



Articolo 22

Rumori e vibrazioni

¹ Rumori e vibrazioni devono essere evitati o combattuti.

² Per proteggere i lavoratori occorre adottare in particolare i seguenti provvedimenti:

- a. provvedimenti edilizi;
- b. provvedimenti concernenti gli impianti d'esercizio;
- c. isolamento acustico o isolamento delle fonti di rumore;
- d. provvedimenti concernenti l'organizzazione del lavoro.

Nel presente capitolo, i rumori e le vibrazioni saranno trattati separatamente. Ulteriori informazioni sono riportate nell'Appendice tecnica.

Rumore

1. Capoverso 1

Il rumore non deve pregiudicare la salute, il benessere e la sicurezza dei lavoratori.

Il rumore deve in primo luogo essere ridotto al livello più basso possibile mediante interventi sulla sorgente sonora. Si deve tener conto dell'evoluzione tecnica. I diversi aspetti della lotta al rumore devono essere presi in considerazione già al momento della pianificazione, progettazione e acquisizione di macchinari e impianti. È utile richiedere una perizia già nella fase di pianificazione per risolvere in maniera efficace i problemi di tecnica acustica. Ciò vale anche per la verifica del rispetto dei requisiti posti alla costruzione poiché non tutti i parametri sono facilmente verificabili per gli ispettori del lavoro senza conoscenze specialistiche approfondite in acustica.

1.1 Effetti sull'uomo

Gli effetti del rumore sull'uomo sono molteplici e possono essere amplificati se concomitanti ad altri fattori.

Essenzialmente, vi possono essere i seguenti effetti:

- effetti sull'organo uditivo (rumore pericoloso per l'udito, effetti uditivi), ad es. danni all'udito imputabili al rumore;
- effetti su singoli o più organi oppure sull'intero organismo, nel qual caso l'orecchio non è considerato un organo bersaglio (rumore fastidioso nello specifico ed effetti extrauditivi in generale).

Gli effetti extrauditivi influenzano il benessere e si manifestano in particolare a livello del sistema nervoso centrale (insonnia, ecc.), della psiche (rendimento, concentrazione, irritabilità, aggressività, ecc.) e del sistema neurovegetativo (pressione e irrorazione sanguigna, frequenza cardiaca, disturbi gastrointestinali, metabolismo, «reazioni di stress», ecc.).

1.2 Valori limite


1.2.1 Valori limite del rumore con rischi per l'udito

FSi devono adottare misure per tutelare il personale dal rumore continuo pericoloso per l'udito se il livello di esposizione al rumore $L_{EX,8h}$ è ≥ 85 dB(A) (soglia d'intervento). Ulteriori informazioni in proposito, nonché in merito ai valori limite per il rumore impulsivo, gli infrasuoni e gli ultrasuoni, sono disponibili alla pagina www.suva.ch/1903.f



concernente i valori limite sul posto di lavoro (Valeurs limites d'exposition aux postes de travail).

1.2.2 Valori limite in caso di gravidanza


Le donne incinte non possono essere occupate in posti di lavoro con un livello di pressione sonora $L_{EX,8h} > 85$ dB(A). Le sollecitazioni dovute agli infrasuoni e agli ultrasuoni devono essere valutate separatamente. Le lavoratrici in età fertile devono essere preventivamente informate in merito al pericolo ([ordinanza sui lavori pericolosi o gravosi durante la gravidanza e la maternità, RS 822.111.52](#) ).

1.3 Valori indicativi per il rumore fastidioso

Il livello di esposizione al rumore dipende dalla sorgente sonora, dal contenuto informativo del rumore, dalle condizioni di propagazione nell'ambiente e dall'esposizione della persona interessata. Il rumore può diventare fastidioso per una persona a seconda delle sollecitazioni legate all'attività svolta. Per questo motivo, le diverse attività sono state suddivise e sono stati definiti valori indicativi del rumore per l'industria e l'artigianato, nonché per gli uffici e i laboratori. Per i locali di lavoro con posti di lavoro permanenti sono stati formulati requisiti in materia di acustica architettonica e valori indicativi per i rumori di fondo. Per le aule scolastiche si deve prendere in considerazione lo stato della tecnica (in particolare la Norma DIN 18041 e alla Norma SIA 181 con eventuali future norme successive per l'acustica architettonica). Per altri locali con posti di lavoro permanenti si devono cercare soluzioni corrispondenti sulla base dello stato della tecnica. Per posto di lavoro permanente si intende una zona di lavoro occupata da un lavoratore, oppure da più persone successivamente, per un periodo superiore a due giorni e mezzo alla settimana. La zona di lavoro può essere limitata a uno spazio ristretto oppure estendersi a tutto il locale.

Osservazione

Anche nell'ipotesi che i valori indicativi siano rispettati, non si possono escludere reclami dovuti al fastidio provocato dal rumore. La struttura spettra-

le (intensità, acutezza e tonalità) e la struttura nel tempo (contenuto impulsivo, fruscio e variazione di intensità) del suono possono influenzare gli effetti del rumore in maniera determinante. In questi casi, si rendono necessari accertamenti e provvedimenti particolari. Ulteriori informazioni sono disponibili alla pagina www.suva.ch/66058.f  (Nuisances sonores aux postes de travail).

Rumori a bassa frequenza

Per poter giudicare i rumori a bassa frequenza che possono risultare fastidiosi bisogna discostarsi dai convenzionali metodi di misurazione e valutazione, soprattutto per quanto riguarda la posizione di misurazione e la valutazione della frequenza: nella norma DIN 45680 è descritta una procedura per la misurazione e la valutazione di immissioni di rumore a bassa frequenza negli edifici trasmesse dall'aria e dalle strutture. La norma intende completare le metodiche esistenti di misurazione e di valutazione dei rumori e serve a giudicare le immissioni di rumore a bassa frequenza per la tutela da disturbi rilevanti.

1.3.1 Valori indicativi per le postazioni di lavoro nel settore industriale e artigianale

Tra i postazioni di lavoro nel settore industriale e artigianale figurano tutti i posti di lavoro che non sono prevalentemente destinati ad attività d'ufficio. Tra questi si annoverano i luoghi di produzione, le officine, i luoghi di vendita o di servizi ai clienti, nonché tutti i locali strettamente correlati a tali attività.

1.3.1.1 Valori indicativi in funzione delle attività svolte

I valori indicativi riportati nella tabella 322-1 comprendono tutte le immissioni foniche che incidono sul posto di lavoro, ad eccezione della propria comunicazione (conversazioni con altre persone, squillo del telefono, segnali acustici, ecc.).

Se, una volta applicate le misure di riduzione del rumore a livello aziendale, le esigenze normali non possono essere rispettate con un dispendio accet-

Indicazioni relative all'ordinanza 3 concernente la legge sul lavoro

Capitolo 2: Esigenze particolari relative alla tutela della salute
Sezione 2: Illuminazione, clima dei locali, rumori e vibrazioni
Art. 22 Rumori e vibrazioni



Art. 22

tabile, in caso di livelli di esposizione giornaliera al rumore $L_{EX,8h} \geq 85$ dB(A) devono essere messi a disposizione dei lavoratori adeguati dispositivi di protezione dell'udito.

