

**Corso: Formaldeide nel settore del legno e dell'arredo  
Bolzano - 17.11.2010**

# **FORMALDEIDE**

## **Gli effetti sulla salute**

**Dott.ssa Angela Merseburger  
Azienda Sanitaria dell'Alto Adige  
Comprensorio di Bolzano  
Servizio Aziendale di Medicina del Lavoro  
Sezione Ispettorato Medico del Lavoro**

# FORMALDEIDE: CARATTERISTICHE

- **Composto organico appartenente alla famiglia delle aldeidi e dei composti organici volatili (VOCS).**
- **A temperatura ambiente è un gas incolore e dall'odore acre e pungente**
- **Molto solubile in acqua, estremamente reattiva**
- **Largo utilizzo nelle produzioni più varie:**  
resine sintetiche usate come collanti o leganti nella fabbricazione di pannelli e mobili di truciolato e compensato, conservanti, isolanti, disinfettanti e deodoranti, detergenti, cosmetici, tessuti
- **Impiego diffuso e presenza nelle abitazioni di materiali e manufatti che contengono formaldeide libera o che sono stati prodotti utilizzando tale sostanza**

# SORGENTI DI ESPOSIZIONE NON OCCUPAZIONALI

- Adesivi, vernici, impregnanti, resine
- Prodotti per l'igiene e la manutenzione della casa, insetticidi, antitarne, tarlicidi, prodotti per il bricolage
- Evaporazione di derivati del petrolio (benzine)
- Processi di combustione
- Fumo di sigaretta
- **Numerosi materiali da costruzione, per finitura e per arredamento:** pannelli di legno compositi, truciolari, carte, tessuti sintetici, moquettes, rivestimenti plastici, isolanti, schiume poliuretatiche e altri

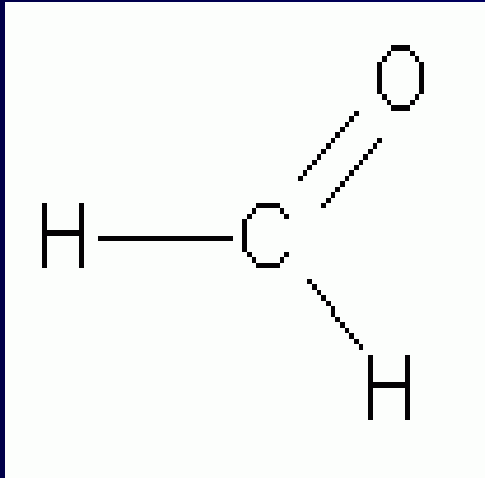
# FORMALDEIDE: AMBIENTE INDOOR

- ❑ Costituisce il composto organico volatile (VOC) più diffuso e più noto
- ❑ Indicata spesso come la principale causa di una “scadente o cattiva qualità dell’aria indoor”
- ❑ Taluni autori imputano alla presenza di formaldeide le manifestazioni tipiche della sindrome dell’edificio malato (Sick Building Syndrome)
- ❑ Influenza del microclima: L’incremento di temperatura aumenta il rilascio di formaldeide dai manufatti in truciolare e quindi la concentrazione ambientale

# TOSSICOCINETICA

- ❑ **Esposizione soprattutto per via respiratoria**  
(93% viene assorbita dal tratto respiratorio superiore)
  - 40% espirata come CO<sub>2</sub> entro 70 ore
  - 17% escreta con le urine
  - 5% escreta con le feci
  - 35-39% rimane nella carcassa
  
- ❑ **La quota ingerita con la dieta è assorbita in modo del tutto trascurabile**
  
- ❑ **Trascurabile è anche l'assorbimento percutaneo**  
(Assorbimento dermico di soluzioni acquose)  
La formalina ha un elevato grado di penetrazione nei tessuti (ca. 0.8 mm/h)

