



EDILFRAIR
COSTRUZIONI GENERALI SPA

Edilfrair Costruzioni Generali S.p.a.

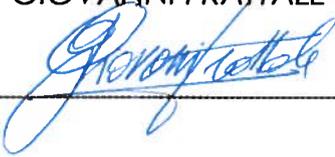
S.S. 17 n.42 – 67018 Sassa Scalo (AQ)

Tel. 0862-45951 - Fax 0862-451801

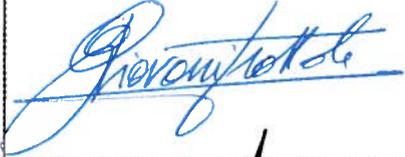
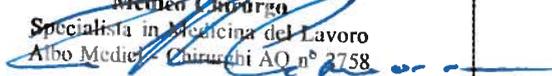
**VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPOSIZIONE A
VIBRAZIONI MECCANICHE**

Ai sensi del Titolo VIII – Capo III del D.Lgs.81/08 e s.m.i.



Datore Lavoro	RSPP	Data	Rev.
Presidente del CDA GIOVANNI FRATTALE 	RESPONSABILE SERVIZIO PREVENZIONE E PROTEZIONE Ing. Maurizio Ardingh 	Febbraio 2015	01

Firme validazione documento:

Datore di Lavoro Presidente CdA	Giovanni Frattale	
Responsabile SPP	Maurizio Ardingo	RESPONSABILE SERVIZIO PREVENZIONE E PROTEZIONE (MAURIZIO ARDINGO) 
Medico Competente	Eraldo P. Ciarrocca	Dr. Eraldo P. Ciarrocca Medico Chirurgo Specialista in Medicina del Lavoro Albo Medici Chirurghi AQ n° 2758 

INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
2.	VIBRAZIONI: GENERALITÀ	5
3.	NORME DI RIFERIMENTO E CRITERI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO	6
3.1	Il Titolo VIII – Capo III D. Lgs. 81/08	6
3.1.1	<i>Valutazione dei rischi</i>	6
3.1.2	<i>Limiti di esposizione e conseguenti misure di prevenzione e protezione</i>	7
3.1.3	<i>Informazione e formazione</i>	8
3.1.4	<i>Sorveglianza sanitaria</i>	9
3.2	Parametri di riferimento per le vibrazioni trasmesse al corpo intero (ISO 2631:1997)	10
3.3	Parametri di riferimento per le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (ISO 5349:2001)	13
4.	EFFETTI DELLE VIBRAZIONI SUL CORPO UMANO	15
4.1	Corpo intero	15
4.2	Sistema Mano-Braccio	16
5.	INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI DI RISCHIO E DEI SOGGETTI ESPOSTI	17
6.	METODOLOGIE DI ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	17
6.1	Valutazione con misurazioni	18
6.1.1	<i>Strumentazione di misura</i>	18
6.1.2	<i>Acquisizione dati</i>	19
6.1.3	<i>Elaborazione dati</i>	20
7.	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	20
7.1	Risultati delle misure	20
7.2	Calcolo dell'esposizione professionale	20
8.	STIMA DELL'INCERTEZZA DELLA MISURA	33
9.	CONCLUSIONI	37

1 - Introduzione

Nella presente relazione sono contenuti i risultati dell'indagine strumentale effettuata, nel mese di **febbraio 2015**, sulle attrezzature ed i mezzi utilizzati dai dipendenti della "**EDILFRAIR Costruzioni Generali S.p.a.**"

Scopo dell'indagine è stato quello di valutare l'esposizione giornaliera dei lavoratori a vibrazioni meccaniche, evidenziando eventuali situazioni critiche mediante il confronto dei risultati ottenuti con i limiti proposti dalla normativa vigente, e procedendo alla individuazione di eventuali interventi preventivi/protettivi o di approfondimento dei fenomeni in esame.

Tale analisi si inserisce nel quadro generale delle attività di Valutazione dei Rischi, in attuazione delle disposizioni dell'art. 28 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i., e più in particolare nell'ambito della Valutazione dei Rischi derivanti dall'esposizione a vibrazioni meccaniche, così come specificato nel **Titolo VIII - Capo III dello stesso Decreto**.

2 - Vibrazioni: generalità

Le vibrazioni sono oscillazioni meccaniche generate da onde di pressione che si trasmettono attraverso corpi solidi. Le grandezze caratteristiche che possono intervenire nella definizione del fenomeno sono:

- **ampiezza** dello spostamento della superficie del corpo solido indotto dall'onda di pressione, espressa in m;
- **velocità** con cui avviene lo spostamento, espressa in m/s;
- **accelerazione** a cui viene sottoposta tale superficie, legata alle modalità dello spostamento, espressa in m/s²;
- **frequenza** del movimento oscillatorio della superficie, che corrisponde al numero di oscillazioni compiute in un secondo ed espressa nell'unità di misura Hz.

Tra di esse, la grandezza presa come riferimento dagli standard normativi e tecnici nel campo della prevenzione e protezione della salute dei lavoratori è l'accelerazione.

Inoltre in linea generale l'esposizione dei lavoratori a vibrazioni può essere ricondotta a due tipologie principali:

- vibrazioni trasmesse al **corpo intero**, legate alla conduzione di mezzi di trasporto e movimentazione (ad es. carrelli elevatori, autobus, camion, ruspe, pale meccaniche ecc.), o alla presenza sui luoghi di lavoro di pavimenti vibranti.
- vibrazioni trasmesse al **sistema mano-braccio**, riconducibili in generale all'utilizzo di macchine utensili vibranti (ad es. martelli pneumatici, avvitatori, macchinari da officina e da giardinaggio, ecc.).

3 - Norme di riferimento e criteri per la valutazione del rischio

3.1 Titolo VIII – Capo III D. Lgs. 81/08 e s.m.i.

3.1.1 Valutazione dei rischi

Le disposizioni del D.Lgs. 187/05 di attuazione della direttiva 2002/44/Ce sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti da vibrazioni meccaniche vengono racchiuse nel Titolo VIII - Capo III del Decreto Legislativo del 9 aprile 2008 n.81.

L'art. 202 del D.Lgs. 81/08, prescrive l'obbligo, da parte dei datori di lavoro, di valutare il rischio derivante dall'esposizione a vibrazioni dei lavoratori durante il lavoro.

È previsto che la valutazione dei rischi possa essere effettuata:

- **senza misurazioni**, sulla base di appropriate informazioni reperibili presso il costruttore e/o presso banche dati accreditate (ISPESL, CNR, Regioni);
- **con misurazioni**, in accordo con le metodiche di misura prescritte da specifiche norme tecniche (ISO 2631:1997 per le vibrazioni trasmesse al corpo intero, ISO 5349:2001 per quelle trasmesse al sistema mano-braccio).

