

I rischi da Vibrazioni

Omar Nicolini - Az.USL di Modena (o.nicolini@ausl.mo.it)

1

Vibrazioni – 2 rischi ≠

Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio:
Hand-Arm Vibration
HAV



Vibrazioni trasmesse al corpo intero:
Whole Body Vibration
WBV



2

Vibrazioni



- circa il 24% dei lavoratori europei è esposto a vibrazioni; il 21% in Italia (European Agency for Safety and Health at Work-2000)
- in Europa e negli USA la percentuale di lavoratori potenzialmente esposta a WBV potenzialmente dannose è compresa tra il 4 ed il 7% (CEN Report 12349-1996)
- nel caso delle HAV tale percentuale è compresa tra l'1,7 ed il 3,6 % (CEN Report 12349-1996)
- ... rappresentano la 5ª causa di malattia professionale indennizzata dall'INAIL (voci: malattie osteoarticolari & sindrome del tunnel carpale)

3

HAV - Effetti

Patologie di tipo:

- > **VASCOLARE:** processi di spasmo delle arterie che irrorano le dita delle mani, solitamente scatenati dall'esposizione al freddo (*fenomeno di Raynaud*)
- > **NEUROLOGICO:** parestesie, formicolii, alterazioni della sensibilità superficiale per interessamento dei nervi mediano e ulnare (*neuropatia periferica sensitiva*)
- > **OSTEORTICOLARE:** processi degenerativi di tipo artrosico a carico delle articolazioni, soprattutto dei polsi e del gomito (*lesioni croniche degeneranti a carico dei segmenti ossei*)

... e inoltre ...

4

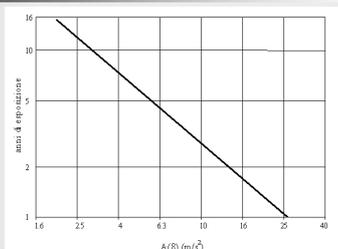
4

HAV – Sindrome di Raynaud



5

HAV – correlaz. dose/risposta



Anni necessari per la comparsa del fenomeno di Raynaud nel 10 % dei soggetti in funzione dell'esposizione

6



WBV - Effetti



FENOMENI SENSORIALI E PSICO-SENSORIALI: ansietà, dolori addominali e toracici, dispnea, nausea e vomito ("mal dei trasporti"); difficoltà ad eseguire il compito lavorativo

FENOMENI NEUROVEGETATIVI: effetti sugli app. respiratorio e cardiocircolatorio (aumento della frequenza respiratoria, cardiaca e della pressione arteriosa ...), alterazioni del sistema nervoso (EEG, dei riflessi tendinei...) e degli organi di senso (diminuzione della acuità visiva, aumento della soglia uditiva...); altre ???

... *ma soprattutto:* **ALTERAZIONI OSTEO-ARTICOLARI:** aumentata incidenza di artrosi vertebrale (spondiloartrosi), ernia del disco, disturbi e patologie del distretto cervico-brachiale

7

7



WBV – correlaz. dose/risposta

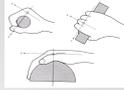
Fattori di rischio per il rachide

Fattori di rischio	Forte evidenza	Evidenza	Insufficiente evidenza
Movimentazione / Sollevamento	✓		
Posture incongrue		✓	
Lavoro pesante		✓	
Vibrazioni	✓		
Postura statica			✓

8



HAV - dove



Le vibrazioni sono trasmesse al sistema mano-braccio da:

- **impugnature di macchine utensili portatili** (smerigliatrici, martelli demolit., avvitatori, trapani, cesoie, levigatrici, seghe, decespugliatori, chiodatrici, compattatori ecc.)
- **l'elemento in lavorazione** (getti di fonderia, modelli in legno o in plastica, materiali lapidei, ...) trattenuto in mano dall'addetto che opera su **macchine utensili fisse** (smerigliatrici da banco, ribattitrici, tranciatrici ecc.)
- le **stegole**, il **volante**, il **manubrio** di **macchine ed attrezzi semoventi** e **mezzi di trasporto** (motocoltivatori, trattori, motociclette, pale meccaniche, ...)