Attività	Livello di esposizione al rumore $L_{EX,8h}$ in dB(A)
Gruppo 1: attività industriali e artigianali	< 85
Gruppo 2: attività intellettuali che richiedono costantemente o temporaneamente un alto livello di concentrazione, come ad es. compiti di sorveglianza in ambito di produzione e controlli della qualità.	< 65

Tabella 322-1: Valori indicativi in funzione delle attività svolte, per le postazioni di lavoro nel settore industriale e artigianale.

Esempi di attività del gruppo 1:

Prevalentemente lavori manuali di routine che richiedono poca concentrazione o concentrazione di breve durata:

- lavori alle macchine per la lavorazione;
- lavori alle macchine di produzione, su dispositivi e apparecchi;
- lavori alle macchine da stampa;
- lavori agli apparecchi automatici di riempimento e di imballaggio;
- lavori di servizio e di manutenzione;
- lavori nella ristorazione (servizio).

Esempi di attività del gruppo 2:

Attività intellettuali che richiedono costantemente o temporaneamente un alto livello di concentrazione:

- esecuzione di manovre su impianti di osservazione, comando e vigilanza,
- vendita, servizio alla clientela;
- esami e controlli nei posti di lavoro attrezzati a tale scopo;

- delicati lavori di montaggio di precisione;
- registrazione di dati e compiti di pianificazione.

1.3.1.2 Valori indicativi per i rumori di fondo

In questo contesto, per rumori di fondo (rumori estranei) s'intendono tutte le immissioni foniche prodotte da apparecchiature tecniche fisse (ad es. impianti tecnici degli edifici come sistemi di ventilazione, compressori, riscaldamenti, diffusione di musica, ecc.) e le immissioni foniche provenienti dall'esterno (rumori d'esercizio, traffico). Riguardo ai valori indicativi per i rumori di fondo si veda la tabella 322-2. Determinante per stabilire il valore L_{eq} è l'ora di lavoro con l'esposizione al rumore più elevata.

Locale	Livello di pressione sonora $L_{eq,1h}$ in dB(A)
Locale di comando	60
Cabina di comando	70
Locali per la preparazione del lavoro	65
Locali per pause e picchetti	60
Locali di riposo e infermeria	40
Mensa aziendale	55
Appartamento di servizio (di notte)	35

Tabella 322-2: Valori indicativi per i rumori di fondo, per le postazioni di lavoro nel settore industriale e artigianale.

1.3.1.3 Valori indicativi in materia di acustica architettonica per i locali di lavoro

I locali in cui si trovano posti di lavoro permanenti devono soddisfare le condizioni di una delle tre seguenti varianti di valori indicativi:

- coefficiente di fonoassorbimento $\alpha_s \geq 0,25$ (media delle superfici del locale non ammobiliato, incluso l'assorbimento dell'aria);
- tempo di riverberazione T (in funzione del volume del locale, v. figura 322-1);
- decremento del livello di pressione sonora per raddoppio della distanza $DL_2 \geq 4$ dB.



Tempo di riverberazione massimo T [s]

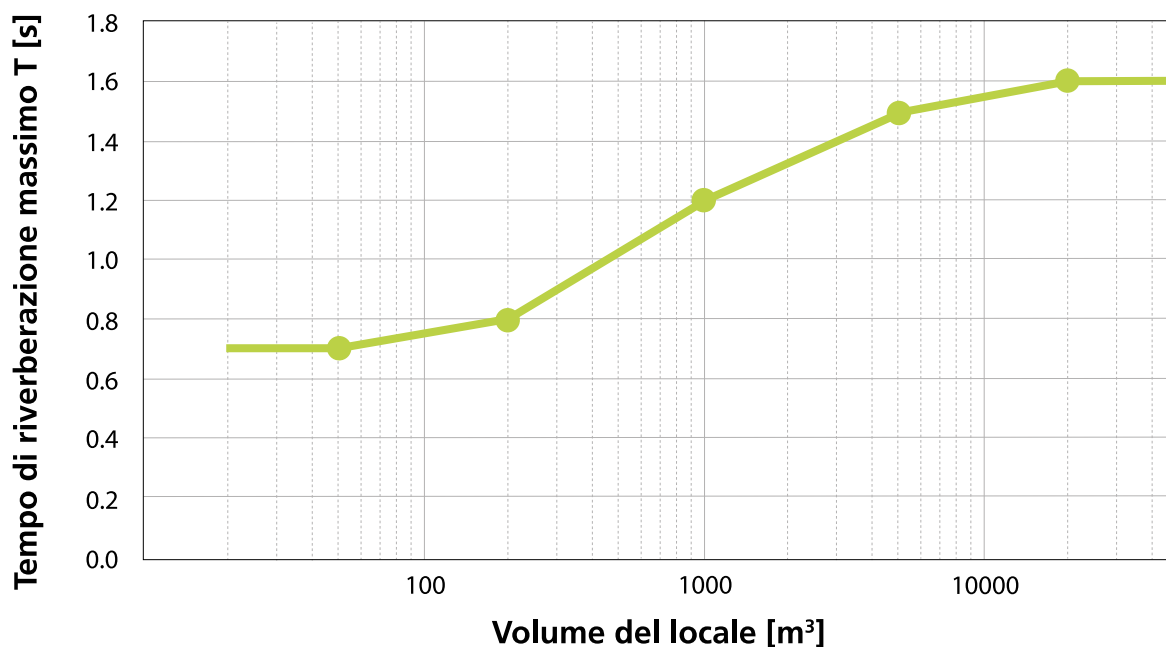


Figura 322-1: Valori indicativi del tempo di riverberazione per le postazioni di lavoro nel settore industriale e artigianale, quale media nello spettro di frequenza da 125 a 4 kHz.

Volume del locale [m³]	Tempo di riverberazione massimo T* [s]
≤ 50	0,7
200	0,8
1000	1,2
5000	1,5
≥ 20000	1,6

*) quale media nello spettro di frequenza da 125 Hz a 4 kHz.

Tabelle 322-3: Esempi di valori indicativi del tempo di riverberazione nell'industria e nell'artigianato per locali di diversi volumi secondo la figura 322-1.

1.3.2 Valori indicativi per uffici e laboratori

I posti di lavoro negli uffici e nei laboratori comprendono in prevalenza attività d'ufficio e di ricerca. I valori indicativi dipendono dall'utilizzo e dalla dimensione del locale e valgono se nei locali si trovano posti di lavoro permanenti ai sensi della legge sul lavoro. Si devono considerare i seguenti gruppi:

Gruppo 1: uffici singoli, laboratori (ad es. ricerca).

Gruppo 2: uffici per più persone.

Gruppo 3: uffici open space (tutti gli uffici con più di 6 collaboratori).

