

**LE VIBRAZIONI
GENERALITÀ
PRINCIPALI SORGENTI
DESCRITTORI DEL RISCHIO DI
ESPOSIZIONE PROFESSIONALE**

A cura di Claudio Arcari e Mariacristina Mazzari
Dipartimento di Sanità Pubblica
Azienda USL di Piacenza

Piacenza, 9 marzo 2006

PARLIAMO DI:

- LE PRINCIPALI SORGENTI E GLI ESPOSTI
- I DESCRITTORI DEL RISCHIO E LE UNITA' DI MISURA
- I DANNI DERIVANTI DALL'ESPOSIZIONE A VIBRAZIONI

DATI

➔ LAVORATORI ESPOSTI

- 24% in Europa

- 21% in Italia

(European Agency for Safety and Health at Work-2000)

➔ ... rappresentano la 5^a causa di malattia professionale indennizzata dall'INAIL
(voci: malattie osteoarticolari e sindrome del tunnel carpale)

VIBRAZIONI

ENERGIA MECCANICA
CHE ENTRA NEL CORPO
UMANO
ATTRAVERSO
UNA SUPERFICIE DI
CONTINUITA'



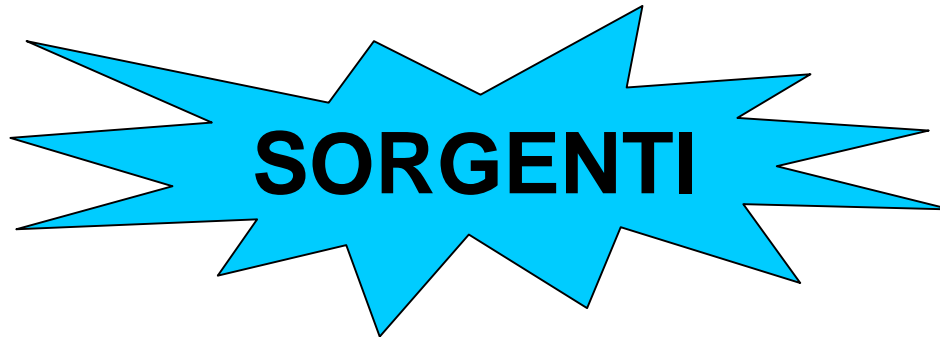
VIBRAZIONI

POSSONO ESSERE TRASMESSE

**AL
CORPO INTERO**

**ALL'ASSE
MANO-BRACCIO**

VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO INTERO

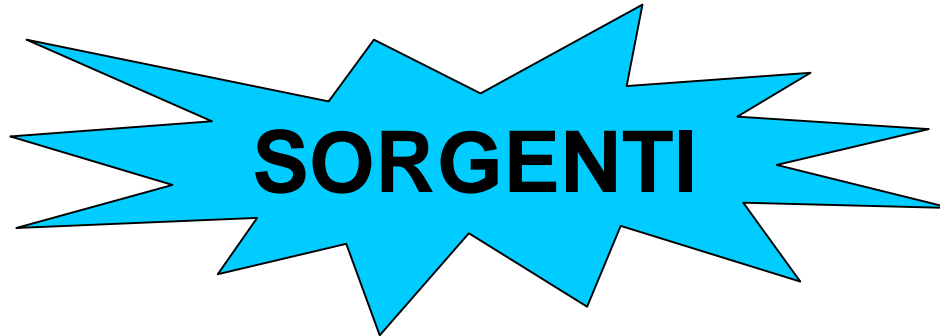


- ➔ **MACCHINE FISSE**
- ➔ **MACCHINE SEMOVENTI SU GOMMA O CINGOLI**
- ➔ **MEZZI DI TRASPORTO SU GOMMA
SU ROTAIA
AEREOMOBILI
IMBARCAZIONI**

ESEMPI DI SORGENTI DI RISCHIO (WBV)

Macchinario	Principali settori di impiego
Ruspe, pale meccaniche, escavatori	Edilizia , lapidei, agricoltura
Perforatori	Lapidei, cantieristica
Trattori, Mietitrebbiatrici	Agricoltura
Carrelli elevatori	Cantieristica , movim. industriale
Trattori a ralla	Cantieristica , movim. industriale
Camion, autobus	Trasporti, servizi spedizioni etc.
Motoscafi, gommoni, imbarcazioni	Trasporti, marittimo
Trasporti su rotaia	Trasporti, movimentazione industriale
Elicotteri	Protez.civile, Pubblica sicurezza etc.
Motociclette, ciclomotori	Pubblica sicurezza, servizi postali, etc.
Autogru, gru	Cantieristica , movim. industr.
Piattaforme vibranti	Vibrati in cemento , varie industriali
Autoambulanze	Sanità

VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO



- ➔ **MACCHINE AGRICOLE E DA GIARDINO
CONDOTTE A MANO**
- ➔ **MACCHINE UTENSILI PORTATILI**
- ➔ **MACCHINE SEMOVENTI MEZZI DI TRASPORTO
CONDOTTI MEDIANTE DISPOSITIVI DI GUIDA**
- ➔ **MANUFATTI TRATTENUTI IN MANO DAGLI ADDETTI
E SOTTOPOSTI A LAVORAZIONE**

ESEMPI DI SORGENTI DI RISCHIO (HAV)

Tipologia di utensile	Principali lavorazioni
Scalpellatori, Scrostatori, Rivettatori	Edilizia - lapidei, metalmeccanica
Martelli Perforatori	Edilizia - lavorazioni lapidei
Martelli Demolitori e Picconatori	Edilizia - estrazione lapidei
Trapani a percussione	Metalmeccanica
Avvitatori ad impulso	Metalmeccanica, Autocarrozzerie
Martelli Sabbiatori	Fonderie - metalmeccanica
Cesoie e Roditrici per metalli	Metalmeccanica
Levigatrici orbitali e roto-orbitali	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Seghe circolari e seghetti alternativi	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Smerigliatrici Angolari e Assiali	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Smerigliatrici Diritte per lavori leggeri	Metalmeccanica - Lapedei - Legno
Motoseghe	Lavorazioni agricolo-forestali
Decespugliatori	Lavorazioni agricolo-forestali
Tagliaerba	Manutenzione aree verdi
Motocoltivatori	Lavorazioni agricolo-forestali
Chiodatrici	Palletts, legno
Compattatori vibro-cemento	Produzione vibrati in cemento
Iniettori elettrici e pneumatici	Produzione vibrati in cemento
Limatrici rotative ad asse flessibile	Metalmeccanica, Lavorazioni artistiche
Manubri di motociclette	Trasporti etc.
Cubettatrici	Lavorazioni lapidei (porfido)
Ribattitrici	Calzaturifici
Trapani da dentista	Odontoiatria

SORGENTI DI RISCHIO IN EDILIZIA

- **MARTELLI PERFORATORI
ELETTRICI, IDRAULICI, PNEUMATICI**
- **MARTELLI DEMOLITORI**
- **COMPATTATORI**
- **SMEGLIATRICI ANGOLARI**
- **TRAPANI PNEUMATICI**
- **VIBRATORI PER CEMENTO**

VARIABILI FISICHE RILEVANTI

- INTENSITÀ delle vibrazioni
- Componenti in FREQUENZA delle vibrazioni
- DIREZIONE delle vibrazioni
- DURATA dell'esposizione

VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO INTERO

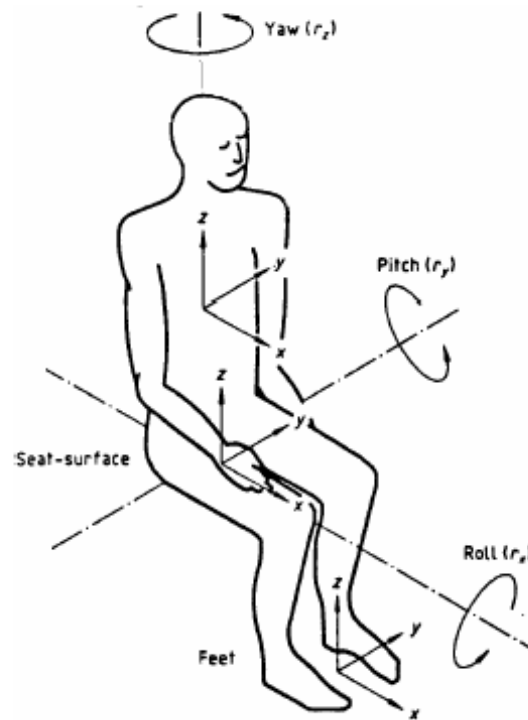
Norma ISO 2631-1 (1997)

