

ESPECIALIDAD

HIGIENE INDUSTRIAL

Unidad Didáctica 9



## tema 3

Criterios de control del ruido y vibraciones. Normas ISO.

1. Recomendaciones ISO sobre el ruido.
2. Recomendaciones ISO sobre vibraciones.
  - 2.1 NORMA ISO 2.631-1 (1985) Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo.
  - 2.2 NORMA ISO 263112 (1989). Vibraciones continuas e inducidas por choques en los edificios (entre 1 y 80 Hz).

ESPECIALIDAD

HIGIENE INDUSTRIAL

Unidad Didáctica 9



tema 3

Criterios de control del ruido y vibraciones. Normas ISO.

1. Recomendación ISO sobre el ruido.

Esta recomendación, ISO publicada en 1975, basada en el criterio de la energía equivalente, da una relación práctica entre la exposición laboral al ruido expresada en términos de presión sonora ponderada A (dBA) y su duración en una semana laboral normal (supuesta de 40 horas), y el porcentaje de trabajadores que mostraran una disminución de su capacidad auditiva como consecuencia de su exposición laboral al ruido. Se considera disminución de la capacidad auditiva, cuando exista un incremento medio del umbral de audición en las frecuencias de 500, 100 y 2000 Hz (media aritmética de los umbrales de audición de cada frecuencia) de 25 dBA o más.

La recomendación se basa en los resultados experimentales de Baughn sobre un colectivo de 6835 personas, sin exclusión de las afectadas por patologías auditiva no laboral y efectuando audiometrías sólo en el oído derecho.

La recomendación se limita a exponer los resultados del estudio de Baughn, en los que para cada nivel de ruido y cada tiempo de exposición se da el riesgo de disminución de la capacidad auditiva imputable a la exposición laboral al ruido, pero sin establecer límites para los niveles de presión sonora o  $e_j$  tiempo de exposición, dichos límites deben venir automáticamente definidos por el riesgo que se desea asumir, acerca de cuyo valor más adecuado no se pronuncia la recomendación.

En los países europeos es habitual reconocer ésta norma como método para calcular el nivel equivalente, fijando un nivel equivalente de 90 o 85 dBA (según los casos) como umbral a partir del cual deben adaptarse medidas de prevención y protección para control de la exposición.

Esta recomendación no es aplicable a los ruidos de impulso aislados de duración inferior a 1 sg, como por ejemplo un disparo.

### **La norma ISO 1999 utiliza las siguientes definiciones:**

#### **- índice parcial de exposición al ruido.**

Índice determinado por un nivel de presión sonora y su duración durante una semana de trabajo (40 horas). Se calcula mediante la expresión:

$$E_i = (T_i/40) \times 10^{0.1(L_i - 70)}$$

$E_i$  Índice parcial

$T_i$  Tiempo de exposición semanal en horas  $L_i$  Nivel de presión sonora en dBA.

#### **- índice compuesto de exposición al ruido**

Suma de los índices parciales correspondientes a los distintos niveles sonoros percibidos durante una semana laboral (40 horas)

### - Nivel sonoro continuo equivalente

Aquel nivel de ruido en dBA que si se hallara presente durante 40 horas por semana, produciría el mismo índice compuesto que los distintos niveles sonoros medidos realmente en una semana de exposición real. Tabla nº 1.

Estos valores se calculan a partir de la fórmula:

$$Leq = 70 + 10 \log \sum E_i$$

-Leq = Nivel de ruido continuo equivalente en dBA

- E<sub>i</sub> = índice parcial de exposición al ruido

**sonoro continuo equivalente**

Indice compuesto de exposición	Nivel sonoro continuo equivalente dBA
10	80
15	82
20	83
25	84
30	85
40	86
50	87
60	88
80	89
100	90
125	91
160	92
200	93
250	94
315	95
400	96
500	97
630	98
800	99
1000	100
1250	101
1600	102
2000	103
2500	104
3150	105
4000	106
5000	107
6300	108
8000	109
10000	110
12500	111
16000	112
20000	113
25000	114
31500	115

Tabla nº 1 : Relación entre el índice compuesto de exposición al ruido y el nivel.

**- Disminución de la capacidad auditiva para la palabra hablada**

Se considera disminución de la capacidad auditiva, cuando exista un incremento medio de umbral de audición en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz (media aritmética de los umbrales de audición de cada frecuencia) de 25 dBA o más, respecto a la que se da en la norma ISO 389-1975 "Valor cero de referencia para la calibración de audiómetros de tono puro".

