

## **CORRETTA PROGETTAZIONE E INFORMAZIONE SUI RISCHI: IL RUOLO DEI COSTRUTTORI DI ATTREZZATURE DI LAVORO**

**Mirco Finotto**

G.D. - Bologna

### **1 - PREMESSA**

Obiettivo della presente relazione è d'illustrare brevemente il "valore aggiunto" ottenuto con l'applicazione della Direttiva Macchine da parte del costruttore di attrezzature di lavoro (macchine), presentare alcune considerazioni sull'utilizzo del livello di potenza acustica richiesto dalla stessa, ed infine, evidenziare le difficoltà applicative delle norme per la determinazione del livello di emissione sonora nella posizione operatore, in particolare le UNI EN ISO 11202 e UNI EN ISO 11204.

### **2 – LA DIRETTIVA MACCHINE**

Sino dalla sua iniziale stesura la direttiva comunitaria 89/392/CEE (cosiddetta Direttiva Macchine, recepita in Italia con D.P.R. 459/96), ma anche con le successive modifiche, si è rivelata per il costruttore fortemente innovativa, richiedendo di progettare con uno "spirito nuovo", cioè con una visione d'insieme della macchina per una progettazione della "sicurezza integrata", a partire dall'idea iniziale per finire alle dismissioni finali (smantellamento e rottamazione).

Il costruttore (progettista) si è così trovato pesantemente coinvolto nella formalizzazione della procedura di valutazione dei pericoli presenti sulla sua macchina e ancor più, a mio avviso, nella impegnativa procedura di "analisi dei rischi" con lo specifico intento di doverli obbligatoriamente individuare, valutare e ridurre al minimo, per quanto concretamente attuabile.

#### **2.1 VALUTAZIONE DEI PERICOLI E ANALISI DEI RISCHI**

Prima ancora di "informare" l'utilizzatore dei pericoli presenti sulla macchina il costruttore (progettista) ha dovuto apprendere la metodologia di approccio alle problematiche della sicurezza integrata e solo dopo è stato per lui possibile valutare i pericoli e analizzare i rischi a cui viene sottoposto l'operatore della macchina, cioè chi opera con qualsiasi mansione sulla stessa.

Pertanto, la richiesta di formalizzare in azienda un Fascicolo Tecnico per ogni macchina, con tutta la documentazione e le specifiche attività coinvolte come indicato nella Direttiva Macchine ha generato, non si può certamente negare, una quantità di documenti tale da impressionare chiunque si avvicinasse al problema, ma, dopo un iniziale “smarrimento”, attraverso una più consapevole visione delle indispensabili attività da svolgere, si è potuto ottimizzare e canalizzare tutte le informazioni in modo opportuno affinché “sensibilità al miglioramento ed efficacia” potessero prevalere.

Quindi, la stesura della “Analisi del rischio” prima, e poi del “Manuale istruzioni per l’uso” della macchina, il primo quale parte fondamentale del Fascicolo Tecnico, mentre il secondo parte integrante della macchina stessa, hanno permesso al costruttore di ottenere sensibili vantaggi a carattere generale e in particolare sotto l’aspetto operativo con:

- una maggior consapevolezza da parte del costruttore sui pericoli presenti sulla macchina e sui rischi residui al termine dell’analisi;
- una più approfondita ed efficace conoscenza dell’interazione operatore-macchina in tutte le varie fasi di vita della stessa;
- un sensibile miglioramento tecnico di tutti i manuali di macchina;
- un evidente miglioramento tecnico nel progetto delle attrezzature accessorie, in particolare per quelle relative alla movimentazione: imballo, disimballo, trasporto e piazzamento finale;
- una sensibile riduzione dei tempi operativi per le differenti attività inerenti la movimentazione;

Quanto sopra riportato ha avuto e continua ad avere, come “rovescio della medaglia”, una serie di svantaggi che gravano pesantemente sul costruttore, in particolare:

- un maggior impegno di persone e di tempo da dedicare alle attività inerenti la sicurezza della macchina;
- un forte impegno economico per lo svolgimento e la gestione delle differenti attività coinvolte.

