

Supplemento a Standard dei Metodi di Verifica di Bioedilizia SBM-2024

LINEE GUIDA VALUTATIVE DI BIOEDILIZIA
PER LE ZONE NOTTE

Le Linee guida valutative di Bioedilizia si basano sul principio di precauzione. Sono specificamente pensate per le zone notte, un periodo particolarmente sensibile per la rigenerazione e il recupero, associato a rischi a lungo termine. Si fondano sull’esperienza attuale e sul patrimonio di conoscenze maturato in Bioedilizia, e pongono l’accento su ciò che è concretamente realizzabile. Sono inoltre supportate da studi scientifici e da raccomandazioni complementari. Con un approccio professionale, i metodi di misura della Bioedilizia aiutano a identificare, ridurre ed evitare i fattori di rischio negli ambienti interni, tenendo conto delle possibilità individuali. L’obiettivo è quello di creare ambienti abitativi il più possibile naturali e privi di contaminazioni. Attraverso una visione olistica, che tenga conto di tutti i punti dello Standard e dei relativi metodi diagnostici, è possibile identificare, localizzare e valutare le potenziali fonti di rischio negli ambienti interni.

Principio Guida:

Ogni riduzione del rischio è utile. I valori guida da intendersi come orientamento. La Natura è il criterio ultimo.

Nessuna Anomalia Al di sotto di questo valore guida, viene fornito il massimo livello di precauzione. Riflette le condizioni naturali non inquinate o il livello di fondo comune e quasi inevitabile del nostro ambiente di vita moderno.

Lieve Anomalia Per precauzione e tenendo conto delle persone sensibili o con problemi di salute, dovrebbero essere attuate misure di risanamento ogni volta sia possibile.

Anomalia grave I valori in questa fascia non sono accettabili dal punto di vista della Bioedilizia. Di norma richiedono un intervento. Le misure di risanamento devono essere attuate tempestivamente. Studi scientifici e numerose casistiche indicano effetti biologici e problemi sanitari.

Anomalia estrema Al di sopra di questo valore guida, sono necessarie azioni correttive immediate e sistematiche. In questa fascia si possono raggiungere o superare i limiti previsti da norme internazionali per ambienti indoor e luoghi di lavoro.

Nota: se in uno stesso ambiente sono presenti più sorgenti di rischio con livelli elevati di esposizione (anche per categorie diverse), la valutazione complessiva del rischio va considerata come più severa.

Il testo in carattere piccolo alla fine di ogni punto dello Standard di Building Biology è da intendersi come una guida comparativa, per esempio i limiti di esposizione legalmente vincolanti o altre linee guida, raccomandazioni e risultati di ricerca o livelli di fondo naturali.

Linee Guida di valutazione di Building Biology per Zone Notte SBM-2024, Punti standard A1-A2	Nessuna Anomalia	Lieve Anomalia	Anomalia grave	Anomalia estrema
---	---------------------	-------------------	-------------------	---------------------

A CAMPI, ONDE, RADIAZIONI

1 CAMPI ELETTRICI ALTERNATI (Bassa Frequenza, ELF/VLF)

Intensità di Campo rispetto a potenziale di terra	V/m	< 1	1 - 5	5 - 50	> 50
Tensione corporea rispetto a potenziale di terra	mV	< 10	10 - 100	100 - 1000	> 1000
Intensità di Campo a potenziale libero	V/m	< 0.3	0.3 - 1.5	1.5 - 10	> 10

Questi valori si riferiscono alla gamma di frequenze intorno ai 50 (60) Hz, frequenze più alte e armoniche predominanti (alias “elettricità sporca”) da circa 2kHz a 1 MHz vanno valutate come più severe (applicando fattori di correzione da 10 a 100; più alta è la frequenza, più alto dovrebbe essere il fattore; a partire da 100 kHz, si possono consultare anche i valori guida del punto A3).

DIN/VDE 0848: lavoratori 20 000 V/m, pubblico 7000 V/m; BlmSchV/ICNIRP: 5000 V/m; TCO (con riferimento a terra): 10 V/m (5-2000 Hz), 1 V/m (2-400 kHz); US EPA/ NCRP draft report: 10 V/m; studi su leucemia infantile: 10 V/m; studi su stress ossidativo, radicali liberi, calo melatonina: 20 V/m; Certificato VDB (miglior punteggio): 2 V/m; BUND: 0.5 V/m; European Academy for Environmental Medicine EUROPAEM: giorno 10 V/m, notte 1 V/m, sensibili 0,3 V/m (fino a 2 kHz, più alte frequenze 1/100); natura: < 0.0001 V/m

2 CAMPI MAGNETICI ALTERNATI (Bassa Frequenza, ELF/VLF)

Densità di Flusso in nanoTesla	nT	< 20	20 - 100	100 - 500	> 500
in milliGauss	mG	< 0.2	0.2 - 1	1 - 5	> 5

I valori si applicano fino a circa 50/60 Hz; le frequenze più elevate e le armoniche predominanti (alias “elettricità sporca”) da circa 2 kHz a 1 MHz devono essere valutate come più severe (applicando fattori di correzione da 10 a 100; più alta è la frequenza, più alto dovrebbe essere il fattore; a partire da 100 kHz, si possono consultare anche i valori guida del punto A3).