Mechanical vibration and shock

Evaluation of human exposure to whole-body vibration



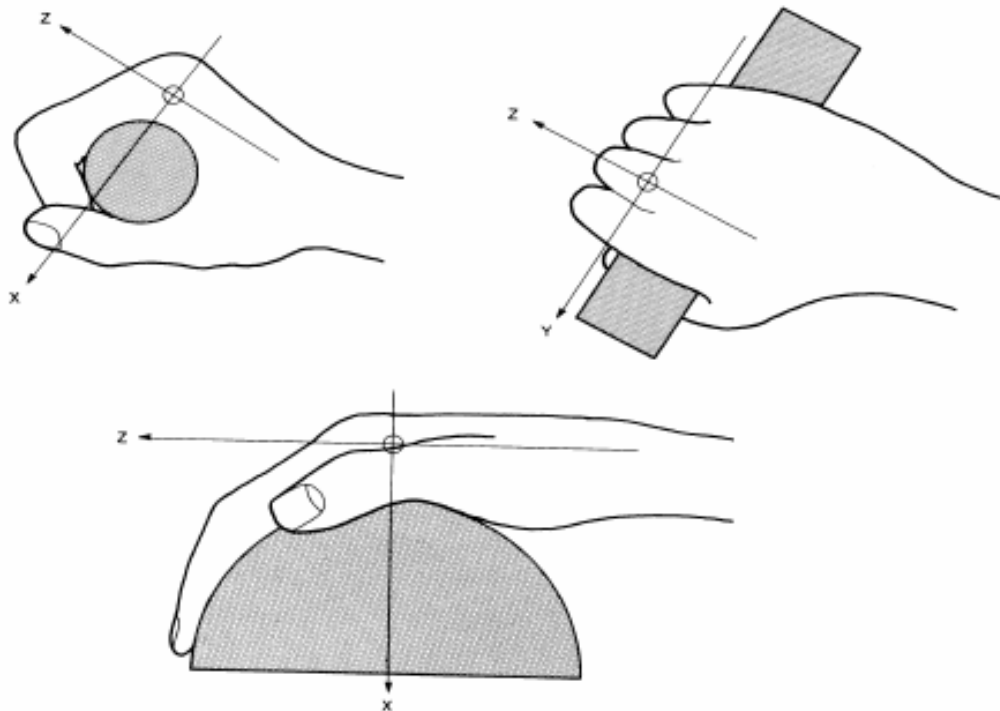
b) Standing position



a) Seated position

VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO

Norma ISO 5349-1 e 5349-2 (2001)