Indicazioni relative all'ordinanza 3 concernente la legge sul lavoro

Capitolo 2: Esigenze particolari relative alla tutela della salute
Sezione 2: Illuminazione, clima dei locali, rumori e vibrazioni
Art. 22 Rumori e vibrazioni



Art. 22

Le esigenze poste non valgono per i seguenti locali:

- locali con scarsa esposizione al rumore, in cui si lavora per lo più in silenzio e non si telefona o si telefona solo eccezionalmente (ad es. nelle biblioteche);
- nei locali con esigenze in materia di igiene, come ad es. clean room, sale operatorie e cucine aziendali, l'attuazione delle esigenze in materia d'igiene ha la precedenza sulle esigenze acustiche (per i quali locali si raccomanda l'applicazione dello stato della tecnica conformemente alle norme vigenti (se presenti));
- mense aziendali e laboratori industriali di produzione (per cui valgono le esigenze secondo 1.3.1).

In caso di esigenze energetiche molto elevate (ad esempio per il raggiungimento di label di sostenibilità) che limitano la possibilità di installare assorbitori, è necessario eseguire una ponderazione nel singolo caso, considerando in particolare la situazione aziendale degli uffici e più precisamente l'effettiva esposizione al rumore sul posto di lavoro, la concentrazione dei posti di lavoro, le zone in cui ritirarsi e l'arredamento. In singoli casi è impossibile rispettare i valori indicativi in materia di acustica (v. [art. 39, OLL 3](#)): in tal caso sono necessarie maggiori misure tecniche e organizzative (aumento del numero di locali per ritirarsi, postazioni di stampa schermate, semafori per il rumore sul posto di lavoro, ecc.; ulteriori esempi sono disponibili nel «Piano strutturale dei provvedimenti antirumore negli uffici open space», v. appendice). Nella maggior parte dei casi è possibile raggiungere almeno il 75% dei cosiddetti rapporti *AV* anche in caso di disposizioni energetiche esigenti (massa termica). Analogamente è necessario ponderare se sussistono conflitti di obiettivi con la protezione dei monumenti.

In genere i conflitti di obiettivi con altri regolamenti (ad es. esigenze in materia d'igiene, esigenze energetiche, protezione dei monumenti) richiederebbero un'analisi e una valutazione della situazione aziendale complessiva per poter stabilire provve-

diamenti adeguati per il progetto. Per alcuni progetti può essere necessaria una perizia.

Call center

Si rinuncia a definire ulteriori requisiti per i call center. Questi ultimi presuppongono provvedimenti da applicare alla fonte, come cuffie (headset) o sistemi di incapsulamento parziale, che non fanno parte delle presenti indicazioni. Con i soli provvedimenti di acustica architettonica o con il solo arredamento non è possibile raggiungere una sufficiente protezione acustica. Tutti i provvedimenti nei call center dovrebbero soddisfare lo stato della tecnica ed essere combinati in un piano omogeneo per ottenere un risultato ottimale.

1.3.2.1 Valori indicativi in funzione delle attività svolte

I laboratori con molti apparecchi possono essere particolarmente rumorosi; negli uffici contribuiscono invece a un aumento del livello sonoro soprattutto le stampanti o i proiettori. In linea di massima, tuttavia, il livello di pressione sonora non è così elevato da essere pericoloso per l'udito. In ogni caso, il livello di esposizione $L_{eq,1h}$ del rumore di esercizio non dovrebbe superare i 65 dB(A) nei laboratori e i 55 dB(A) negli uffici.

1.3.2.2 Valori indicativi per i rumori di fondo

In questo contesto, per rumori di fondo (rumori estranei) s'intendono tutte le immissioni foniche prodotte da apparecchiature tecniche fisse (ad es. impianti tecnici degli edifici come sistemi di ventilazione, compressori, riscaldamenti) e le immissioni foniche provenienti dall'esterno (traffico). Il rumore di fondo non dovrebbe superare un livello continuo di pressione sonora $L_{eq,1h}$ di 45 dB(A).

1.3.2.3 Valori indicativi in materia di acustica architettonica

Quale valore indicativo viene utilizzato il rapporto tra l'area equivalente di assorbimento acustico e il volume del locale *AV*. Oltre alle superfici che delimitano il locale, rientrano nell'area equivalente di assorbimento acustico anche l'arredamento e l'assorbimento dell'aria, ma non le persone.



Locale	A/V in m ⁻¹	
	Altezza del locale h ≤ 2,5 m	Altezza del locale h > 2,5 m
Gruppo 1	≥ 0,20	$AV \geq [3,13 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$
Gruppi 2 e 3	≥ 0,25	$AV \geq [2,13 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})]^{-1}$

Tabella 322-4: Valori indicativi in materia di acustica architettonica per uffici e laboratori (v. anche DIN 18041:2016 / Gruppo B). L'area equivalente di assorbimento acustico può essere calcolata secondo la norma EN 12354-6 o dimostrata tramite misurazioni (v. Appendice tecnica).


2. Capoverso 2

Quando si tratta di risolvere un problema complesso in relazione con il rumore, è raccomandabile procedere all'analisi delle possibili misure di lotta in modo da poter meglio valutare le vie da seguire. Nel piano strutturale (v. appendice) sono riportati i diversi settori di lotta al rumore e le possibili misure protettive.

2.1 Provvedimenti per la tutela dei lavoratori

2.1.1 Lettera a: provvedimenti edilizi

Provvedimenti di acustica della costruzione

Questi provvedimenti riducono la propagazione del rumore nei locali o negli edifici adiacenti attraverso gli elementi costruttivi (pareti, soffitti, finestre, porte). Essi comprendono misure di attenuazione del rumore per via aerea e per via solida. I requisiti minimi della norma SIA 181 devono essere rispettati conformemente [all'articolo 32 dell'ordinanza contro l'inquinamento fonico \(OIF\)](#) .

Rumore per via solida

Il provvedimento più importante per evitare la propagazione del rumore per via solida è, oltre al pavimento «flottante», la separazione degli elementi costruttivi (giunti di dilatazione). Per le macchine e gli impianti che producono oscillazioni e quindi rumori trasmessi per via solida, occorre prevedere elementi in grado di attenuare le oscillazioni. Il rumore da calpestio è un tipo particolare di rumore trasmesso per via solida che risulta fastidioso soprattutto negli edifici adibiti a uffici e dovrebbe pertanto essere evitato.

Rumore per via aerea

I posti di lavoro tranquilli devono essere separati dalle zone di lavoro rumorose o in cui si comunica (locali di comando, uffici e laboratori, ecc.). Singole macchine o apparecchi automatici rumorosi ubicati in locali di grandi dimensioni devono essere per quanto possibile incapsulati se in questi locali lavorano delle persone. Le macchine e gli impianti che generano molto rumore (ad es. tritarifiuti, compressori) devono essere posti in locali separati. Lo stesso vale per le attività particolarmente rumorose (ad es. raddrizzamento di parti metalliche)

Provvedimenti di acustica architettonica

Questo concetto designa tutti gli strumenti che permettono di ridurre, da un lato, la riverberazione di un locale (ad es. soffitto fonoassorbente) e, dall'altro lato, la propagazione diretta del suono all'interno dello stesso locale (ad es. pareti mobili). Le sole pareti mobili non sono tuttavia un provvedimento di acustica architettonica, ma una misura supplementare appropriata. Oggigiorno, i soffitti fonoassorbenti costituiscono lo standard secondo le regole della costruzione; la loro esecuzione deve essere esaminata caso per caso. I locali in cui sono presenti posti di lavoro permanenti devono soddisfare i valori indicativi in materia di acustica architettonica (v. 1.3.1.3 e 1.3.2.3).

