previo svuotamento della vescica.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro da 20 mL chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** 200  $\mu\text{l}$  di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (18N).

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di 7 giorni.

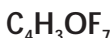
#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector MS o ECD (spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Elevati livelli sono riscontrati in soggetti con cistiti.

## SEVOFLURANE



CAS = 28523-86-6 PM = 200,5 p.e. = 58,6°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato come gas anestetico nelle sale operatorie.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** pazienti sottoposti ad interventi chirurgici.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

Regione Lombardia	<b>0,5 ppm</b> sale operatorie di nuova costruzione o ristrutturate
	<b>2 ppm</b> sale operatorie di vecchia costruzione

### METABOLISMO

Viene assorbito a livello polmonare e si distribuisce nei tessuti, principalmente a livello del SNC.

La quantità totale di sevoflurane metabolizzato è circa il 5% della dose assorbita.

La prima tappa del metabolismo prevede l'ossidazione del legame fluoro-metile catalizzata dal citocromo P450, cui segue la glucuronazione della molecola.

Sono stati identificati due metaboliti urinari del sevoflurane: il fluoro inorganico e l'alcool esafluoroisopropilico.

### TOSSICITÀ

Non dà effetti rilevanti.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ALCOOL ESAFLUOROISOPROPILICO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

LBE	urina	ambientali
	465 µg/L	2 ppm

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Alcool Esafluoroisopropilico urinario: Non conosciuti.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per non più di 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector MS o ECD (spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Non riscontrate.

## STIRENE

(Vinilbenzene)



CAS = 100-42-5    PM = 104,1    p.e. = 145°C    p.f. = -30,6°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** solvente utilizzato per la produzione di vetroresina, polistirolo, gomma sintetica.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** presente nei recipienti per alimenti, fumo di sigaretta, materiali per costruzioni edili, acqua potabile.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	20 ppm
	TLV-STEL	40 ppm
DFG	MAK	20 ppm

### METABOLISMO

Le principali vie di assorbimento sono quella inalatoria e, in minor misura, la via cutanea e gastrointestinale. La via metabolica coinvolge l'enzima epatico citocromo P450 2E1 e porta alla formazione di stirene 7,8-epossido. Successivamente, tramite l'enzima epossido idrolasi, si forma l'acido mandelico che è il metabolita principale: da questo derivano l'acido fenilgliossilico e in minima parte l'acido ippurico. Lo stirene tal quale viene eliminato in piccole quantità attraverso le vie renali e polmonari. Il 90% della dose assorbita viene escreto nelle urine sotto forma di acido mandelico e fenilgliossilico.

### TOSSICITÀ

Lo stirene ha un odore sgradevole, è irritante per gli occhi, il naso e la gola. Ad elevate concentrazioni (200-700 ppm) il vapore è narcotico e causa nausea, vomito, anoressia, astenia, depressione del SNC, cefalea, riduzione del campo visivo.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACIDO MANDELICO E FENILGLIOSSILICO URINARI

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

ACGIH/BEI		notazioni
Ac. Mandelico	<b>800 mg/g creat</b> (fine turno)	NS
	<b>300 mg/g creat</b> (mattina successiva)	NS
Ac. Fenilgliossilico	<b>240 mg/g creat</b> (fine turno)	NS
	<b>100 mg/g creat</b> (mattina successiva)	
DFG/BAT		
Ac. mandelico +fenilgliossilico	<b>600 mg/g creat</b>	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Acido mandelico: < 5 mg/L.

Acido fenilgliossilico: < 5 mg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno o inizio del turno della mattina successiva (ACGIH); dopo un periodo prolungato di esposizione alla fine della esposizione o del turno di lavoro (DFG).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

In HPLC con detector UV; in Gas Cromatografia con detector FID o MS.

### INTERFERENZE:

Ingestione di alcool, esposizione a etilbenzene. Una esposizione contemporanea ad acetone per un lungo periodo di tempo causa un aumento della escrezione di acido mandelico urinario.

## STIRENE NEL SANGUE

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	<b>0,55 mg/L</b> (fine turno)	SQ
	<b>0,02 mg/L</b> (mattina successiva)	SQ

### VALORI DI RIFERIMENTO

Stirene nel sangue: < 0,5 µg/L.

### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno o inizio del turno della mattina successiva.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 3 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro da 20 mL chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati).

**Anticoagulante:** EDTA + aggiunta di 5 mL di acqua.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia abbinata ad un detector FID o MS.

### INTERFERENZE:

Non conosciute.