### **3 – CONSIDERAZIONI SUI METODI DI PROVA**

Alla luce delle considerazioni sopra indicate, si possono formulare due domande volutamente “provocatorie”:

- è utile continuare a richiedere metodi di prova e limiti (es. potenza acustica,) senza un appropriato riscontro da parte di tutti gli attori coinvolti che giustifichi l’attività e l’utilizzo che ne consegue?
- sono veramente applicabili e affidabili le norme che ci vengono proposte dai normatori internazionali?

In definitiva, in che modo le direttive comunitarie tengono conto del maggior dispendio di tempo e delle maggiori risorse economiche impegnate dal costruttore?

### 3.1 – NOTE SUL RILIEVO DELLA POTENZA ACUSTICA

Si desidera evidenziare quanto sia impegnative per il costruttore di macchine automatiche per l'imballaggio i metodi di rilievo della potenza acustica emessa e quanto invece poco utilizzate siano le stesse informazioni da parte dell'utilizzatore. Sono ormai note a tutti le richieste della Direttiva Macchine 98/37/CE (D.P.R. 459/96) che al punto 1.7.4. lettera f) indica:

.....*omississ*.....

- *il livello di potenza acustica emesso dalla macchina se il livello di pressione acustica continuo equivalente ponderato A nei posti di lavoro supera 85 dB(A);*

mentre la nuova Direttiva Macchine 2006/42/CE, in vigore dal 29.12.2009, al punto 1.7.4. lettera u) indica un importante cambiamento:

.....*omississ*.....

- *il livello di potenza acustica emesso dalla macchina se il livello di pressione acustica continuo equivalente ponderato A nei posti di lavoro supera 80 dB(A).*

E' evidente lo "spirito di salvaguardia" che ha spinto i redattori nel formulare un nuovo limite così basso ma, sullo stesso si possono porre due interrogativi :

- la richiesta si basa su di una esperienza passata che ne indica quanto indispensabile sia la conoscenza di tale dato e la certezza del suo consolidato utilizzo ?
- sono stati valutati gli impegni tecnici, economici e gestionali che tale richiesta comporta per il mercato dei costruttori di macchine in generale ?

L'esperienza maturata presso gli utilizzatori finali, nel comparto delle macchine automatiche per l'imballaggio, indica chiaramente che il livello di potenza acustica viene raramente preso in considerazione e quasi mai impiegato, ritenendolo di difficile utilizzo, non destinato a loro, ma riservato ai più esperti in acustica in possesso di sofisticati strumenti d'indagine.

Per i costruttori invece, la determinazione della potenza acustica comporta un forte impegno per la corretta esecuzione della prova che, nella maggioranza dei casi, prevede una costosa dotazione strumentale e lunghi tempi di misura, con un elevato consumo di prodotto.

Inoltre, da non trascurare, con i nuovi limiti è facile prevedere che il numero delle macchine da sottoporre alla prova tenderà ad aumentare in modo considerevole, con una ulteriore esasperazione dei tempi e degli impegni gestionali che risulteranno certamente difficili da sostenere.

Tutto ciò si contrappone, o in modo più espressivo “fa a pugni”, con una serie di “particolari” condizioni ambientali operative dell’utilizzatore che certamente non aiutano nella corretta esecuzione della prova, in particolare:

- il “lay-out” delle macchine;
- il posizionamento delle macchine all’interno del reparto produttivo;

condizioni che spesso tendono ad aumentare sensibilmente il livello sonoro della macchina in esame e a rendere imprecisa la determinazione del livello di potenza acustica, (vedi Figura n.1 e Figura n.2).

Ulteriori difficoltà complicano la già difficile situazione sopra descritta, dove concorrono pesantemente anche i costi sempre più elevati:

- dell’area produttiva disponibile per il piazzamento della macchina;
- dell’intervento di riduzione della correzione acustica ambientale;

senza tralasciare il fattore efficacia-prezzo relativo allo studio di nuove protezioni insonorizzate da applicare sulla macchina (vedi Figura n.3 e Figura n.4).