# TOSSICOCINETICA



- Data la sua **elevata solubilità** si deposita e reagisce a livello delle prime vie aeree
- Come **sostanza elettrofila** può formare legami covalenti irreversibili con le macromolecole

# MONITORAGGIO AMBIENTALE

## esposizione respiratoria

- **Dosimetria individuale o campionamento personale**
  - Campionamento attivo o passivo
  - Tempo di campionamento in dipendenza dell'obiettivo del campionamento
  - Campionamenti sequenziali (VL ceiling)
- **Campionamento ambientale**
  - Individuazione delle fonti di emissione

# MONITORAGGIO BIOLOGICO prospettiva?

- **Dosaggio degli addotti della formaldeide con albumina serica come indicatore di esposizione**

(Pala e al. - *Cancer Detection and Prevention* 32 - 2008, pp. 121-126)

**Significativo incremento dell'indicatore nei soggetti ai più alti livelli di esposizione (>0,026 mg/mc)**



# EFFETTI SULLA SALUTE

- **EFFETTI TOSSICI SULL'UOMO**  
di tipo irritativo e sensibilizzante
- **EFFETTI CANCEROGENI SULL'UOMO !?**
- **Attività citotossica, mutagena e genotossica**

# FORMALDEIDE: HCHO

## Fattore di conversione

### Sostanze volatili:

parti di vapore per milioni di parti di aria (ppm)

$$\text{ppm} = C (\text{mg}/\text{m}^3) / \text{PM} \times 24.45$$

$$1 \text{ ppm} = 1,23 \text{ mg}/\text{mc}$$

$$0,1 \text{ ppm} = 123 \text{ ug}/\text{mc}$$

$$1 \text{ mg}/\text{mc} = 0,83 \text{ ppm}$$

$$0,1 \text{ mg}/\text{mc} (100 \text{ ug}/\text{mc}) = 0,083 \text{ ppm}$$

# EFFETTI IRRITATIVI

**Elevata capacità irritante** per gli occhi, le mucose respiratorie, la cute

L'esposizione a formaldeide causa irritazione a carico delle mucose congiuntivali e del tratto respiratorio, sia a **breve** che a **lungo** termine

I suoi effetti dipendono principalmente da tre fattori:

- il livello di concentrazione aerodispersa
- il tempo di esposizione
- la suscettibilità individuale

# EFFETTI IRRITATIVI

Gli **effetti irritanti** (e la loro gravità) sono **dose-dipendenti**: quanto **più elevate** sono le **concentrazioni** a cui la sostanza viene utilizzata e le concentrazioni della sostanza nell'aria dell'ambiente di lavoro (cioè l'esposizione), tanto **più elevata** è la **probabilità** che gli utilizzatori sviluppino **reazioni irritative** rispettivamente a carico della cute o delle vie respiratorie

La **reazione irritativa** è un **effetto** generalmente **collettivo** (coinvolge cioè la maggior parte degli esposti)

# EFFETTI IRRITATIVI

## Per esposizione di breve durata

La **relazione dose-risposta** tra esposizione a formaldeide e la comparsa di irritazione a occhi, naso e gola è stata stabilita sulla base dei dati di studi controllati

- ❑ Per concentrazioni **< 0,5 ppm (0,61 mg/mc)** non compaiono generalmente effetti (sintomi rari)
- ❑ A concentrazioni tra **0,5 - 2 ppm (0,61 - 2,46 mg/mc)** si situa la soglia olfattiva e compaiono sintomi e segni di irritazione oculare e nasofaringea

# EFFETTI IRRITATIVI

**Al crescere delle concentrazioni in ambiente si manifesta irritazione delle vie aeree superiori e inferiori**

- ❑ Per concentrazioni **>5 ppm (6,15 mg/mc)** intensa irritazione della mucosa nasale, lacrimazione, irritazione delle vie aeree inferiori con tosse e dispnea
- ❑ A concentrazioni **>50 ppm (61,5 mg/mc)** severi danni a carico delle vie respiratorie : insorgono polmoniti, fino all'edema polmonare e alla morte

