



6a Conferenza Nazionale Poliuretano Espanso rigido - Obiettivo: Emissioni ZERO

Torino 30 Maggio 2024



Emissioni VOC: valutazione delle schiume poliuretaniche

Filippo Altafini



Cosa sono i VOC?

I Composti Organici Volatili (VOC o COV) sono delle molecole organiche che possono facilmente trovarsi allo stato gassoso, data la loro tendenza ad evaporare anche a temperature normali o, in alcuni casi, basse.

Dlgs 152/2006, art. 268 comma 1 lett. II:

«qualsiasi composto organico che abbia a 293,15K (20°C) una pressione di vapore di 0,01 kPa o superiore»



VOC più comuni e sorgenti indoor

Per i materiali da costruzione elevate concentrazioni sono riscontrabili nei periodi immediatamente successivi alla posa, poi tendono a diminuire nel tempo ad eccezione della formaldeide che presenta rilasci costanti per molti anni

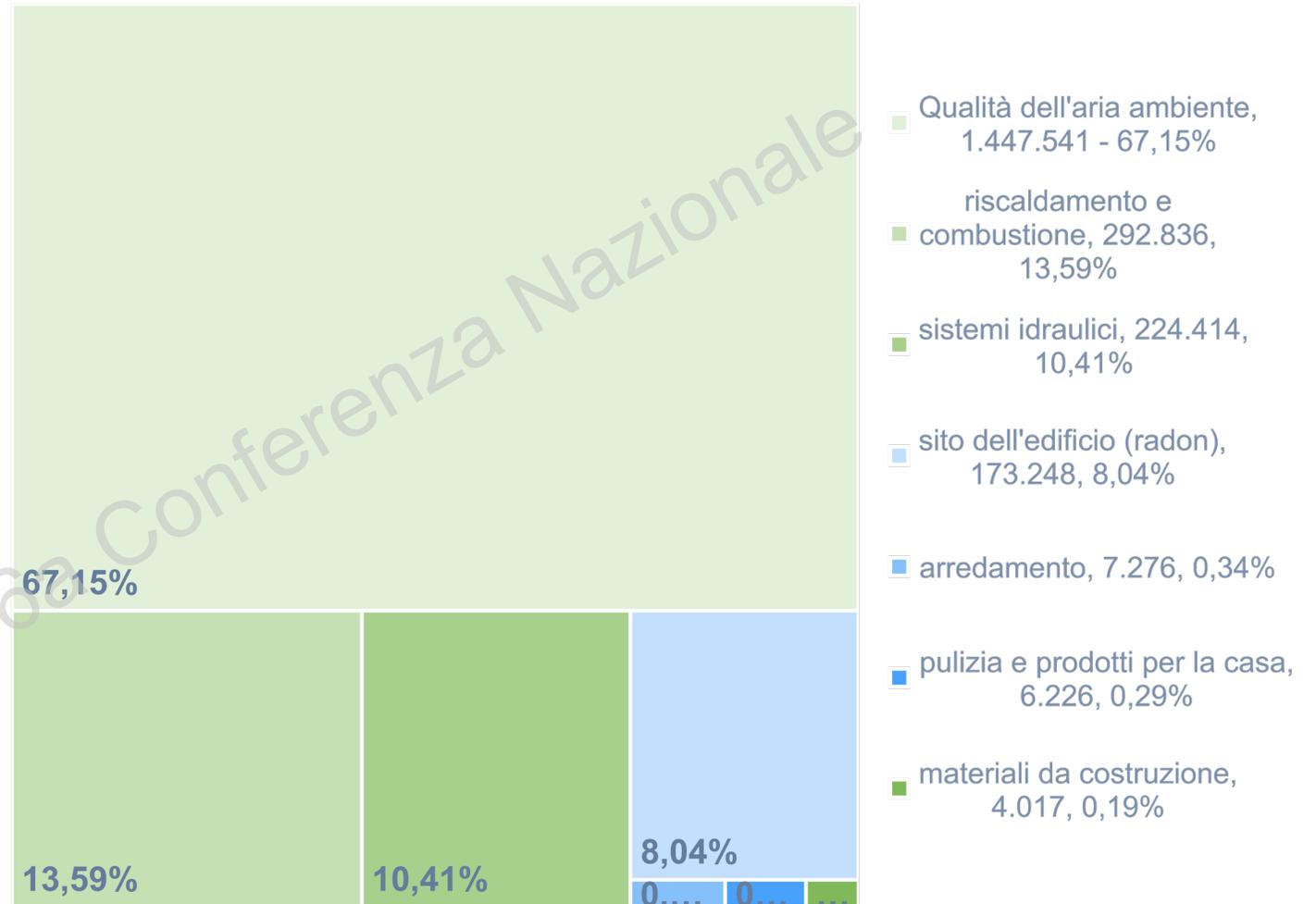
Classi di composti	Principali sostanze	Principale fonte indoor
Idrocarburi alifatici	Propano, butano, esano, limoene	Combustibili, detersivi, propellenti ed aerosol, refrigeranti, basi di profumi, aromatizzanti
Idrocarburi alogenati	Cloroformio, cloruro di metilene, pentaclorofenolo	Propellenti ed aerosol, pesticidi, refrigeranti, sgrassatori
Idrocarburi aromatici	Benzene, toluene, xilene	Vernici, pitture, colle, smalti, lacche, detersivi
Alcoli	Alcool etilico, alcol metilico	Detersivi per finestre, vernici, diluenti, adesivi, cosmetici
Aldeidi	Formaldeide, acetaldeide	Fungicidi, isolanti , germicidi, resine, disinfettanti, arredi a base di truciolato