9



WBV - dove



Le vibrazioni sono trasmesse al corpo intero da:

- **sedili di guida** di **macchine semoventi** (escavatori, ruspe, pale meccaniche, trattrici e altre macchine agricole, carrelli elevatori ...) e dei **mezzi di trasporto** (camion, autobus, auto, treni, metrò, tram, imbarcazioni, aerei, ...)
- **pavimenti** in prossimità o **piattaforme di sostegno/controllo** di **macchine fisse vibranti** (presse, magli, casseri in vibrazione, confezionatrici, vibrovagli, macchine da stampa tipo off-set e, in generale, tutte le macchine dotate di importanti cinematismi...)





Vibrazioni – descrittori d/r

Le vibrazioni si caratterizzano:

- con il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerazione (a in m/s^2) mediato in termini energetici (a_{eq}), rilevato nell'intervallo 2÷4000 Hz (HAV) o 0,1÷400 Hz (WBV) e ponderando il segnale in frequenza $a_{(w)}$ in continuo o per terzi d'ottava;
- sommando l'energia misurata negli specifici assi di ingresso **x**, **y** e **z** (HAV) o considerando l'asse più a rischio (WBV) dopo aver applicato appositi fattori correttivi

su tempi brevi: **x HAV: a_{wsum}** **x WBV: a_{wmax}**

sul tempo di esposizione convenzionale di 8h: $a_{8h} = A(8)$

11



HAV - misurazione

Strumentazione



Calibratore

Adattatori

Vibrometro

12

HAV ... calcolo A(8)

1) Rispetto all'asse d'ingresso

Si considera il valore somma dei valori dell'accelerazione eq. ponderata in frequenza riscontrati sui tre assi mediante la:

$$a_{(w)sum} = \sqrt{a_{wx}^2 + a_{wy}^2 + a_{wz}^2}$$

2) Rispetto al tempo (dose di vibrazione)

... se ci si riferisce al un tempo convenzionale di esposizione giornaliera di 8 h:

$$A(8) = a_{(w)sum} \sqrt{\frac{T_e}{8}}$$

13

HAV ... calcolo A(8)

Se nell'arco del turno lavorativo si verificano più condizioni espositive, si può usare la:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{(w)sum_i}^2 \times t_i} \quad \text{oppure la:} \quad A(8) = \sqrt{\sum_{i=1}^n A(8)_i^2}$$

14

WBV ... misurazione

Strumentazione



Calibratore



Adattatori

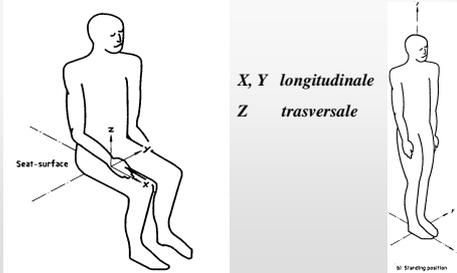


Vibrometro

15

WBV ... misurazione

ISO 2631/1997 : assi di misura



16

WBV ... calcolo A(8)

1) Rispetto all'asse d'ingresso

Si considera il valore maggiore dell'accelerazione ponderata in frequenza tra quelli riscontrati su ciascuno dei tre assi dopo averli moltiplicati per un fattore correttivo secondo la:

$$a_{(w)\max} = \max(1,4 \times a_{wx}; 1,4 \times a_{wy}; a_{wz})$$

2) Rispetto al tempo

... se ci si riferisce ad un tempo convenzionale di esposizione giornaliera di 8 h:

$$A(8) = a_{(w)\max} \sqrt{\frac{T_e}{8}}$$

17

WBV ... calcolo A(8)

Se nell'arco del turno lavorativo si verificano più condizioni espositive, si può usare la:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{(w)\max_i}^2 \times t_i} \quad \text{oppure la:} \quad A(8) = \sqrt{\sum_{i=1}^n A(8)_i^2}$$

18

10784.36
9-1
2.7-9372

HAV ... calcolo A(8)

Esempio : Un lavoratore usa uno smerigliatore angolare marca X modello Y per 2½ ore al giorno

$$A(8) = a_{(w)sum} \sqrt{\frac{T_e}{8}}$$

Valore da usare nella stima di A(8):
 $a_{wsum} = 7,8 \text{ m/s}^2$

$$A(8) = 7,8 \sqrt{\frac{2,5}{8}}$$

$$A(8) = 4,4 \text{ m/s}^2$$

19

10784.36
9-1
2.7-9372

HAV ... calcolo A(8)

... e quando si usa più di una AdL ?