Nelle attività di valutazione dei rischi da vibrazioni, è opportuno tenere conto dei seguenti elementi che influenzano in modo diretto o indiretto l'esposizione del lavoratore (art. 202, c. 5 del D.Lgs. 81/08):

- I. *il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a vibrazioni intermittenti o a urti ripetuti;*
- II. *i valori limite di esposizione e i valori d'azione (vedi par. IX);*
- III. *gli eventuali effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio con particolare riferimento alle donne in gravidanza e ai minori;*
- IV. *gli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni tra le vibrazioni meccaniche e l'ambiente di lavoro o altre attrezzature;*
- V. *le informazioni fornite dal costruttore dell'attrezzatura di lavoro;*
- VI. *l'esistenza di attrezzature alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle vibrazioni meccaniche;*
- VII. *il prolungamento del periodo di esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero al di là delle ore lavorative, in locali di cui è responsabile;*
- VIII. *condizioni di lavoro particolari, come le basse temperature, il bagnato, l'elevata umidità o il sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide;*
- IX. *informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese, per quanto possibile, quelle reperibili nella letteratura scientifica.*

3.1.2 Limiti di esposizione e conseguenti misure di prevenzione e protezione

L'art. 201 comma 1 del D.Lgs 81/08 indica i valori limite di riferimento sia per le vibrazioni trasmesse al corpo intero che per quelle trasmesse al sistema mano-braccio, individuando un **valore di azione** (il cui superamento comporta l'obbligo di pianificare interventi di mitigazione del rischio) ed un **limite di esposizione** (valore di riferimento da non superare), entrambi normalizzati su un periodo di riferimento di 8 ore giornaliere anche su "periodi brevi".

Qualora il livello di esposizione giornaliero sia variabile, si deve considerare "il livello giornaliero massimo ricorrente".

Tali valori sono riportati in Tabella 1.

Tabella 1 – limiti di esposizione

D.Lgs. 81/08, art. 201	Vibrazioni trasmesse al corpo intero	Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio
Valore di Azione	0.5 m/s ²	2.5 m/s ²
Valore Limite di Esposizione	1.00 m/s ²	5 m/s ²
Valore Limite di Esposizione "periodi brevi"	1.5 m/s ²	20 m/s ²

Se viene superato il **valore d'azione** giornaliero, il Datore di Lavoro deve elaborare ed applicare un programma di misure tecniche e/o organizzative, volte a ridurre al minimo l'esposizione alle vibrazioni meccaniche e i rischi che ne conseguono, considerando in particolare, come da art. 203, c. 1 del citato Decreto:

- I. *altri metodi di lavoro che richiedono una minore esposizione a vibrazioni meccaniche;*
- II. *la scelta di attrezzature di lavoro adeguate concepite nel rispetto dei principi ergonomici e che producono, tenuto conto del lavoro da svolgere, il minor livello possibile di vibrazioni;*
- III. *la fornitura di attrezzature accessorie per ridurre i rischi di lesioni provocate dalle vibrazioni, quali sedili che attenuano efficacemente le vibrazioni trasmesse al corpo intero e maniglie o guanti che attenuano la vibrazione trasmessa al sistema mano-braccio;*
- IV. *adeguati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro, dei sistemi sul luogo di lavoro e dei DPI;*
- V. *la progettazione e l'organizzazione dei luoghi e dei posti di lavoro;*
- VI. *l'adeguata informazione e formazione dei lavoratori sull'uso corretto e sicuro delle attrezzature di lavoro e dei DPI, in modo da ridurre al minimo la loro esposizione a vibrazioni meccaniche;*

- VII. *la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;*
- VIII. *l'organizzazione di orari di lavoro appropriati, con adeguati periodi di riposo;*
- IX. *la fornitura, ai lavoratori esposti, di indumenti per la protezione dal freddo e dall'umidità.*

Allorché invece venga superato il **valore limite di esposizione** giornaliero, il Datore di Lavoro deve prendere misure **immediate** per riportare l'esposizione al di sotto di tale valore, individuare le cause del superamento ed adottare di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

3.1.3 *Informazione e formazione*

Ai sensi dell'art.184 del D.Lgs. 81/08 e facendo riferimento anche agli artt. 36 e 37 dello stesso Decreto, e sulla base della specifica valutazione dei rischi, il datore di lavoro è tenuto a garantire informazione e adeguata formazione per i lavoratori esposti a rischi derivanti da vibrazioni meccaniche sul luogo di lavoro.

Le attività di informazione e formazione in materia di vibrazioni devono far riferimento:

- I. *alle misure adottate volte a eliminare o a ridurre al minimo i rischi derivanti dalle vibrazioni meccaniche;*
- II. *all'entità e al significato dei valori limite di esposizione e dei valori di azione definiti nel Capo III, nonché ai potenziali rischi associati;*
- III. *ai risultati delle valutazioni e misurazioni delle vibrazioni meccaniche effettuate nell'ambito della valutazione dei rischi e alle potenziali lesioni derivanti dalle attrezzature di lavoro utilizzate;*
- IV. *alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;*
- V. *alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e agli obiettivi della stessa;*
- VI. *alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione a vibrazioni meccaniche.*
- VII. *all'uso corretto di adeguati dispositivi di protezione individuale e alle relative indicazioni e controindicazioni sanitarie all'uso.*

3.1.4 Sorveglianza sanitaria

L'art. 204 del D.Lgs. 81/08 stabilisce l'obbligatorietà della sorveglianza sanitaria per i lavoratori esposti ad un livello di vibrazioni superiore al valore d'azione; tale sorveglianza deve essere effettuata con periodicità annuale, o con periodicità diversa a seguito di una specifica valutazione da parte del Medico Competente.

Tuttavia la sorveglianza sanitaria deve essere attivata anche quando, a giudizio del Medico Competente, si verificano le seguenti condizioni:

- I. l'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni e' tale da rendere possibile l'individuazione di un nesso tra l'esposizione in questione e una malattia identificabile o ad effetti nocivi per la salute;*
- II. e' probabile che la malattia o gli effetti sopraggiungano nelle particolari condizioni di lavoro del lavoratore;*
- III. esistono tecniche sperimentate che consentono di individuare la malattia o gli effetti nocivi per la salute.*

3.2 Parametri di riferimento per le vibrazioni trasmesse al corpo intero (ISO 2631:1997)

La Norma ISO 2631:1997 definisce le metodiche di valutazione del rischio derivante dall'esposizione a vibrazioni del corpo intero e introduce i parametri di riferimento richiamati dall'Allegato XXXV parte B, del D.Lgs. 81/08.

L'intervallo di frequenze di interesse igienistico, per i possibili effetti sul comfort e sulla salute, si estende da 0,5 Hz a 80 Hz; l'intensità della vibrazione viene descritta per mezzo della misura dell'accelerazione (m/s^2) per ciascuna delle frequenze appartenenti al range sopra specificato, con uno spettro di riferimento in terzi di ottave.

Tuttavia, per simulare la reale risposta dell'organismo umano allo stimolo vibratorio, i valori dell'accelerazione per ciascuna componente in frequenza sono mediati tenendo conto di pesi specifici per ciascuna frequenza, secondo curve di ponderazione definite in funzione dell'utilizzo. In particolare per la valutazione dei rischi per la salute dei lavoratori sono adottate, sia per quanto riguarda la posizione seduta che quella in piedi, la curva di ponderazione W_k per la valutazione lungo l'asse z e la curva di ponderazione W_d per la valutazione lungo gli assi x e y. Nella seguente Figura 1 sono riportati nel dettaglio gli andamenti delle sopra citate curve di ponderazione W_d e W_k , in cui sull'asse delle ascisse sono espresse le frequenze in Hz e sull'asse delle ordinate i relativi fattori di ponderazione.