**STIRENE URINARIO****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

LBE

80 µg/L

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Stirene nelle urine: &lt; 300 ng/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine del 1°emittorno, previo svuotamento della vescica all' inizio del turno di lavoro.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia abbinata ad un detector FID o MS (spazio di testa).

**INTERFERENZE:**

Non conosciute.

## TETRACLORURO DI CARBONIO

(Tetraclorometano)



CAS = 56-23-5    PM = 153,8    p.e = 76,7    p.f. = -23°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato nei laboratori come solvente, in agricoltura come pesticida e nelle industrie come intermedio chimico nella produzione di fluorocarburi e nella pulizia dei metalli.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** in passato veniva usato nel lavaggio a secco e come agente sgrassante.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	5 ppm
	STEL	10 ppm
DFG	MAK	0,5 ppm

### METABOLISMO

Il tetracloruro di carbonio viene assorbito attraverso l'apparato respiratorio, la cute e l'apparato gastrointestinale (per ingestione). Il metabolismo non è stato studiato nell'uomo ma solo negli animali.

Viene eliminato tal quale attraverso l'aria espirata e le urine.

### TOSSICITÀ

Causa cefalea, confusione mentale, depressione del SNC, perdita dell'equilibrio, anoressia, nausea, vomito e coma.

La IARC classifica il carbonio tetracloruro come possibile cancerogeno per l'uomo.

## INDICATORI BIOLOGICI

### TETRACLORURO DI CARBONIO EMATICO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

DFG/BAT

70 µg/L

#### **VALORI DI RIFERIMENTO**

Carbonio tetracloruro ematico: Non riscontrato.

#### **RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** dopo alcuni giorni di esposizione.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro da 20 mL chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati).

**Anticoagulante:** EDTA + aggiunta di 5 mL di acqua.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

#### **METODO D'ANALISI:**

In Gas Cromatografia con detector ECD o MS (spazio di testa).

#### **INTERFERENZE:**

Ingestione di alcool.

## TOLUENE

(Metilbenzene)



CAS = 108-88-3    PM = 92,1    p.e. = 111°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** utilizzato come intermedio di sintesi (benzene, acido benzoico, TNT); presente nelle colle, vernici, pitture ed inchiostri.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** in prodotti per la pulizia della casa e nelle colle; in piccole quantità nella benzina.

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	50 ppm
DFG	MAK	50 ppm

### METABOLISMO

Il toluene viene assorbito attraverso i polmoni e più lentamente attraverso la cute; nell'organismo si ritrova in primo luogo nel sangue, successivamente si deposita nel tessuto adiposo. Il 20 % della dose assorbita viene eliminato tal quale dall'apparato respiratorio, l'80% viene biotrasformato: i principali metaboliti sono l'acido ippurico, l'o-cresolo e l'acido benzoico.

### TOSSICITÀ

**Esposizione acuta:** irritazione delle prime vie aeree e depressione del SNC.

**Esposizione cronica:** intolleranza all'alcool, cefalea e disturbi del ritmo sonno-veglia; sintomi a livello epatico (epatomegalia) e a livello renale (nefrotossicità).

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACIDO IPPURICO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	1,6 g/g creat	NS B

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Acido ippurico urinario: < 1,5 g/g creat.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

HPLC con detector UV; Gas cromatografia con detector FID o MS.

#### INTERFERENZE:

L'assunzione sporadica di etanolo inibisce la metabolizzazione del toluene ad ac. ippurico; la coesposizione a benzene riduce la formazione di acido ippurico.

## **o-CRESOLO URINARIO**

### **INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

		notazioni
ACGIH/BEI	<b>0,5 mg/L</b>	B
DFG/BAT	<b>3 mg/L</b>	

### **VALORI DI RIFERIMENTO**

o-cresolo urinario: 30-350 µg/L.

### **RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine turno (ACGIH); dopo un periodo prolungato di esposizione, alla fine della esposizione o del turno di lavoro (DFG).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

### **METODO D'ANALISI:**

HPLC detector UV/fluorimetro.

### **INTERFERENZE:**

Esposizione a fumo di sigaretta; coesposizione ad altri solventi; la coesposizione a benzene riduce la formazione di acido ippurico e di o-cresolo.

**TOLUENE EMATICO****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

		notazioni
ACGIH/BEI	0,05 mg/L	
DFG/BAT	1,0 mg/L	

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Toluene ematico: < 0,6 µg/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** prima dell'ultimo turno della settimana lavorativa (ACGIH); fine turno (DFG).

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 3 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro da 20 mL chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati).

**Anticoagulante:** EDTA + aggiunta di 5 mL di acqua.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

GasCromatografia con detector FID o MS (spazio di testa).