Patologie associate alla qualità dell'aria negli ambienti chiusi attribuibili alle principali fonti di esposizione

I prodotti da costruzione contribuiscono in maniera ridotta all'inquinamento dell'aria interna, i materiali isolanti inoltre tendenzialmente non sono esposti direttamente all'aria, ma sono rivestiti da altri materiali da costruzione.

Cfr. European Commission, Directorate-General for Health and Consumers, Kephelopoulos, S., Oliveira Fernandes, E., Jantunen, M. et al., *Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ)*, Directorate-General for Health and Consumer Protection, 2011, <https://data.europa.eu/doi/10.2772/61352>



Quadro di riferimento europeo

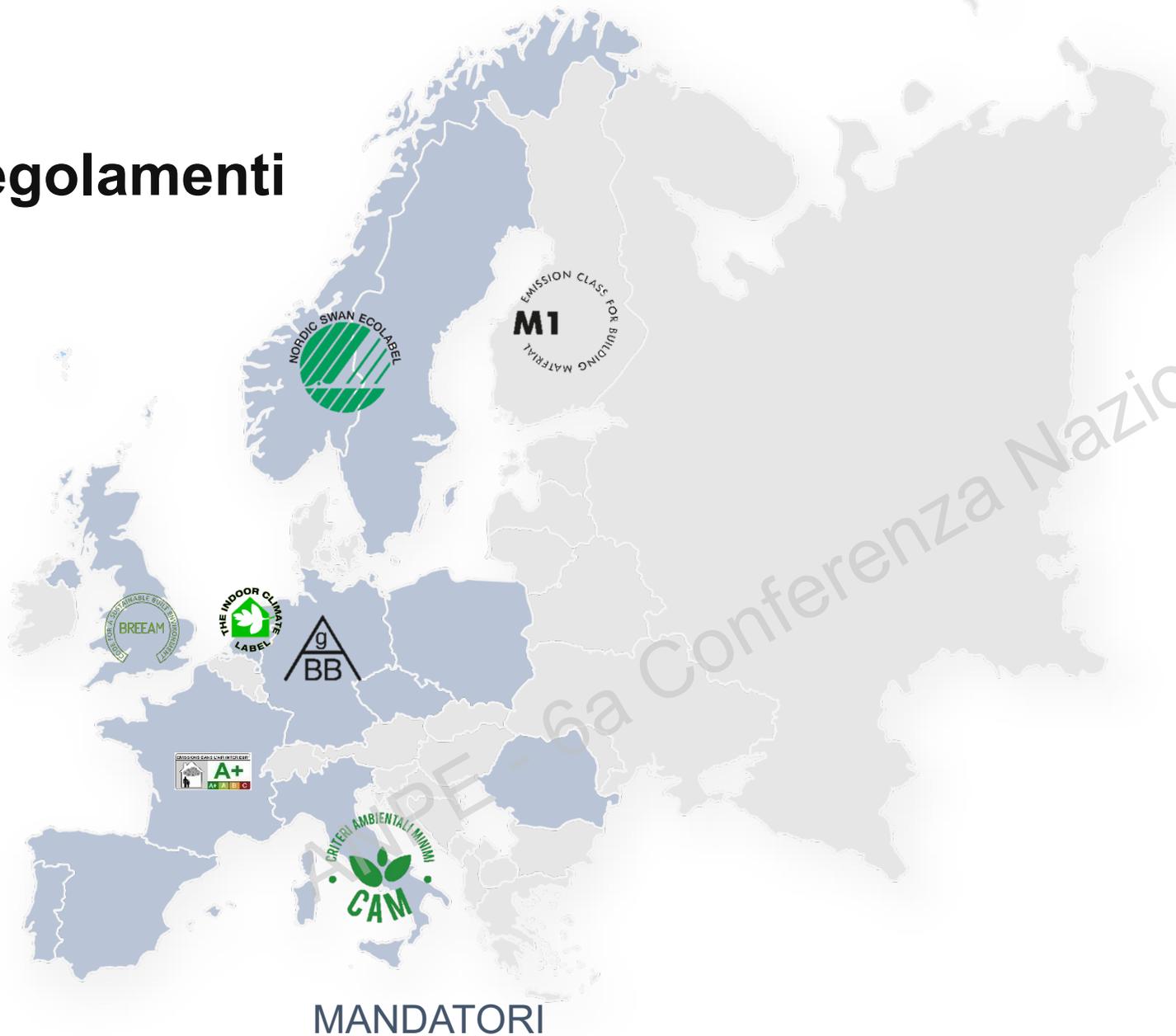
Il regolamento sui materiali da costruzione UE 2011/305 (allegato I) definisce i 7 requisiti di base per i materiali:

- ***3. Igiene, salute e ambiente*** *Le opere di costruzione devono essere concepite e realizzate in modo da non rappresentare, durante il loro intero ciclo di vita, una minaccia per l'igiene o la salute e la sicurezza dei lavoratori, degli occupanti o dei vicini e da non esercitare un impatto eccessivo, per tutto il loro ciclo di vita, sulla qualità dell'ambiente o sul clima, durante la loro costruzione, uso e demolizione, in particolare a causa di uno dei seguenti eventi:*
- ***b) emissione di sostanze pericolose, composti organici volatili (VOC), gas a effetto serra o particolato pericoloso nell'aria interna o esterna;***

Il CEN ha istituito il comitato tecnico **TC351** per sviluppare norme armonizzate



i regolamenti



MANDATORI



VOLONTARI



Normazione europea eterogenea

la Commissione Europea (EGDS) per le sostanze pericolose sta sviluppando un progetto per armonizzare le dichiarazioni sulle emissioni dai prodotti da costruzione