2.1.2 Lettera b: provvedimenti concernenti gli impianti d'esercizio

In primo luogo si devono esaminare i provvedimenti da applicare alla sorgente del rumore. La pianificazione di nuove costruzioni o di ristrutturazioni deve comprendere un concetto di lotta con-




tro il rumore esteso alle macchine e agli impianti. Le emissioni rumorose possono essere mantenute basse scegliendo processi produttivi e acquistando macchine con bassi valori di emissione. Dai fornitori si devono esigere macchine ed impianti a bassa emissione, con relativa garanzia nel contratto d'acquisto. I valori di emissione delle sorgenti sonore tecniche possono essere desunti, per determinati gruppi di macchine, dalle direttive VDI-ETS (esistenti unicamente in tedesco; ad es. macchine per la lavorazione del legno VDI 3740, macchine utensili ad asportazione di truciolo VDI 3742, utensili a mano VDI 3761).

Qui di seguito sono riportati alcuni esempi di provvedimenti tecnici antirumore rispondenti allo stato attuale della tecnica:

- oncepire i posti di consegna del materiale in modo che non producano rumore, ad es. isolando la superficie di appoggio o rendendo minima l'altezza di caduta;
- dotare gli orifizi di uscita dell'aria compressa di silenziatori; i punti di entrata e uscita dell'aria devono altresì essere muniti di silenziatore a seconda della situazione del locale e del rumore.
- impiegare utensili ad aria compressa (ad es. avvitatrici pneumatiche) con silenziatori;
- per le operazioni di pulizia, impiegare pistole di soffiaggio con bassi valori di emissione (valvola riduttrice della pressione o ugello con bassi valori di emissione).

2.1.3 Lettera c: isolamento acustica o isolamento delle fonti di rumore

Singoli macchinari o apparecchi automatici rumorosi ubicati in locali di grandi dimensioni devono essere per quanto possibile incapsulati se in questi locali lavorano delle persone. Dopo l'incapsulamento si consiglia di effettuare una misurazione del rumore. Un buon incapsulamento consente di ridurre il rumore di > 10 dB(A). Ulteriori informazioni in proposito sono disponibili alla pagina www.suva.ch/66026.f  (Des enceintes pour lutter contre le bruit).

2.1.4 Lettera d: provvedimenti concernenti l'organizzazione del lavoro

Laddove il rumore non può essere ridotto al di sotto dei valori indicativi con provvedimenti tecnici, i lavoratori devono essere protetti dai rischi per la salute mediante provvedimenti organizzativi o individuali. I provvedimenti organizzativi permettono di ridurre l'esposizione dei lavoratori. Si tratta in primo luogo di ridurre la permanenza nei luoghi molto rumorosi.

Grazie all'impiego di dispositivi di protezione dell'udito è possibile ridurre efficacemente sia i rischi per l'organo uditivo che la sensazione di disturbo. Si deve prestare attenzione al fatto che i dispositivi di protezione dell'udito limitano la percezione acustica e l'orientamento.

2.2 Provvedimenti particolari per uffici open space

Un problema frequente e difficile da risolvere negli uffici open space è il disturbo provocato dalle conversazioni di altre persone. La trasmissione orale di informazioni comporta distrazioni ed eventualmente disturbi (v. 1.1, «rumore fastidioso»). Questo è praticamente inevitabile se le persone siedono vicine e lavorano nello stesso locale. L'unico rimedio potrebbero essere alte schermature acustiche tra i singoli posti di lavoro, soluzione che non favorirebbe però la comunicazione.

Di principio, per una buona acustica negli uffici è consigliabile applicare, oltre ai valori indicativi minimi menzionati nelle presenti indicazioni, lo stato della tecnica secondo le pertinenti norme (SN EN ISO 3382-3, VDI 2569, NF S31-080, NF S31-199, etc.). Informazioni bibliografiche e un piano strutturale dei provvedimenti antirumore negli uffici open space si trovano nell'Appendice tecnica.

2.2.1 Lettera d: provvedimenti concernenti l'organizzazione del lavoro

La pianificazione degli uffici open space dovrebbe prevedere una suddivisione in zone (v. VDI 2569). È consigliabile pianificare a livello aziendale la disposizione dei team o delle zone di attività negli uffici



open space e realizzare di conseguenza la protezione fonica. Tramite una buona disposizione dei posti di lavoro si può far sì che le persone che devono comunicare molto tra loro vengano poste vicino, evitando in tal modo una comunicazione ad alta voce a distanza.

Per ridurre il livello sonoro del discorso è importante che la sorgente sonora (bocca) sia il più vicino possibile al ricevente (orecchio, microfono). Per brevi discussioni può essere d'aiuto uno sgabello, affinché il colloquio possa svolgersi all'altezza degli occhi. Le cuffie consentono di avere il microfono vicino alla bocca. Inoltre, esistono semafori per il livello sonoro, che indicano quando si parla troppo forte.

Anche in presenza delle migliori condizioni acustiche negli uffici open space è imprescindibile un comportamento adeguato dei lavoratori, al fine di evitare i disturbi causati dal rumore. In un ufficio open space si possono applicare diverse regole di comportamento, che dovrebbero essere adeguate al tipo, all'utilizzo e all'equipaggiamento dell'ufficio. Il seguente elenco riporta alcuni esempi di regole di comportamento che si sono dimostrate valide negli uffici open space:

- parlare piano, anche al telefono;
- effettuare le conferenze telefoniche nella sala riunioni;
- mantenere basso il tono di voce quando ci si rivolge ad altri;
- svolgere le brevi conversazioni alla scrivania a distanza ravvicinata;
- svolgere i colloqui più lunghi nella sala riunioni o nella sala comune;
- utilizzare gli apparecchi di riproduzione (della musica) solo con le cuffie;
- in caso di assenza, attivare la segreteria telefonica o la deviazione;
- impostare il cellulare in modalità silenziosa.

Vibrazioni

1. Capoverso 1

Le oscillazioni meccaniche comprendono, tra l'altro, anche le vibrazioni. Le vibrazioni non devono pregiudicare la salute, il benessere e la sicurezza dei lavoratori.

1.1 Effetti sull'uomo

Le oscillazioni si trasmettono all'uomo principalmente attraverso i mezzi di trasporto, le macchine e gli utensili dotati di moto vibratorio e tramite gli edifici. Il grado delle oscillazioni meccaniche, definito da frequenza, ampiezza e durata di esposizione, è determinante per i suoi effetti sulla salute, sul benessere e sulla sicurezza.