UTENSILE	a_{wsum} (m/s ²)	T_e (ore)	A(8) parz. (m/s ²)
1. Smerigliatrice	7	2½	3,9
2. Scalpello pneum.	16	¼	2,8
$A(8) = (A(8)_1^2 + A(8)_2^2)^{1/2}$			4,8

Oppure:
$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{(w)sum_i}^2 \times t_i}$$

20

Legislazione: Testo Unico-DLgs.81/08

Titolo VIII – Agenti fisici
Capo I: Disposizioni generali
Capo III: Vibrazioni

supplemento 108/L G.U.R.I. n.101 del 30/04/2008

... in vigore dal ...
15/05/2008 ... 01/01/2009

... nessuna sostanziale novità ex D.Lgs.106/2009 ...

Altri importanti riferimenti:
... ISO 5349:2001 x HAV
... ISO 2631-1:1997 x WBV

21

Vibrazioni ... e ...

COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLE PROVINCE AUTONOME
E DEL VALLE D'AOSTA
Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro
delle Regioni e delle Province autonome

Decreto Legislativo 81/2008
Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V
sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti
all'esposizione ad agenti fisici
nei luoghi di lavoro

Indicazioni operative

in collaborazione con:

ISPESL - Istituto Superiore
per la Prevenzione E la Sicurezza del Lavoro

Istituto Superiore di Sanità

22

TU-Vibrazioni - Sintesi

... > **VLE: obbligo di misure immediate**

HAV: $A(8) = 5,0 \text{ m/s}^2$ // WBV: $A(8) = 1,0 \text{ m/s}^2$
 $a_{\text{wsum}} = 20 \text{ m/s}^2$ // $a_{\text{wmax}} = 1,5 \text{ m/s}^2$

... per redigere il programma di bonifica, l'informazione / formazione, la sorveglianza sanitaria

VdA - HAV: $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$ // WBV: $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$

... per valutare

... per l'informazione/formazione se "a rischio"

... per la sorveglianza sanitaria se ...

... per ridurre il rischio al minimo ...

23

TU-Vibrazioni - Valutazione

Art.202 -Valutazione dei rischi

1. ... il datore di lavoro **valuta** e, quando necessario, **misura**, i livelli di vibrazioni meccaniche cui i lavoratori sono esposti.
2. Il livello di esposizione ... può essere valutato mediante l'osservazione delle condizioni di lavoro specifiche e il riferimento ad appropriate informazioni sulla probabile entità delle vibrazioni per le attrezzature nelle particolari condizioni di uso reperibili presso **banche dati** dell'Ispeel o delle Regioni o, in loro assenza, dalle **informazioni fornite** in materia **dal costruttore** delle attrezzature. Questa operazione va distinta dalla **misurazione** ... che resta comunque il **metodo di riferimento**

24



Vibrazioni ... Valutazione

4 livelli di approfondimento:

- 1) l'osservazione e la conoscenza delle modalità di lavoro, delle tecnologie utilizzate e del giudizio degli attori della sicurezza (→ "giustificazione");
- 2) la ricostruzione dei presumibili livelli espositivi sulla base di dati della banca-dati BDV (→ "stima");
- 3) la ricostruzione dei presumibili livelli espositivi sulla base dei dati forniti dai costruttori (→ "stima");
- 4) la misurazione dei livelli di rischio con attrezzature specifiche, modalità appropriate e personale competente (→ "misura").

25



Vibrazioni ... Valutazione

1° livello di approfondimento ... per tutte le aziende;

- ... per accertare se il **rischio** è **assente** o **trascurabile*** ovvero se occorre approfondire;
- ... questa valutazione può basarsi su semplici **liste di primo controllo**;
- ... può concludersi con ciò che viene definito una "**giustificazione**" di mancati ulteriori approfondimenti altrimenti: **maggiore approfondimento**

**ex valori obt x HAV = 1,0 m/s² ...; x WBV = 0,25 m/s²*

26



Vibrazioni ... Valutazione

2° livello di approfondimento ... (*stima con dati rilevati sul campo da altri*) **se:**

- ... le **fonti** sono **qualificate** (... *solo le banche-dati indicate ...*)
- ... i **dati** descrivono le **condizioni di rischio** (stesse attrezzature e modalità d'uso) della propria realtà produttiva
- ... **non sono necessarie specifiche conoscenze per la bonifica** del rischio

27



TU-Vibrazioni - criticità ...