Le correnti provenienti dalle reti elettriche (50/60 Hz) e dalle reti ferroviarie (16,7 Hz) vengono registrate separatamente.

Se i livelli di densità di flusso magnetico fluttuano molto e frequentemente, per la valutazione si deve utilizzare il 95° percentile delle misurazioni a lungo termine, soprattutto quelle notturne.

DIN/VDE: lavoratori 5 000 000 nT, pubblico 400 000 nT; BlmSchV/ICNIRP: 100 000 nT; Svizzera 1000 nT; Olanda 400 nT; OMS/IARC: 300-400 nT “possibilmente cancerogeno”; TCO: 200 nT (5-2000Hz), 10 nT (2-400 kHz); US EPA/NCRP draft report: 200 nT; DIN 0107(EEG): 200 nT; BioInitiative: 100 nT; Certificato VDB (miglior punteggio): 60 nT; BUND: 10 nT; European Academy for Environmental Medicine EUROPAEM: giorno 100 nT, notte 100 nT, sensibili 30 nT (fino a 2 kHz, più alte frequenze 1/100); natura: < 0.0002 nT

	Nessuna Anomalia	Lieve Anomalia	Anomalia grave	Anomalia estrema
--	---------------------	-------------------	-------------------	---------------------

3 RADIAZIONE A RADIOFREQUENZA (alta frequenza, onde elettromagnetiche)

Densità di Potenza in microwatt su metro quadro $\mu\text{W}/\text{m}^2$	< 0.1	0.1 - 10	10 - 1000	> 1000
--	-------	----------	-----------	--------

Tali valori si applicano alle singole sorgenti RF, per esempio GSM/2G, UMTS/3G, LTE/4G, 5G, TETRA, Radio, TV, WLAN, DECT, Bluetooth..., e si riferiscono a misure di picco.

Puntare a livelli di esposizione più bassi per le sorgenti RF con schemi di segnale pulsati chiari e periodici (GSM, TETRA, DECT, WLAN, radiodiffusione digitale...) e per le tecnologie a banda larga (LTE/4G, 5G...) rispetto alle sorgenti RF con schemi di segnale non periodici e non pulsati (FM, onde corte, medie e lunghe, radiodiffusione analogica...) o ai radar ad antenna rotante..

Le linee Guida di Bioedilizia precedenti SBM-2003 per radiazione RF (SBM-2003): campi pulsati < 0.1 no, 0.1-5 lieve, 5-100 grave, > 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ anomalia estrema; campi non pulsati < 1 no, 1-50 lieve, 50-1000 grave, > 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ anomalia estrema

DIN/VDE 0848: lavoratori fino a 100,000,000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, pubblico fino a 10,000,000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$; BImSch/ICNIRP: 2,000,000-10,000,000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ a seconda della frequenza; siti antenne cellulari: Svizzera fino a 100,000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, Risoluzione Salisburgo / Associazione Medica Vienna: 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$; BioInitiative 2007: 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ outdoor; Parlamento-EU STOA: 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$; Salisburgo: 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ outdoor, 1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ indoor; European Academy for Environmental Medicine EUROPAEM: radio FM giorno 10,000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, notte 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, sensibili 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ / TETRA, DVB-T giorno 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, notte 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, sensibili 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ / GPRS, DAB+, WLAN giorno 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, notte 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, sensibili 0.1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$; Effetti EEG/immunitari: 1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$; soglia di sensibilità dei telefoni cellulari: < 0.001 $\mu\text{W}/\text{m}^2$; natura < 0.000 001 $\mu\text{W}/\text{m}^2$

4 CAMPI ELETTRICI STATICI (elettrostatica)

Potenziale Superficiale in Volt	V	< 100	100 - 500	500 - 2000	> 2000
Tempo di scarica in secondi	s	< 10	10 - 30	30 - 60	> 60

Tali valori si applicano ai materiali ed apparecchi indagati vicini al corpo e/o a superfici dominanti a livelli di umidità relativa del 40-60%.

TCO: 500 V; danno a parti elettroniche: da 100 V; scosse dolorose e scintille: da 2000-3000V; materiali sintetici, rivestimenti plastici fino a 10 000 V; pavimentazione sintetica, laminato: fino a 20 000 V; natura: < 100 V

Elettricità in aria in Volt su metro	V/m	< 100	100 - 500	500 - 2000	> 2000
--------------------------------------	-----	-------	-----------	------------	--------

DIN/VDE 0848: lavoratori fino a 40,000 V/m, pubblico 10,000 V/m; EMFV (limiti CEM per luoghi di lavoro tedeschi): 28,200 V/m; natura: circa 50-200 V/m, vento foehn circa 1000-2000 V/m, temporale circa 5,000-10,000 V/m

5 CAMPI MAGNETICI STATICI (magnetostatica)

Deviazione densità di flusso (acciaio) in microTesla μT	< 1	1 - 5	5 - 20	> 20
Fluttuazione densità flusso (corrente) in microTesla μT	< 1	1 - 2	2 - 10	> 10
Deviazione lancetta bussola in gradi	< 2	2 - 10	10 - 100	> 100

I valori per la deviazione della densità di flusso in μT si applicano a metallo/acciaio e per la fluttuazione di flusso dovuta a correnti DC.