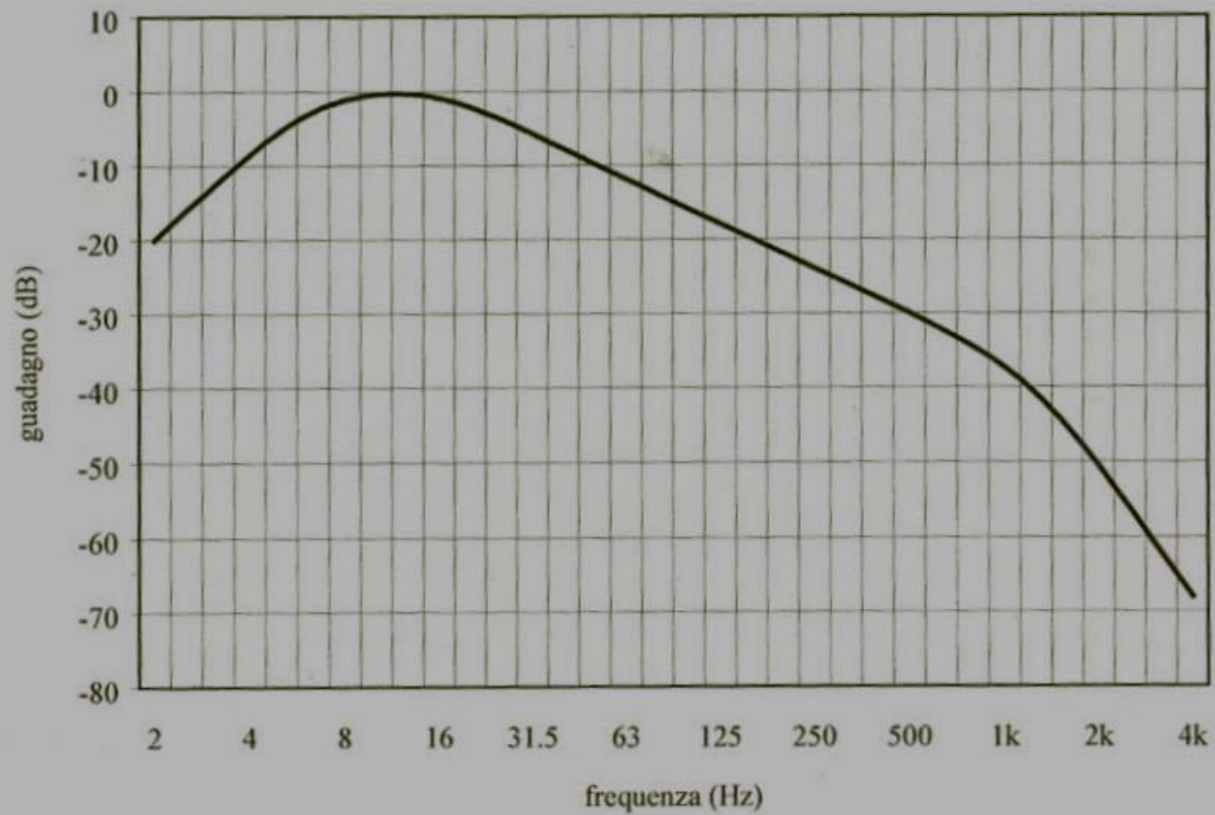


Figura 7 - Filtro di ponderazione definito dalla norma ISO 5349-1

DESCRITTORI

- valore efficace (r.m.s.) dell'accelerazione (A in m/s^2) mediato in termini energetici (A_{eq})
- A va ponderato, in frequenza con opportune scale, per tener conto degli intervalli di frequenza significativi ai fini degli effetti
- A va misurato secondo gli assi predeterminati x, y e z e va calcolato $A_{w\ sum}$ (per HAV) o $A_{w\ max}$ (per WBV)
- riferendosi ad un tempo di esposizione convenzionale di 8h

DESCRITTORE (1)

LIVELLO EQUIVALENTE E LIVELLO EQUIVALENTE PONDERATO

$$\mathbf{a}_{\text{eq}} = \left[\frac{1}{T} \int \mathbf{a}^2 (t) dt \right]^{1/2}$$

$$\mathbf{a}_{\text{eq } w} = \left[\frac{1}{T} \int \mathbf{a}_w^2 (t) dt \right]^{1/2}$$

DESCRITTORE (2)

IN RIFERIMENTO AGLI ASSI

$$a_{eqwx} \quad a_{eqwy} \quad a_{eqwz}$$

$$a_v \text{ (m/s}^2\text{)} = (k_x^2 a_{wx}^2 + k_y^2 a_{wy}^2 + k_z^2 a_{wz}^2)^{1/2}$$

DESCRITTORE (3)

ESPOSIZIONE GIORNALIERA

$$\mathbf{A(8)} = \mathbf{a_v} \sqrt{\frac{\mathbf{T_e}}{8}}$$

Per esposizioni a diversi fenomeni vibratorii:

$$a_v = \left[\frac{\sum_{i=1}^n a_{v,i}^2 t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \right]^{1/2} \text{ m/s}^2$$

VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE SISTEMA MANO-BRACCIO

$$A_{(w)\text{sum}} = (a^2_{wx} + a^2_{wy} + a^2_{wz})^{1/2}$$

dove $k = 1$

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

VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE CORPO INTERO

$$\mathbf{a}_{(w)\max} \text{ di } \mathbf{k}_x \cdot \mathbf{a}_{wx}, \mathbf{k}_y \cdot \mathbf{a}_{wy}, \mathbf{k}_z \mathbf{a}_{wz}$$

dove \mathbf{k}_x e $\mathbf{k}_y = 1,4$ e $\mathbf{k}_z = 1$ per un lavoratore seduto o in piedi