Regolamenti Mandatori, è prevista una conformità per «entrare» nel mercato

Francia	Decreto n.2011-321 del 23.03.2011
Germania	Regolamento AgBB/DIBt
Belgio	Regio Decreto che stabilisce i livelli di soglia per le emissioni nell'ambiente confinato dei prodotti da costruzione destinati a determinati usi, anno 2014
Italia	<p>I CAM EDILIZIA (criterio 2.5.1) fissano limiti di emissione per materiali da costruzione a contatto con l'ambiente confinato:</p> <ul style="list-style-type: none">a. pitture e vernici per interni;b. pavimentazioni (sono escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi, qualora non abbiano subito una lavorazione post cottura con applicazioni di vernici, resine o altre sostanze di natura organica), incluso le resine liquide;c. adesivi e sigillanti;d. rivestimenti interni (escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi);e. pannelli di finitura interni (comprensivi di eventuali isolanti a vista);f. controsoffitti;g. schermi al vapore sintetici per la protezione interna del pacchetto di isolamento. <p>L'applicazione dei CAM è obbligatoria per tutti gli appalti pubblici</p>



I diversi obiettivi delle misure

Emissioni

[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

VOC emesse in ambiente da un prodotto/articolo

Cura dell'essere umano,
prevenzione

Contenuto

[g/L]

Riportato nelle Schede di sicurezza delle sostanze

Rispetto dell'ambiente,
Limiti per prevenire smog
e ozono





Metodi di prova

Stabiliti da norme internazionali EN ISO 16000 che prevedono l'impiego di camere e di emissione e tecniche di analisi cromatografica, in totale sono 44 le parti che compongono la norma.

Lo standard ISO è attualmente già utilizzato in diversi stati europei tra cui Germania, Francia, Finlandia.

ISO 16000 – indoor air	
16000-1	Aspetti generali del campionamento
16000-2	Strategia di campionamento della formaldeide
16000-5	Strategia di campionamento per i composti organici volatili (VOC)
16000-6	Determinazione dei composti organici volatili nell'aria interna e della sala di prova mediante campionamento attivo su gascromatografia utilizzando Tenax TA sorbent, desorbimento termico e MS o MS-FID
<u>16000-9</u>	<u>Determinazione dell'emissione di composti organici volatili da prodotti da costruzione e pavimenti - Metodo della camera di prova delle emissioni</u>
16000-11	Determinazione dell'emissione di composti organici volatili da prodotti da costruzione e pavimenti - Campionamento, conservazione dei campioni e preparazione dei campioni di prova