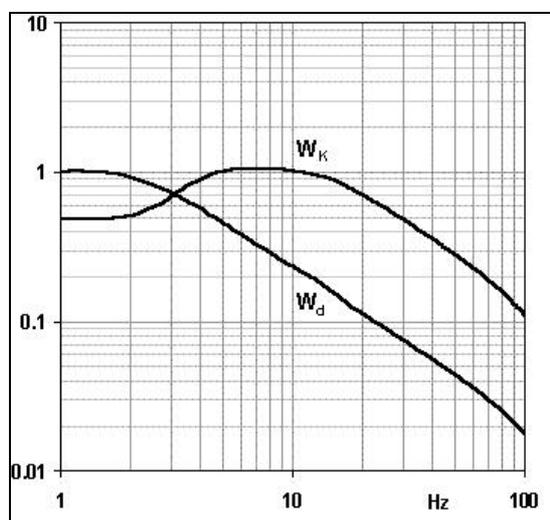


Figura 1 –Curve di ponderazione W_d e W_k

In Figura 2 è invece rappresentato lo schema di riferimento, secondo la norma ISO 2631, dell'orientamento degli assi di misura per quanto riguarda un individuo in posizione seduta ed in posizione eretta.

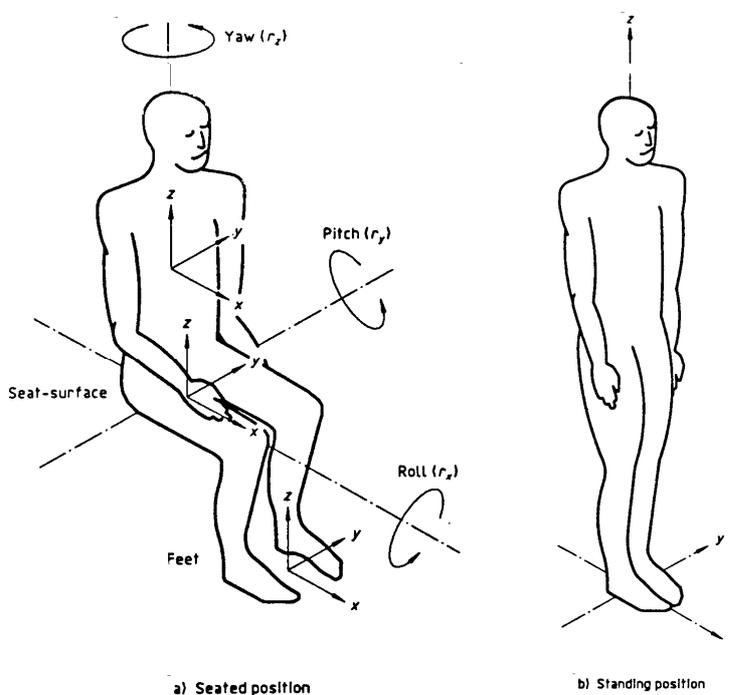


Figura 2 - definizione degli assi di misura per il corpo intero

L'accelerazione per ciascun asse di riferimento deve essere espressa in termini di valore quadratico medio (RMS), cioè devono essere considerati i livelli ottenuti attraverso la media temporale secondo la formula seguente:

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2} \quad [m/s^2]$$

Questa grandezza rappresenta il valore quadratico medio (RMS) dell'accelerazione ponderato in frequenza. Le componenti assiali dell'accelerazione saranno quindi indicate con a_{wx} , a_{wy} e a_{wz} .

L'allegato XXXV parte B, del D.Lgs. 81/08 propone come parametro di riferimento nella valutazione dell'esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero l'accelerazione ponderata media integrata su 8 ore $A(8)$ "calcolata come il più alto dei valori quadratici medi [...] delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali" dopo aver applicato i seguenti coefficienti correttivi per ognuno dei tre assi (nel caso di un lavoratore seduto o in piedi):

- 1,4 per a_{wx}
- 1,4 per a_{wy}
- 1 per a_{wz}

L'espressione matematica che permette il calcolo di tale parametro è fornita dalla ISO 2631 ed è la seguente:

$$A(8) = a_v \sqrt{\frac{T_e}{8}} \quad [m/s^2]$$

in cui

$$a_v = \max(1,4 a_{wx}; 1,4 a_{wy}; a_{wz}) \quad [m/s^2]$$

$$T_e = \text{tempo di esposizione} \quad [h]$$

Nel caso il lavoratore sia esposto a differenti valori di vibrazioni (ad es. nel caso di impiego di più mezzi meccanici sorgenti di vibrazioni), la media ponderata nel tempo e relativa all'esposizione giornaliera (8 ore) può essere ottenuta attraverso la formula seguente:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^N a_{vi}^2 T_{ei}} \quad [m/s^2]$$

in cui

$a_{vi} = a_v$ (definita come in precedenza) per l'operazione i-sima [m/s²]

T_{ei} = tempo di esposizione per l'operazione i-sima [h]

Il valore di $A(8)$ così ottenuto va quindi confrontato con i valori limite di cui alla tabella 1, limitatamente alle vibrazioni trasmesse al corpo intero.

3.3 Parametri di riferimento per le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (ISO 5349:2001)

Analogamente alla ISO 2631:1997, la norma ISO 5349:2001 definisce gli standard di valutazione dei rischi derivanti dall'esposizione a vibrazioni per il sistema mano-braccio e definisce i parametri richiamati dall'Allegato XXXV parte A, del D.Lgs. 81/08.

In questo caso l'intervallo di frequenze di interesse igienistico si estende da 8 Hz a 1000 Hz, e la curva di ponderazione da adottare è la W_h per tutti e tre gli assi x, y, z, orientati come illustrato in Figura 3. In Figura 4 è invece riportato l'andamento della curva W_h in funzione della frequenza.

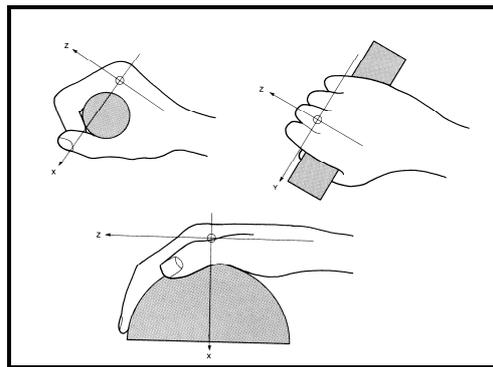


Figura 3 - definizione degli assi di misura per il sistema mano-braccio

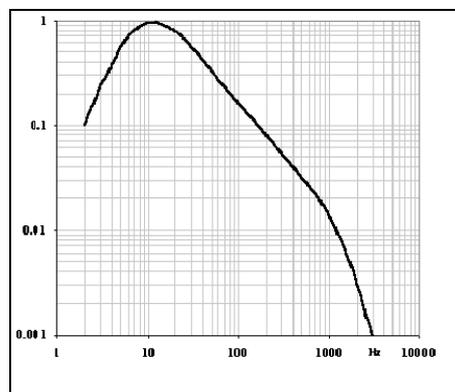


Figura 4 - Curva di ponderazione W_h

Analogamente a quanto detto per le vibrazioni trasmesse al corpo intero, le metodiche valutative del rischio da esposizione a vibrazioni si basano sulla misura della seguente grandezza fisica:

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2} \quad [m/s^2]$$

Questa grandezza rappresenta il valore quadratico medio (rms) dell'accelerazione ponderato in frequenza. Le componenti assiali dell'accelerazione saranno in questo caso indicate con a_{hw_x} , a_{hw_y} e a_{hw_z} .

L'Allegato XXXV parte A del D.Lgs. 81/08 stabilisce che "la valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio si basa principalmente sul calcolo del valore dell'esposizione giornaliera normalizzato a un periodo di riferimento di 8 ore, $A(8)$, calcolato come radice quadrata della somma dei quadrati (valore totale) dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali (a_{hw_x} , a_{hw_y} , a_{hw_z})".

