

**SOLVENTI**

# SOLVENTI

- **Definizione**
- **Classificazione**
- **Tossicocinetica**
- **Tossicodinamica**
- **Esposizione professionale**
- **Monitoraggio ambientale**
- **Monitoraggio biologico**

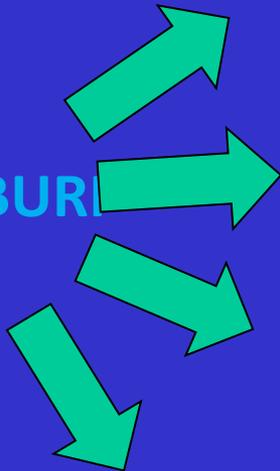
# SOLVENTI: definizione

- I solventi sono composti chimici, generalmente liquidi a temperatura ambiente, capaci di sciogliere altre sostanze senza modificarne le proprietà.
- Differiscono per la tossicità d'organo sia acuta che a lungo termine, per la tossicità sull'apparato produttivo, per la cancerogenicità, gli effetti sensibilizzanti ed irritanti.



# SOLVENTI: classificazione(1)

**AROMATICI** (benzene, toluene, xilene, stirene, etilbenzene, cumene)



• **IDROCARBURI**

**ALIFATICI** (n-esano, butadiene)

**ALICICLICI** (pentano, eptano, cicloesano, ciclopentano)

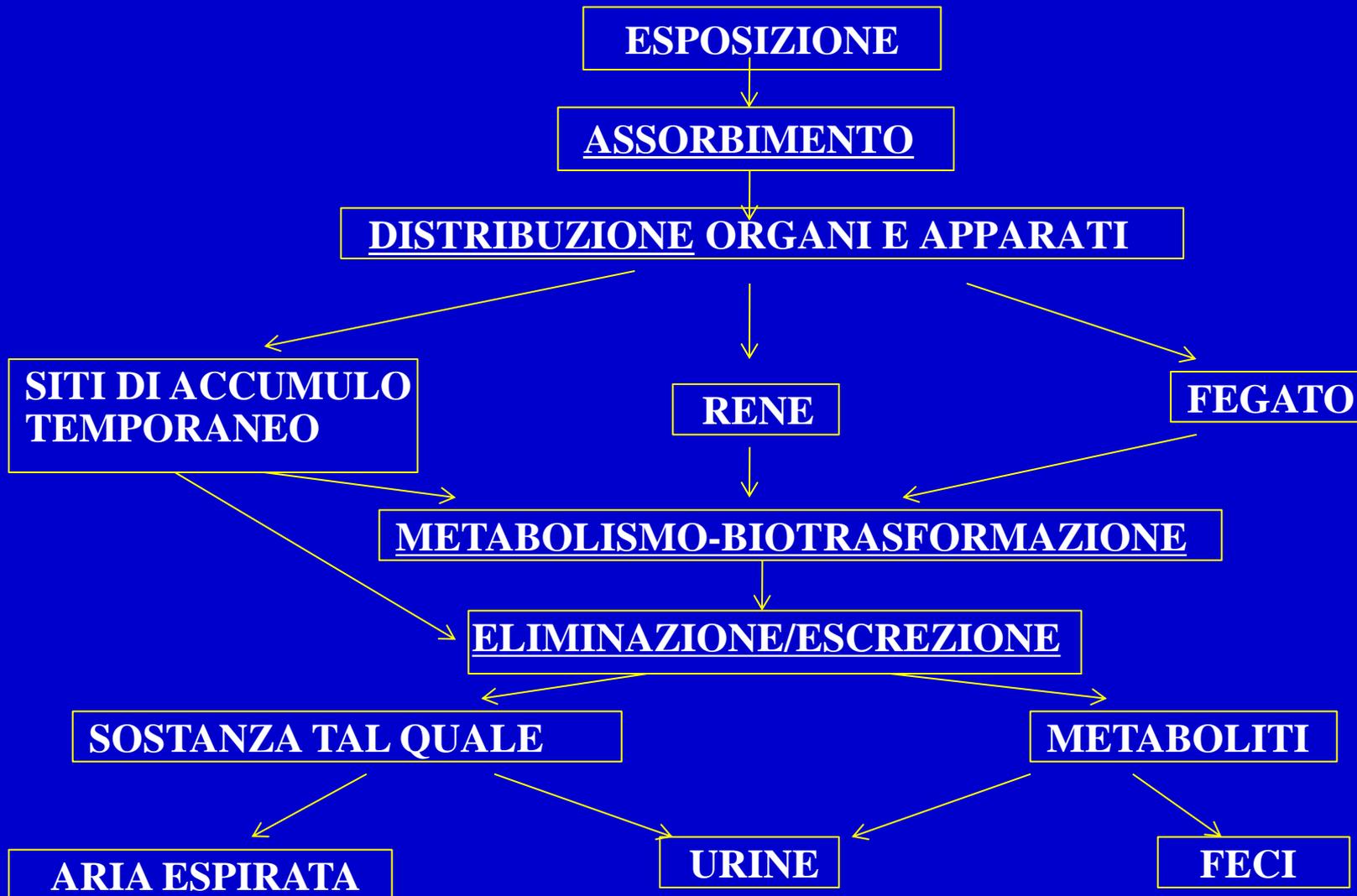
**ALOGENATI**

- a) bromosostituiti (bromuro di metile)
- b) iodiosostituiti (iodoformio e ioduro di metile)
- c) fluorosostituiti (fluoroalcani o freon e fluoroalcheni)
- d) clorurati (cloruro di metile e di etile, cloruro di metilene, cloroformio, tetraclorometano, monocloroetano, dicloroetano, tricloroetano, tetracloroetano, cloruro di vinile monomero o CVM, dicloroetilene, tricloroetilene, tetracloroetilene)

# SOLVENTI: classificazione (2)

- **ALCOLI** (metilico, etilico, isopropilico, isobutilico)
- **CHETONI** (acetone, metiletilchetone, metilisobutilchetone)
- **ESTERI** (acetati, lattati, ftalati, dimetilsolfati)
- **ALDEIDI** (formaldeide, glutaraldeide, acetaldeide)
- **ETERI** (etere etilico)
- **GLICOLI E DERIVATI** (glicole etilenico, glicole propilenico o propilenglicole, diossano)
- **SOLFORATI E AZOTATI** (disolfuro di carbonio)

# SOLVENTI: tossicocinetica



# SOLVENTI: tossicocinetica

Ognuno dei diversi passaggi è modulato da numerosi fattori, sia **AMBIENTALI** che **BIOLOGICI** (questi ultimi peculiari del soggetto).