# EFFETTI IRRITATIVI

- ❑ Per concentrazioni **< 0,75 ppm (0,92 mg/mc)** la frequenza di irritazione nei lavoratori esposti a formaldeide era circa la stessa di quella osservata nei soggetti non esposti
- ❑ Tra **0,75 - 3 ppm (0,92 - 3,7 mg/mc)** la proporzione di lavoratori che può accusare una moderata irritazione a occhi, naso e gola attribuita alla formaldeide è tra **1,6 - 14,9%**

# EFFETTI della FORMALDEIDE a diversi livelli di concentrazione

Effetti	Formaldeide mg/ mc
Soglia per la percezione degli odori	0,06 - 0,16
Soglia per l'irritazione degli occhi	0,1 - 1,9
Soglia per l'irritazione della gola	0,1 - 3,1
Sensazione pungente agli occhi e al naso	2,5 - 3,7
Lacrimazione, marcata irritazione vie aeree s.	5,0 - 6,2
Lacrimazione forte che perdura per un'ora	12 - 25
Polmonite, edema polmonare, pericolo di morte	37 - 60
Morte	60 - 125



# EFFETTI IRRITATIVI CRONICI

Per esposizione cronica i sintomi più frequenti sono:

- ❑ Irritazione oculare, cutanea e del cavo orale
- ❑ Tosse, cefalea, sonnolenza, astenia, riduzione della memoria
- ❑ Riduzione delle prove di funzionalità respiratoria e alterazioni epatiche

# EFFETTI dovuti all'esposizione SUBACUTA / SUBCRONICA

- ❑ Tra lavoratori esposti a **1 - 2 ppm (1,23 - 2,46 mg/mc)** di formaldeide in cabina, singoli casi di reazione asmatica in soggetti con noti problemi respiratori
- ❑ Studi su soggetti sani e asmatici esposti a **2 - 3 ppm** non hanno osservato significative variazioni della funzionalità respiratoria, reattività bronchiale o broncocostrizione
- ❑ In ambiente di lavoro alcuni studi riportano un decremento in alcuni parametri della F.R. in alcuni lavoratori esposti a concentrazioni di formaldeide **> 2 ppm**
- ❑ In tutti i casi la sospensione dell'esposizione porta alla risoluzione dei sintomi

# EFFETTI IRRITATIVI CRONICI

Gli studi finora disponibili sugli **effetti cronici dell'esposizione in ambienti residenziali**, come ad esempio abitazioni o scuole, sono ancora di difficile interpretazione, sebbene alcuni studi su persone residenti in abitazioni isolate con resina urea-formaldeide abbiano mostrato **leggere alterazioni della mucosa nasale**

# EFFETTI COGNITIVI

Gli effetti della formaldeide sul Sistema Nervoso Centrale e sul comportamento cognitivo dei lavoratori esposti non sono stati oggetto di sufficienti ricerche.

Quelle pubblicate non sono conclusive.

# EFFETTI ALLERGIZZANTI

La formaldeide è un potente agente sensibilizzante per la cute e le mucose respiratorie

L'**allergia** è tendenzialmente un **fenomeno individuale** (colpisce singoli individui)

La **probabilità** di sviluppare una **sensibilizzazione** è tanto **più elevata** quanto **più elevata** è l'**esposizione**

Lo **scatenamento dei sintomi nei soggetti sensibilizzati** si verifica invece anche **per esposizione a dosi molto basse** e **per tempi brevi**

# EFFETTI ALLERGIZZANTI

- ❑ **DERMATITE ALLERGICA DA CONTATTO = DAC**
- ❑ **OCULO-RINITE, ASMA ALLERGICO**
- ❑ Un meccanismo d'irritazione aspecifico può essere all'origine di alcune forme di broncospasmo, che a concentrazioni **> 50 ppm** esitano in RADS (**Sindrome disfunzionale reattiva delle vie aeree**)