Tale parametro può essere espresso quindi dalla seguente relazione, contenuta nella ISO 5349:

$$A(8) = A_{(w)sum} \sqrt{\frac{T_e}{8}} \quad [m/s^2]$$

in cui

$$A_{(w)sum} = \sqrt{a_{hw_x}^2 + a_{hw_y}^2 + a_{hw_z}^2} \quad [m/s^2]$$

a_{hwi} = valore r.m.s. dell'accelerazione ponderata infrequenza lungo l'asse i $[m/s^2]$

T_e = tempo di esposizione [h]

Nel caso il lavoratore sia esposto a differenti valori di vibrazioni (ad es. nel caso di impiego di più mezzi meccanici sorgenti di vibrazioni), la media ponderata nel tempo e relativa all'esposizione giornaliera (8 ore) può essere ottenuta attraverso la formula seguente:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^N A_{(w)sum,i}^2 T_{ei}} \quad [m/s^2]$$

in cui

$A_{(w)sum,i}$ = $A_{(w)sum}$ (definita come in precedenza) per l'operazione i -sima $[m/s^2]$

T_{ei} = tempo di esposizione per l'operazione i -sima [h]

Il valore di $A(8)$ così ottenuto va confrontato con i valori limite di cui alla tabella 1, limitatamente alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio.

4 - Effetti delle vibrazioni sul corpo umano

4.1 Corpo intero

Le attività lavorative svolte a bordo di mezzi di trasporto o di movimentazione, espongono il corpo a vibrazioni che possono risultare nocive per i soggetti esposti. Dai numerosi lavori epidemiologici pubblicati in letteratura sugli effetti dell'esposizione del corpo intero a vibrazioni (WBV, Whole Body Vibration) appare evidente che alcuni disturbi si riscontrino con maggior frequenza tra lavoratori esposti a vibrazioni, piuttosto che tra soggetti non esposti.

Al momento tuttavia non è ancora possibile individuare patologie associabili esclusivamente all'esposizione a vibrazioni, dal momento che altri fattori di natura fisica, fisiologica o psicofisica (ad es. costituzione corporea, postura, suscettibilità individuale, ecc.) interferiscono sulla salute ed il benessere dei soggetti esposti, ed in alcuni casi possono favorire l'insorgenza di patologie riconducibili all'esposizione a vibrazioni.

Nonostante tali carenze conoscitive, il problema dell'esposizione professionale a vibrazioni non può essere trascurato, e l'adozione di relative linee guida e criteri igienistici definiti dalle norme internazionali, dalle direttive comunitarie e dal D.Lgs. 81/08 (Titolo VIII - Capo III), che da esse prende spunto, permette di avere a disposizione gli strumenti necessari ai fini della tutela della salute dei lavoratori e della riduzione del rischio da esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero.

L'interazione delle vibrazioni con il corpo umano è caratterizzabile mediante i seguenti principali fattori:

- caratteristiche fisiche dell'oscillazione: intensità, frequenza, durata, direzione di propagazione;
- caratteristiche biomeccaniche del corpo umano: frequenze proprie di risonanza di ciascun organo, smorzamento, impedenza meccanica e trasmissibilità di ciascun organo o distretto;
- modalità di esposizione: trasmissione attraverso pavimento o sedile, posizione del soggetto esposto: seduta, supina o eretta.

Per schematizzare il comportamento del corpo umano in risposta ad uno stimolo vibratorio il campo dei frequenze di interesse viene suddiviso in tre zone:

1. Per frequenze inferiori a 2 Hz il corpo umano risponde come una massa unica ed omogenea, in quanto la muscolatura scheletrica, irrigidendosi, è in grado di compensare la forza applicata. Gli effetti dell'esposizione in tale intervallo di frequenze sono associati al mal dei trasporti (cinetosi).
2. Nell'intervallo di frequenze 2 Hz – 80 Hz la muscolatura volontaria non è in grado di controllare i movimenti oscillatori delle varie parti del corpo. Esso si comporta come un sistema meccanico ad N gradi di libertà, cioè come un insieme di masse suscettibili di movimento relativo e collegate tra loro da strutture elastiche viscosi.

3. Per frequenze superiori a 80 Hz il moto vibratorio si smorza facilmente nel corpo ed interessa solo una piccola area intorno al punto d'applicazione.

Gli effetti sulla salute riconducibili all'esposizione del corpo intero a vibrazioni sono associati all'intervallo di frequenze 0,5 Hz – 80 Hz. Tra di essi il più rilevante, e quello per cui sussiste una sufficiente evidenza epidemiologica che confermi l'esistenza di una relazione causale tra esposizione a vibrazioni e patologia correlata, è quello associabile alle **patologie del rachide lombare (mal di schiena)**. E' stato infatti dimostrato che l'esposizione prolungata a vibrazioni trasmesse al corpo intero da mezzi di movimentazione usati in industria ed agricoltura, mezzi di trasporto ecc., è associabile al mal di schiena: gli studi epidemiologici depongono nel loro complesso a favore di una evidenza di rischio associabile all'esposizione a vibrazioni in relazione a patologie a carico della colonna vertebrale, quali lombalgie e lombosciatalgie, alterazioni degenerative della colonna (spondiloartrosi, spondilosi, osteocondrosi intervertebrale), discopatie, ernie discali lombari e/o lombosacrali.

Al contrario, l'associazione tra vibrazioni e lesioni ad altri organi o apparati non è stata ancora adeguatamente documentata e pertanto non verranno presi in considerazione effetti di altro tipo.

4.2 Sistema Mano-Braccio

E' noto che lavorazioni in cui si impugnano utensili vibranti o materiali sottoposti a vibrazioni o impatti, possono indurre un insieme di disturbi neurologici e circolatori digitali e lesioni osteoarticolari a carico degli arti superiori, definito con termine unitario "Sindrome da Vibrazioni Mano-Braccio". L'esposizione a vibrazioni al sistema mano-braccio è generalmente causata dal contatto delle mani con l'impugnatura di utensili manuali o di macchinari condotti a mano, in grado di produrre vibrazioni con frequenza compresa nell'intervallo $8 \div 1000$ Hz.

L'esposizione a vibrazioni generate da utensili portatili è associata ad un aumentato rischio di insorgenza di lesioni vascolari, neurologiche e muscolo-scheletriche a carico del sistema mano-braccio. L'insieme di tali lesioni è definito **sindrome da vibrazioni mano braccio**. La componente vascolare della sindrome è rappresentata da una forma secondaria di fenomeno di Raynaud definita *vibration-induced white finger (VWF)* e nota anche con il nome di *sindrome del dito bianco*; la componente neurologica è caratterizzata da una *neuropatia periferica* prevalentemente sensitiva; la componente osteoarticolare comprende *lesioni cronico-degenerative* a carico dei segmenti ossei ed articolari degli arti superiori, in particolare a livello dei polsi e dei gomiti. Alcuni studi hanno inoltre riscontrato nei lavoratori che usano utensili vibranti un aumentato rischio di alterazioni muscolo-tendinee (tendiniti, peritendiniti, ecc.) e di sindromi da intrappolamento dei tronchi nervosi (sindrome del tunnel carpale).

5 - Individuazione delle sorgenti di rischio e dei soggetti esposti

Sulla base dell'analisi delle attività svolte dai dipendenti della della "EDILFRAIR Costruzioni Generali S.p.a.", nelle pagine seguenti vengono riportate, come fonte possibile di vibrazioni, le attrezzature ed i mezzi pesanti utilizzati con i relativi soggetti esposti.