A seconda del modo di trasmissione delle oscillazioni, si distinguono due tipi di effetti sull'uomo.

- Le vibrazioni di tutto il corpo sono trasmesse a quest'ultimo dai sedili o dalle superfici di appoggio (ad es. lettini). Si manifestano soprattutto all'interno dei veicoli come ad es. macchine edili, trattori, carrelli elevatori. Il campo principale di frequenze è compreso tra 1 e 80 Hz.
- Le vibrazioni del sistema mano-braccio sono trasmesse alle mani e alle braccia dell'utilizzatore dagli utensili o dalle macchine attraverso le impugnature o le superfici di contatto. Sono prodotte da numerosi utensili guidati a mano dotati di moto rotatorio o alternativo, ad es. martelli pneumatici, motoseghe, falciatrici, trapani a percussione, inchiodatrici. Il campo principale di frequenze è compreso tra 6 e 1250 Hz.

Le vibrazioni possono provocare all'uomo disturbi del benessere o addirittura danni all'organismo. Possono agire sul corpo umano sia in modo localizzato che generale. Gli effetti generali delle vibrazioni, soprattutto sul sistema neurovegetativo, sono attualmente ancora poco chiari. Gli effetti localizzati delle vibrazioni possono essere all'origine



di disturbi della salute, come disturbi al sistema circolatorio (ad es. sindrome delle mani bianche) e al sistema nervoso, malattie alle ossa e alle articolazioni, alle parti superiori degli arti e deformazioni patologiche della colonna vertebrale.

1.2 Valori limite e indicativi

1.2.1 Valori limite per le vibrazioni

A livello internazionale non esistono ancora valori limite sicuri per i danni causati dalle vibrazioni. Esistono però valori indicativi, rispettando i quali si possono evitare danni alla salute. Per questo motivo tali valori indicativi sono stati ripresi nelle presenti indicazioni.

1.2.2 Valori indicativi per il rischio causato dall'esposizione alle vibrazioni

Le vibrazioni possono essere dannose per la salute in presenza di esposizione regolare sull'arco di parecchi anni (quotidianamente o settimanalmente più volte), nel caso in cui vengano superati i seguenti valori di accelerazione, calcolati in media su un giorno di lavoro.

Valori indicativi per l'esposizione alle vibrazioni:

- sistema mano-braccio $a_{hw} \leq 5 \text{ m/s}^2$
- tutto il corpo $a_z \leq 0,8 \text{ m/s}^2$

Questi valori si basano su esperienze pluriennali della SUVA.

1.2.3 Valori indicativi per le vibrazioni nell'edilizia

In generale si applicano gli stessi provvedimenti tecnici descritti prima.

Negli edifici, la propagazione delle vibrazioni provocate dalle macchine da lavoro (martello da fabbro, presse, ecc.) può essere ridotta isolando la superficie di appoggio della macchina dalle altre parti dell'edificio oppure appoggiando la macchina stessa su una base ammortizzante. A protezione del personale di servizio si può costruire un pavimento antivibrazione.

Il tipo ed il grado dei danni e dei disagi individua-

li dovuti alle vibrazioni dipendono dal grado d'esposizione e dall'interazione con le caratteristiche individuali e la situazione della persona colpita. In generale, non si hanno ripercussioni rilevanti se si rispettano i valori indicativi di cui alla norma DIN 4150-2.

2. Capoverso 2

2.1 Principi della lotta contro le vibrazioni

I rischi delle vibrazioni sull'uomo e sugli edifici devono essere ridotti al minimo, tenuto conto del progresso tecnico e dei provvedimenti a disposizione per ridurre le vibrazioni. Le vibrazioni possono provocare, oltre a disturbi sull'uomo, anche danni alle costruzioni.

2.2 Provvedimenti tecnici

Da un lato è possibile ottenere una riduzione delle vibrazioni alla fonte (ad es. processi lavorativi a bassa vibrazione o continui al posto di processi intermittenti) e, dall'altro, è possibile ridurre la loro propagazione al personale di servizio (ad es. ammortizzatori, impugnature e sedili antivibranti, superfici di appoggio elastiche delle macchine) e adottare provvedimenti edilizi (giunti di dilatazione, pavimenti flottanti, fondazioni ammortizzatori).

2.3 Dispositivi di protezione individuale

Attualmente non esistono dispositivi di protezione individuale veramente efficaci contro le vibrazioni. Contro gli effetti delle vibrazioni del sistema mano-braccio si dovrebbero sempre indossare guanti contro il freddo (quale prevenzione contro i disturbi circolatori). Per il resto, i provvedimenti si limitano a misure di carattere organizzativo.



Appendice all'articolo 22 OLL 3 (Appendice tecnica)

Rumore

1. Definizioni

1.1 Rumore

Si definisce rumore il fenomeno acustico che può pregiudicare la salute, la sicurezza sul lavoro, la comprensione della conversazione e il rendimento. Il rumore fastidioso è il suono i cui effetti disturbano il benessere psicosociale o fisico e possono pregiudicare la salute dell'uomo.

1.2 Sicurezza del lavoro, riconoscimento dei segnali

Se il rumore pregiudica la percezione dei segnali acustici, dei segnali di allarme o dei rumori annuncianti pericolo, creando in tal modo un rischio elevato di infortunio, esso deve essere diminuito conformemente allo stato della tecnica, in modo da garantire in misura sufficiente il riconoscimento dei suddetti segnali. Se ciò non è possibile, i generatori di segnali devono essere migliorati di conseguenza (v. DIN 33404). Indicazioni più dettagliate possono essere desunte dalla norma SN EN 981+A1 «Sicurezza del macchinario - Sistemi di segnali di pericolo e di informazione uditivi e visivi».

1.3 Coefficiente di fonoassorbimento α_s

Il coefficiente di fonoassorbimento α_s è una grandezza importante per la pianificazione acustica dei locali. Con tale coefficiente viene indicata la capacità di un materiale di assorbire l'energia sonora incidente.

Nella pianificazione, per i locali non occupati (senza apparecchiature e mobili), si esige un coefficiente di fonoassorbimento medio $\alpha_s \geq 0,25$ calcolato su tutte le superfici che delimitano il locale (S_{tot}).

$$\bar{\alpha}_s = \frac{A_{tot}}{S_{tot}}$$

A_{tot} = capacità assorbente globale [m²]

1.4 Tempo di riverberazione T

Il tempo di riverberazione T è il periodo di tempo in secondi impiegato per il decadimento di 60dB dopo l'arresto della sorgente sonora. Il tempo di riverberazione può essere calcolato o misurato.

I valori indicativi sono intesi per i locali di lavoro pronti al funzionamento.

Ottimizzare esclusivamente il tempo di riverberazione non è efficace in caso di situazioni complesse. Il tempo di riverberazione non dovrebbe superare i valori massimi menzionati nelle indicazioni, né essere troppo basso. Un'attenuazione eccessiva negli uffici dovrebbe in ogni caso essere evitata (dovrebbero essere scelti valori di tempo di riverberazione $\geq 0,4$ s).