**INTERFERENZE:**

Non conosciute.

## TOLUENE URINARIO

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

LBE	<b>60 µg/L</b> (fine 1°emitturmo)
	<b>73 µg/L</b> (fine 2°emitturmo)

### VALORI DI RIFERIMENTO

Toluene urinario: < 1 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione previo svuotamento della vescica all' inizio del turno di lavoro.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector FID o MS (spazio di testa).

#### INTERFERENZE:

Non conosciute.

## TRICLOROETILENE

(Trielina)



CAS = 79-01-6    PM = 131,4    p.e. = 87°C    p.f. = -84,8°C

### ESPOSIZIONE

**OCCUPAZIONALE:** commercializzato con il nome di Trielina; viene utilizzato come sgrassante di metalli, nella preparazione di vernici e nella pulizia dei tessuti.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** presente in prodotti per uso domestico (sgrassanti e detergenti).

### VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)

ACGIH	TLV-TWA	50 ppm
	TLV-STEL/C	100 ppm

### METABOLISMO

Il Tricloroetilene viene assorbito attraverso l'apparato respiratorio e la cute, si deposita principalmente a livello del tessuto adiposo.

Nell'uomo, la via metabolica principale porta alla formazione di tricloroetanolo e di acido tricloroacetico.

L'1% del Tricloroetilene assorbito si lega al glutatione formando acidi mercapturici (isomeri dell'acido diclorovinilmercapturico). L'eliminazione avviene principalmente sotto forma di metaboliti attraverso l'urina; l'8% viene eliminato tal quale con l'aria espirata.

### TOSSICITÀ

**Esposizione acuta:** disturbi visivi, confusione mentale, nausea e vomito.

**Esposizione cronica:** depressione del sistema nervoso centrale, ansia, cefalea, vertigini.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACIDO TRICLOROACETICO URINARIO

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	100 mg/g creat	NS
DFG/EKA	urina	ambientali
20 mg/L	10 ppm	
40 mg/L	20 ppm	
60 mg/L	30 ppm	
100 mg/L	50 ppm	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Ac. Tricloroacetico urinario: < 60 µg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della settimana (ACGIH), fine turno (DFG).

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector ECD o MS.

#### INTERFERENZE:

Esposizione ad altri solventi clorurati (metilcloroformio, tetracloroetilene).

**TRICLOROETANOLO (TCE) +  
ACIDO TRICLOROACETICO (TCA) URINARIO****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

		notazioni
ACGIH/BEI	300 mg/g creat	NS

**VALORI DI RIFERIMENTO**

TCA + TCE urinario: 200 µg/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:****Momento di campionamento:** fine della settimana.**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 20 mL.**Contenitore:** recipienti in polietilene o polipropilene.**Conservante:** non necessario.**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector ECD o MS.

**INTERFERENZE:**

Esposizione ad altri solventi clorurati (metilcloroformio, tetracloroetilene).

## TRICLOROETANOLO LIBERO NEL SANGUE

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	4 mg/L	NS

### VALORI DI RIFERIMENTO

Tricloroetano libero nel sangue: non conosciuti.

### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine turno, fine settimana lavorativa.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 5 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati).

**Anticoagulante:** EDTA.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

### METODO D'ANALISI:

Gas Cromatografia con detector FID o MS (utilizzando lo spazio di testa).

### INTERFERENZE:

Altri solventi clorurati.

**TRICLOROETILENE NEL SANGUE****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

		notazioni
ACGIH/BEI	<b>Valori non indicati</b>	SQ

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Tricloroetano nel sangue: < 1338 ng/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** qualsiasi momento.

**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 3 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro da 20 mL chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati).

**Anticoagulante:** EDTA + aggiunta di 5 mL di acqua.

**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.

**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector ECD o MS (utilizzando lo spazio di testa).

**INTERFERENZE:**

Non conosciute.

## TRICLOROETILENE nell'ARIA di FINE ESPIRAZIONE

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	Valori non indicati	SQ

#### **VALORI DI RIFERIMENTO**

Tricloroetano nell'aria espirata: < 0,93 µg/m<sup>3</sup>.

#### **RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** non indicato.

**Quantità di aria necessaria per l'analisi:** 50 mL.

**Contenitore:** fiale vetro, canister, sacche plastica o alluminio.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** temperatura ambiente per non più di 1 giorno.

#### **METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector ECD o MS.

#### **INTERFERENZE:**

Non conosciute.