6 - Metodologie di acquisizione ed elaborazione dati

Come specificato dall'art. 202 D.Lgs. 81/08, la valutazione dei rischi può essere effettuata sia attraverso misurazioni in campo che usufruendo delle informazioni relative ai livelli di vibrazioni prodotte dai macchinari contenute in Banche Dati (ISPESL, CNR, Regioni) o reperite presso i costruttori o i fornitori del macchinario stesso.

Nella presente relazione è stata effettuata una prova sul campo e di seguito vengono riportati i valori delle misurazioni effettuate ed il calcolo dell'esposizione professionale a vibrazioni A(8) trasmesse al sistema mano-braccio ed al corpo intero.

Nota: Nell'arco di durata del cantiere, vista la continua evoluzione delle attività lavorative, le tempistiche riportate nelle tabelle che descrivono i calcoli dell'esposizione dei lavoratori a vibrazioni meccaniche, sono giustificate dal fatto che fanno riferimento ad una media giornaliera di esposizione; in quanto diverse fasi di lavorazione del cantiere (demolizione, scavi, costruzione, etc.) i lavoratori sono esposti a vibrazioni meccaniche in misura diversa per ogni fase.

6.1 Valutazione con misurazioni

6.1.1 Strumentazione di misura

La strumentazione di misura utilizzata nella presente indagine è conforme alle Norme:

ISO 8041:1990 - **ISO 2631-1:1997 (corpo intero)** - **ISO 5349-1&2: 2001 (mano-braccio)**

ISO 8662 - ISO 10819 - Direttiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo

ed è composta da:

- Un analizzatore multicanale **Larson & Davis HVM 100** (vedi Figura 6), in grado di misurare simultaneamente sui tre assi x, y, z applicando le specifiche ponderazioni e di immagazzinare in memoria i dati misurati.
- Un accelerometro triassiale **PCB Piezotronics**, modello **SEN020 – 356M68** (vedi Figura 5) ad alta sensibilità (1 mV/g), con range di frequenza 0,5 ÷ 3.000 Hz.
- Un accelerometro triassiale **PCB Piezotronics**, modello **SEN027 – 356B41** (vedi Figura 7) ad alta sensibilità (100 mV/g), con range di frequenza 0,5 ÷ 5.000 Hz.

L'accelerometro modello **SEN020**, collegato all'analizzatore tramite un apposito cavo, è stato fissato su un adattatore metallico e collegato direttamente all'impugnatura della attrezzatura utilizzata.

Per quanto riguarda le vibrazioni trasmesse al corpo interno, la piastra (accelerometro modello **SEN027**) è stata posizionata in ogni misurazione effettuata, sul sedile del mezzo utilizzato dall'operatore.

Figura 5 – Accelerometro PCB SEN020 - 356M68	Figura 6 - Analizzatore multicanale L&D HVM100	Figura 7 – Accelerometro SEN027 - PCB 356B41
 A photograph of a square metal accelerometer with a cylindrical connector on one side. The top surface is marked with 'SEN020' and three axes labeled 'x', 'y', and 'z' with arrows.	 A photograph of a hand holding a handheld electronic device. The screen displays 'Req: 01:01:00 02', '83.2 dB', and 'FCN'. The device has a keypad and a small antenna.	 A photograph of a circular black accelerometer mounted on a metal plate. A blue cable is connected to it.

6.1.2 Acquisizione dati

Durante la misura sono stati acquisite, e riportate su un apposita scheda, una serie di informazioni di seguito elencate, in modo da avere a disposizione più elementi possibili sui quali basarsi nell'analisi approfondita dei risultati:

- Informazioni generali
- Le specifiche attrezzatura/mezzo(ad es. marca, modello, etc.);
- Le condizioni di funzionamento attrezzatura/mezzo;
- Le attività svolte durante la misura;
- La tipologia e le condizioni del terreno (corpo intero);
- Ogni altro elemento ritenuto importante ai fini della valutazione dei rischi.

La tipologia di strumentazione utilizzata (accelerometro triassiale ed analizzatore multicanale) ha permesso di memorizzare i valori di accelerazione lungo i tre assi x, y, z sia come livello equivalente (RMS) sia come valore di picco (Peak), con integrazione eseguita su intervalli di tempo molto ristretti, pari ad 1 secondo, in modo da evidenziare meglio eventi di natura pressoché istantanea (ad es. buche, cambi di asfalto, ecc.) e quindi eventuali attività a rischio particolare o zone critiche.

Le variabili prese in considerazione al momento delle misurazioni (corpo intero), sono state le seguenti:

- tipo di fondo stradale;
- la velocità di utilizzo del mezzo;
- stato di manutenzione del mezzo (sedili, ammortizzatori, etc.)

Per ciascun mezzo sono state effettuate delle misurazioni di circa 10/15 minuti.

Nel caso di attrezzature con utilizzo di entrambe le mani, la misurazione è stata eseguita su ogni mano, facendo riferimento al più alto dei due valori misurati.

Per ciascuna attrezzatura utilizzata sono state effettuate tre misurazioni della durata minima di 1-2 minuti ed intervallate tra loro dai 3' a 5'.

Le misurazioni sono state effettuate da personale tecnico composto da due unità.

6.1.3 Elaborazione dati

Una volta terminata la fase di misura, i dati acquisiti dall'analizzatore sono stati scaricati su PC ed elaborati mediante un apposito software. Con l'ausilio di tale strumento è stato possibile visualizzare l'andamento temporale di tutti i parametri memorizzati e calcolare i parametri di riferimento di cui al par. 0, sia a livello generale che per qualsivoglia intervallo temporale.

Sulla base di tali elaborazioni sono stati estrapolati i risultati presentati nel seguente paragrafo.

7 - Presentazione dei risultati

I risultati dell'indagine relativa alla valutazione del rischio derivante dall'esposizione a vibrazioni meccaniche vengono di seguito illustrati.

7.1 Risultati delle misure

I risultati delle misure sono esplicitati in forma tabellare come nel seguito indicato; per ogni misura effettuata si riportano le seguenti informazioni:

- Foto attrezzatura utilizzata;
- Tipologia attrezzatura (Marca e modello);
- Valori quadratici medi dell'accelerazione ponderata in frequenza lungo i tre assi a_{wx} , a_{wy} , a_{wz} ed il valore del vettore somma a_{wsum} (Σ) per la cui definizione si rimanda al par. 0;

7.2 Calcolo dell'esposizione professionale

Sempre nelle pagine seguenti, vengono riportati, divisi per mansioni, le tabelle riassuntive dei valori di accelerazione a_{wsum} (Σ) (mano-braccio) per ogni attrezzatura utilizzata e a_{wmax} (corpo intero) per ogni mezzo utilizzato, dai quali è stato calcolato il valore $A(8)$ relativo all'esposizione professionale a vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio e corpo intero.