DIN/VDE: lavoratori 67.9 mT, pubblico 21.2 mT; BImSchV 500 μT ; MRI: 2-7 T; natura, campo magnetico terrestre: Europa, USA, Australia 40-50 μT , equatore 25 μT , polo sud/nord 65 μT ; occhio: 0.0001 nT; cervello: 0.001 nT; cuore: 0.05 nT; navigazione animali: 1 nT; 1 μT =10mG

6 RADIOATTIVITA' (radiazioni alfa, beta e gamma, radon)

Aumento del tasso di dose equivalente in percento %	< 50	50 - 70	70 - 100	> 100
---	------	---------	----------	-------

I valori si riferiscono alla radiazione gamma rispetto al livello di fondo naturale locale, e almeno al livello medio di fondo in Germania: 0,8 mSv/anno (millisievert all'anno) o 100 nSv/h (nanosievert all'ora). In presenza di livelli di fondo significativamente più alti, le soglie guida per l'incremento della dose equivalente devono essere adeguatamente ridotte..

Radioprotezione Germania: pubblico 1 mSv/a di esposizione aggiuntiva, materiali costruzione EU: 1 mSv/a di esposizione aggiuntiva in ambienti chiusi; lavoratori 20 mSv/a; legge federale USA: pubblico 1 mSv/a, lavoratori 50 mSv/a; fondo Germania: < 0.6 mSv/a (<70nSv/h) nord, <1.4mSv/a (<165nSv/h) sud (Monti Erzgebirge, Turingia, Foresta Nera, Foresta Bavarese...).

Radon in becquerel per metro cubo	Bq/m ³	< 30	30 - 60	60 - 200	> 200
in picocuries per litro	pCi/L	< 0.8	0.8 - 1.6	1.6 - 5.4	> 5.4

Ai fini della valutazione, il livello di concentrazione di fondo medio annuo dell'aria esterna (ad esempio, pubblicato dal Geoportale tedesco BfS) viene aggiunto al livello di concentrazione interna misurato, in modo che il valore guida SBM sia aumentato della quantità del livello di fondo naturale.

Livello di riferimento StrlSchG (lavoratori: locali comuni): 300 Bq/m³, OMS, UBA/AIR, BfS Germania: 100 Bq/m³; Norvegia, Svezia, Canada, Inghilterra (nuove costruzioni): 200 Bq/m³; US EPA: 150 Bq/m³; raccomandazione BVS, Danimarca (nuove costruzioni): 100 Bq/m³; OMS: 100 Bq/m³; Certificazione VDB (miglior punteggio): 50 Bq/m³; in Germania: livelli medi interni: circa 50 Bq/m³, 1-2% > 250 Bq/m³; livelli medi esterni: 5-30 Bq/m³; terapia del radon / miniera di uranio: fino a e oltre 100.000 Bq/m³; il rischio di cancro ai polmoni aumenta del 10-16% per ogni 100 Bq/m³; Bq/m³ x 0.027 = pCi/L

7 DISTURBI GEOLOGICI (campo magnetico terrestre, radiazione tellurica)

Disturbi del campo geomagnetico in nanoTesla	nT	< 100	100 - 200	200 - 1000	> 1000
Disturbi della radiazione terrestre in percentuale	%	< 10	10 - 20	20 - 50	> 50

I valori si applicano in relazione al campo magnetico terrestre naturale e al livello di fondo naturale di radiazione gamma o neutronica nel punto in cui viene effettuata la misurazione.

Fluttuazioni naturali del campo magnetico terrestre: temporale 10-100 nT; tempeste magnetiche/eruzioni solari: 100-1000 nT; diminuz per anno: 20 nT

8 ONDE SONORE (rumore aereo e strutturale)

Principio generale: non ci devono essere rumori o vibrazioni individuali che possano essere percepiti come disturbanti.

A seconda del caso e del problema specifico, i seguenti valori possono servire come riferimento per la valutazione del rumore aereo:

Livello sonoro	dB(A)	< 25	25 - 35	35 - 45	> 45
	dB(C)	< 32	32 - 42	42 - 52	> 52
	dB(Z)	<35	35 - 45	45 - 55	> 55

I valori si riferiscono ai livelli sonori equivalenti continui (Leq). Devono essere misurati sia i livelli sonori in dB(A) che in dB(C); per le misurazioni al di sotto dei 50 Hz, deve essere incluso il livello sonoro in dB(Z), che spesso è meno ben rappresentato.

In particolare, nella gamma di basse frequenze al di sotto di circa 150 Hz (ad esempio nelle bande in terzi di ottava o dodicesimi di non ponderate, oppure nelle analisi FFT), non dovrebbero essere presenti singole frequenze o bande di frequenza predominanti su base continua, ovvero almeno circa 5 dB al di sopra del livello di fondo.