### **3.2 – NOTE SULLA APPLICABILITÀ DELLE NORME ACUSTICHE UNI EN ISO 11202 E UNI EN ISO 11204**

Lo studio che segue evidenzia come le norme acustiche UNI EN ISO 11202 e UNI EN ISO 11204 siano poco affidabili ed anche non propriamente applicabili alle macchine automatiche per l’imballaggio, in particolare, nella determinazione della correzione ambientale locale  $K_3$  utile per il calcolo del valore di emissione sonora della macchina nelle posizioni operatore, con una ulteriore verifica finale relativa alla sua corretta definizione come indicato nell’introduzione delle norme sopra indicate e nell’allegato informativo della nuova proposta di revisione delle norme (Figura n.5), dove si dichiara che:

*“The emission sound pressure level  $L_p$  is produced by the direct sound field at the operators position of a machine. This is exactly the level at this work station if the machine would be operated in a hemi-free field without any other sources”*

vale a dire:

*“Il livello di emissione sonora  $L_p$  nella posizione operatore è prodotto dal campo sonoro diretto della macchina. Questo è esattamente il livello nella posizione operatore se la macchina fosse posta in funzione in una sala semi-anecoica (campo libero su piano riflettente) senza altre macchine presenti”.*

e ancora più esplicitamente;

*“The difference of the level at the work station with the source under test operating in the room and operating in a hemi-free field is exactly the local environmental correction  $K_3$  .”*

vale a dire:

*“La differenza del livello nella posizione operatore con la sorgente in prova funzionante nella sala di misura e nella sala semi-anechoica (campo libero su piano riflettente) è esattamente la correzione ambientale locale  $K_3$ . “*

Per mezzo di una sorgente sonora di riferimento Bruel&Kjaer 4204 sono stati determinati sperimentalmente i valori delle correzioni ambientali dei due locali di prova situati all'interno dello stabilimento GD di Bologna, la sala semi-anechoica (“campo libero su piano riflettente”) e una zona del reparto montaggio dove normalmente vengono piazzate le macchine per il collaudo finale prima della spedizione al cliente (vedi Figure n.6, 7 e 8).

Dopo aver determinato la correzione acustica dei due ambienti di prova, su entrambi è stata posizionata la medesima macchina, una condizionatrice pacchetti rigidi funzionante a 500 ppm e si è quindi proceduto al rilievo della emissione sonora in  $L_{Aeq}$  con un fonometro-integratore Bruel&Kjaer 2260, misurando attorno al perimetro esterno della macchina, alla distanza di 1 metro e ad una altezza di 1,6 metri dal suolo (vedi Figure n.9 e 10).

Il confronto diretto mostra la differenza tra la correzione ambientale calcolata nelle differenti posizioni operatore in conformità alle indicazioni delle due norme sopra citate UNI EN ISO 11202 e UNI EN ISO 11204 e quella determinata sperimentalmente con una sorgente sonora di riferimento in reparto montaggio con riferimento alla norma UNI EN ISO 3746 e nella sala semi-anechoica con la metodologia indicata nelle norma UNI EN ISO 3744, precedentemente indagata con una correzione ambientale risultante praticamente nulla (vedi Figure 11, 12, 13 e 14).

Le considerazioni finali del caso esaminato si possono quindi riassumere come segue:

- la determinazione della correzione ambientale locale  $K_3$  con la formula riportata nella norma UNI EN ISO 11202 per rilievi a 1 metro di distanza, (con qualsiasi valore di  $K_3$ ) non assume mai un valore superiore a 0,5 dB;
- l'indice di direttività  $DI'_{op}$  dato dalla differenza tra ( $LpA' - LpA_{avg}$ ) inserito nella formula della UNI EN ISO 11204 per il calcolo della correzione ambientale locale  $K_3$  rende critico e instabile il risultato finale;
- le formule della correzione ambientale locale  $K_3$  non sono confermate dai rilievi in “campo libero su piano riflettente” (sala semi-anechoica) come indicato nell'introduzione delle norme vigenti UNI EN ISO 11202 e UNI EN ISO 11204 e, come invece espressamente dichiarato nell'allegato informativo della nuova revisione delle norme (che probabilmente entro l'anno in corso vedranno la loro stesura finale);
- la determinazione della correzione ambientale locale  $K_3$  nel confronto tra “ambiente operativo” e “campo libero su piano riflettente” evidenzia, nella maggioranza dei casi, una inaccettabile sottostima del valore sperimentale;
- in ogni caso il confronto evidenzia che, per la determinazione della correzione ambientale locale, sarebbe più idoneo e corretto fare riferimento alle norme UNI EN ISO 3744 o UNI EN ISO 3746, ed assumere quindi il valore di  $K_3$

uguale al valore di  $K_2$  per poter operare con un parametro il più vicino possibile alla realtà..