1.5 Decremento del livello di pressione sonora per raddoppio della distanza DL 2

Per un locale di lavoro pronti al funzionamento, il decremento del livello di pressione sonora per raddoppio della distanza DL 2 deve essere pari ad almeno 4 dB. DL 2 viene misurato, come media aritmetica, ad una distanza compresa tra 5 e 16 m da una sorgente sonora puntiforme nelle bande di ottava 125-4000 Hz (metodo di misurazione secondo la norma VDI 3760).

1.6 Area equivalente di assorbimento acustico A

I valori indicativi indicati per il rapporto minimo necessario A/V si applicano nelle singole ottave da 250 Hz a 2'000 Hz con i mobili e l'assorbimento dell'aria, ma senza considerare il fonoassorbimento delle persone. L'area di assorbimento e il volume possono essere calcolati secondo la norma EN 12354-6:

Indicazioni relative all'ordinanza 3 concernente la legge sul lavoro

Capitolo 2: Esigenze particolari relative alla tutela della salute
Sezione 2: Illuminazione, clima dei locali, rumori e vibrazioni
Art. 22 Rumori e vibrazioni



Art. 22

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{s,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^o A_{obj,j} + \sum_{k=1}^p \alpha_{s,k} \cdot S_k + 4 \cdot m \cdot V$$

$$V = V_{vuoto} \cdot (1 - \Psi)$$

dove:

A: area equivalente di assorbimento

$\alpha_{s,i}$: coefficiente di assorbimento per superficie parziale i

S_i : superficie parziale i in m²

$A_{obj,i}$: area equivalente di assorbimento per elemento in m²

$\alpha_{s,k}$: coefficiente di assorbimento per l'insieme di elementi k (riferito alla superficie di delimitazione del locale di volta in volta occupata)

S_k : superficie parziale k per l'insieme di elementi

n: numero di superfici parziali

o: numero di elementi

p: numero di insiemi di elementi

m: coefficiente di attenuazione della potenza in aria in 10⁻³ m⁻¹

V_{vuoto} : volume complessivo del locale vuoto in m³

V: volume del locale in m³ disponibile per la propagazione del suono

Ψ : parte di un elemento (corrisponde al volume del locale non disponibile per la propagazione del suono (riempito con mobili, macchine, ecc.))

La grandezza m presuppone i seguenti valori con il 50% di umidità dell'aria e 20°C:

≤ 250 Hz	500	1 kHz	2 kHz	4 kHz
0	0,63	1,08	2,28	6,84

Tabella 322-5: Coefficiente di attenuazione della potenza in aria (in 10⁻³ m⁻¹)

Un possibile metodo per determinare l'area di assorbimento acustico è la misurazione del tempo di riverberazione per i locali con superfici strutturate in maniera regolare: nessuna dimensione dovrebbe essere più del quintuplo di qualsiasi altra dimen-

sione (v. DIN 18041:2016). Tramite la formula di Sabine secondo la norma EN 12354-6 è possibile determinare l'assorbimento dal tempo di riverberazione:

$$T = 0,163 \cdot \frac{V}{A}$$

con:

T: tempo di riverberazione secondo Sabine in s

A: area equivalente di assorbimento in m²

V: volume del locale in m³

Per le superfici strutturate in maniera regolare come spazi piani (uffici open space) il metodo di cui sopra non fornisce risultati affidabili. Una possibilità per questi locali è calcolare il tempo di riverberazione su una distanza da 3 a 8 m dalla fonte e poi risalire all'assorbimento tramite una simulazione. Su distanze superiori a 8 m sussiste il pericolo che il campo di riverbero sia troppo dominato dal campo di dispersione dei mobili e che l'incertezza della simulazione divenga troppo grande.

2. Piano strutturale dei provvedimenti antirumore

I provvedimenti antirumore sono rappresentati nei piani strutturali della figura 322-A (generale) e 322-B (uffici open space).

3. Possibilità di valutazione

3.1 Strumenti di misurazione acustica (fonometri)

Per la misurazione del livello di pressione sonora o del livello continuo equivalente di pressione sonora (L_{eq}), occorre impiegare strumenti che soddisfano almeno i requisiti della classe di precisione 2 (norme IEC 60651 e 60804) e che dispongono di una ponderazione di frequenza «A» e «C», nonché di una ponderazione temporale «FAST». Per i calibra-



tori acustici è determinante la norma IEC 60942. Gli strumenti impiegati per le misurazioni ufficiali devono essere autorizzati a tale scopo dall'Istituto federale di metrologia (METAS), la loro precisione deve essere controllata periodicamente e gli stessi devono eventualmente essere calibrati.

3.2 Punti di misurazione

Il livello di pressione sonora viene misurato sul posto di lavoro del lavoratore all'altezza dell'orecchio e, se possibile, in assenza del lavoratore. Se il lavoratore deve restare sul posto di lavoro per l'esercizio dell'impianto, la misurazione si effettuerà a 10 cm di distanza dall'orecchio più esposto al rumore.

Se in un posto di lavoro non è possibile definire esattamente la posizione della testa, i microfoni di misurazione saranno posti alle altezze seguenti:

- per le persone in piedi: 160 cm
- per le persone sedute: 80 cm dal sedile

3.3 Calcolo della soglia d'esposizione al rumore L_{EX}

Le norme ISO 1999 e SN EN 9612 definiscono come misura per l'esposizione al rumore il livello di esposizione L_{EX} . La SUVA si basa su queste due norme per l'analisi dell'esposizione al rumore professionale.

Per la determinazione dell'esposizione al rumore svolge un ruolo fondamentale la durata di esposizione considerata. La SUVA applica come misure di esposizione al rumore il livello di esposizione giornaliera al rumore $L_{EX,8h}$ e il livello di esposizione annuale al rumore $L_{EX,2000h}$. Ritenuto che un'esposizione al rumore che si protrae per diversi anni porta spesso alla sordità, la designazione generale di L_{EX} comprende il $L_{EX,2000h}$.