Questi fattori sono in grado di condizionare significativamente sia la **dose assunta** che gli **effetti lesivi**.



# SOLVENTI: tossicodinamica

Gli effetti tossicologici dei solventi dipendono dalla **dose assunta**, calcolata come concentrazione ambientale dei solventi per la durata dell'esposizione:

- **EFFETTI ACUTI** (esposizioni brevi e massive): in genere riconducibili all'effetto del composto tal quale;
- **EFFETTI CRONICI** (esposizioni protratte nel tempo a basse concentrazioni): generalmente riferibili all'azione dei metaboliti derivanti dai processi di biotrasformazione.

# SOLVENTI: tossicodinamica

Gli effetti lesivi esplicati dai solventi possono manifestarsi in siti differenti in funzione delle loro **caratteristiche tossicocinetiche**.

Manifestazioni patologiche possono aversi :

- nel sito di **assorbimento** (ad es. l'albero respiratorio per esposizione inalatoria);
- nei siti di **distribuzione** (per accumulo differenziato nei tessuti ricchi di lipidi, ad es. SNC e midollo osseo);
- nei siti di **biotrasformazione** (frequentemente a carico del fegato);
- nei siti di **escrezione** (spesso a carico dell'emuntorio renale).

# SOLVENTI:

## esposizione professionale

SETTORI LAVORATIVI	MATERIALI IMPIEGATI	SOLVENTI UTILIZZATI
Metalmeccanico	Sgrassanti, vernici	Idrocarburi, clorurati, esteri, chetoni, alcoli, glicoloeteri
Legno	Vernici, tinteggianti	Idrocarburi, esteri, chetoni, alcoli, glicoloeteri
Calzature	Collanti	Idrocarburi, chetoni, esteri, clorurati
Plastica	Distaccanti, inchiostri	Clorurati e fluorurati, idrocarburi, alcoli
Plastici Rinforzati	Resine, diluenti	Stirene, chetoni, clorurati
Gomma	Soluzionanti	N-eptano, clorurati
Grafica	Inchiostri	Esteri, chetoni, alcoli, idrocarburi
Farmaceutica	Solventi per estrazioni	Clorurati, chetoni, alcoli, idrocarburi
Fonderia	Lubrificanti grafitati	alcoli

# SOLVENTI:

## monitoraggio ambientale

è la misura diretta della concentrazione del solvente nell'ambiente di lavoro.