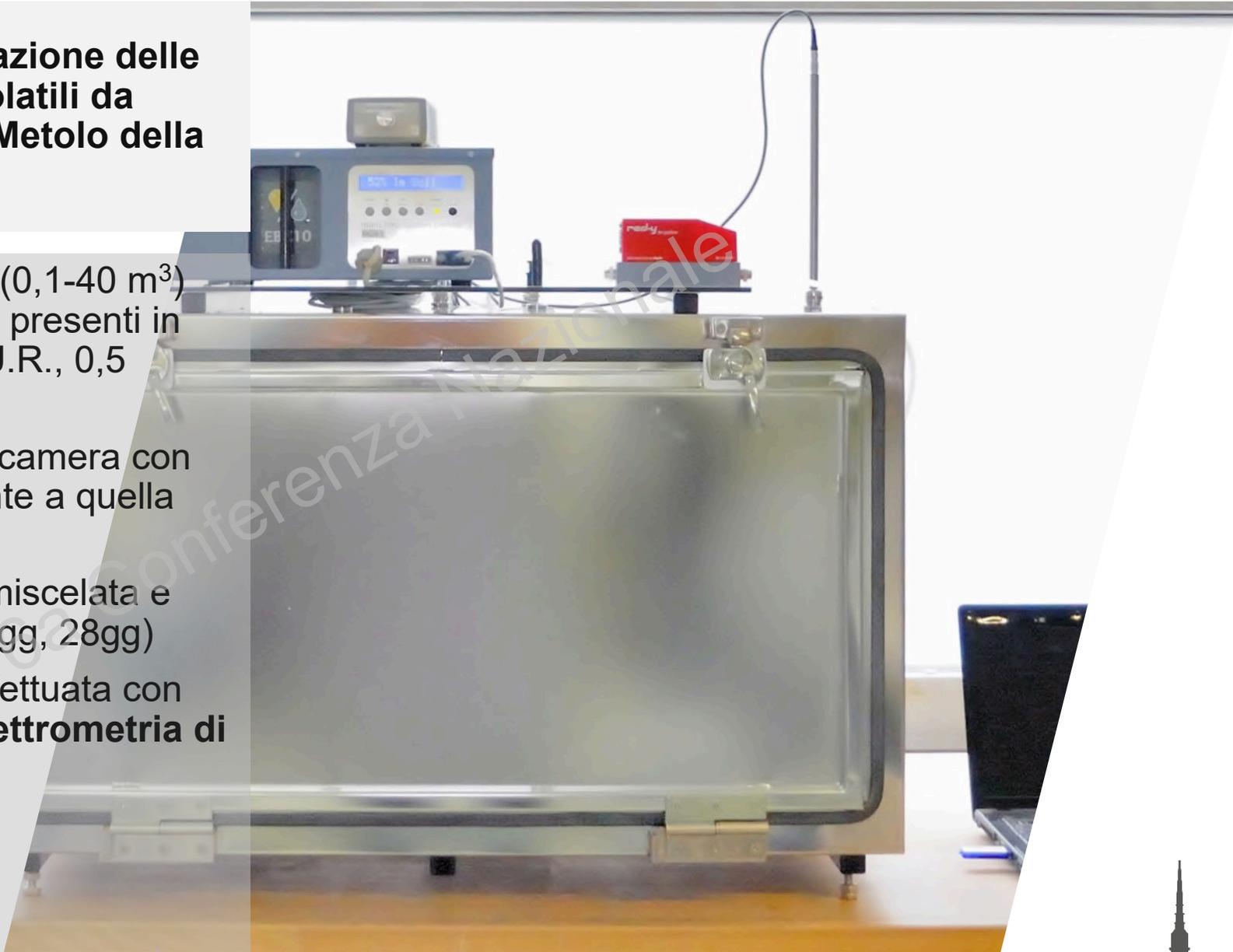
EN ISO 16000-9 (2006) «Determinazione delle emissioni di composti organici volatili da prodotti da costruzione e arredo-Metolo della camera di emissione

Camera vuota con volume variabile (0,1-40 m³) con condizioni interne simili a quelle presenti in ambienti di vita indoor (23°C, 50% U.R., 0,5 ricambi d'aria/ora).

Il campione è posto all'interno della camera con una superficie esposta corrispondente a quella della situazione reale da simulare.

L'aria interna viene continuamente miscelata e campionata a intervalli prestabiliti (3gg, 28gg)

L'analisi qualitativa e quantitativa effettuata con **gascromatografo** e rivelatore a **spettrometria di massa**



CEN/TC 351/WG2

Il gruppo di lavoro WG2 istituito all'interno del comitato tecnico CEN/TC 351 lavora alla definizione di un nuovo metodo basato sulla esistente ISO 16000.

Ad oggi ha pubblicato la specifica tecnica **UNI CEN/TS 16516** (2013) «Prodotti da costruzione – Valutazione del rilascio di sostanze pericolose- determinazione delle emissioni in ambiente interno»

Nello specifico si prevede un metodo orizzontale per la determinazione delle emissioni basato sempre sull'utilizzo della camera di prova per uniformare e standardizzare le metodologie di test a livello europeo.



Le proposte europee di valutazione e classificazione in base alle emissioni

Table 2. Evaluation classes and limit value requirements according to the European Commission proposal for harmonised emission classes (04/2021).