Se il livello di rumore è identico per tutto il tempo di lavoro e una persona è esposta al rumore per tutto il tempo di lavoro, il livello continuo equivalente di pressione sonora Leq misurato sul posto di lavoro corrisponde esattamente al livello di esposizione al rumore L_{EX} . Altrimenti, si deve misurare il

livello medio Leq per ogni fase di rumore nonché la durata della fase di lavoro e calcolare il livello di esposizione al rumore L_{EX} mediante la formula riportata qui sotto.

$$L_{EX} = 10 \log \sum 10^{0,1 \cdot L_{eq,i}} \cdot \frac{p_i}{100} \quad [\text{dB(A)}]$$

$L_{eq,i}$: livello medio in dB(A), livello di pressione sonora ponderato in termini di energia durante la fase di lavoro i in dB(A)

p_i : durata della fase di lavoro i in percentuale

4. Bibliografia

- SN EN ISO 11690 1 - 3 Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario
- SN EN 981+A1 Sicurezza del macchinario - Sistemi di segnali di pericolo e di informazione uditivi e visivi
- SN EN ISO 9921 Ergonomia - Valutazione della comunicazione verbale
- SN EN 12354-6 * SIA 181.306 Acustica in edilizia - Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi
- SN EN ISO 9612 Acustica - Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro - Metodo tecnico progettuale (classe di precisione 2)
- SN EN ISO 3382-3 * SIA 181.084 Acoustique - Mesurage des paramètres acoustiques des salles - Partie 3: Bureaux ouverts
- NF S 31-080 Bureaux et espaces associés
- NF S 31-199 Acoustique - Performances acoustiques des espaces ouverts de bureaux
- SIA 181 La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie (SN 520 181)
- DIN 33404 Gefahrensignale für Arbeitsstätten
- DIN 45680 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmissionen in der Nachbarschaft

Indicazioni relative all'ordinanza 3 concernente la legge sul lavoro

Capitolo 2: Esigenze particolari relative alla tutela della salute
Sezione 2: Illuminazione, clima dei locali, rumori e vibrazioni
Art. 22 Rumori e vibrazioni



Art. 22

- DIN 18041 Hörsamkeit in Räumen - Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung
 - VDI-Richtlinie 2058 Blatt 3 Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten
 - VDI-Richtlinie 2569 Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro
 - VDI Richtlinie 3760 Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen
 - VDI Richtlinie 3740 Emissionskennwerte technischer Schallquellen; Holzbearbeitungsmaschinen
 - VDI-Richtlinie 3742 Emissionskennwerte technischer Schallquellen; Spanende Werkzeugmaschinen
 - VDI-Richtlinie 3761 Emissionskennwerte technischer Schallquellen; Handgeführte Elektrowerkzeuge für Holzbearbeitung
 - ISO 1999 Determinazione dell'esposizione al rumore professionale e stima del danno uditivo indotto dal rumore
 - IEC 60651 (sostituita da DIN EN 61672 Elektroakustik – Schallpegelmesser -)
 - IEC 60804 (sostituita da DIN EN 61672 Elektroakustik – Schallpegelmesser -)
 - IEC 60942 Elektroakustik Schallkalibratoren
- Informazioni della Suva:
- 1903 Valeurs limites d'exposition aux postes de travail
 - 66008 Acustica ambientale nell'industria
 - 66026 Des enceintes pour lutter contre le bruit
 - 66027 Mesurage des émissions acoustiques produites par les machines selon EN ISO 3746
 - 66058 Nuisances sonores aux postes de travail
 - 86048 Valori acustici limite e di riferimento
 - 86053 Infrasons
 - 86055 Valori limite d'esposizione al rumore esterno, prodotto dall'industria e dalle arti e mestieri
 - 66077 Bruit des installations à ultrasons