In Italia il principale riferimento per la sua valutazione è rappresentato dai valori limite di soglia:

- **TLV (threshold limit value):** per singolo solvente (C/T);
- **TLV-miscela:** nel caso di più solventi che agiscono sullo stesso organo bersaglio:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_N}{T_N} < 1$$

C: concentrazione del solvente in aria  
T: limite di riferimento

# SOLVENTI:

## monitoraggio biologico

è uno strumento di misura dell'esposizione sistemica attraverso la valutazione della dose assorbita dal soggetto

è la misura in un fluido biologico:

- della sostanza
- dei suoi metaboliti
- degli effetti biologici precoci e reversibili

fondamentale la scelta dell'indicatore e il momento del prelievo del campione

è valutata in relazione ai valori limite di soglia biologici (BEI, biological exposure index)

i valori di BEI non sono disponibili per tutti i composti chimici

**BENZENE**

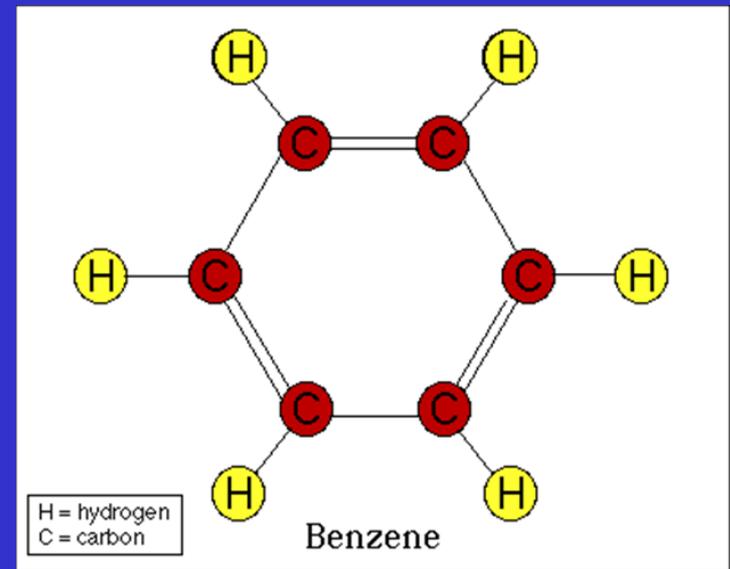
# BENZENE

- **Caratteristiche**
- **Esposizione professionale**
- **Esposizione extra-professionale**
- **Tossicocinetica**
- **Effetti sulla salute**
- **Monitoraggio biologico**
- **Valori limite di esposizione**
- **Sorveglianza sanitaria**

# BENZENE: caratteristiche

è il capostipite degli **idrocarburi aromatici** ( $C_6H_6$ )

- liquido, incolore, altamente infiammabile
- odore pungente e dolciastro
- estremamente volatile a temperatura ambiente
- poco solubile in acqua, molto solubile nei solventi organici
- altamente lipofilo



# BENZENE: caratteristiche

E' classificato come **SOSTANZA CANCEROGENA** per l'uomo:

- **I.A.R.C.** (International Agency for Research on Cancer): gruppo 1 (Cancerogeno accertato per l'uomo: vi è sufficiente evidenza di cancerogenicità nell'uomo in studi epidemiologici adeguati);
- **A.C.G.I.H.** (American Conference of Governmental Industrial Hygienists): classe A1 (cancerogeno riconosciuto per l'uomo. L'agente è risultato cancerogeno per l'uomo sulla base dei risultati di studi epidemiologici o di evidenza clinica convincente in esposti umani).