#### 4 – CONCLUSIONI

La breve relazione qui presentata ha indicato il “valore aggiunto” che il costruttore certamente ottiene con la *progettazione della sicurezza integrata* della sua macchina, valutando i pericoli e analizzando i rischi conseguenti, senza trascurare quelli residui ed una corretta informazione per gli operatori che a qualsiasi titolo operano sulla stessa.

Sono state inoltre presentate alcune considerazioni sulla opportunità di abbassare i limiti che implicano ulteriori indagini acustiche che gravano pesantemente sul costruttore, senza trovare un adeguato e consolidato impiego da parte dell’utente finale, il quale sembra muoversi all’acquisto richiedendo solo quanto imposto per legge, tralasciando di considerare le condizioni ambientali e operative della propria realtà produttiva.

Per ultimo, ma a mio avviso certamente la più importante, è stata data evidenza a quanto poco affidabili siano le norme tecniche internazionali a cui la Direttiva Macchine fa riferimento per la determinazione del livello di emissione sonora nella posizione operatore, in particolare le norme UNI EN ISO 11202 e UNI EN ISO 11204, argomento che spero in futuro possa essere ulteriormente indagato.

Infine, si può concludere con tre proposte collegate tra loro:

- ai costruttori di attrezzature di lavoro, di mantenere alta l’attenzione sulle metodologie di rilievo e sui nuovi limiti di livello sonoro, in modo da poter esprimere, nelle opportune sedi, “critiche costruttive” che permettano d’evitare l’introduzione di metodi poco affidabili, con conseguenze “disastrose” per la determinazione del livello finale di emissione sonora in conformità ai limiti di legge;
- agli utilizzatori finali delle attrezzature di lavoro, di collaborare con i costruttori affinché, sia i metodi di prova che il rispetto dei limiti possano diventare obiettivi comuni, in aggiunta ad una corretta valutazione dello stato degli ambienti operativi, senza tralasciare le condizioni di lay-out e di posizionamento delle attrezzature di lavoro all’interno degli stessi;
- agli enti istituzionali di aprirsi ad una “nuova attività” con i costruttori e con gli utilizzatori finali, che eviti di considerarsi su fronti opposti, e preveda invece, una efficace attività comune di “valutazione, verifica e controllo”, delle direttive comunitarie e delle norme tecniche coinvolte, affinché le richieste risultino per tutti i destinatari concretamente attuabili ed altrettanto concretamente affidabili, per l’obiettivo comune della conformità alle leggi vigenti.

## 5 – BIBLIOGRAFIA

- 1 Decreto del Presidente della Repubblica n°. 459 del 24 luglio 1996 Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine.
- 2 Direttiva 98/37/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 giugno 1998 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine. (GUCE L 207/1 del 23.07.98)
- 3 Direttiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 maggio 2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione) (GUCE L 157/24 del 09.06.2006)
- 4 UNI EN ISO 3744:1997 Acustica.- Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante pressione sonora. - Metodo tecnico progettuale in un campo essenzialmente libero su un piano riflettente.
- 5 UNI EN ISO 3746:1997 Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante pressione sonora - Metodo di controllo con una superficie avvolgente su un piano riflettente.
- 6 UNI EN ISO 11202:1997 Acustica - Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature - Misurazione dei livelli di pressione sonora al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni. Metodo di controllo in sito.
- 7 UNI EN ISO 11204:1997 Acustica - Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature - Misurazione dei livelli di pressione sonora al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni. Metodo richiedente correzioni ambientali.
- 8 ISO/DIS 11202 Acoustics-Noise emitted by machinery and equipment-Measurement of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying approximate environmental corrections (Revision of ISO 11202:1995).
- 9 ISO/DIS 11204 Acoustics- Noise emitted by machinery and equipment-Measurement of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying accurate environmental corrections (Revision of ISO 11204:1995).