$$\mathbf{A}(8) = \mathbf{A}_{(w)\max} \sqrt{\frac{\mathbf{T}_e}{8}}$$

VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE

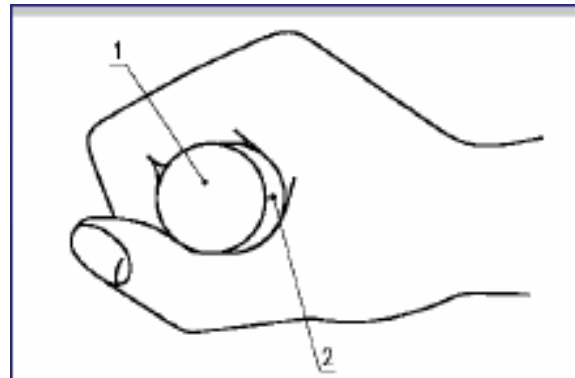
- **CON MISURAZIONI**

secondo le metodiche stabilite dalle ISO 5349 parti 1, 2 (2001) e 2631 (1997)

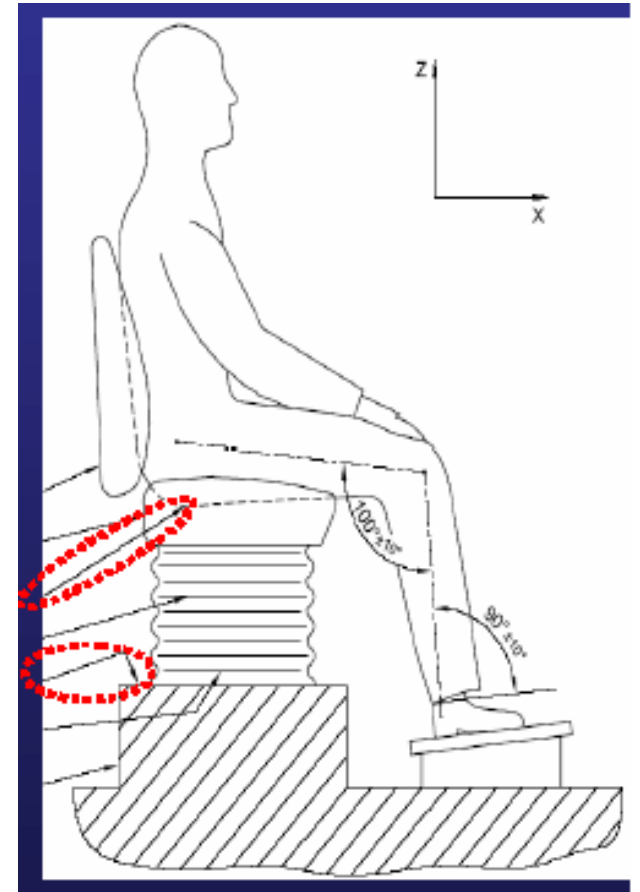
- **SENZA MISURAZIONI**

- sulla base delle informazioni fornite dal costruttore e sull'osservazione delle pratiche di lavoro
- utilizzando **BANCHE DATI** dell'ISPESL, delle regioni o del CNR