Essential characteristics for health assessment				
Class	Limit value requirements			
	VOC 0	VOC 1	VOC 2 / NPD	
Sum of EU-LCI ratios	sum ≤ 1.0	sum ≤ 2.0	no class limit	
	CMR 0	CMR 1 / NPD		
CMR _{voc}	≤ 1 µg/m ³	no class limit		
	F0	F1	F2 ²	
Formaldehyde	≤ 10 µg/m ³	≤ 30 µg/m ³	Limit of REACH-Regulation	
Essential characteristics for hygienic assessment				
Class	Limit value requirements			
	SUM 0	SUM 1	SUM 2	SUM 3 / NPD
TVOC	≤ 200 µg/m ³	≤ 500 µg/m ³	≤ 1000 µg/m ³	no class limit
Class index for SUM class	Limit value requirements			
	A	B	NPD	
∑ compounds without EU-LCI (C6-C22)	≤ 100 µg/m ³	≤ 200 µg/m ³	no class limit	
The letters A and B can be used as addition to any SUM class, e.g. SUM 1 ^A .				

Metodo Europeo da EN 16516 testate a 23 (± 1) °C, 50% UR, ventilazione 0,5/h, durata 28gg.

Colore	Classificazione
IA0	VOC 0 + CMR 0 + F0+ SUM 0
IA1	Non Superiore a VOC 0 + CMR 0 + F1+ SUM 1
IA2	Non Superiore a VOC 0 + CMR 0 + F2+ SUM 2
IA3	Non Superiore a VOC 1 + CMR 0 + F2+ SUM 3
IA4	Nessun risultato



Criteri di valutazione, LCI

- L'approccio LCI (Low Concentration of Interest) valuta l'effetto di una singola sostanza sulla salute
- Limite per la somma di tutte le concentrazioni delle sostanze aventi un LCI
- $C_i / \text{Eu-LCI}_i$ rapporto tra la concentrazione di una singola sostanza nella camera di prova rispetto al valore limite di riferimento.
- In ambito europeo si sta lavorando per l'armonizzazione dei valori LCI, un primo documento di riferimento è stato pubblicato nel 2013

Table 2. Evaluation classes and limit value requirements according to the European Commission proposal for harmonised emission classes (04/2021)

Essential characteristics for health assessment				
Class	Limit value requirements			
	VOC 0	VOC 1	VOC 2 / NPD	
Sum of EU-LCI ratios	sum ≤ 1.0	sum ≤ 2.0	no class limit	
	CMR 0	CMR 1 / NPD		
CMR _{voc}	≤ 1 µg/m ³	no class limit		
Formaldehyde	F0	F1	F2 ²	
	≤ 10 µg/m ³	≤ 30 µg/m ³	Limit of REACH-Regulation	
Essential characteristics for hygienic assessment				
Class	Limit value requirements			
	SUM 0	SUM 1	SUM 2	SUM 3 / NPD
TVOC	≤ 200 µg/m ³	≤ 500 µg/m ³	≤ 1000 µg/m ³	no class limit
Class index for SUM class	Limit value requirements			
	A	B	NPD	
Σ compounds without EU-LCI (C6-C22)	≤ 100 µg/m ³	≤ 200 µg/m ³	no class limit	

The letters A and B can be used as addition to any SUM class, e.g. SUM 1^A.

Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, Jäckh, R., Annys, E., Heinzow, B. et al., *Harmonisation framework for health based evaluation of indoor emissions from construction products in the European Union using the EU-LCI concept*, Publications Office, 2013, <https://data.europa.eu/doi/10.2788/26234>



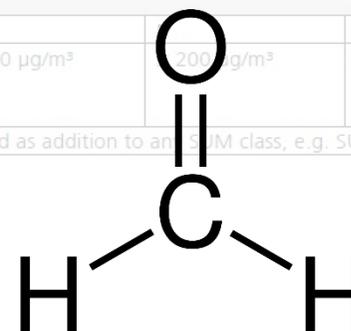
Criteri di valutazione, CMR_{VOC} & formaldeide

- Limite per la concentrazione di sostanze classificate come cancerogene, mutagene o tossiche secondo il Regolamento Europeo n. 1272/2008
- Limite per la concentrazione di formaldeide, che può causare irritazione oculare, nasale, starnuti, tosse, affaticamento e eritema cutaneo