0-10 dB(A) soglia uditiva, respirazione, fruscio delle foglie / 10-20 sonno tranquillo, sussurri, vento / 20-30 biblioteca / 30-40 ambiente abitativo silenzioso, conversazione a bassa voce / 40-50 rumori domestici vivaci, conversazione animata / 50-60 ufficio, conversazione rumorosa, soglia di stress / 60-70 rumore diurno, rumore da traffico, urla, musica ad alto volume / 70-80 aspirapolvere, elettrodomestico da cucina, traffico intenso / 80-90 rumore industriale, traffico ferroviario rumoroso, campane / 90-100 martello pneumatico, trapano elettrico / 100-110 discoteca, rumore di aerei, corsa automobilistica / 110-120 aerei a bassa quota, pista di decollo / 130 soglia del dolore, avvio di un motore jet a 50 m / 140 sparo accanto all'orecchio, motore jet a 10 m / 160 rischio di rottura del timpano.

Istruzioni tecniche tedesche per la protezione dal rumore (TA Lärm): in ambienti interni 35 dB(A) di giorno, 25 dB(A) di notte, i picchi a breve termine non devono superare di oltre 10 dB i livelli limite. Regolamenti sul rumore da traffico per strade o ferrovie nuove o modificate: nei pressi di strade e linee ferroviarie in aree residenziali, in media 59 dB(A) di giorno e 49 dB(A) di notte; in aree miste: 64 dB(A) o 54 dB(A). VDI 2058: in aree esclusivamente residenziali: 50 dB(A) di giorno, 35 dB(A) di notte; in aree residenziali generali: 55 dB(A) di giorno, 40 dB(A) di notte; in aree miste: 60 dB(A) di giorno, 45 dB(A) di notte. Istituto Federale Tedesco per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro (BAuA): negli uffici: 40–45 dB(A).

9 LUCE (illuminazione artificiale, luce visibile, radiazioni UV e infrarosse)

Per quanto riguarda l'illuminazione artificiale, le zone notte dovrebbero essere il più possibile buie (idealmente 0 lx). Soprattutto nelle 2-3 ore precedenti il sonno, la qualità della luce dovrebbe essere il più simile possibile alla **luce naturale** serale. Lo **spettro luminoso** dovrebbe essere continuo, con transizioni **fluide** e senza picchi distinti. La luce **non dovrebbe avere un'elevata componente di luce blu**, dovrebbe avere un **alto indice di resa cromatica** (CRI > 95) e includere anche **una quota significativa di radiazione nel vicino infrarosso** (NIR). Le sorgenti di luce artificiale dovrebbero garantire una distribuzione luminosa uniforme, senza armoniche, e con **bassi valori di flicker** (sfarfallio), in particolare fino a circa 3000 Hz, idealmente pari o inferiori all'**1-2%**. Inoltre, **non dovrebbero generare campi elettrici o magnetici a bassa frequenza (ELF/MLF), radiazioni a radiofrequenza (RF), né ultrasuoni**. Negli ambienti interni, l'illuminazione artificiale dovrebbe essere limitata allo stretto necessario per lo svolgimento della funzione visiva. Durante il giorno, è consigliabile esporsi il più possibile alla **luce naturale** all'aperto.

Condizioni di test 2024: livello di illuminazione: di giorno ca. 100-100.000 lux, sera ca. 10-100 lux, notte < 1 lux; temperatura di colore diurna ca. 4000-6000 K, sera ca. 1500-3000 K; assenza di ultrasuoni, campi elettrici fino a 2 kHz < 10 V/m (ELF), oltre 2 kHz < 1 V/m (VLF); campi magnetici fino a 2 kHz < 50 nT o 0,5 mG (ELF), oltre 2 kHz < 5 nT o 0,05 mG (VLF); assenza di modulazione della luce per la trasmissione di dati (approccio precauzionale a causa di dati insufficienti); assenza di tossine o odori; assenza di ingredienti tossici come il mercurio.

Linea guida UE per la progettazione ecocompatibile: sfarfallio PstLM ≤ 1 (per frequenze 0,3-80 Hz), effetto stroboscopico SVM ≤ 0,9, dal 9/2024 ≤ 0,4 (per frequenze 80-2000 Hz); profondità di modulazione IEEE (percentuale di sfarfallio %): per 10-100 Hz 0,025f, per 100-1000 Hz 0,08f; ASR: linee guida occupazionali per uffici: > 500 lux, Ra > 80

B TOSSINE INDOOR, INQUINANTI, CLIMA INDOOR

1 FORMALDEIDE e altri gas tossici

Formaldeide in microgrammi per metro cubo in parti per milione	µg/m³	< 20	20 – 50	50 – 100	> 100
	ppm	< 0.016	0.016 – 0.04	0.04 – 0.08	> 0.08

AGW: 370 µg/m³, BGA: 120 µg/m³; OMS UBA/AIR: 100 µg/m³; certificato DGNB (miglior punteggio): 30 µg/m³; certificato VDB (miglior punteggio): 30 µg/m³; AGÖF valore guida: 30 µg/m³; VDI: 25 µg/m³; irritazione di mucose e occhi: 50 µg/m³; soglia di rilevazione dell'odore: ~ 50 µg/m³; pericolo immediato per la vita: 30.000 µg/m³; natura: < 2 µg/m³; 100 µg/m³ = 0.083 ppm

2 SOLVENTI e altri composti organici volatili (VOC)

VOC in microgrammi per metro cubo	µg/m³	< 100	100 - 300	300 - 1000	> 1000
-----------------------------------	-------	-------	-----------	------------	--------