**XILENI****(dimetilbenzene)**

CAS = 1330-20-7 (o = 95-47-6 m = 108-38-3 p = 106-42-3)

PM = 106,2 p.e. = o=144°C m=139°C p=137°C

**ESPOSIZIONE**

**OCCUPAZIONALE:** nell'industria dei solventi (spesso in combinazione con il toluene), utilizzati nelle resine sintetiche, nei plastificanti, nella gomma, nella pelle, in preparazioni farmaceutiche (vitamine) e nei reparti di anatomia patologica.

**EXTRAOCUPAZIONALE:** gas di scarico della benzina verde, fumo di sigaretta, colle e diluenti.

**VALORI LIMITE OCCUPAZIONALI (2002)**

ACGIH	TLV-TWA	100 ppm
	TLV-STEL/C	150 ppm
DFG	MAK	100 ppm

**METABOLISMO**

Le principali vie di assorbimento sono l'apparato respiratorio e la cute. Nell'organismo gli xileni subiscono diverse reazioni simili al metabolismo del toluene: l'ossidazione di un gruppo metilico porta alla formazione di acidi metilbenzoici; questi ultimi si coniugano con la glicina dando gli acidi metilippurici che vengono escreti nelle urine (95% della dose assorbita). Una piccola parte degli xileni assorbiti viene escreta come xilenolo.

**TOSSICITÀ**

**Tossicità acuta:** una concentrazione di 460 ppm causa una irritazione degli occhi e della cute (dermatiti).

A concentrazioni superiori si verificano disturbi della visione, depressione del SNC, confusione e coma.

**Tossicità cronica:** una esposizione prolungata a vapori causa congiuntivite, irritazione della cute e delle cavità nasali.

Gli xileni agiscono a livello del SNC causando prima fenomeni di eccitazione e poi di depressione.

## INDICATORI BIOLOGICI

### ACIDI METILIPPURICI URINARI

#### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

		notazioni
ACGIH/BEI	1,5 g/g creat	
DFG/BAT	2000 mg/L	

#### VALORI DI RIFERIMENTO

Ac. Metilippurici urinari: < 1 mg/L.

#### RACCOLTA DEL CAMPIONE:

**Momento di campionamento:** fine della esposizione.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** provette in polietilene.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### METODO D'ANALISI:

In HPLC con detector UV o Gas Cromatografia con detector MS o FID.

#### INTERFERENZE:

Non conosciute.

**XILENI nel SANGUE****INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)**

DFG/BAT

1,5 mg/L

**VALORI DI RIFERIMENTO**

Xileni nel Sangue: &lt; 3 µg/L.

**RACCOLTA DEL CAMPIONE:****Momento di campionamento:** fine turno lavorativo.**Quantità di sangue necessaria per l'analisi:** 3 mL.**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati).**Anticoagulante:** EDTA.**Modalità di conservazione:** a 4°C per 7 giorni.**METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector FID o MS (spazio di testa).

**INTERFERENZE:**

Non conosciute.

## XILENI nelle URINE

### INDICI BIOLOGICI DI ESPOSIZIONE (2002)

LBE

110 µg/L

#### **VALORI DI RIFERIMENTO**

Xileni nelle urine: <1 µg/L.

#### **RACCOLTA DEL CAMPIONE:**

**Momento di campionamento:** fine 1° emiturno previo svuotamento della vescica all' inizio del turno di lavoro.

**Quantità di urina necessaria per l'analisi:** 10 mL.

**Contenitore:** flacone di vetro chiuso ermeticamente (con ghiere in alluminio e tappi teflonati). Il trasferimento di urina nel contenitore deve essere effettuato nel più breve tempo possibile.

**Conservante:** non necessario.

**Modalità di conservazione:** a 4°C fino a 7 giorni.

#### **METODO D'ANALISI:**

Gas Cromatografia con detector FID o MS (spazio di testa).

#### **INTERFERENZE:**

Non conosciute.