Elenco Mansioni presenti

Mansione	Attività lavorativa
Operaio Comune	<p><u>Attività generiche di cantiere:</u></p> <ul style="list-style-type: none">* Procede alla delimitazione dell'area di cantiere, all'installazione dei macchinari e delle attrezzature nelle aree di lavoro e di deposito e della relativa logistica* caricare, trasportare, scaricare e stoccare i materiali da costruzione, spostandoli sul luogo di lavoro a braccia o con una carriola;* preparare malta utilizzando le attrezzature di cantiere; <p><u>Demolizioni:</u></p> <ul style="list-style-type: none">* rimuovere intonaco, pavimenti, demolire pareti utilizzando attrezzi manuali e martello pneumatico;* sgombrare i calcinacci; assistere operai specializzati nelle loro attività, fornendo continuamente mattoni, malta di cemento e materiali in genere,* movimentazione e trasporto manuale dei materiali ;* scavi a mano e pulizia del cantiere,* montaggio/smontaggio ponteggio (solo lavoratori con corso "addetto alle operazioni di montaggio/smontaggio/trasformazione di ponteggi")

Operaio Qualificato

- * Procede alla delimitazione dell'area di cantiere, all'installazione dei macchinari e delle attrezzature nelle aree di lavoro e di deposito e della relativa logistica
 - * caricare, trasportare, scaricare e stoccare i materiali da costruzione, spostandoli sul luogo di lavoro a braccia o con una carriola;
 - * preparare malta utilizzando le attrezzature di cantiere;
 - * Piccole demolizioni di intonaco, pavimenti, demolire pareti utilizzando attrezzi manuali e martello pneumatico;
montaggio/smontaggio ponteggio (solo lavoratori con corso "addeito alle operazioni di montaggio/smontaggio/trasformazione di ponteggi")
- Collabora con l'Operaio specializzato nella:
- * Costruzione di murature semplici (portanti e non, esterni ed interni, oltre ai tramezzi, realizzazione di aperture nei muri oltre ad architravi ed archi, posa in opera di elementi prefabbricati in cemento, preparazione di intonaci e base di malta, lavori di manutenzione e riparazione)
 - * Realizzazione puntellature provvisorie, opere di sostegno, sia per il consolidamento di costruzioni esistenti, sia per il sostegno di strutture nuove
 - * Nella posa in opera serramenti e ringhiere
 - * Posa di controtelai in legno e tinteggiature
 - * Posa in opera di guaina su manti di copertura
 - * Esecuzione di tracce con scanalatrice elettrica, attrezzi manuali con relativa chiusura con malta.
 - * Posa tubazioni

Operaio Specializzato

- * Esegue lavori sulla base delle direttive date dal Preposto
- * Costruisce murature di diversa tipologia e effettua pavimentazioni e altri tipi di rivestimenti (costruzione di muri portanti e non, esterni ed interni, oltre ai tramezzi, realizzazione di aperture nei muri oltre ad architravi ed archi, posa in opera di elementi prefabbricati in cemento, costruzione di camini e canne fumarie, tracciamento e costruzione di scale, esecuzione di intonaci a base di malta, lavori di manutenzione e riparazione)
- * Realizza opere di sostegno, sia per il consolidamento di costruzioni esistenti, sia per il sostegno di strutture nuove
- * Si occupa della posa di pavimenti, pareti in legno, soffitti, isolamento termico e acustico
- * Posa in opera serramenti e ringhiere
- * Esegue lavori di finitura in genere
- * Esegue lavorazioni di carpenteria in legno per opere in c.a.
- * Posa del ferro di armatura, getto e vibrazione del calcestruzzo
- * Opere di tinteggiatura interna ed esterna con materiali di ogni natura
- * Opere di saldatura di piccole entità
- * Montaggio/smontaggio ponteggio (solo lavoratori con corso da "preposti alla sorveglianza delle operazioni di montaggio/smontaggio/trasformazione di ponteggi")

<p>Preposto</p>	<p>Sovrintendere e vigila:</p> <ul style="list-style-type: none">* sulla osservanza da parte dei singoli lavoratori dei loro obblighi di legge, nonché delle disposizioni aziendali in materia di salute e sicurezza sul lavoro;* sull'uso dei mezzi di protezione collettivi e dei dispositivi di protezione individuale messi a disposizione dei lavoratori; <p>Verifica affinché soltanto i lavoratori che hanno ricevuto adeguate istruzioni accedano alle zone che li espongono ad un rischio grave e specifico;</p> <p>Informa i lavoratori esposti al rischio di un pericolo grave e immediato circa il rischio stesso e le disposizioni prese o da prendere in materia di protezione;</p> <p>Segnala tempestivamente al datore di lavoro o al dirigente sia le deficienze dei mezzi e delle attrezzature di lavoro e dei dispositivi di protezione individuale, sia ogni altra condizione di pericolo che si verifichi durante il lavoro, delle quali venga a conoscenza sulla base della formazione ricevuta;</p> <ul style="list-style-type: none">* Organizza gli aspetti della cantierizzazione in funzione al layout de cantiere;* Si interfaccia con il D.L. e CSE per garantire la qualità dell'opera e della sicurezza;* Organizza le fasi di lavoro attive nel cantiere indicando le attrezzature idonee, i tempi e le modalità di esecuzione;* Gestisce l'approvvigionamento della materie prime* Effettua rilievi in sito e attività di controllo sulla corretta posa dei materiali utilizzati da capitolato;* Utilizza all'occorrenza la gru di cantiere per la movimentazione dei materiali;* Sorveglia e contribuisce al montaggio/smontaggio ponteggio (solo lavoratori con corso "addetto alle operazioni di montaggio/smontaggio/trasformazione di ponteggi")
<p>Autista mezzi Pesanti - Operatore macchine complesse</p>	<ul style="list-style-type: none">* Esegue lavori mediante l'utilizzo di macchine operatrici di seguito riportate* Trasporto, carico/scarico materiale dal mezzo* Controllo del funzionamento e dello stato meccanico dei mezzi affidatigli* Pulizia dei mezzi* Utilizzo Autocarro con gru/gru (solo lavoratori con corso specifico ai sensi dell'art.73 del D.Lgs. 81/08 - accordo Stato-Regioni 22 febbraio 2012)

ORARIO DI LAVORO

- Operai presenti c/o cantieri
 - 8,00 – 12,00 attività lavorativa
 - 12,00 – 13,00 pausa pranzo
 - 13,00 – 17,00 attività lavorativa

Nelle tabelle seguenti, non vengono riportate tutti i mezzi e le attrezzature dell'impresa, ma vengono prese in considerazione, per ogni categoria equivalente, quelle con livelli di vibrazioni meccaniche più elevati e/o più vecchie.

MANO-BRACCIO

FOTO	Tipologia Attrezzatura	Marca/Modello	Anno	Alimentaz.	Marcatura CE	Materiale lavorato o lavorazione eseguita	a_{wx} [m/s ²]	a_{wy} [m/s ²]	a_{wz} [m/s ²]	Awsum (Σ) [m/s ²]
	Smerigliatrice	Hitachi G23 ML	2002	Elettrico	Si	Taglio	1,40	1,61	1,22	2,45
	Smerigliatrice	Bosch GWS 22-230	2002	Elettrico	Si	Taglio	2,74	2,0	2,70	4,30
	Demolitore	Bosch GSH 3-28 DFR	/	Elettrico	Si	Demolizione	7,61	8,68	7,28	13,6
	Demolitore	Hilti TE300 AVR	/	Elettrico	Si	Demolizione	9,10	4,55	4,87	11,30

	Demolitore	Demolitore Hilti/TE 50	2013	Elettrico	Si	Demolizione	3,38	6,87	4,86	9,05
	Sega circolare	Target TS 350 S	/	Elettrico	Si	Taglio	0,94	1,18	0,60	1,63
	Miscelatore	Rurmec/EV 23	2012	Elettrico	Si	Miscelazione cls	1,32	1,30	2,04	3,30
	Miscelatore	GHELEI ROHS	2012	Elettrico	Si	Miscelazione cls	1,90	3,20	1,41	3,97
	Motocarriola	Hinowa/HP1100	2007	Benzina	Si	Movimentazione materiale	1,68	1,44	1,53	2,69