## - Riesgo

Diferencia entre el porcentaje de personas con la capacidad auditiva disminuida en un grupo expuesto al ruido y el porcentaje de personas con la capacidad auditiva disminuida en un grupo no expuesto (pero equivalente en todos los demás aspectos al primero). Tabla nº 2. En ésta tabla:



a) Riesgo %: Relación entre el nivel de ruido continuo equivalente durante el trabajo para exposiciones entre 0 y 45 años, y el riesgo de disminución de la capacidad auditiva para la palabra hablada.

b) % total de disminución: Porcentaje total de personas que sufren disminución de la capacidad auditiva para la palabra hablada en un grupo expuesto. El porcentaje de personas que sufren disminución en un grupo no expuesto es igual al porcentaje en un grupo expuesto a niveles de ruido continuo inferiores a 80 dBA.

## - Riesgo de disminución de la capacidad auditiva para la palabra hablada

Valor particular del riesgo cuando se refiere a la disminución de la capacidad auditiva definida tal como se ha recogido anteriormente.

Nivel equivalente de ruido en dBA	Riesgo, % o % total de personas con capacidad disminuida	Porcentajes									
		Años de exposición									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
80	(a) Riesgo,%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(b) % total de disminución	1	2	3	5	7	10	14	21	33	50
85	(a) Riesgo,%	0	1	3	5	6	7	8	9	10	7
	(b) % total de disminución	1	3	6	10	13	17	22	30	43	57
90	(a) Riesgo,%	0	4	10	14	16	16	18	20	21	15
	(b) % total de disminución	1	6	13	19	23	26	32	41	54	65
95	(a) Riesgo,%	0	7	17	24	28	29	31	32	29	23
	(b) % total de disminución	1	9	20	29	35	39	45	53	62	73
100	(a) Riesgo,%	0	12	29	37	42	43	44	44	41	33
	(b) % total de disminución	1	14	32	42	49	53	58	65	74	83
105	(a) Riesgo,%	0	18	43	53	58	60	62	61	54	41
	(b) % total de disminución	1	20	45	58	65	70	76	82	87	91
110	(a) Riesgo,%	0	26	55	71	78	78	77	72	62	45
	(b) % total de disminución	1	28	58	76	85	88	91	93	95	95
115	(a) Riesgo,%	0	36	71	83	87	84	81	75	64	47
	(b) % total de disminución	1	38	74	88	94	94	95	96	97	97

Tabla nº 2

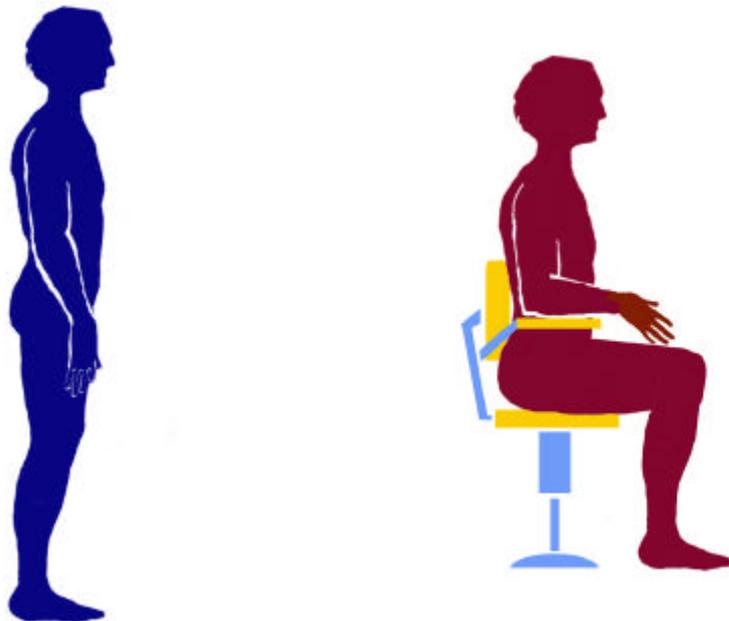
Nota: Estos valores se basan en el limitado número de datos experimentales disponibles y están sujetos a revisión a medida que se vayan obteniendo nuevos datos de investigaciones.

## 2. Normas ISO sobre las vibraciones.

### 2.1 NORMA ISO 2.631-1 (1985) Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo.

Sólo válidas para personas sanas, es decir, aquellas que desarrollen una vida normal, incluyendo viajes, y capaces de soportar el stress propio de una jornada de trabajo.

Trata esencialmente de las vibraciones transmitidas al conjunto del cuerpo por la superficie de apoyo, que puede ser bien los pies, en individuos que se hallen de pie, bien la pelvis, para aquellos que estén sentados.