## BIBLIOGRAFIA

- ACGIH 2001 Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. ACGIH Worldwide. 2002.
- Ambrosi L, Soleo L, Ghittori S, Maestri L, Imbriani M. Mercapturic Acids as Biomarkers of Exposure to Industrial Chemicals. Libri della Fondazione Maugeri. Vol. 2 PI-ME Press 2001.
- Alessio L, Bertazzi PA, Forni A, Gallus G, Imbriani M. Il monitoraggio biologico dei lavoratori esposti a tossici industriali. Libri della Fondazione Maugeri. Vol. 1 PI-ME Press 2001.
- Baselt RC. Biological Monitoring Methods for Industrial Chemicals. 2nd Edition. Year Book Medical Publishers, Inc. 1988.
- Capodaglio E, Catenacci G. Rischi Chimici. Schede Informative. La Goliardica Pavese 1978.
- Capodaglio E, Imbriani M. Elementi di Medicina del Lavoro PI-ME 1992.
- DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft 2002 Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area. Report No. 37.
- Fiserova-Bergerova V, Vlach J. Timing of sample collection for biological monitoring of occupational exposure. Ann Occup Hyg 1997; 41.
- Galli CL, Marinovich M. Tossicologia Sperimentale OEMF 1992.
- Hathaway GJ et al. Chemical Hazards of the Workplace. 4th Edition. Van Nostrand Reinhold Publishers. 1996.
- Imbriani M, Ghittori S. Esposizione Professionale ad Anestetici per Inalazione. Quaderni di Medicina del Lavoro e Medicina Riabilitativa. Fondazione Clinica del Lavoro. La Goliardica Pavese Press, Inc. 1990.
- IARC (The International Agency for Research on Cancer) www.iarc.fr
- Imbriani M, Ghittori S. Monitoraggio biologico dell'esposizione professionale a sevoflurane. Medicina Lav 2001; 92: 173.

- Lauwerys RR, Hoet P. Industrial Chemical Exposure. Guidelines for Biological Monitoring. 3<sup>rd</sup> Edition. Lewis Publishers. CRC Press, Inc. 2001.
- Maroni M, Colosio C. Biological Monitoring of Pesticide Exposure: A Review. Reprinted from Toxicology, Vol. 143, Issue No. 1 2000.
- Merck Index, 12<sup>th</sup> ed. Budavari S, et al (Ed.) Merck Research Laboratories, Merck & Co., Inc, Whitehouse Station, NJ. 1996.
- Methods for Biological Monitoring - A Manual for Assessing Human Exposure to Hazardous Substances. Am Public Health Association. 1988.
- NIOSH Manual of Analytic Methods. 4<sup>th</sup> Edition. NIOSH Pub No. 94-113. 1994. Kneip TJ, Crable JV.
- Negri S, Alessio A, Maestri L. Uso della cromatografia liquida ad alte prestazioni (HPLC) con rilevatore UV per il dosaggio dell'N-acetil-S-(N-metilcarbamoil)cisteina (AMCC). G Ital Med Lav Erg 2001; 23(4): 461.
- Perbellini L, Minoia C. Monitoraggio ambientale e biologico dell'esposizione professionale a xenobiotici. Vol 6 Solventi II. Morgan Edizioni Tecniche.
- Patty's (Bingham E, Conrssen B). Patty's Toxicology. Fifth Edition Wiley - Intersciences 2001.
- Pezzagno G, Imbriani M. Cinetica e Monitoraggio Biologico dei Solventi Industriali. Le Collane della Fondazione Salvatore Maugeri. PIME PRESS 1997.
- US DOL OSHA. Code of Federal Regulations. 29 CFR Part 1910 Occupational Safety and Health Standards. Part 1910.1028. US GPO. July 1, 2000.

pag. 150  
Bianca

**LE PUBBLICAZIONI  
DELLA  
FONDAZIONE “S. MAUGERI”**

pag. 152  
Bianca

**1. I “Quaderni di Medicina del Lavoro e Medicina Riabilitativa”** con i quali si propone di rendere disponibile in forma organica argomenti e problemi attuali in Medicina del Lavoro e Riabilitazione, di presentare elaborazioni di materiale informativo e didattico riguardante i vari settori di attività della Fondazione.

Volumi pubblicati:

1. *G. Pezzagno*: Rischio da Benzene. 1989
2. *G. Franco*: Attività umane e rischio per la salute. 1990
3. *M. Imbriani, S. Ghittori, G. Pezzagno, E. Capodaglio*: Esposizione professionale ad anestetici per inalazione. 1990
4. *F. Franchignoni*: Aggiornamenti in Riabilitazione 2. 1990
5. *E. Capodaglio, L. Manzo*: Esposizione a Stirene. 1990
6. *G. Pezzagno, E. Capodaglio*: Criteri di valutazione energetica delle attività fisiche. 1991
7. *G. Franco*: Acidi biliari e xenobiotici. 1991
8. *S. Cerutti, G. Minuco*: Spectral Analysis of Heart Rate Variability Signal. Methodological and Clinical Aspects. 1991
9. *F. Franchignoni*: Aggiornamenti in Riabilitazione 3. 1991
10. *M. Imbriani, A. Di Nucci*: Effetti della interazione tra etanolo e solventi. 1991
11. *F. Cupella, R. Turpini*: La riabilitazione in gastroenterologia. 1991
12. *L. Manzo, M. Imbriani, L.G. Costa*: Current Issues in Alcoholism. 1992
13. *C. Rampulla, N. Ambrosino*: Muscoli respiratori e patologia: valutazione e trattamento. 1992
14. *S. Della Sala, M. Laiacona*: Laboratorio di Neuropsicologia. 1992
15. *F. Franchignoni*: Aggiornamenti in Riabilitazione 4. 1992
16. *E. De Rosa, G.B. Bartolucci, V. Cocheo*: Atti 11° Congresso Nazionale A.I.D.I.I. 1992
17. *B. Carù, R. Tamarin*: New trends in cardiac rehabilitation. 1992
18. *L. Manzo, D.F. Weetman*: Toxicology of combustion products. 1992
19. *C. Minoia, E. Sabbioni, P. Apostoli, A. Cavalleri*: Valori di riferimento di elementi in traccia in tessuti umani. 1992