CORPO INTERO

FOTO	Tipologia mezzo	Marca/Modello	Anno	Alimentaz.	Marcatura CE Km/ore	Tipo lavorazione /terreno	a_{wx} [m/s ²]	a_{wy} [m/s ²]	a_{wz} [m/s ²]	A_{wmax} [m/s²]
	Autocarro	Fiat/175	1989	Gasolio	/	Asfalto mediocre/ strada leggermente sconnessa	0,24	0,23	0,65	0,65
	Autocarro	Fiat/79-14	1999	Gasolio	/	Asfalto mediocre/ strada leggermente sconnessa	0,171	0,135	0,39	0,39
	Mini Escavatore	JCB/8018	2007	Gasolio	/	Sconnesso	0,25	0,281	0,285	0,39

	Movimentatore telescopico	JCB/540-170	2007	Gasolio	/	Sconnesso	0,20	0,28	0,29	0,39
	Pala compatta	Bobcat/S770	2013	Gasolio	/	Sconnesso	0,22	0,61	0,16	0,85
////////	Minipala	Bobcat/553	2004	Gasolio	/	Sconnesso	0,61	0,26	0,79	0,85
	Escavatore Bobcat	Cat 320	2004	Gasolio	/	Sconnesso	0,37	0,28	0,77	0,77
	Pala cingolata	Fiat/Allis FL5B	1989	Gasolio	/	Sconnesso	0,18	0,37	0,39	0,52

Calcolo del valore di A(8) relativo all'esposizione professionale a vibrazioni trasmesse al

MANO-BRACCIO

(tempo di esposizione calcolato per l'effettivo utilizzo delle attrezzature)

Mansione	Tipologia Attrezzatura	Awsum (Σ) [m/s ²]	Te [min]	Note
Operaio Comune	Smerigliatrice Bosch GWS 22-230	4,30	10'	
	Demolitore Bosch GSH 3-28 DFR	13,6	60'	
	Miscelatore GHELEI ROHS	3,97	10'	
	Motocarriola Hinowa/HP1100	2,69	15'	
		A(8) [m/s²] = 4,91		

Calcolo del valore di A(8) relativo all'esposizione professionale a vibrazioni trasmesse al

MANO-BRACCIO

(tempo di esposizione calcolato per l'effettivo utilizzo delle attrezzature)

Mansione	Tipologia Attrezzatura	Awsum (Σ) [m/s ²]	Te [min]	Note
Operaio Qualificato	Smerigliatrice Bosch GWS 22-230	4,30	10'	
	Demolitore Bosch GSH 3-28 DFR	13,6	20'	
	Miscelatore GHELEI ROHS	3,97	10'	
	Sega circolare Target TS 350 S	1,63	10'	
		A(8) [m/s²] = 2,91		

Calcolo del valore di A(8) relativo all'esposizione professionale a vibrazioni trasmesse al

MANO-BRACCIO

(tempo di esposizione calcolato per l'effettivo utilizzo delle attrezzature)

Mansione	Tipologia Attrezzatura	A _{wsum} (Σ) [m/s ²]	T _e [min]	Note
Operaio Specializzato	Smerigliatrice Bosch GWS 22-230	4,30	10'	
	Demolitore Bosch GSH 3-28 DFR	13,6	10'	
	Miscelatore GHELEI ROHS	3,97	5'	
	Sega circolare Target TS 350 S	1,63	10'	
				A(8) [m/s²] = 2,11

Calcolo del valore di A(8) relativo all'esposizione professionale a vibrazioni trasmesse al

MANO-BRACCIO

(tempo di esposizione calcolato per l'effettivo utilizzo delle attrezzature)

Mansione	Tipologia Attrezzatura	A _{wsum} (Σ) [m/s ²]	T _e [min]	Note
Preposto	Smerigliatrice Bosch GWS 22-230	4,30	5'	
	Demolitore Bosch GSH 3-28 DFR	13,6	5'	
				A(8) [m/s²] = 1,46

Nota bene: tra le attrezzature (smerigliatrici, demolitori e miscelatori) sono state prese in considerazione quelle con il valore più elevato.

Conclusioni – Mano Braccio

Come evidenziato nelle tabelle seguenti, I valori di esposizione professionale A(8), calcolati a partire dai valori di vibrazioni misurati sulle attrezzature e dai tempi di utilizzo forniti dai responsabili e dai lavoratori stessi, si mantengono tutti al di sotto del valore limite di esposizione (mano braccio $A(8) \leq 5 \text{ m/s}^2$).

MANO BRACCIO

Mansione	Esposizione Professionale A(8)
Operaio Comune	$2,5 < A(8) \leq 5$ MEDIO
Operaio Qualificato	$2,5 < A(8) \leq 5$ MEDIO
Operaio Specializzato	$A(8) \leq 2,5$ BASSO
Preposto	$A(8) \leq 2,5$ BASSO

GESTIONE VALUTAZIONE RISCHIO VIBRAZIONI (HAV)– MANO BRACCIO

Livello di Rischio	Entità del RISCHIO	Azioni da Intraprendere
$A(8) \leq 2,5$	BASSO	Nessuna misura specifica obbligatorio. E' consigliata, comunque, l'informazione e la formazione dei lavoratori esposti al rischio
$2,5 < A(8) \leq 5$	MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Informazione/Formazione dei lavoratori esposti al rischio • Controlli sanitari periodici • Misure per abbattere il rischio
$A(8) > 5$	INACCETTABILE	<ul style="list-style-type: none"> • Sostituzione immediata della macchina/attrezzo/apparecchiatura o riduzione dei tempi di esposizione

Calcolo del valore di A(8) relativo all'esposizione professionale a vibrazioni trasmesse al

CORPO INTERO

(tempo di esposizione calcolato per l'effettivo utilizzo dei mezzi)

Mansione	Tipologia Mezzo	Awmax [m/s ²]	Te [min]	Note
Autista mezzi Pesanti - Operatore Macchine Complesse	Autocarro Fiat/175	0,65	35'	
A(8) [m/s²] = 0,18				

Mansione	Tipologia Mezzo	Awmax [m/s ²]	Te [min]	Note
Autista mezzi Pesanti - Operatore Macchine Complesse	Autocarro Fiat/79-14	0,39	30'	
A(8) [m/s²] = 0,10				

Mansione	Tipologia Mezzo	Awmax [m/s ²]	Te [min]	Note
Autista mezzi Pesanti - Operatore Macchine Complesse	Mini Escavatore JCB/8018	0,39	40'	
A(8) [m/s²] = 0,11				

Mansione	Tipologia Mezzo	Awmax [m/s ²]	Te [min]	Note
Autista mezzi Pesanti - Operatore Macchine Complesse	Movimentatore telescopico JCB/540-170	0,39	30'	
A(8) [m/s²] = 0,10				

Mansione	Tipologia Mezzo	Awmax [m/s ²]	Te [min]	Note
Autista mezzi Pesanti - Operatore Macchine Complesse	Pala compatta Bobcat/S770	0,85	30'	
A(8) [m/s²] =0,21				

Mansione	Tipologia Mezzo	Awmax [m/s ²]	Te [min]	Note
Autista mezzi Pesanti - Operatore Macchine Complesse	Minipala Bobcat/553	0,85	30'	
A(8) [m/s²] =0,21				

Mansione	Tipologia Mezzo	Awmax [m/s ²]	Te [min]	Note
Autista mezzi Pesanti - Operatore Macchine Complesse	Escavatore Bobcat Cat 320	0,77	30'	
A(8) [m/s²] =0,19				

Mansione	Tipologia Mezzo	Awmax [m/s ²]	Te [min]	Note
Autista mezzi Pesanti - Operatore Macchine Complesse	Pala cingolata Fiat/Allis FL5B	0,52	30'	
A(8) [m/s²] =0,13				

Conclusioni – Corpo Intero

Come evidenziato nelle tabelle seguenti, I valori di esposizione professionale A(8), calcolati a partire dai valori di vibrazioni misurati sui mezzi pesanti e dai tempi di utilizzo forniti dai responsabili e dai lavoratori stessi, sono tutti al di sotto del valore limite d'azione (corpo intero $A(8) < 0,5 \text{ m/s}^2$).