# DERMATITE DA CONTATTO

- ❑ La formaldeide ha proprietà **irritanti** e può indurre **sensibilizzazione** cutanea
- ❑ Nella popolazione generale l'esposizione cutanea a concentrazioni di formaldeide in soluzione, nell'ordine del 1-2 % (10-20 g/litro), è in grado di causare irritazione cutanea
- ❑ Nei soggetti sensibilizzati la DC può comparire con esposizioni a concentrazioni di formaldeide di 0,003 % (30 mg/litro)

# DERMATITE DA CONTATTO

- ❑ La formaldeide è tra gli allergeni da contatto più ubiquitari
- ❑ La prevalenza della sensibilizzazione cutanea a formaldeide tra la popolazione sospetta per dermatite allergica testata con i tests epicutanei, è allo studio in vari paesi
- ❑ **Studio danese multicentrico, 1989: 3,6%**  
**Studio nordamericano NACDG, 2001-2002: 8,4%**  
**Studio tedesco, 1998: DC professionali 18% del totale, lavoratori della sanità tra i più colpiti**



# ASMA PROFESSIONALE

- ❑ La prima descrizione di asma professionale da formaldeide è stata fatta nel 1939 relativa a un operaio di fiammiferi
- ❑ Successivamente sono stati pubblicati numerosi casi di asma professionale documentati con tests di provocazione bronchiale specifica
- ❑ Riguardano principalmente: i lavoratori dell'industria del legno, delle materie plastiche, dell'industria tessile, della stampa e i lavoratori della sanità
- ❑ In Finlandia su 5591 casi di asma professionale registrati tra il 1986 e il 2002, 101 (1,8%) erano attribuiti alla formaldeide

# RINITE PROFESSIONALE

- ❑ L'esposizione **protratta a basse dosi (1 ppm pari a 1,23 mg/mc)** può provocare nell'uomo lesioni mucose nasali di carattere infiammatorio
- ❑ Esistono pochi dati relativi la rinite professionale da formaldeide
- ❑ La maggior parte dei pazienti che soffre di asma è affetto anche da rinite
- ❑ Rappresenta il 4-6 % della totalità dei casi

Esistono **condizioni predisponenti** allo sviluppo di patologie allergiche/ irritative, quali:

- ❑ la preesistenza di una **patologia cutanea o respiratoria** può costituire una condizione favorente la comparsa di una allergopatia cutanea o respiratoria o di sintomi di tipo irritativo
- ❑ i soggetti **atopici** (che hanno cioè un eczema atopico o rinite/ asma allergici da sensibilizzazione ad allergeni comuni tipo acari, pollini o derivati epiteliali)

**I soggetti asmatici, gli anziani e i bambini risultano essere sicuramente le categorie più suscettibili**

# ASMA NEI BAMBINI

- L'esposizione a dosi anche **< 0,123 mg/mc (0,1 ppm)** aumenta il rischio di asma e atopia infantile
- I bambini esposti a livelli di formaldeide di **0,06 mg/mc** hanno il **39%** di rischio in più di avere asma rispetto ai bambini esposti a livelli **<0,01 mg/mc**

Clarisse B., Laurent A.M., Seta N., Le Muollec Y., El Hasnaoui A., Momas I.:  
Indoor aldehydes: measurement of contamination levels and identification of  
their determinants in Paris dwellings. Environ. Res. Jul; 92(3), 245-53 (2003)

Rumchev KB, Spickett JT, Bulsara MK et al.: Domestic exposure to formaldehyde  
significantly increases the risk of asthma in young children. Eur. Respir. J. Aug;  
20(2), 403-8 (2002)