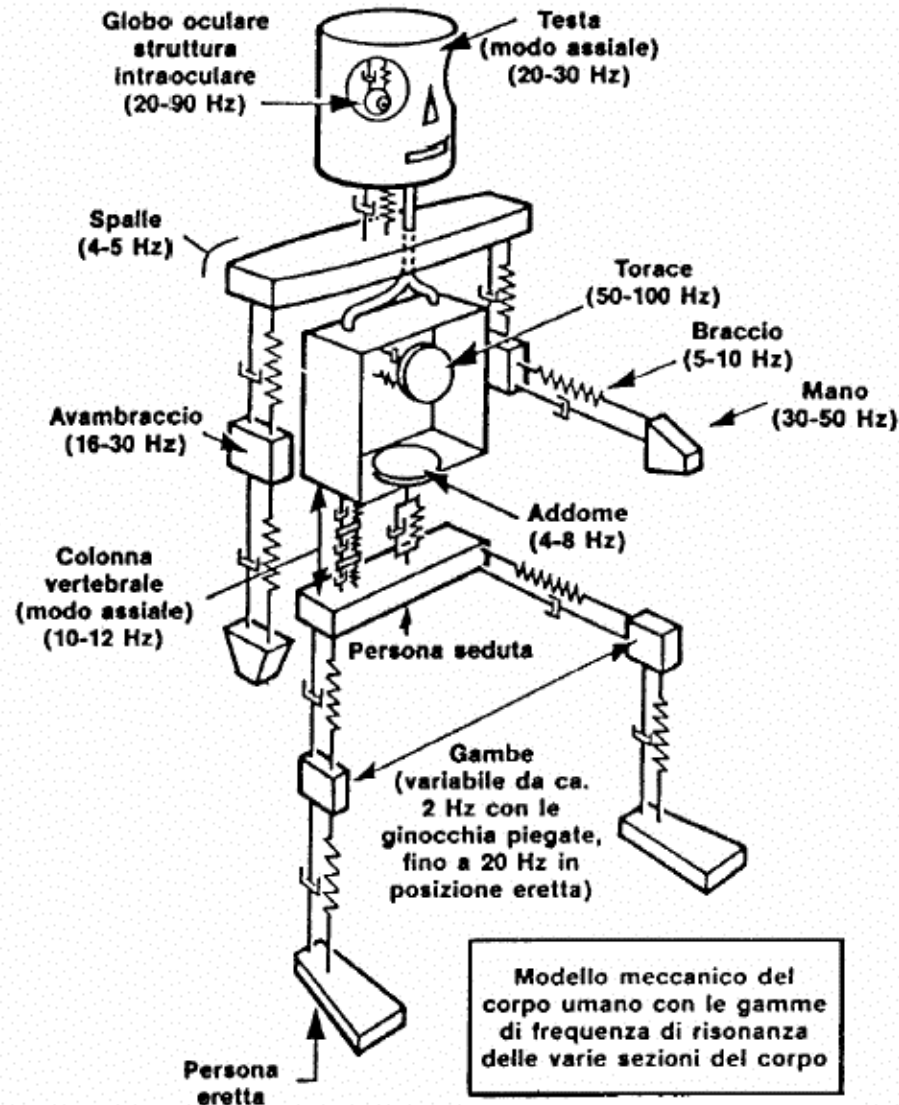
STRUMENTI di MISURA



STRUMENTI di MISURA



EFFETTI BIODINAMICI DELLE VIBRAZIONI SUL CORPO UMANO



EFFETTI DELLE VIBRAZIONI SUL CORPO UMANO

- I diversi organi e apparati hanno diverse frequenze di risonanza
- Quando la frequenza delle vibrazioni corrisponde a quella di risonanza si può manifestare la seguente sintomatologia:
 - 1 – 4 Hz: app. respiratorio = dispnea
 - 1 – 10 Hz: app. visivo = riduzione dell'acuità visiva
 - 4 – 6 Hz: encefalo = sonnolenza, perdita attenzione
 - 4 – 8 Hz: orecchio interno e cuore = disturbi dell'equilibrio e algie precordiali
 - 3 – 10 Hz: colonna vertebrale = dolore cervicale e lombare
 - 20 – 40 Hz: app. visivo = riduzione della capacità di fissare le immagini

EFFETTI SULLA SALUTE DELLE VIBRAZIONI AL CORPO INTERO

- Cinetosi
- Disturbi e patologie del rachide lombare
- Disturbi e patologie del distretto cervico-branchiale
- Effetti sugli apparati cocleo-vestibolare gastroenterico, circolatorio, urogenitale

EFFETTI DELLE VIBRAZIONI MANO-BRACCIO

L'esposizione a vibrazioni mano-braccio generate da utensili portatili e/o da manufatti impugnati e lavorati su macchinario fisso è associata ad un aumentato rischio di