... con l'A(8) della situazione ricorrente a massimo rischio ...

Quindi:

A(8) max ricorrente → sempre (tranne deroga ASL)

A(40) max ricorrente → su espressa deroga ASL

A(8) medio su tempi lunghi → non obbligatorio ma utile per rapportarsi all'INAIL e per meglio descrivere i rischi di danni alla salute

31



Vibrazioni & PSC

Il PSC deve contenere:

- una relazione concernente l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi concreti ...
- le scelte progettuali ed organizzative, le procedure, le misure preventive e protettive ...
- le prescrizioni operative, le misure preventive e protettive ed i dispositivi di protezione individuale, in riferimento alle interferenze tra le lavorazioni...

32



Vibrazioni & PSC

- rischio normalmente "non trasmissibile" che attiene alla gestione aziendale ...
- richiedere l'indicazione nel POS delle AdL che superano i VdA o i VLE e le fasi di lavoro in cui verranno impiegate ...
- fare richieste specifiche nelle situazioni in cui si può causare disturbi o danni al vicinato / alle strutture
- dati dalle banche-dati e dalla bibliografia ...

33



Vibrazioni & POS

Il POS deve contenere:

- l'individuazione delle misure preventive e protettive, integrative rispetto a quelle contenute nel PSC, adottate in relazione ai rischi connessi alle proprie lavorazioni in cantiere;
- le procedure complementari e di dettaglio, richieste dal PSC;

34



Vibrazioni & POS

- rischio normalmente “non trasmissibile” che attiene alla gestione aziendale ...
- indicare le misure normalmente adottate dall'azienda per ridurre i disturbi o danni al vicinato / alle strutture ...
- indicare le AdL che superano i VdA o i VLE e le fasi di lavoro in cui verranno impiegate ...
- indicare le misure adottate dall'azienda per ridurre i disturbi o danni al vicinato / alle strutture secondo le specifiche richieste del Committente (quelle indicate nel PSC) ...

35



Vibrazioni & DUVRI

Il DUVRI deve contenere:

- l'individuazione dei rischi interferenti tra impresa committente ed imprese che effettuano contratti di appalto o d'opera o di somministrazione nonché le misure per eliminarli o ridurli al minimo;
- Il DUVRI non si occupa dei rischi specifici propri dell'attività delle imprese appaltatrici o dei singoli lavoratori autonomi.

36

Vibrazioni & DUVRI

- rischio *normalmente* “non trasmissibile” (e quindi non interferente) che attiene alla gestione aziendale ...
- il committente richieda l’indicazione delle AdL che superano i VdA o i VLE e le fasi di lavoro in cui verranno impiegate ...
- Il committente avanzi richieste specifiche nelle situazioni in cui si può causare disturbi o danni al vicinato / alle strutture / alla qualità (precisione) del proprio lavoro ...
- dati anche dalle banche-dati e dalla bibliografia ...

37

HAV – controllo ...

- modifica della tecnologia impiegata;
- adozione di sistemi di lavoro ergonomici che consentano di ridurre al minimo la forza di prensione o spinta;
- **sostituzione dei macchinari** con macchinari il cui l’impugnatura è disaccoppiata dall’attrezzo;
- adozione di procedure per l’**acquisto di nuove AdL** al minimo livello di rischio;
- impiego di DPI (guanti antivibranti);
- **manutenzione** regolare e periodica degli utensili;
- adozione di cicli di lavoro che consentano di alternare periodi di esposizione a periodi “di riposo” e procedure per limitazione dei tempi di esposizione;...



38

HAV – controllo ...

VIBRAZIONI CONTROL

Impugnatura innovativa, con smorzamento attivo delle vibrazioni a 2 livelli

Elementi di sicurezza innovativi, che assicurano l'aderimento robusto fra l'attorciglione centrale e il motore.

Elemento smorzante (TPE)

Visi di fissaggio

Anello in acciaio

Visi motore

Cerchi smorzanti

39



HAV – controllo ...