I valori si applicano alla somma totale di tutti i composti organici volatili (TVOC, a seconda della situazione sostanze secondo UBA, DIN, ISO 16000-6 2022-0...) presenti nell'aria indoor, a condizione che si tratti di miscele di singole sostanze diverse, tipiche dell'aria interna. Se invece singole sostanze o gruppi di sostanze sono predominanti, queste devono essere valutate in modo più severo, soprattutto se si tratta di inquinanti dell'aria pericolosi, odorosi, allergenici, irritanti o cancerogeni, quali benzene, naftalene, stirene, fenolo, cresoli, acetaldeide, benzaldeide, furfurale, dicloroetano, isotiazolinoni... Per la valutazione delle singole sostanze si rimanda ad esempio ai "Valori guida AGÖF per i composti organici volatili nell'aria interna" oppure ai valori guida UBA/AIR per l'aria interna (almeno intervenire quando vengono superati i valori RWI); per la valutazione delle sostanze odorose si consulti la linea guida AGÖF "Gerüche in Innenräumen [Odori nell'aria interna]" e i valori guida per gli odori dell'UBA. Sostanze speciali come gli acidi carbonici a catena corta o i VVOC (metanolo, acetone...) devono essere analizzate separatamente se necessario.

Agenzia Federale per l'Ambiente tedesca (valore guida precauzionale RWI): 300 µg/m³; valore obiettivo Seifert BGA: 300 µg/m³; certificazione DGNB (punteggio migliore): 300 µg/m³, Molhave: 200 µg/m³; AGÖF valore normale a) somma totale: 360 µg/m³; sostanza individuale (esempi): acetaldeide 20 µg/m³ acetone 42 µg/m³ benzene 1 µg/m³ etilbenzene 1 µg/m³ naftalene < 1 µg/m³ fenolo <1 µg/m³ stirene 1 µg/m³ toluene 7 µg/m³ m,p-xylene 3 µg/m³ alfafinene 4 µg/m³ delta-3-carene 1 µg/m³ limonene 4 µg/m³; natura: < 10 µg/m³

Linee guida valutative di Bioedilizia SBM-2024 Pagina 4 di 6, punti standard B3-B6	Nessuna Anomalia	Lieve Anomalia	Anomalia grave	Anomalia estrema
---	---------------------	-------------------	-------------------	---------------------

3 PESTICIDI e altri Composti Organici Semi-Volatili (SVOC)

Pesticidi	aria	ng/m³	< 5	5 - 25	25 - 100	> 100
es. PCP, lindano, permetrina,	polvere	mg/kg	< 0.2	0.2 - 1	1 - 10	> 10
clorpirifos, DDT,	legno, materiale	mg/kg	< 1	1 - 10	10 - 100	> 100
diclofuanide...	materiale con contatto pelle	mg/kg	< 0.5	0.5 - 2	2 - 10	> 10
Ritardanti Fiamma	clorinati	polvere	mg/kg	0.5 - 2	2 - 10	> 10
	senza alogeni	polvere	mg/kg	5 - 50	50 - 200	> 200
Plastificanti	polvere	mg/kg	< 100	100 – 250	250 – 1000	> 1000
PCB Somma totale di LAGA	polvere	mg/kg	< 0.5	0.5 - 2	2 - 5	> 5
PAH Somma totale di EPA	polvere	mg/kg	< 0.5	0.5 - 2	2 - 20	> 20

Valori in nanogrammi per metro cubo (aria) o in milligrammi per kilogrammo (materiale, legno, polvere). I valori si applicano a singole sostanze, eccetto per i PCB, per i quali la somma totale dei congenere 28, 52, 101, 138, 153 e 180 viene moltiplicata per un fattore 5 secondo LAGA, e per gli IPA (idrocarburi policiclici aromatici) si considerano i 16 inquinanti prioritari secondo l'US EPA. In generale, i valori relativi alla polvere si riferiscono a campioni di polvere di 7-10 giorni e a contaminazioni secondarie, non a contaminazioni primarie (quindi non a fonti direttamente aspirate, superfici trattate o materiali). Come strumento di valutazione aggiuntivo, si rimanda ai "Valori guida AGÖF per i composti semivolatili nella polvere domestica" o, per quanto riguarda la contaminazione delle superfici, alle Linee guida per il ripristino post-incendio (VdS 2357).

Ordinanza tedesca sulla proibizione del PCP: 5 mg/kg (materiale); Linea guida PCP: 1000 ng/m³ (aria), valore obiettivo: 100 ng/m³; ARGE-Bau: 100 ng/m³ (aria), 1 mg/kg (polvere); Linea guida PCB: 300 ng/m³ (valore obiettivo); valore obiettivo per la bonifica dei PCB nel Nord Reno-Westfalia (Germania): 10 ng/m³; pericolo acuto per la salute: 3000 ng/m³; smaltimento come rifiuto tossico: 50 mg/kg; VDB-Zert (miglior punteggio): somma totale di biocidi e insetticidi 50 ng/m³, somma totale di ritardanti di fiamma organici 100 ng/m³, somma totale di plastificanti ftalati 500 ng/m³; valori normali AGÖF per la polvere (esempi): PCP 0,3 mg/kg, lindano 0,1 mg/kg, permetrina 0,5 mg/kg, clorpirifos 0,1 mg/kg, DDT/DDD/DDE > 0,1 mg/kg, diclofuanide 0,1 mg/kg, tolylfuanide < 0,1 mg/kg, TCEP 0,5 mg/kg; IPA benzo(a)pirene < 0,2 mg/kg, DEHP 400 mg/kg.