20. *D. Cottica, G.F. Peruzzo*: Atti 12° Congresso Nazionale A.I.D.I.I. 1993
21. *G. Pezzagno*: Strategie di campionamento ambientale. Alcune applicazioni statistiche per lo studio degli inquinanti ambientali. 1993
22. *M. Casacchia, R. Casale, E. Ferrari, C. Setacci*: Stress. Riunione operativa sottoprogetto stress - Progetto finalizzato CNR - FATMA. 1993
23. *G. Moscato*: Asma professionale. 1993
24. *A. Cavalleri, G. Catenacci*: Obbligo di referto e malattie professionali. 1993
25. *G. Bazzini*: Nuovi approcci alla riabilitazione industriale. 1993
26. *P. Pinelli, G. Minuco*: Il controllo motorio della mano e della parola: teoria e applicazioni. 1993
27. *F. Candura, G. Sardo*: L'Ispettorato Medico Centrale del Lavoro in Italia: storia e prospettive. 1994
28. *G. Bertolotti, E. Sanavio, G. Vidotto, A.M. Zotti*: Un modello di valutazione psicologica in Medicina Riabilitativa. 1994
29. *D. Cottica, M. Imbriani*: Atti 13° Congresso Nazionale A.I.D.I.I. 1994
30. *S. Della Sala, A.M. Zotti*: Psicologia dell'invecchiamento ed epidemiologia della demenza: uno studio di popolazione. 1994
31. *A. Cavalleri*: Lavanderie a secco: rivalutazione del rischio da solventi. 1994
32. *G.D. Pinna, R. Maestri*: Spectral analysis of cardiovascular variability signals. 1995
33. *R. Casale, A. Tango*: Le algodistrofie. Dalla diagnosi alla prevenzione. 1995
34. *D. Cottica, V. Prodi, M. Imbriani*: Atti 14° Congresso Nazionale A.I.D.I.I. 1995
35. *C. Rampulla, A. Patessio, A. Rizzo, F. Iodice*: Valutazione funzionale del danno respiratorio. 1995
36. *R.F.E. Pedretti, P. Della Bella*: Le Tachiaritmie Ventricolari Maligne dopo Infarto Miocardico. 1995
37. *K. Foglio*: La ventiloterapia domiciliare nei pazienti broncopneumatici con insufficienza respiratoria cronica. 1996
38. *L. Riboldi, C. Ravalli*: Lo stress nel mondo del lavoro: quali soluzioni per un problema in espansione. 1996
39. *A. Molfese*: Piattaforme Petrolifere. Igiene, Sanità e Sicurezza a bordo. 1996
40. *R. Gibellini, A. Ferrari Bardile, M. Zambelli, M. Fanello*: La riabilitazione in angiologia. 1996
41. *S. Binaschi*: Medicina del Lavoro. 1997

**2. I “Documenti”** della Fondazione Salvatore Maugeri, nei quali vengono pubblicati gli Atti di Convegni di particolare interesse organizzati dagli Istituti della Fondazione.

Volumi pubblicati:

1. *C. Passerino*: La nuova riforma sanitaria. 1995
2. *Serials with an Institute for Scientific Information (ISI)*. Impact Factor. 1995
3. *F. Candura*: Atti del Convegno: Metodologia di indagini sul danno ambientale. Inquinamento atmosferico e acustico nel territorio di Pavia. 1995
4. *N. Ambrosino, G. Bazzini, F. Cobelli, F. Franchignoni, P. Giannuzzi, C. Rampulla, M. Vitacca*: Percorsi valutativi e terapeutici in Medicina Riabilitativa. 1995
5. *G. Franco*: Rischi lavorativi in ambiente sanitario: patologia da guanti. 1996
6. *G.B. Bartolucci, D. Cottica, M. Imbriani*: Atti 15° Congresso Nazionale A.I.D.I.I. 1996
7. *E. Capodaglio, C. Passerino*: Atti del Convegno: Sistemi classificativi dei pazienti in degenza riabilitativa. 1996
8. *A. Borgo*: L'analisi in componenti principali come studio di correlazioni. 1996
9. *F. Pisano*: Valutazione e trattamento delle compromissioni motorie centrali: stato dell'arte e recenti acquisizioni. 1996
10. *G. Vittadini, I. Giorgi*: Dalla cibernetica dell'io all'approccio ecologico: alcolismo e servizi nell'ottica sistemica. 1996
11. *N. Ambrosino, G. Bazzini, F. Cobelli, F. Franchignoni, P. Giannuzzi, C. Rampulla, M. Vitacca*: Percorsi valutativi e terapeutici in Medicina Riabilitativa. 1997
12. *C. Minoia, G. Scansetti, G. Piolatto, A. Massola*: L'amianto: dall'ambiente di lavoro all'ambiente di vita. Nuovi indicatori per futuri effetti. 1997
13. *A.M. Cirila, G. Catenacci*: Organizzazione dell'emergenza sanitaria e del primo soccorso nei luoghi di lavoro. 1997
14. *G.B. Bartolucci, D. Cottica, M. Imbriani, D. Sordelli*: Atti 16° Congresso Nazionale A.I.D.I.I. 1997
15. *G. Catenacci, G.B. Bartolucci, P. Apostoli*: III Congresso Nazionale di Medicina Preventiva dei Lavoratori della Sanità. 1998
16. *D. Cottica, G.B. Bartolucci, M. Imbriani, E. Grignani, D. Sordelli*: Atti 17° Congresso Nazionale A.I.D.I.I. 1998

**3. "Advances in Occupational Medicine & Rehabilitation" "Aggiornamenti in Medicina Occupazionale e Riabilitazione", rivista quadrimestrale.**

Volumi pubblicati:

1. *G. Bazzini*: Efficacia e qualità in riabilitazione motoria. 1995
2. *M. Imbriani, S. Ghittori, G. Pezzagno E. Capodaglio*: Update on Benzene. 1995
3. *M.R. Strada, G. Bernardo*: Interventi riabilitativi in Oncologia. 1996
4. *J. Nilsson, M. Panizza, F. Grandori*: Advances in Magnetic Stimulation. 1996
5. *S. Della Sala, C. Marchetti, O.H. Turnbull*: An interdisciplinary approach to the rehabilitation of the neurological patient: A cognitive perspective. 1996
6. *P. Capodaglio, G. Bazzini*: L'attività motoria degli arti superiori: aspetti in medicina occupazionale e riabilitativa. 1997
7. *G. Pezzagno, M. Imbriani*: Cinetica e Monitoraggio Biologico dei Solventi Industriali. 1997
8. *L. Manzo, J. Descotes, J. Hoskins*: Volatile Organic Compounds in the Environment. Risk Assessment and Neurotoxicity. 1997
9. *P. Capodaglio, M.V. Narici*: Muscle Atrophy: Disuse and Disease. 1998
10. *G. Moscato*: Allergia respiratoria. 1998
11. *G. Miscio, P. Pinelli*: Prefrontal cortex, Working memory and Delayed reactions: from the theory to the clinical application. 1998

**4. "Advances in Rehabilitation" "Aggiornamenti in Medicina Riabilitativa".**

Volumi pubblicati:

1. *F.M. Cossa, L. Mazzini*: Assistenza clinica e ricerca scientifica: validità dell'approccio multidisciplinare al traumatizzato cranico. 1999
2. *P. Capodaglio, M.V. Narici*: Physical Activity in the Elderly. 1999
3. *G. Miscio, F. Pisano*: Spasticity: mechanisms, treatment and rehabilitation. 1999
4. *M. Buonocore, C. Bonezzi*: Il dolore neurogeno: dalla definizione alla terapia. 1999
5. *A. Salvadeo*: Insufficienza renale acuta. 1999