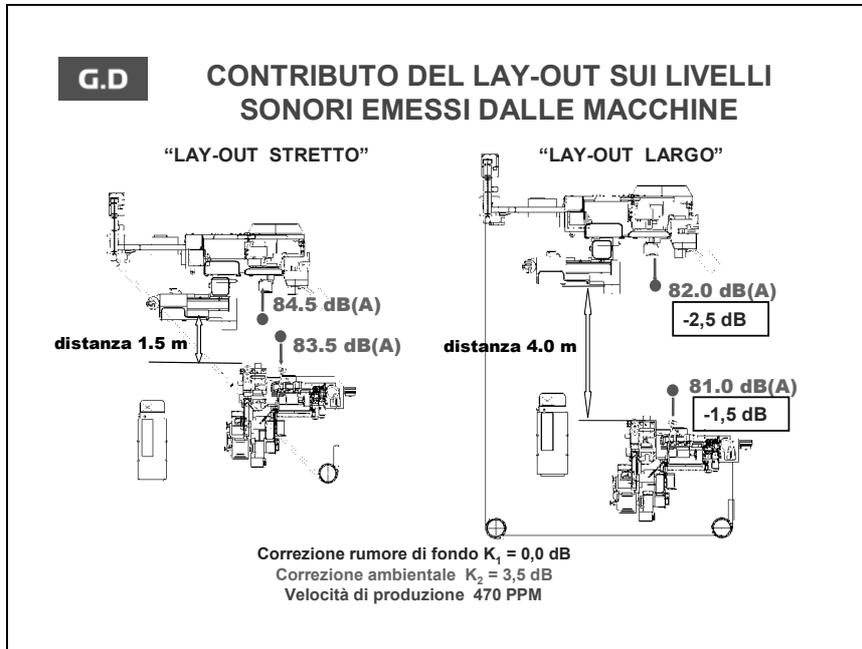


Figura n. 1

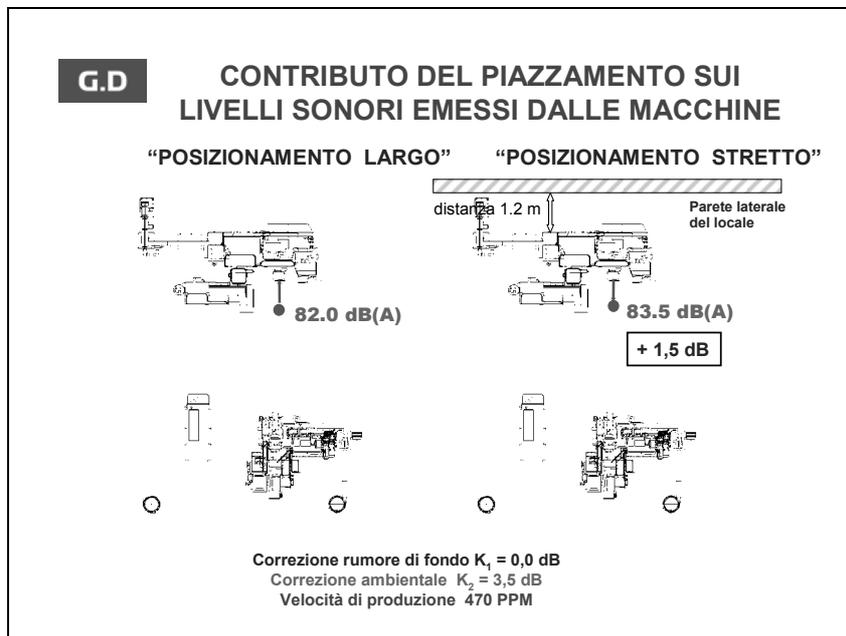


Figura n. 2

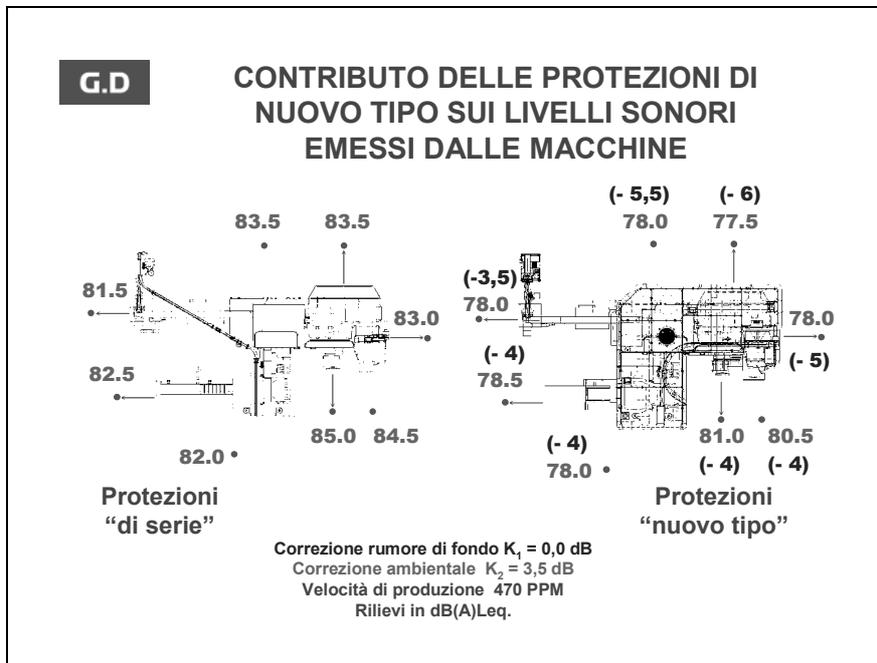


Figura n. 3

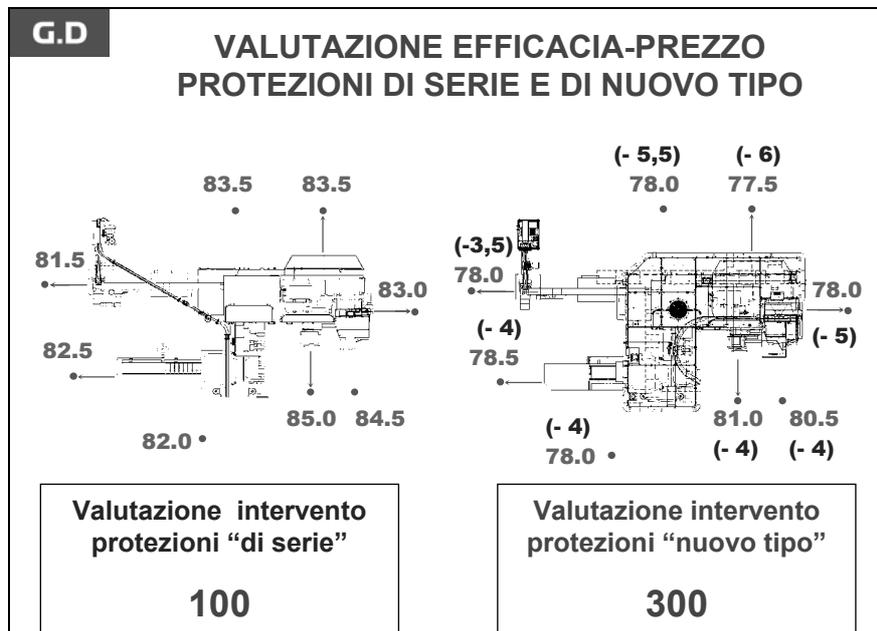


Figura n. 4

**G.D**

## EN ISO 11202 e EN ISO 11204

*Che cosa dichiarano le norme?*

### Annex D : Principles of the methodology

\* The emission sound pressure level  $L_p$  is produced by the direct sound field at the operators position of a machine. This is exactly the level at this work station if the machine would be operated in a hemi-free field without any other sources. ...