4 METALLI PESANTI e altre tossine similari

Al momento non sono ancora disponibili valori guida della Bioedilizia per i metalli pesanti. Come strumento di valutazione si possono consultare i "Valori guida AGÖF per i composti semivolatili nella polvere domestica".

Valori normali AGÖF per la polvere (esempi): arsenico — mg/kg, piombo 20 mg/kg, cadmio 1,5 mg/kg, cromo 75 mg/kg, rame 80 mg/kg, mercurio 0,5 mg/kg, zinco 500 mg/kg; valore UBA/AIR per il mercurio nell'aria: 35 ng/m³ (RWI); Ordinanza tedesca sull'acqua potabile: piombo 0,01 mg/L (fino al 2028), 0,005 mg/L (dal 2028); Ordinanza federale tedesca sulla protezione del suolo, suolo in aree residenziali: piombo 400 mg/kg, mercurio 20 mg/kg.

5 PARTICELLE e FIBRE (polveri fini, nanoparticelle, amianto, fibre minerali...)

I livelli di concentrazione di particolato, fibre o polvere all'interno degli ambienti dovrebbero essere inferiori ai livelli comuni e non contaminati presenti all'esterno. Nell'aria interna, sulle superfici o nella polvere domestica, l'amianto e le fibre minerali non dovrebbero essere rilevabili, o presenti solo in quantità estremamente basse.

Precedenti valori guida della Bioedilizia per fibre di amianto, SBM-2000: < 100 nessuna, 100–200 debole, 200–500 forte, > 500/m³ anomalia estrema. Fibre di amianto nell'aria – TRGS 519: 500/m³ (valore obiettivo per la bonifica); concentrazione ammessa in ambito occupazionale: 10.000/m³; aria esterna: 50–150/m³; regioni con aria pulita: 20/m³.

Particolato atmosferico – BImSchV: 40 µg/m³ (PM10 media annuale), 50 µg/m³ (PM10 media giornaliera), 25 µg/m³ (PM2.5 media annuale); UE: 50 µg/m³ (PM10), 25 µg/m³ (PM2.5); EPA: 12 µg/m³ (PM2.5); OMS: 15 µg/m³ (PM10); Alpi a 3000 m: 5–10 µg/m³, aree rurali: 20–30 µg/m³, aree urbane: 30–100 µg/m³; aria interna con fumo di tabacco: > 1000 µg/m³ (PM10).

6 CLIMA INDOOR (temperatura, umidità, anidride carbonica, ioni dell'aria, ricambi d'Aria, odori...)

Umidità relativa in percentuale	% r.h.	40 - 60	30-40 / 60-70	20-30 / 70-80	< 20 / > 80
Anidride carbonica in parti per milione	ppm	< 700	700 - 1000	1000 - 1500	> 1500

MAK: 5000 ppm; DIN: 1500 ppm; VDI: 1000 ppm; UBA: 1000 ppm; USA (ambienti di lavoro/classi scolastiche): 1000 ppm; camera da letto non ventilata dopo una notte o aula dopo un'ora di lezione: 2000–4000 ppm; concentrazione in natura nel 2023: 420 ppm, nel 1985: 330 ppm; incremento annuale: 1–2 ppm.

Piccoli ioni atmosferici per centimetro cubo d'aria	/cm³	> 500	200 - 500	100 - 200	< 100
--	------	-------	-----------	-----------	-------

Nota: nell'aria interna, alti livelli di ioni atmosferici possono indicare la presenza di radon. Natura in prossimità del mare: > 2000/cm³; aria esterna pulita: 1000/cm³; aree rurali: < 800/cm³; aree urbane: < 700/cm³; zone industriali/traffico: < 500/cm³; ambienti interni con elettricità statica: < 300/cm³; ambienti interni con fumo di tabacco: < 200/cm³; smog: < 50/cm³; diminuzione continua degli ioni atmosferici negli ultimi anni/decenni.

Odori	< 100	Lieve Non sgradevole Ancora accettabile	Marcato Sgradevole Appena accettabile	Forte Molto sgradevole Inaccettabile
--------------	-------	--	--	---

Queste percezioni possono essere verificate, se necessario, da più persone (ad esempio ispettori olfattivi qualificati). La valutazione degli odori è preferibilmente effettuata in combinazione con strumenti di lettura diretta o analisi di laboratorio delle sostanze sospette dal punto di vista tossicologico o rilevanti per la sicurezza.

Strumenti di valutazione aggiuntivi: Linea guida sugli odori dell'AGÖF, valori guida sugli odori UBA/AIR.

C FUNGHI, BATTERI, ALLERGENI

1 MUFFE e le loro spore e metaboliti

Negli ambienti interni, la crescita di muffe **non dovrebbe essere visibile** né a occhio nudo né con strumenti (microscopio, lampade forensi per l'edilizia, ecc.). Non dovrebbero inoltre essere presenti contaminazioni da **spore** di muffe o da loro metaboliti:

Superficie (estensione) della crescita di muffa in centimetri quadrati	cm ²	0	0 – 20	20 – 5000	> 5000
Ife di muffa, strutture fruttifere sporulanti, spore rilevate al microscopio per centimetro quadro	/cm ²	Nessuna	Rare	Molte	Esagerate

Tipi di muffa particolarmente gravi come *Aspergillus*, *Stachybotrys*... e/o la crescita di muffa negli strati più profondi dei materiali devono essere valutati come più severi.