**insorgenza di lesioni vascolari,
neurologiche
e muscolo scheletriche**

a carico del sistema mano-braccio

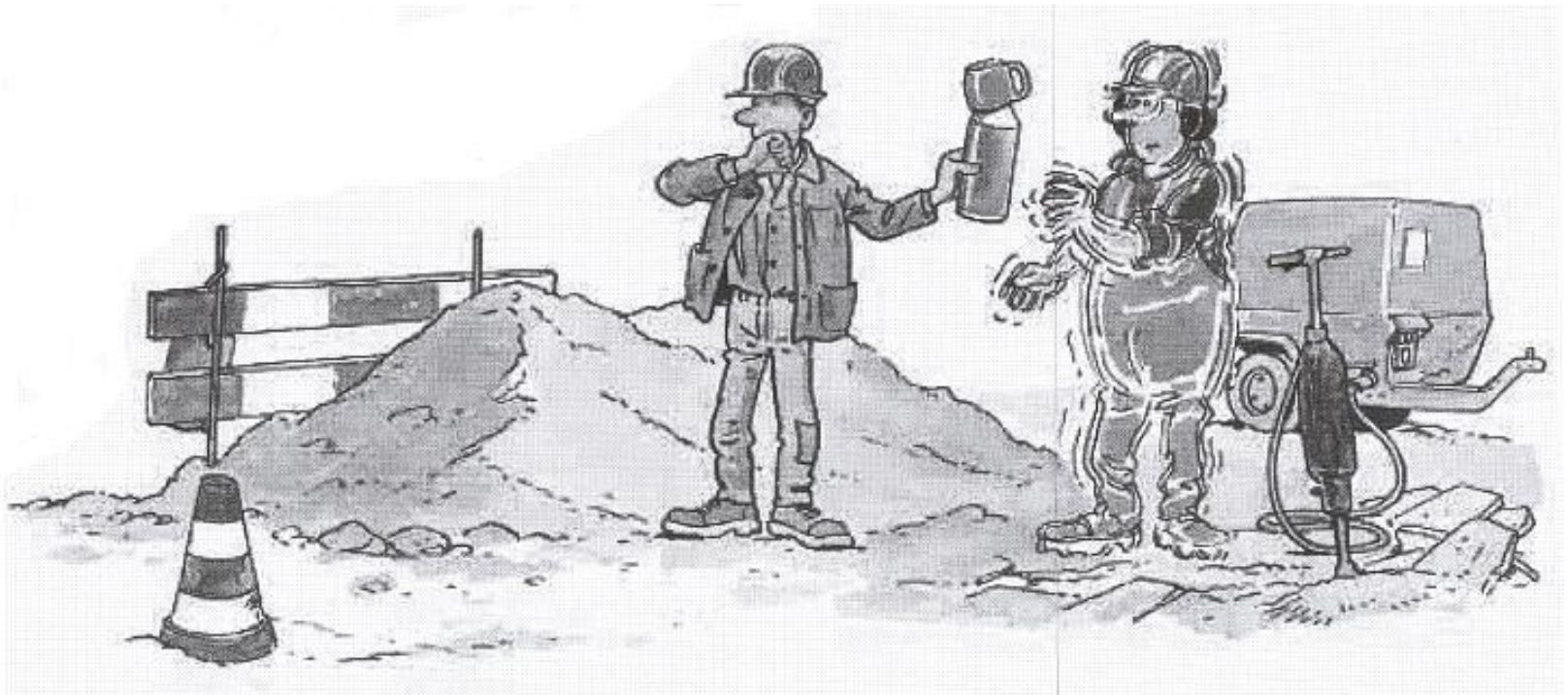
EFFETTI DELLE VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO

- Angioneurosi (Fenomeno di Raynaud)
- Neuropatie periferiche prevalentemente sensitive (nn. mediano, ulnare, radiale)
- Sindromi da intrappolamento dei tronchi nervosi degli arti superiori (Sindrome Tunnel Carpale – STC)
- Osteoartropatie dei polsi e gomiti
- Patologie muscolo-tendinee degli arti superiori

EFFETTI SULLA SALUTE

- COMPONENTE VASCOLARE:
SINDROME DEL DITO BIANCO
- COMPONENTE NEUROLOGICA:
FORMICOLII, BRUCIORI O PERDITA DI
SENSIBILITA' DELLE DITA
(NEUROPATIA PERIFERICA)
- COMPONENTE OSTEOARTICOLARE:
LESIONI DEGENERATIVE A CARICO DEGLI
ARTI SUPERIORI (ARTROSI)

SINDROME DA VIBRAZIONE MANO-BRACCIO



**ANGIOPATIA E OSTEOARTROPAZIA DA VIBRANTI
SONO RICONOSCIUTE
DALLA COMMISSIONE DELL'UNIONE EUROPEA
E DALLA LEGISLAZIONE
COME MALATTIE PROFESSIONALI**