Table 2. Evaluation classes and limit value requirements according to the European Commission proposal for harmonised emission classes (04/2021)

Essential characteristics for health assessment				
Class	Limit value requirements			
	VOC 0	VOC 1	VOC 2 / NPD	
Sum of EU-LCI ratios	sum ≤ 1.0	sum ≤ 2.0	no class limit	
CMR_{VOC}	CMR 0 ≤ 1 µg/m ³	CMR 1 / NPD no class limit		
Formaldehyde	F0 ≤ 10 µg/m ³	F1 ≤ 30 µg/m ³	F2² Limit of REACH-Regulation	
Essential characteristics for hygienic assessment				
Class	Limit value requirements			
	SUM 0	SUM 1	SUM 2	SUM 3 / NPD
TVOC	≤ 200 µg/m ³	≤ 500 µg/m ³	≤ 1000 µg/m ³	no class limit
Class index for SUM class	Limit value requirements			
	A	B	NPD	
Σ compounds without EU-LCI (C6-C22)	≤ 100 µg/m ³	200 µg/m ³	no class limit	

The letters A and B can be used as addition to an SUM class, e.g. SUM 1^A.



Criteri di valutazione, TVOC e sostanze senza LCI

- La somma di tutti i composti volatili che tiene conto del potenziale effetto cumulativo della presenza di più sostanze nell'aria degli ambienti indoor con un possibile effetto generale sul comfort delle persone
- Questo criterio considera l'apporto delle sostanze sprovviste di valore armonizzato LCI

Table 2. Evaluation classes and limit value requirements according to the European Commission proposal for harmonised emission classes (04/2021)

Essential characteristics for health assessment				
Class	Limit value requirements			
	VOC 0	VOC 1	VOC 2 / NPD	
Sum of EU-LCI ratios	sum ≤ 1.0	sum ≤ 2.0	no class limit	
CMR _{voc}	CMR 0 ≤ 1 µg/m ³	CMR 1 / NPD no class limit		
Formaldehyde	F0 ≤ 10 µg/m ³	F1 ≤ 30 µg/m ³	F2 ² Limit of REACH-Regulation	
Essential characteristics for hygienic assessment				
Class	Limit value requirements			
	SUM 0	SUM 1	SUM 2	SUM 3 / NPD
TVOC	≤ 200 µg/m ³	≤ 500 µg/m ³	≤ 1000 µg/m ³	no class limit
Class index for SUM class	Limit value requirements			
	A	B	NPD	
∑ compounds without EU-LCI (C6-C22)	≤ 100 µg/m ³	≤ 200 µg/m ³	no class limit	

The letters A and B can be used as addition to any SUM class, e.g. SUM 1^A.



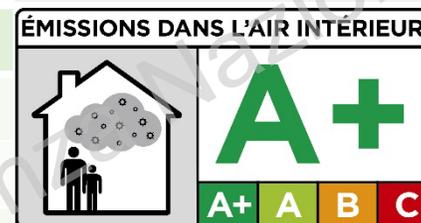
Francia

Decreto n.2011-321 del 23.03.2011

Valori limite di concentrazione di esposizione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] e classi corrispondenti

Classi	C	B	A	A+
Formaldeide	>120	<120	<60	<10
Acetaldeide	>400	<400	<300	<200
Toluene	>600	<600	<450	<300
Tetracloroetilene	>500	<500	<350	<250
Xilene	>400	<400	<300	<200
1,2,4 –Trimetilbenzene	>2000	<2000	<1500	<1000
1,4 Diclorobenzene	>120	<120	<90	<60
Etilbenzene	>1500	<1500	<1000	<750
2-Butossienatolo	>2000	<2000	<1500	<1000
Stirene	>500	<500	<350	<250
TCOV	>2000	<2000	<1500	<1000

Per alcune tipologie di **pannelli in PU** utilizzati come contropareti o controsoffitti sono disponibili certificati di **classe A+**