# ASMA NEI BAMBINI

- ❑ Nel 2010 è stata condotta una revisione sistematica della letteratura riguardante l'associazione tra asma nei bambini ed esposizione alla formaldeide
- ❑ I risultati di questa metanalisi suggeriscono un'**associazione positiva tra l'esposizione a formaldeide e l'asma infantile**
- ❑ I soggetti con i maggiori livelli di esposizione (**0,08 mg/mc**) hanno da 3 a 5 volte maggiori probabilità di sviluppare asma
- ❑ Sono necessari ulteriori studi epidemiologici di tipo prospettico

# CLASSIFICAZIONE di CANCEROGENICITA'

Ente	Classificazione	Note
<b>ACGIH</b> <i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>	<b>A2</b>	Sospetto cancerogeno per l'uomo
<b>US-EPA</b> <i>Environmental Protection Agency USA</i>	<b>B1</b>	Probabile cancerogeno per l'uomo
<b>NIOSH</b> <i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>		Potenziabile cancerogeno
<b>OSHA</b> <i>Occupational Safety and Health Administration</i>		Cancerogeno

# CLASSIFICAZIONE di CANCEROGENICITA'

Ente	Classificazione	Note
<b>IARC</b> <i>International Agency for Research on Cancer</i>	1	Cancerogeno certo per l'uomo
<b>CCTN</b> <i>Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale</i>	2	Sostanza che dovrebbe considerarsi cancerogena per l'uomo
<b>CEE</b> <i>Comunità europea</i>	3	Possibili effetti cancerogeni - prove insufficienti
<b>NTP</b> <i>National Toxicology Program</i>	<i>"reasonably anticipated to be a human carcinogen"</i>	Sostanza ragionevolmente considerata come cancerogena per l'uomo

# EFFETTI CANCEROGENI

La cancerogenicità della formaldeide è stata rivalutata dalla IARC nel 2006 alla luce dell'aggiornamento di alcuni studi

## TUMORE DEL RINOFARINGE

- La più recente metanalisi (Collins, 1997) osserva un **metaRR aumentato** per il tumore del rinofaringe
- Il gruppo di lavoro ritiene improbabile che i risultati positivi osservati soprattutto nelle coorti americane più grandi siano spiegabili da distorsioni o effetti non riconosciuti di confondimento residuo
- Il gruppo di lavoro conclude che i risultati degli studi sui lavoratori USA, supportati dai risultati positivi di altri studi forniscono **evidenza epidemiologica sufficiente che la formaldeide causi il tumore del rinofaringe nell'uomo**



# EFFETTI CANCEROGENI

## LEUCEMIE

Il gruppo di lavoro conclude che c'è **forte ma non sufficiente evidenza** di una relazione causale tra leucemia ed esposizione a formaldeide

## TUMORI NASO-SINUSALI

Il gruppo di lavoro conclude che c'è solo un' **evidenza epidemiologica limitata** che la formaldeide causi il tumore naso-sinusale nell'uomo

Valutazione conclusiva della IARC: **la formaldeide è cancerogena per l'uomo**

# Classificazione di cancerogenicità da parte della IARC

Nome chimico	Cas	IARC	IARC
Formaldeide	50-0-00	<b>Gruppo 2 A Suppl. 7 1989</b>	<b>Limitata evidenza di cancerogenicità per l'uomo Sufficiente evidenza di cancerogenicità nell'animale</b>
Formaldeide	50-0-00	<b>Gruppo 1 Vol. 88 2006</b>	<b>Sufficiente evidenza nell'uomo Sufficiente evidenza nell'animale</b>

# Classificazione di cancerogenicità da parte della UE

<b>Nome chimico</b>	<b>Cas</b>	<b>UNIONE EUROPEA</b>	<b>Fraasi di rischio Ultimo adeguamento</b>
Formaldeide	50-0-00	<b>Cancerogeno Categoria 3</b>	<b>R 40= Possibilità di effetti irreversibili</b> R 23/24/25= Tossico per inalazione, contatto con la cute e per ingestione R 34= Provoca ustioni R 43= Può provocare sensibilizzazione per contatto con la cute