CORPO INTERO

Mansione	Esposizione Professionale A(8)
Autista mezzi Pesanti - Operatore Macchine Complesse	$A(8) \leq 0,5$ Valore limite d'azione BASSO

GESTIONE VALUTAZIONE RISCHIO VIBRAZIONI (WBV)- CORPO INTERO

Livello di Rischio	Entità del RISCHIO	Azioni da Intraprendere
$A(8) \leq 0,5$	BASSO	Nessuna misura specifica obbligatorio. E' consigliata, comunque, l'informazione e la formazione dei lavoratori esposti al rischio
$0,5 < A(8) \leq 1,00$	MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Informazione/Formazione dei lavoratori esposti al rischio • Controlli sanitari periodici • Misure per abbattere il rischio
$A(8) > 1,00$	INACCETTABILE	<ul style="list-style-type: none"> • Sostituzione immediata della macchina/attrezzo/apparecchiatura o riduzione dei tempi di esposizione

8 - Stima dell'incertezza della misura

Prendendo a riferimento le *linee guida per la valutazione del rischio da vibrazioni negli ambienti di lavoro* redatte dall'ISPESL, si procede di seguito ad una stima dell'incertezza della valutazione dell'esposizione giornaliera a vibrazioni.

I fattori che determinano tale incertezza sono:

- 1) **Incertezza nella determinazione dei tempi di esposizione:** non possono essere trascurate piccole variazioni dei tempi di esposizione tra una giornata lavorativa e l'altra.
- 2) **Incertezza nella misura delle accelerazioni,** dovuta principalmente ai seguenti fattori:
 - a) Errori dovuti al sistema di acquisizione (fissaggio accelerometri, interferenze elettriche, calibrazione, peso e posizionamento accelerometri): dal momento che le misure sono state effettuate seguendo le metodiche proposte dalla norme tecniche (vedi par. 0), tali errori possono essere considerati trascurabili rispetto ai fattori di cui ai punti c), d) ed e).
 - b) Errori dovuti alle fluttuazioni casuali dei parametri fisici in gioco (temperatura, umidità, stabilità dell'alimentazione della macchina, ecc.)
 - c) Variazioni nelle modalità di guida da parte di differenti operatori e delle differenti caratteristiche antropometriche che incidono sui livelli di vibrazioni rilevati a livello del sedile: dal momento che l'esposizione è valutata per forza di cose per gruppi omogenei e non per singolo lavoratore, tale errore non può essere trascurato.
 - d) Variazioni nelle condizioni di manutenzione del macchinario: dall'esperienza accumulata in materia di valutazione dei rischi da vibrazioni, si può affermare che lo stato di manutenzione delle macchine influisce in maniera minima sulle misure rispetto ai fattori di cui ai punti c) ed e), ma comunque va tenuto in considerazione.
 - e) Variazioni nelle caratteristiche del tipo di terreno su cui il mezzo è utilizzato (asfalto, terreno vario, presenza buche o sassi etc.): le misure sono state effettuate riproducendo il più possibile i cicli di lavoro standard delle macchine e le zone frequentate, per cui tale tipo di errore può essere ritenuto minimo, ma comunque non trascurabile.

Dalle considerazioni sopra esposte **l'errore complessivo nel calcolo di A(8) può essere stimato dell'ordine del ± 15 %.**

9 - Conclusioni

I risultati della presente indagine, finalizzata alla valutazione del rischio derivante dall'esposizione a vibrazioni meccaniche trasmesse al corpo intero ed al sistema mano braccio, per il personale della "EDILFRAIR Costruzioni Generali S.p.a.", non evidenziano situazioni critiche.

MANO BRACCIO

Per l'esposizione a vibrazioni meccaniche trasmesse al sistema mano braccio, il Datore di Lavoro ha elaborato ed applicato un programma di misure tecniche e/o organizzative, volte a ridurre al minimo l'esposizione alle vibrazioni meccaniche e i rischi che ne conseguono, in particolare:

- ha elaborato ed adottato un programma di misure tecniche ed organizzative volte a ridurre l'esposizione a vibrazioni meccaniche con programmi di manutenzione delle attrezzature, quali:
 - ✓ al fine di limitare l'esposizione a vibrazioni meccaniche, durante le fasi lavorative, l'azienda nell'anno 2013 ha acquistato nuove attrezzature (demolitori HILTI), scegliendo attrezzature di lavoro adeguate concepite nel rispetto dei principi ergonomici e che producono, tenuto conto del lavoro da svolgere, il minor livello possibile di vibrazioni; tale misura correttiva per il miglioramento continuo, implementando un programma tecnico-finanziario volto al benessere, alla sicurezza ed alla salute dei lavoratori;
- ha effettuato adeguata informazione e formazione dei lavoratori sull'uso corretto e sicuro delle attrezzature di lavoro, in modo da ridurre al minimo la loro esposizione a vibrazioni meccaniche;
- ha provveduto affinché i lavoratori incaricati all'uso delle attrezzature (macchine operatrici), che richiedono conoscenze e responsabilità particolari di cui all'art. 71-comma 7, ricevano una formazione adeguata e specifica tale da consentire l'utilizzo delle attrezzature in modo idoneo e sicuro ai sensi dell'art. 73 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.;
- ha fornito a tutti i lavoratori indumenti per la protezione dal freddo e dall'umidità;
- ha organizzato orari di lavoro appropriati, con adeguati periodi di riposo;
- ha sottoposto tutti i lavoratori a sorveglianza sanitaria.

Inoltre il Datore di Lavoro valuterà di volta in volta di limitare le durate e l'intensità dell'esposizione verificando la possibilità di utilizzare altri metodi di lavoro che richiedono una minore esposizione a vibrazioni meccaniche.

CORPO INTERO

- Per quanto riguarda i valori di esposizione professionale A(8), calcolati per i mezzi utilizzati dagli addetti il Datore di Lavoro non deve attuare nessuna misura di prevenzione e protezione, in quanto il livello di esposizione giornaliero dei lavoratori è inferiore ai valori limite di azione (corpo intero pari a $0,5 \text{ m/s}^2$).

Ai sensi dell'art.181 del D.Lgs 81/08 la valutazione dei rischi derivanti dall'esposizione a vibrazioni meccaniche dovrà essere aggiornata con cadenza almeno quadriennale, a meno che non sopravvengano significativi cambiamenti (ad es. sostituzione delle attrezzature di lavoro, ecc.), oppure nel caso i risultati della sorveglianza sanitaria ne richiedano la necessità.

ALLEGATO I - Certificati di taratura degli Strumenti