\* If the machine is operated in a room, an additional sound field is produced  $L_{room}$  ..... The sound pressure level at the work station of the machine operating in a room is therefore the energetic sum of the emission sound pressure level  $L_p$  and the level of this "room sound field"  $L_{room}$ . .....

\* The difference of the level at the work station with the source under test operating in the room and operating in a hemi-free field is exactly the local environmental correction  $K_3$  .....

Figura n. 5

**G.D**

## SORGENTE SONORA DI RIFERIMENTO

BRUEL & KJAER 4204

Serial Number:  
1 848 791

PTB Reference:  
1.52-7244e/95

Calibration Mark:  
PTB 3371.95



230 volts

50 Hz

Speed

2887 rpm

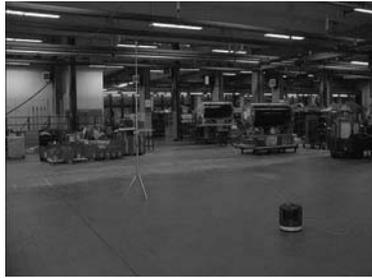
LWLin = 91.7 dB

LW(A) = 90.9 dB

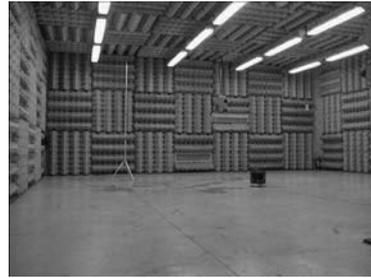
Figura n. 6

**G.D**

## CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DEGLI AMBIENTI DI PROVA



Reparto montaggio macchine



Sala Semi-Anecoica

Figura n. 7

**G.D**

## CORREZIONE ACUSTICA AMBIENTALE

Determinazione sperimentale della correzione acustica ambientale attraverso la misura dello spettro di pressione sonora medio rilevato sulla semi-sfera con raggio 4,0 metri attorno alla sorgente sonora di riferimento B&K 4204

$$L_{WA} = L_p(A)_{avg} + 10 \log S/S_0$$

dove  $L_p(A)_{avg}$  = livello sonoro medio ponderato (A) ottenuto dalla media dei punti attorno alla sorgente sonora  
 $S = 2 \pi r^2$   $S_0 = 1 \text{ m}^2$  e  $10 \log S/S_0 = 20$

(Rif. EN ISO 3744 / EN ISO 3746)

Rif	Ambiente di misura	$L_p(A)_{avg}$ dB(A)	$10 \log$ (S/S <sub>0</sub> )	L <sub>WA</sub>	K <sub>2</sub> L <sub>WA mis</sub> -L <sub>WA riss</sub>
00	Dati Tecnici B&K 4204 <b>PTB Certification 337195</b>	<b>70.9</b>	20	<b>90.9</b>	PTB 337195
01	Sorgente Sonora B&K 4204 in <b>Sala semi-anechoica</b>	<b>71.0</b>	20	<b>91.0</b>	<b>0.1</b>
02	Sorgente Sonora B&K 4204 in <b>Reparto montaggio</b>	<b>74.5</b>	20	<b>94.5</b>	<b>3.5</b>

Figura n. 8

**G.D**

### Rilievo dei livelli di emissione sonora della macchina nei due ambienti di prova



Reparto montaggio macchine



Sala Semi-Anecoica

Figura n. 9

**G.D**

### LIVELLI SONORI A CONFRONTO

Reparto Montaggio ↔ Sala Semi-anecoica

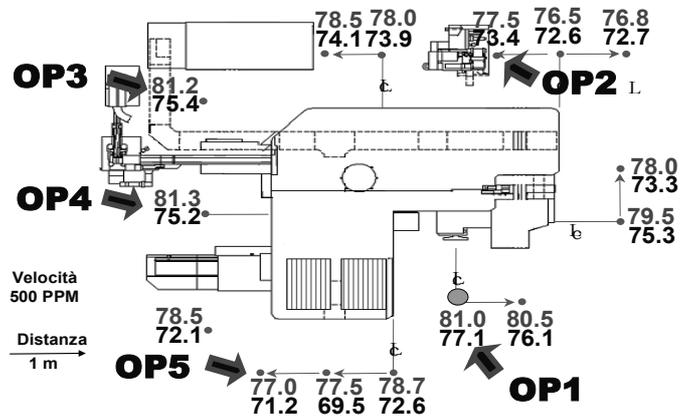


Figura n. 10

**G.D****NORME APPLICABILI A CONFRONTO**

Rilievi in Reparto Montaggio

OP1 $L_{pA}'$	Media dei livelli $L_{pAavg}$	Rumore di fondo ( $K_1$ )	Corr.Ambientale ( $K_2$ )
81,0	79,0	0,0	3,5