L'Istituto Superiore di Sanità, nella scheda della sostanza pubblicata sul suo sito internet, la classifica: R34 - R43 - R23/24/25 - **R40 (possibilità di effetti cancerogeni - prove insufficienti)**

# VALORI LIMITE PER LA FORMALDEIDE

## limiti di esposizione occupazionale

Valore limite di soglia (TLV)

Livelli permissibili di esposizione (PEL)

Valore limite di esposizione professionale (OEL)

**TWA:** esposizione tempo-ponderata  
8 h/die o 40 h/settimana

**STEL:** esposizione di breve durata (15 min.)

**Ceiling:** esposizione massima tollerabile

**Per la formaldeide non esiste un limite nazionale**

# VALORI LIMITE PER LA FORMALDEIDE

## limiti di esposizione occupazionale

Ente	Limiti di esposizione	Nota
<b>ACGIH</b>	0,3 ppm (0,37 mg/mc)	TLV-Ceiling
<b>OSHA</b>	0,75 ppm (0,92 mg/mc) 2 ppm (2,46 mg/mc)	TWA 8h STEL 15 min.
<b>NIOSH</b>	0,016 ppm (0,02 mg/mc) 0,1 ppm (0,123 mg/mc)	REL-TWA (Recommended Exposure Limit) TLV-Ceiling su 15 min.

**Limite ACGIH:** valore “soglia“, concentrazione che non dovrebbe essere superata neanche per un istante; si limita a considerare gli effetti tossicologici

**Limite NIOSH:** prende in considerazione il rischio cancerogeno

# VALORI LIMITE PER LA FORMALDEIDE

## limiti di esposizione occupazionale

Ente	Limiti di esposizione	Nota
<b>CCTN</b>	0,49 mg/mc	STEL 15 min.
<b>Comunità Europea Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL)</b>	0,2 ppm (0,246 mg/mc)  0,4 ppm (0,49 mg/mc)	OEL-TWA 8h  OEL-STEL

**Lo SCOEL** conclude che, per un OEL che tenga in considerazione il rischio cancerogeno, appare critico lo stimolo alla proliferazione cellulare dovuto all'irritazione delle alte vie respiratorie e propone quindi livelli al di sotto dei quali non è atteso alcun effetto sistemico per la formaldeide

# VALORI GUIDA PER LA FORMALDEIDE

limiti di esposizione per la popolazione generale

Data la presenza ubiquitaria della formaldeide, generalmente considerata un inquinante indoor prioritario a motivo dei suoi effetti tossicologici,

esistono molti **valori di riferimento** o **linee guida** per la sua concentrazione in aria indoor

In generale i valori di riferimento esistenti si situano nell'intervallo **tra 0,03 e 0,123 mg/mc**

# VALORI GUIDA PER LA FORMALDEIDE

limiti di esposizione per la popolazione generale

Attraverso **studi sperimentali o epidemiologici** sull'insorgenza di sintomi irritativi o respiratori, le Agenzie Internazionali hanno individuato dei Valori Limite della concentrazione di formaldeide in aria, tra cui:

- il **LOAEL** (la più bassa concentrazione di formaldeide alla quale si osservano effetti nocivi)
- e il **NOAEL** (la più alta concentrazione di formaldeide alla quale non si osservano effetti nocivi)



# VALORI GUIDA PER LA FORMALDEIDE

limiti di esposizione per la popolazione generale

- Il **LOAEL** associato all'irritazione del naso e della gola dopo esposizione a breve termine (poche ore) è il valore proposto dalle Linee Guida come soglia limite da non superare onde evitare l'irritazione e **garantire la non insorgenza di effetti citotossici** che potrebbero danneggiare l'albero respiratorio
- La definizione dei limiti per l'esposizione cronica della popolazione generale è più problematica: il valore del **NOAEL** suggerito deriva da studi in cui l'irritazione del naso e degli occhi è stata utilizzata come **surrogato di un effetto citotossico**