Il conteggio di muffe nell'aria interna, sulle superfici, nella polvere domestica, nelle cavità e nei materiali... dovrebbe essere **inferiore** rispetto all'aria esterna circostante o a quella di ambienti di riferimento non contaminati. I **tipi** di muffa negli ambienti interni dovrebbero essere **molto simili** a quelli esterni o presenti in ambienti di riferimento non contaminati. Tipi **particolarmente pericolosi** di muffe, come muffe tossigene o allergeniche o quelle che prosperano a 37 °C (temperatura corporea), dovrebbero essere **non rilevabili** o rilevabili solo in misura minima. Non deve esserci contaminazione da **metaboliti** delle muffe (micotossine, MVOC, glucani...). Per contrastare la crescita di muffa, si devono evitare livelli costantemente elevati di umidità nei materiali o nell'aria, temperature superficiali fredde e ponti termici severi; l'**attività dell'acqua** nei materiali non dovrebbe rimanere superiore a **0.65** per periodi prolungati.

Qualsiasi ulteriore **segno, sospetto** o indicazione di un potenziale problema microbico dovrebbe essere investigato o incluso nella valutazione: ad esempio, scolorimenti e macchie di muffa, odori tipici di microrganismi, specie di muffa indicative di umidità, danni da umidità e contaminazione fecale nella costruzione, dettagli costruttivi problematici, aspetti igienici, esposizione aumentata dall'esterno, danni pregressi, storia dell'edificio, ispezione in sito, problemi di salute degli occupanti, risultati di analisi mediche degli occupanti...

Ulteriori strumenti di valutazione basati sulla bioedilizia e informazioni analitiche riguardanti aria, superfici, polvere, MVOC, umidità... si trovano nel supplemento "Condizioni, Istruzioni e Integrazioni per i test di Bioedilizia". Strumenti di valutazione e informazioni più dettagliate: "Linee guida per la prevenzione, il rilevamento e la bonifica della muffa negli edifici" dell'Agenzia Federale per l'Ambiente tedesca (UBA), WTA-Merkblatt 4-12 0.5/2021/D, VDB-Zert, linee guida LGA...

Per valutazioni più dettagliate e dati, vedere "Schimmelpilz-Leitfaden" (Linea guida Muffa) e "Schimmelpilzsanierungs-Leitfaden" (Linea guida Bonifica Muffa) di Umweltbundesamt (Agenzia Federale Tedesca Ambientale).

I valori guida di building biology precedenti, da SBM-1998 a SBM-2003 (utilizzanti YM Baubiologie Agar a una temperatura di coltura di 20-24°C, colony forming units CFU): in aria < 200 no, 200-500 leggero, 500-1000 forte, > 1000/m³ estrema anomalia (i valori si riferiscono ad aria indoor quando i livelli di riferimento dell'aria outdoor sono relativamente bassi, sotto 500/m³); su superfici: < 20 no, 20-50 leggero, 50-100 forte, > 100/dm² estrema anomalia (i valori si riferiscono a superfici che sono sottoposte a pratiche di pulizia comuni e regolari)

Muffe in aria indoor: - OMS: funghi patogeni e tossici sono non accettabili in aria; da 50/m³ di una specie singola, la(e) sorgente(i) devono essere identificate; una miscela di funghi comuni tipici per una data località (ad es. *cladosporium*) può essere tollerato fino a 500/m³. Senkpiel / Ohgke: concentrazioni indoor che sono sopra 100/m³ rispetto all'aria outdoor indicano un problema. Statistiche EU per appartamenti (CEC, Commissione delle Comunità Europee): < 50/m³ molto basso, < 200/m³ basso, < 1000/m³ medio, < 10000/m³ alto, > 10000/m³ altissimo. US OSHA (United States Occupational Safety and Health Administration): > 1000 /m³ = contaminazione / danno microbiologico. AHIA (American Industrial Hygiene Association): > 1000 /m³ = situazione "non tipica"; livelli di concentrazione indoor chiaramente sopra livelli outdoor = sorgente indoor esiste. Olanda (Associazione di Professionisti della Salute): > 10000/m³ miste o > 500/m³ specie potenzialmente pericolose = rischio per la salute. Finlandia (Ministero della Salute): < 500/m³ in inverno, < 2500/m³ in estate = massimo in aree residenziali.

2 LIEVITI e loro metaboliti

I lieviti dovrebbero essere **non rilevabili** o rilevabili solo in misura minima nell'aria interna, sulle superfici e nei materiali, nonché in lavanderia, letti, bagni, cucine e nelle aree dedicate all'igiene e alla conservazione degli alimenti. Ciò vale in particolare per lieviti critici come *Candida* o *Cryptococcus*.