# BENZENE:

## esposizione professionale

- ✓ Raffinerie di petrolio
- ✓ Impianti petrolchimici
- ✓ Cockerie
- ✓ Distributori di carburante (1-5 % nelle benzine)
- ✓ Sintesi di benzene e altri solventi
- ✓ Industria del cuoio e calzaturiera
- ✓ Laboratori chimici e biologici
- ✓ Industria di produzione di vernici, colle e gomma

### Negli ultimi 10 anni

interventi tecnici ed organizzativi sugli impianti industriali hanno permesso una **riduzione dell'esposizione occupazionale**

# **BENZENE:** **esposizione extra-professionale**



**discariche di rifiuti pericolosi**



**fumo di sigaretta**



**stabilimenti industriali**



**inquinamento da traffico veicolare**

# BENZENE:

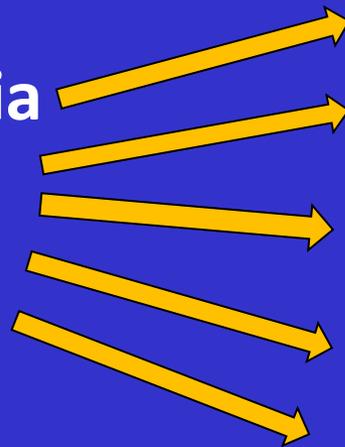
## tossicocinetica

### ASSORBIMENTO:

- prevalentemente per **via inalatoria**
- ma è anche ben assorbito per **via percutanea**

### DISTRIBUZIONE:

a causa della sua lipofilia  
si accumula a livello di



TESSUTO ADIPOSO

MIDOLLO OSSEO

RENE

FEGATO

SANGUE

# BENZENE: tossicocinetica

## METABOLISMO:

prevalentemente **epatico** ad opera del sistema delle ossidasi a funzione mista (citocromo P-450)

## ELIMINAZIONE:

- dopo inalazione viene, in parte (per circa il 50%), eliminato immodificato nell'**aria espirata**
- viene inoltre eliminato sottoforma dei seguenti

### **metaboliti urinari:**

acido trans, trans-muconico (t,t-MA)

acido S-fenilmercapturico (SPMA)

fenolo

metaboliti fenolici

# BENZENE: effetti sulla salute

le manifestazioni patologiche variano a seconda della **dose**  
e del **tempo** di esposizione

ESPOSIZIONE ACUTA: poche ore a >50-150ppm  
(160-500 mg/m<sup>3</sup>)



effetti depressivi a carico del  
**Sistema Nervoso Centrale**

cefalea  
astenia  
sonnolenza

effetti irritativi a carico di  
**cute**

**mucosa oculare**  
**mucosa respiratoria**

# BENZENE: effetti sulla salute

ESPOSIZIONE CRONICA: effetti **ematotossici**



**REVERSIBILI 10-20 ppm**  
**(30-60mg/m<sup>3</sup>):**

- eritrocitopenia
- leucopenia  
(linfocitopenia)

**IRREVERSIBILI > 20 ppm**  
**(> 60mg/m<sup>3</sup>) per almeno 6**  
**anni:**

- anemia aplastica
- leucemia mieloide acuta

# BENZENE:

## monitoraggio biologico

Dosaggio **urinario** a fine turno:

- **acido t,t-muconico (t,t-MA)**: a bassi livelli di esposizione, la dieta (acido sorbico) può influenzarne la determinazione;
- **acido S-fenilmercapturico (SPMA)**: non è condizionato da fattori dietetici e correla bene con i livelli ematici di benzene.

# BENZENE: valori limite di esposizione

## ACGIH 2012:

- TLV-TWA 1.6 mg/m<sup>3</sup>
- TLV-STEEL 8 mg/m<sup>3</sup>

Ai valori limite attuali il rischio di effetti sulla salute è basso

# BENZENE: sorveglianza sanitaria (D.Lgs. 81/2008)

## Visita medica preventiva

- visita medica
- es. emocromocitometrico
- es. funzionalità renale
- es. funzionalità epatica

# BENZENE: sorveglianza sanitaria (D.Lgs. 81/2008)

Visita medica periodica con periodicità annuale:

es. emocromocitometrico

es. funzionalità renale

es. funzionalità epatica

**In casi selezionati:**

- visita neurologica con test psicometrici
- visita dermatologica

# **BENZENE: sorveglianza sanitaria (D.Lgs. 81/2008)**

**visita medica su richiesta del lavoratore:  
qualora il Medico Competente ne confermi  
l'opportunità**

# BENZENE: sorveglianza sanitaria (D.Lgs. 81/2008)

I lavoratori esposti a benzene:

- vanno iscritti nel **registro di esposizione** (art. 243) dove devono essere riportati:
  - attività svolta;
  - valore dell'esposizione, se noto.
- alla **cessazione del rapporto di lavoro** il Datore di lavoro, tramite il Medico Competente, consegna all'INAIL la cartella sanitaria e di rischio del singolo lavoratore.