# VALORI GUIDA PER LA FORMALDEIDE

limiti di esposizione per la popolazione generale

**Circolare n. 57 del 22 giugno 1983 del Ministero della Salute**, recante “Usi della formaldeide: rischi connessi alle possibili modalità di impiego”

in cui è previsto un limite di **0,1 ppm (0,123 mg/mc)** negli ambienti di vita e soggiorno nei quali vengono utilizzati compensati, pannelli truciolati, di conglomerati in sughero

# VALORI GUIDA PER LA FORMALDEIDE

proposta di limiti di riferimento in ambito indoor

Ente	Tipo di valore	Nota
<b>CANADA</b> Linea Guida per la qualità dell'aria ambienti residenziali (2006)	<b>0,123 mg/mc</b> <b>(0,1 ppm)</b> Per periodi di esposizione di 1 ora	<u>Effetto critico:</u> irritazione degli occhi
<b>CANADA</b> Linea Guida per la qualità dell'aria ambienti residenziali (2006)	<b>0,05 mg/mc</b> <b>(0,04 ppm)</b> Per periodi di esposizione di 8 ore	<u>Effetto critico:</u> sintomi respiratori nei bambini

# VALORI GUIDA PER LA FORMALDEIDE

proposta di limiti di riferimento in ambito indoor

Ente	Tipo di valore	Nota
<b>WHO (OMS)</b> <b>Air quality</b> <b>guidelines for</b> <b>Europe</b> <b>(2000)</b>	<b>0,1 mg/mc</b> <b>(0,08 ppm)</b>  Media su 30 minuti	<b>LOAEL</b> “Lowest Observed Adverse Effect Level” <b>Livello più basso di dose che produce</b> <b>effetto tossico</b> Valore guida mediato su 30 minuti

valore al di sotto del quale **non dovrebbero verificarsi fenomeni irritativi a naso e gola**, sebbene le persone di maggiore sensibilità possano avvertire la presenza di formaldeide anche a concentrazioni inferiori

# VALORI GUIDA PER LA FORMALDEIDE

limiti di esposizione per la popolazione generale

## PROGETTO EUROPEO INDEX

Il **progetto INDEX** è stato promosso dall'Unione Europea e coordinato dal Centro di ricerca europea di Ispra, in collaborazione con un comitato di esperti europei.

Scopo principale del progetto è stato quello di definire le priorità per una strategia comunitaria di **prevenzione dai rischi dell'inquinamento dell'aria negli ambienti indoor**.

Sulla base di una revisione critica delle informazioni esistenti a livello mondiale sul rischio associato all'esposizione in ambiente indoor, è stata stilata una prima lista di 5 composti considerati prioritari ai fini di una regolamentazione: **formaldeide**, CO, NOX, benzene e naftalene.

**Per ognuno di questi composti sono state suggerite misure preventive e proposti limiti di esposizione**

# VALORI GUIDA PER LA FORMALDEIDE

proposta di limiti di riferimento in ambito indoor

Ente	Tipo di valore	Nota
<b>Progetto Europeo INDEX</b> <b>Commissione Europea (2005)</b>	<b>0,03 mg/mc</b> <b>(0,025 ppm)</b>  <b>Limite cautelativo</b>	<b>NOAEL</b> "No Observed Adverse Effect Level" "dose senza effetto avverso osservabile"  Livello più alto di dose che non produce effetto tossico, sia per esposizione acuta, che cronica

da considerare come livello entro il quale **non ci si attende nessun effetto, né acuto, né cronico**

# VALORI GUIDA PER LA FORMALDEIDE

limiti di esposizione per la popolazione generale

In ogni caso, tenendo conto della classificazione della formaldeide come cancerogeno umano, è raccomandato di **mantenere i livelli più bassi ragionevolmente raggiungibili**

as low as reasonably achievable

**principio ALARA**

**GRAZIE**  
**PER L'ATTENZIONE**