3 BATTERI e loro metaboliti

Il numero di batteri nell'aria interna dovrebbe essere simile o **inferiore** a quello dell'aria esterna o di ambienti di riferimento non contaminati. Tipi particolarmente **pericolosi** di batteri, come alcune specie di *Pseudomonas*, *Legionella*, *Actinomiceti/Actinobatteri*... dovrebbero essere non rilevabili o rilevabili solo in misura minima nell'aria interna, sulle superfici dei materiali, nell'acqua potabile o nelle aree di igiene, bagni o cucine. Non deve esserci contaminazione da metaboliti batterici (endotossine, MVOC...).

Qualsiasi ulteriore **segno, sospetto** o indicazione di un potenziale problema batterico dovrebbe essere indagato o incluso nella valutazione: ad esempio, elevata umidità nei materiali, danni da acqua, crescita o valutazione di muffa, problemi igienici e fecali, odori sgradevoli tipici di batteri, esposizione aumentata dall'esterno, storia dell'edificio, ispezione in sito, problemi di salute degli occupanti, risultati di analisi mediche degli occupanti...

Strumenti di valutazione e informazioni più dettagliate: "Linee guida per la prevenzione, il rilevamento e la bonifica della muffa negli edifici" dell'Agenzia Federale per l'Ambiente tedesca (UBA), VDB-Fäkal-Leitfaden [Linea guida VDB sulla contaminazione fecale]...

4 ACARI DELLA POLVERE e altri allergeni

Non sono ancora disponibili valori guida della Bioedilizia per acari della polvere e allergeni.

Per la valutazione di acari della polvere e allergeni, si consiglia di consultare gli intervalli di riferimento forniti dai laboratori analitici o dagli allergologi.

Considerazioni finali

Quando si applicano i Valori Guida della Bioedilizia, è importante considerare e documentare la soglia di sensibilità e l'accuratezza della strumentazione utilizzata per i test. In molti casi possono essere impiegati metodi di indagine preliminare; tuttavia, in presenza di esposizioni complesse o problematiche, è consigliabile utilizzare strumenti e metodi di analisi più precisi (e più sofisticati).

Lo *Standard dei Metodi di Misura della Bioedilizia* e i *Valori Guida per le Zone Notte* sono integrati dalle *Condizioni di Misurazione, Istruzioni e Integrazioni della Bioedilizia*, che descrivono in modo più dettagliato le procedure tecniche e analitiche dei test, e rimandano a ulteriori valori guida precauzionali e ai *Principi Guida*, che illustrano i valori fondamentali e i principi alla base delle pratiche di analisi nella bioedilizia.

Poiché i Valori Guida della Bioedilizia si basano principalmente su esperienze e studi scientifici, non tutti i punti dello Standard dispongono (ancora) di un valore specifico. I Valori Guida vengono regolarmente revisionati e aggiornati man mano che emergono nuove conoscenze. Come molti altri valori guida, anche i Valori Guida della Bioedilizia costituiscono raccomandazioni e non limiti di esposizione legalmente vincolanti.

Negli ambienti di lavoro, e in particolare nelle aree sensibili dove le persone trascorrono regolarmente lunghi periodi di tempo, i livelli di esposizione dovrebbero essere mantenuti i più bassi possibile. Anche in ambito lavorativo e in altre aree ad alto utilizzo si applica il principio guida della bioedilizia: ogni riduzione del rischio è utile. La fattibilità rappresenta la priorità principale. Per la valutazione dell'esposizione in ambito occupazionale, possono essere applicate altre normative, raccomandazioni o risultati, come: TCO Certified, EUROPAEM, US EPA/NCRP (campi elettrici/magnetici ELF, elettricità statica), BioInitiative Working Group, Parlamento Europeo STOA o BUND (radiazioni a radiofrequenza), UE, OMS o Ufficio Federale Tedesco per la Protezione dalle Radiazioni (radioattività, radon), AGÖF (inquinanti, odori), UBA/AIR (muffe, inquinanti, anidride carbonica...), VDI, Ordinanza tedesca sulle sostanze pericolose, TRGS (inquinanti), ARGE-Bau (pesticidi, IPA), LGA Baden-Württemberg (muffe)...

Lo Standard di Bioedilizia è stato sviluppato da BAUBIOLOGIE MAES su richiesta e con il supporto dell'Istituto di Bioedilizia e Sostenibilità IBN tra il 1987 e il 1992. Numerosi colleghi e medici hanno contribuito a questo lavoro. Lo Standard è stato pubblicato per la prima volta nel maggio 1992 e da allora rappresenta la base per le pratiche di misurazione e valutazione precauzionale in bioedilizia, in Germania e a livello internazionale. L'Associazione di Bioedilizia (Verband Baubiologie / VB), fondata nel 2002, ha assunto lo Standard come fondamento delle proprie attività.

Dal 1999, lo Standard, i Valori Guida, le Condizioni di Misurazione e i Principi Guida sono stati ulteriormente sviluppati dal Comitato dello Standard SBM, composto da professionisti esperti in bioedilizia, con il supporto di scienziati indipendenti provenienti dai campi della fisica, chimica, biologia e architettura, oltre che da esperti di laboratori analitici, medici ambientali e altri specialisti.

L'attuale edizione SBM-2024 è la nona, pubblicata nell'agosto 2024.

Lo Standard e le Linee guida valutative di Bioedilizia sono state tradotte in Italiano da Davide Maria Palio, Italia