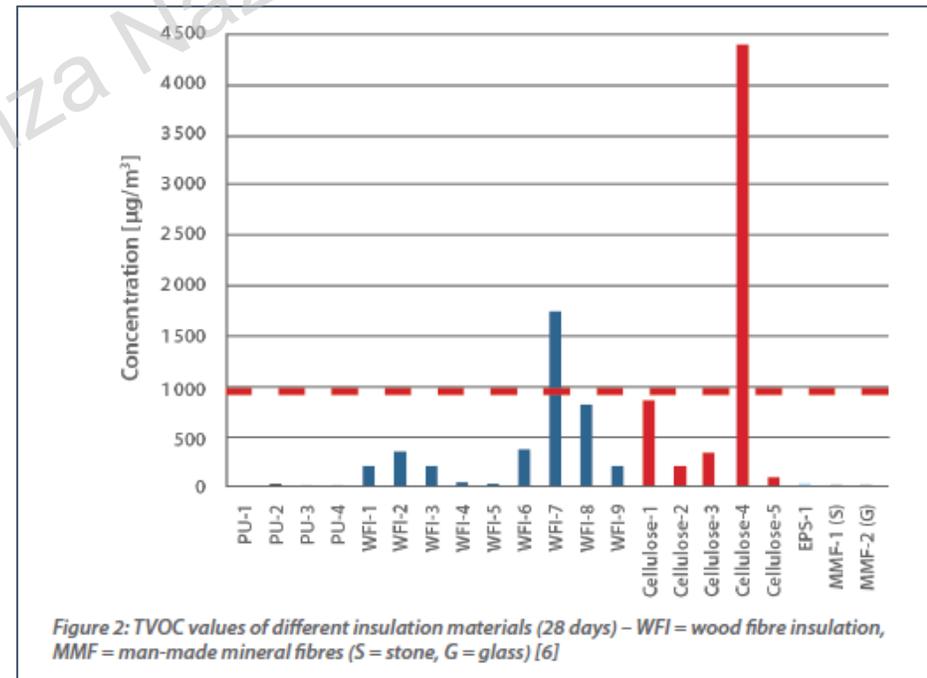
Test PU Europe secondo lo schema tedesco

Emissioni da prodotti isolanti in poliuretano

Prove eseguite diversi materiali isolanti hanno rilevato per gli isolanti in poliuretano emissioni molto basse.
Nessuna prova effettuata ha rilevato sostanze cancerogene

Emissioni da pannelli in poliuretano misurate secondo schema AgBB

Risultato 28gg	Valori misurati [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
TVOC (C6-C16)	0-5
Σ VOC escl. NIK (C6-C16)	0-5
Σ SVOC (C16-C22)	0,00
Σ cancerogeni	0
Σ Ri -	< 1



Italia, CAM (DM 6/8/2022) art. 2.5.1

limite di emissione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] a 28gg	
Formaldeide	<60
Acetaldeide	<300
Toluene	<450
Tetracloroetilene	<350
Xilene	<300
1,2,4 -Trimetilbenzene	<1500
1,4 Diclorobenzene	<90
Etilbenzene	<1000
2-Butossienatolo	<1500
Stirene	<350
TCOV	<1500

I CAM (obbligatori per appalti pubblici) fissano dei limiti di emissione per i VOC.

La determinazione delle emissioni avviene in conformità alla norma UNI EN 16516 o UNI EN ISO16000-9.

Le sostanze considerate e i relativi valori di riferimento sono quelli della classe A della norma francese.

Per pannelli in PU utilizzati come contropareti, controsoffitti e canali preisolati sono disponibili certificati di **classe A e A+**





6a Conferenza Nazionale Poliuretano Espanso rigido - Obiettivo: Emissioni ZERO

Torino 30 Maggio 2024



Grazie per l'attenzione

Filippo Altafini

ANPIE 6a Conferenza Nazionale