**EN ISO 11202**Formula A.1  $K_3 = 10 \text{ Log } (1+4S/A) = 0,3 \text{ dB}$ dove:  $S=2\Gamma a^2$   $a=1 \text{ m}$ .  $A=\alpha Sv$ ;  $\alpha=0,15$   $Sv = 2(20 \times 40) + 2(20 \times 5) + 2(40 \times 5) = 2200$ 

$$L_{pA} = L_{pA}' - K_1 - K_3 = 81,0 - 0,0 - 0,3 = \underline{80,7 \text{ dB(A)}}$$

**EN ISO 11204**Formula A.2  $K_3 = -10 \text{ Log } (1-(1-10^{-0,1K_2})10^{-0,1(L_{pA}'-L_{pAavg})}) = 1,8 \text{ dB}$ 

$$L_{pA} = L_{pA}' - K_1 - K_3 = 81,0 - 0,0 - 1,8 = \underline{79,2 \text{ dB(A)}}$$

Figura n. 11

**G.D****NORME APPLICABILI A CONFRONTO**

Rilievi in Reparto Montaggio

OP1 $L_{pA}'$	Media dei livelli $L_{pAavg}$	Rumore di fondo ( $K_1$ )	Corr.Ambientale ( $K_2$ )
81,0	79,0	0,0	3,5

**EN ISO 3746**Par. A.3.1 Formula A.1  $K_2 = L_{WA'} - L_{WA_r} = 3,5 \text{ dB}$  (metodo della sorgente sonora di riferimento)

$$L_{pA} = L_{pA}' - K_1 - K_2 = 81,0 - 0,0 - 3,5 = \underline{77,5 \text{ dB(A)}}$$

**EN ISO 3744** (Sala Semi-anecoica "campo libero su piano riflettente")

$$L_{pA} = L_{pA}' = \underline{77,1 \text{ dB(A)}}$$

Figura n. 12

**G.D****CONFRONTO FINALE**

Livello sonoro "corretto" nella posizione OP1

	Reparto Montaggio dB(A)	EN ISO 11202	EN ISO 11204	EN ISO 3746	EN ISO 3745
OP1	81,0	80,7	79,2	77,5	77,1
Correzione Amb.		0,3	1,8	3,5	3,9
Differenza		+3,6	+2,1	+0,4	0,0

Figura n. 13

**G.D****CONFRONTO FINALE**

Livello sonoro "corretto" nelle differenti posizioni operatore

Posizione Operatore	Livello Sonoro dB(A)	EN ISO 11202	EN ISO 11204	EN ISO 3746	EN ISO 3744
OP1	81.0	80.7	79.2	77.5	77.1
Correzione Amb.		0.3	1.8	3.5	3.9
Differenza		+3.6	+2.1	+0.4	0.0
OP2	77.5	77.2	70.9	74.0	73.4
Correzione Amb.		0.3	6.6	3.5	4.1
Differenza		+3.8	-2.5	0.6	0.0
OP3	81.2	80.9	79.5	77.7	75.4
Correzione Amb.		0.3	1.7	3.5	5.8
Differenza		+5.5	+4.1	+2.3	0.0
OP4	81.3	81.0	79.6	77.8	75.2
Correzione Amb.		0.3	1.7	3.5	6.1
Differenza		+5.8	+4.4	+2.6	0.0
OP5	77.0	76.7	67.9	73.5	71.2
Correzione Amb.		0.3	(9.1)	3.5	5.8
Differenza		+5.5	-3.3	+2.3	0.0

Figura n. 14