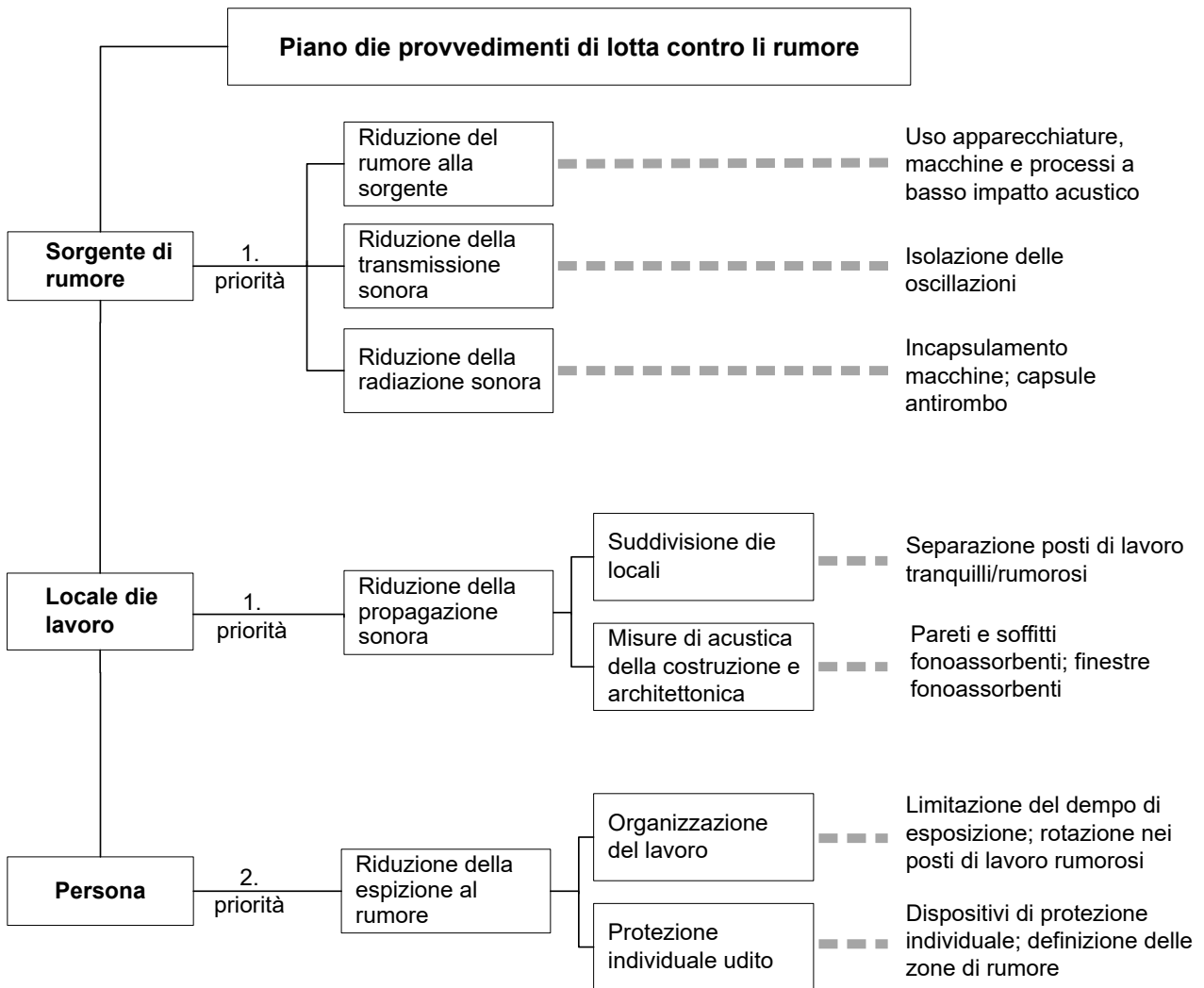


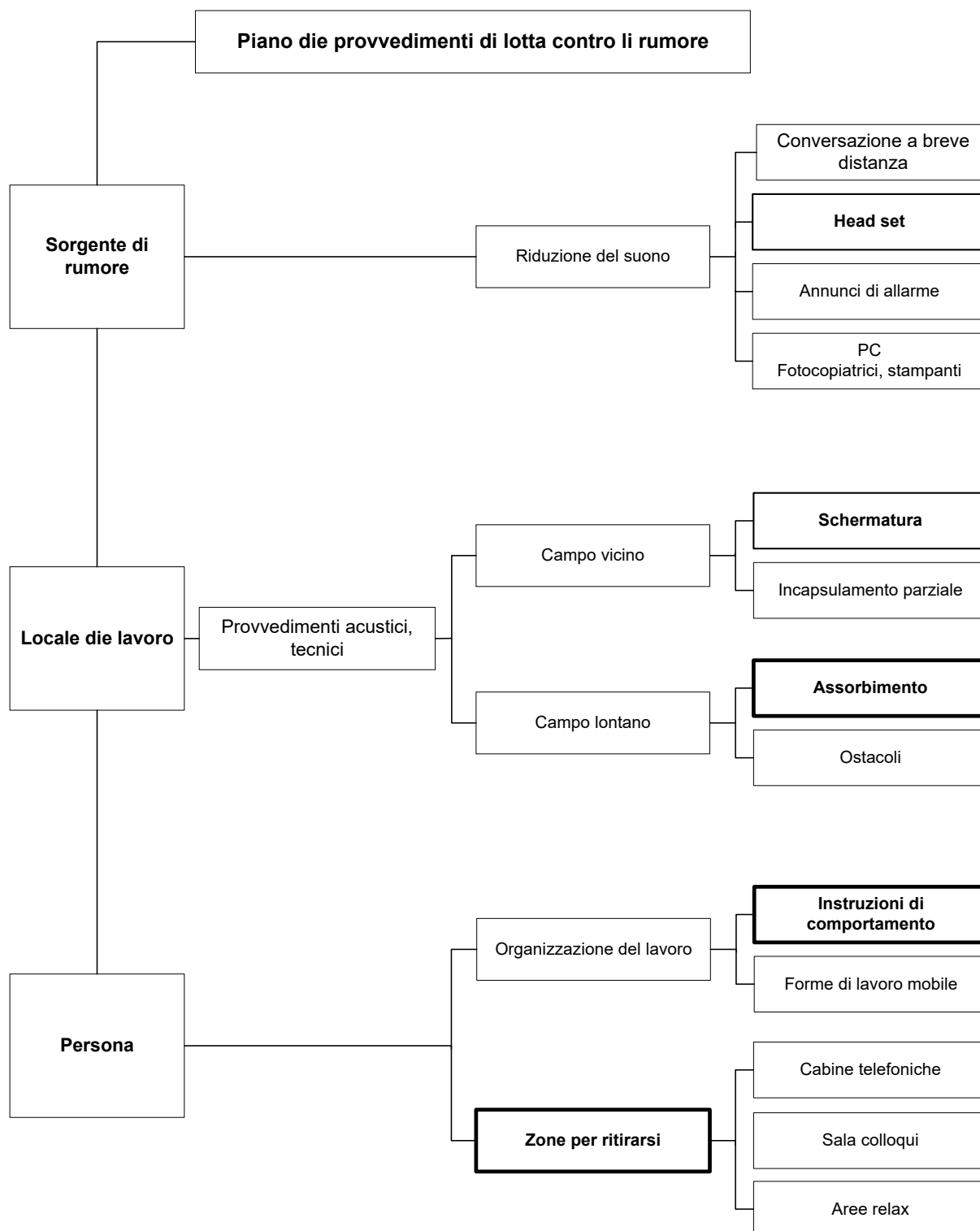
Figura 322-A: Piano strutturale dei provvedimenti antirumore in generale

Indicazioni relative all'ordinanza 3 concernente la legge sul lavoro

Capitolo 2: Esigenze particolari relative alla tutela della salute
Sezione 2: Illuminazione, clima dei locali, rumori e vibrazioni
Art. 22 Rumori e vibrazioni



Art. 22



Priorità 1

Priorità 2

Figura 322-B: Piano strutturale dei provvedimenti antirumore per uffici open space



Appendice all'articolo 22 (Appendice tecnica)

Vibrazioni

1. Definizioni

1.1 Scosse, vibrazioni

Per vibrazioni si intendono le azioni delle oscillazioni meccaniche sui corpi.

1.2 a_{hw}

Il valore a_{hw} è l'accelerazione dell'oscillazione ad energia equivalente ponderata sulla frequenza (valore effettivo) del sistema oscillante mano-braccio.

1.3 a_z

Il valore a_z è l'accelerazione dell'oscillazione ad energia equivalente ponderata sulla frequenza (valore effettivo); oscillazione dell'intero corpo lungo l'asse z del corpo umano (asse piede-testa).

2. Possibilità di valutazione

Si raccomanda l'intervento di uno specialista per l'esecuzione delle misurazioni e la relativa valutazione poiché la soluzione di tali problemi richiede una grande esperienza.

2.1 Osservazioni

Le modalità e le condizioni delle misurazioni nonché le basi di valutazione per le oscillazioni del corpo intero sono raccolti nella norma ISO 2631.

Le modalità e le condizioni delle misurazioni, la ponderazione di frequenza e le basi di valutazione per gli effetti delle oscillazioni sul sistema mano-braccio sono riportati nella norma SN EN ISO 5349.

3. Bibliografia

- ISO 2631-1, *Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 1: Requisiti generali*
- ISO 2631-1, *Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 2: Vibrazioni continue ed impulsive negli edifici (da 1 a 80 Hz)*
- ISO 2631-4, *Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 4: Linee guida per la valutazione degli effetti delle vibrazioni e del moto rotatorio sul comfort dei passeggeri e dell'equipaggio nei sistemi di trasporto a guida fissa*
- ISO 2631-5, *Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 5: Metodo per la valutazione delle vibrazioni a carattere impulsivo*
- SN EN ISO 5349-1 *Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano - Parte 1: Requisiti generali*
- SN EN ISO 5349-2 *Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano - Parte 2: Guida pratica per la misurazione al posto di lavoro*
- DIN 4150-1, *Erschütterungen im Bauwesen - Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen*
- DIN 4150-2, *Erschütterungen im Bauwesen - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden*
- DIN 4150-3, *Erschütterungen im Bauwesen - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlage*
- VDI-Richtlinie 2057 Blatt 1, *Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen - Ganzkörper-Schwingungen*

Indicazioni relative all'ordinanza 3 concernente la legge sul lavoro

Capitolo 2: Esigenze particolari relative alla tutela della salute

Sezione 2: Illuminazione, clima dei locali, rumori e vibrazioni

Art. 22 Rumori e vibrazioni



Art. 22

- *VDI-Richtlinie 2057 Blatt 2, Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen - Hand-Arm-Schwingungen*
- *VDI-Richtlinie 2057 Blatt 3, Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen - Ganzkörperschwingungen an Arbeitsplätzen in Gebäuden*
- *Bollettino SUVA 66057, Suspension élastique de machines. Information pour projeteurs, ingénieurs d'étude et fabricants*
- *Bollettino SUVA 2869/16, Troubles de la santé dus aux vibrations (médecine du travail)*
- *Lista controllo SUVA 67070, Vibrazioni sul lavoro. Lista di controllo*