HAV

RIDUZIONE E CONTROLLO DEL RISCHIO

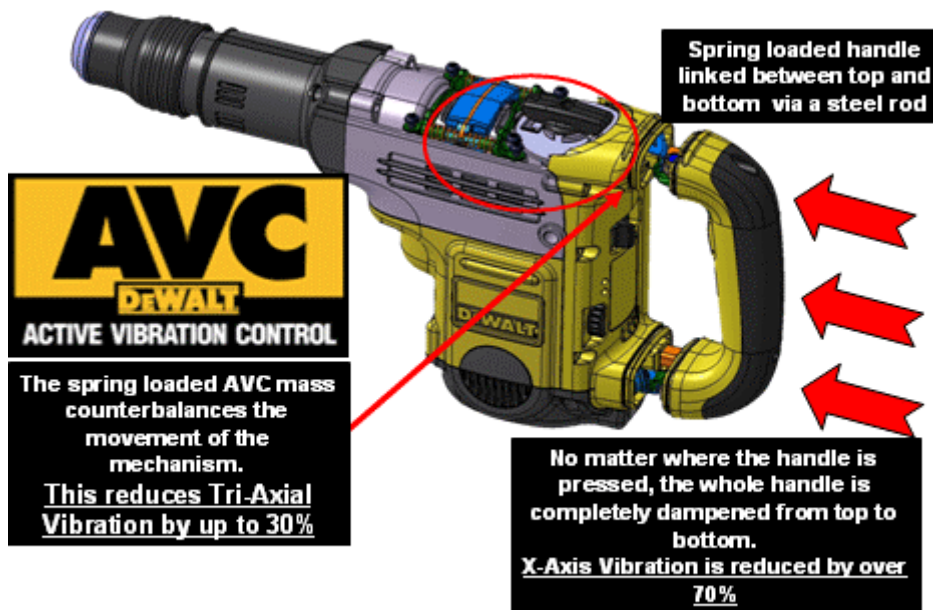
- Modifica della tecnologia impiegata
- Adozione di sistemi di lavoro ergonomici (riduzione della forza di pressione o spinta)
- Sostituzione di macchinari con elevati livelli di pressione con macchinari la cui impugnatura è disaccoppiata dall'attrezzo
- Adozione di procedure per l'acquisto di nuove attrezzature al minimo livello di rischio
- Impiego di DPI
- Effettuazione di manutenzione regolare e periodica
- 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

SMERIGLIATRICI ANGOLARI





MARTELLO PERFORATORE



Spring loaded handle
linked between top and
bottom via a steel rod

AVC
DEWALT
ACTIVE VIBRATION CONTROL

The spring loaded AVC mass
counterbalances the
movement of the
mechanism.
This reduces Tri-Axial
Vibration by up to 30%

No matter where the handle is
pressed, the whole handle is
completely dampened from top to
bottom.
X-Axis Vibration is reduced by over
70%

GUANTI ANTIVIBRANTI

I GUANTI TRADIZIONALI
AMPLIFICANO SEMPRE LE VIBRAZIONI
DI UN FATTORE CHE VA SINO A 2

GUANTI ANTIVIBRANTI:

- DEVONO ESSERE MARCATI CE
- DEVONO AVERE UNA SCHEDA TECNICA ALLEGATA CONTENENTE I DATI DI CERTIFICAZIONE
- OMOLOGATI SECONDO UNI EN ISO 10819/98

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%
Cesoie 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%

WBV

RIDUZIONE E CONTROLLO DEL RISCHIO

- 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 acquisto di nuove attrezzature di lavoro al minimo di rischio (banche dati)
- 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.

AZIONI PER LA RIDUZIONE E IL 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 (postura, regolazione del sedile ...)
 - impiego di 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

PER APPROFONDIRE QUESTI TEMI:

- Peretti A. “Vibrazioni trasmesse all’uomo” in “Le nuove direttive riguardanti l’esposizione a vibrazioni e a rumore” a cura di A. Peretti, G. Elia, P. Nataletti, O. Nicolini – AIA *gaa/8*, 2003
- AA. VV. “Rischi da vibrazioni meccaniche. La direttiva 2002/44/CE e il suo recepimento” Insetto speciale di Ambiente e Sicurezza n° 18 del 20 settembre 2005
- “Linee guida per la valutazione del rischio da vibrazioni negli ambienti di lavoro” www.ispesl.it
- “Banca Dati Vibrazioni” www.ispesl.it