6. *P. Pinelli, R. Colombo, S. Onorato: Analisi dell'attenzione protratta nelle reazioni verbali. Sistema prefrontale e Processi riverberanti. Le reazioni dilazionate in Neuropsichiatria (with an English Outline). 1999*
7. *N. Ambrosino, C.F. Donner, C. Rampulla: Topics in Pulmonary Rehabilitation. 1999*
8. *A.M. Zotti, G. Bertolotti, P. Michielin, E. Sanavio, G. Vidotto: Linee guida per lo screening di tratti di personalità, cognizioni e comportamenti avversi alla salute. Manuale d'uso per il CBA Forma Hospital. 2000*
9. *P. Capodaglio, M.V. Narici: The ageing motor system and its adaptations to training. 2000*
10. *F. Rengo, R. O. Bonow, M. Gheorghiadu: Heart Failure in the Elderly. Implication for Rehabilitation. 2000*
11. *G. Megna, S. Calabrese: Riabilitazione neuromotoria 2000. 2000*
12. *P. Pinelli & Coll.: Freud in a Psychophysiological Framework or About Unconscious and Soul. 2001*
13. *F. Rengo, R.O. Bonow, M. Gheorghiadu: Chronic Heart Failure In The Elderly. The Evolution Of Chronic Heart Failure. 2002*

##### **5. "Advances in Occupational Medicine" "Aggiornamenti in Medicina Occupazionale".**

Volumi pubblicati:

1. *L. Alessio, P.A. Bertazzi, A. Forni, G. Gallus, M. Imbriani: Il monitoraggio biologico dei lavoratori esposti a tossici industriali. Aggiornamenti e sviluppi. 2000*
2. *L. Ambrosi, L. Soleo, S. Ghittori, L. Maestri, M. Imbriani: Mercapturic Acids as Biomarkers of Exposure to Industrial Chemicals. 2000*
3. *C. Meloni, M.T. Quercioli, S. Verdirosi, M. Imbriani: Aggiornamenti in Scienze Infermieristiche. 2002*

##### **6. "Symposia" "I Congressi della Fondazione Maugeri".**

Volumi pubblicati:

1. *D. Cottica, F. Benvenuti, E. Grignani, M. Casciani, M. Imbriani: Il rischio microbiologico negli ambienti di lavoro: approccio, valutazione, interventi. Convegno Al-DII - ISPESL, Centro Congressi Fondazione Salvatore Maugeri. Pavia, 29 ottobre 1998. 1999*

2. *L. Soleo, P. Apostoli, D. Cavallo, D. Cottica, G. Nano, L. Ambrosi*: Il Congresso Europeo di Igiene Industriale - I Congresso Mediterraneo di Igiene Industriale - Convegno AIDII, Centro Internazionale Congressi. Bari, 30 giugno - 3 luglio 1999. 2000
3. *M. Buonocore, C. Bonezzi*: La gestione del paziente con dolore neuropatico: indicazioni diagnostiche e terapeutiche. Il incontro sul dolore neurogeno. Pavia, 12 maggio 2000. 2000
4. *D. Cottica, G.B. Bartolucci, G. Nano, M. Imbriani*: Atti 18° Congresso Nazionale AIDII. Trento, 21-24 giugno 2000. 2000
5. *C. Minoia, R. Turci, G.B. Bartolucci, S. Signorini, P. Apostoli*: Progressi nella valutazione del rischio espositivo da chemioterapici antitumorali. Convegno Nazionale, Centro Congressi Fondazione Salvatore Maugeri. Pavia, 14-15 ottobre 1999. 2000
6. *C. Bonezzi, M. Buonocore*: Dolori radicolari e pseudo-radicolari: indicazioni diagnostiche e terapeutiche. Centro Congressi Fondazione Salvatore Maugeri. Pavia, 4 maggio 2001. 2001
7. *M. Buonocore, C. Bonezzi*: Sindromi algodistrofiche: dall'inquadramento diagnostico al trattamento riabilitativo. Centro Congressi Fondazione Salvatore Maugeri. Pavia, 17 maggio 2002. 2002

### **7. "I Manuali della Fondazione Maugeri".**

Volumi pubblicati:

1. *L. Bianchi, S. Nava, E. Zampogna*: Manuale dei Metodi e delle Procedure Fisioterapiche in Riabilitazione Respiratoria. 2002
8. **"Psicoterapia Cognitiva e Comportamentale"**, rivista quadrimestrale che pubblica articoli che contribuiscano allo sviluppo delle conoscenze teoriche ed al progresso della prassi clinica in psicoterapia cognitiva e comportamentale.
9. **"Monaldi Archives for Chest Disease"**, Rivista scientifica internazionale di Medicina Cardiopolmonare e Riabilitazione.
10. **"Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia"**, Rivista trimestrale di Prevenzione, Patologia, Ergonomia e Riabilitazione.
11. **"Cyanus"**, periodico di Igiene Ambientale e Industriale.

pag. 159  
Bianca

FINITO DI STAMPARE  
NEL MESE DI AGOSTO DUEMILADUE  
PRESSO LA TIPOGRAFIA PI-ME EDITRICE S.R.L.  
DI PAVIA