I guanti "tradizionali" amplificano sempre le vibrazioni, di un fattore che va fino a 2

Alcuni **guanti antivibranti** disponibili in Italia, omologati secondo la UNI EN ISO 10819/98:

- **ANSELL**
- **ATLAS COPCO**
- **NORTH ZORBER**
- **IMPACTO**
- **ERGODINE PROPLEX**
- **ERGO AIR**
- **2G**



40



HAV – controllo ...

Tipologia di utensile	Attenuazione attesa delle vibrazioni (%)
Utensili di tipo percussorio	
Scalpellatori e Scrostatori, Rivettatori	< 10%
Martelli Perforatori	< 10%
Martelli Demolitori e Picconatori	< 10%
Trapani a percussione	< 10%
Avvitatori ad impulso	< 10%
Martelli Sabbiatori	< 10%
Cesole e Roditrici per metalli	< 10%
Martelli piccoli scrostatori	< 10%
Utensili di tipo rotativo	
Motoseghe	10% - 20%
Decespugliatori	10% - 20%
Seghe circolari e seghetti alternativi	10% - 20%
Levigatrici orbitali e roto-orbitali	40% - 60%
Smerigliatrici angolari e assiali	40% - 60%

41



WBV – controllo ...

- automazione e/o remotizzazione della lavorazione
- modifica delle macchine esistenti (isolamento della cabina con materiali smorzanti -silent block-, sostituzione degli **ammortizzatori**, adozione di **sedili** ad elevata attenuazione, di supporti antivibranti, di **basamenti smorzanti**, di piattaforme isolate ...)
- sostituzione dei macchinari con elevati livelli di vibrazioni;
- adozione di **procedure per l'acquisto di nuove AdL** al minimo livello di rischio (banche dati!);
- ...

42



WBV – controllo ...

- ...
- effettuazione di **manutenzione** regolare e periodica dei veicoli, (sospensioni, sedili, cabina di guida ...) e delle macchine vibranti;
- effettuazione di lavori di livellamento stradale ovvero pianificare i percorsi di lavoro scegliendo quelli meno accidentati;
- adozione di cicli di lavoro che consentano di alternare periodi di esposizione a periodi "di riposo";
- adozione di procedure per la limitazione dei tempi di esposizione;...

43



Vibrazioni – controllo ...

UNI CEN/TR 11232-1 *Vibrazioni mano-braccio - Linee guida per la riduzione del rischio da vibrazioni - Parte 1: Metodi tecnici progettuali per la progettazione delle macchine* (in **Italiano**)

UNI CEN/TR 11232-2 *Vibrazioni mano-braccio - Linee guida per la riduzione del rischio da vibrazioni - Parte 2: Misure di prevenzione sul posto di lavoro* (in **Inglese e Italiano**)

... pubblicate in aprile 2007 ...

44



Vibrazioni – controllo ...

UNI CEN/TR 15172-1 *Vibrazioni al corpo intero - Linee guida per la riduzione del rischio da vibrazione - Parte 1: Metodo tecnico progettuale per la progettazione delle macchine* (in **Inglese e Italiano**)

UNI CEN/TR 15172-2 *Vibrazioni al corpo intero - Linee guida per la riduzione del rischio da vibrazione - Parte 2: Misure di prevenzione sul posto di lavoro* (in **Inglese e Italiano**)

... pubblicate in aprile 2008 ...

45



Vibrazioni – controllo ...

- **informazione** sui rischi dovuti all'esposizione a vibrazioni;
- **formazione** specifica sulle corrette procedure di lavoro per la prevenzione del rischio, ed in particolare:
 - *corrette modalità di prensione e di impugnatura degli utensili o metodi corretti di guida (posture, regolazione del sedile ...);*
 - *impiego dei guanti durante le operazioni che espongono a vibrazioni;*
 - *adozione di procedure di lavoro idonee al riscaldamento delle mani prima e durante il turno di lavoro e nelle pause;*
 - *come prevenire il mal di schiena (es.: stretching);*
 - *ulteriori fattori di rischio per disturbi a carico della colonna vertebrale (movimentazione manuale di carichi pesanti, movimenti ripetitivi ...).*
- effettuazione di **controlli sanitari** preventivi e periodici da parte del medico competente"

46