Esta clase de vibraciones se van a encontrar, fundamentalmente, en vehículos, inmuebles y proximidad de máquinas de funcionamiento. Se admite,

de forma provisional, que los límites utilizados para individuos que estén de pie o sentados pueden ser válidos para los que se hallen apoyados o acostados.

Su campo de aplicación se centra en las vibraciones transmitidas al cuerpo humano por superficies sólidas en un rango de frecuencias entre 1 a 80 Hz, para vibraciones periódicas, aleatorias o no periódicas de espectro de frecuencias continuo. Puede aplicarse también a choques, siempre que su frecuencia de oscilación se halle entre 1 a 80 Hz.

Se basa en otras normas internacionales (CEI 184, CEI 222, CEI 225, ISOIR 266) referentes a medidores y métodos de medición de vibraciones.

Establece tres direcciones de transmisión, según un sistema de coordenadas rectangulares, siendo el centro el corazón, el eje pies-cabeza (eje z); el antero- posterior (eje x); y el lateral, de izquierda a derecha (eje y). Ver Figura nº 1 .

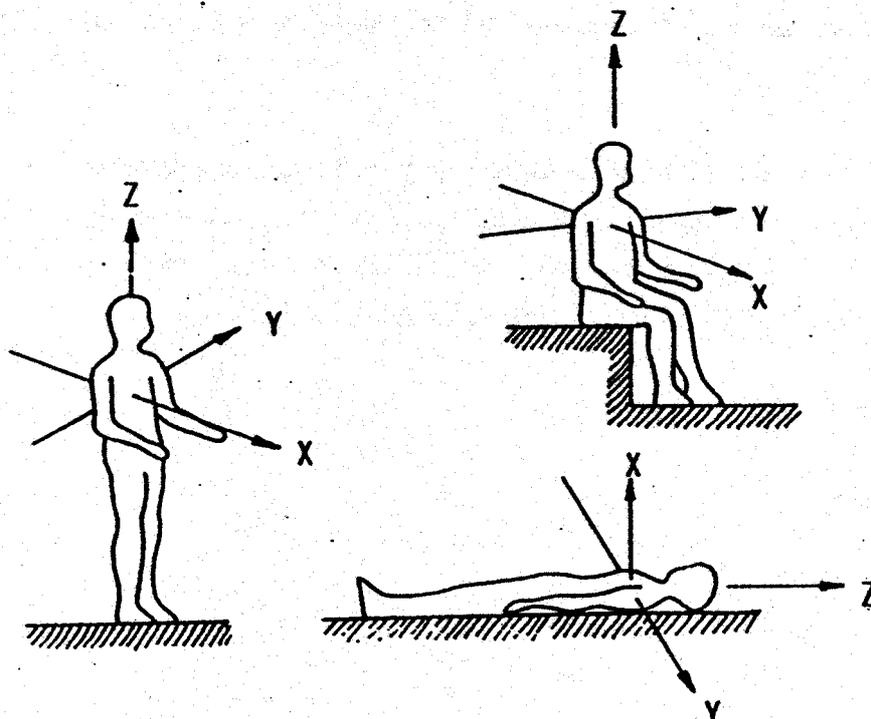


Figura nº 1

Estima necesario conocer las oscilaciones angulares (o rotativas) de cabeceo, balanceo y guiñada, aunque en la práctica considere que el centro de estas vibraciones se halle lo suficientemente lejos como para asimiladas a vibraciones rectilíneas, según los ejes x, y, z. Establece límites separados para las vibraciones en sentido longitudinal (z) o en sentido transversal (x, y).

La magnitud considerada es la aceleración de las partículas en los tres ejes, diferenciando la correspondiente a la dirección longitudinal (az) y a las transversales (ax, ay). Se expresa siempre en valor eficaz, RMS; cuando se trate de valores pico, éstos se convertirán en valores eficaces para poder comparados con los límites establecidos. En caso de oscilaciones no sinusoidales, aleatorias o en banda ancha, deberá medirse el factor de cresta. Si éste fuese superior a tres, los límites se estimarán como tentativos. El método más adecuado para medir estas vibraciones sería un análisis por banda estrecha, no superior a un tercio de octava.

En la valoración práctica de la exposición a vibraciones globales se van a tener en cuenta tres criterios fisiológicos fundamentales:

### **1. Asegurar la capacidad de trabajo (límite de la capacidad reducida por fatiga.**

Se valora en función de la frecuencia y del tiempo de exposición, para tiempos de exposición diarios entre 1 minuto y 24 horas, según los ejes: longitudinal (Figura nº 2) y transversales (Figura nº 3). Los valores numéricos correspondientes aparecen en las Tablas 3 y 4.

Límites de aceleración según el eje longitudinal, en función de la frecuencia y tiempo de exposición.

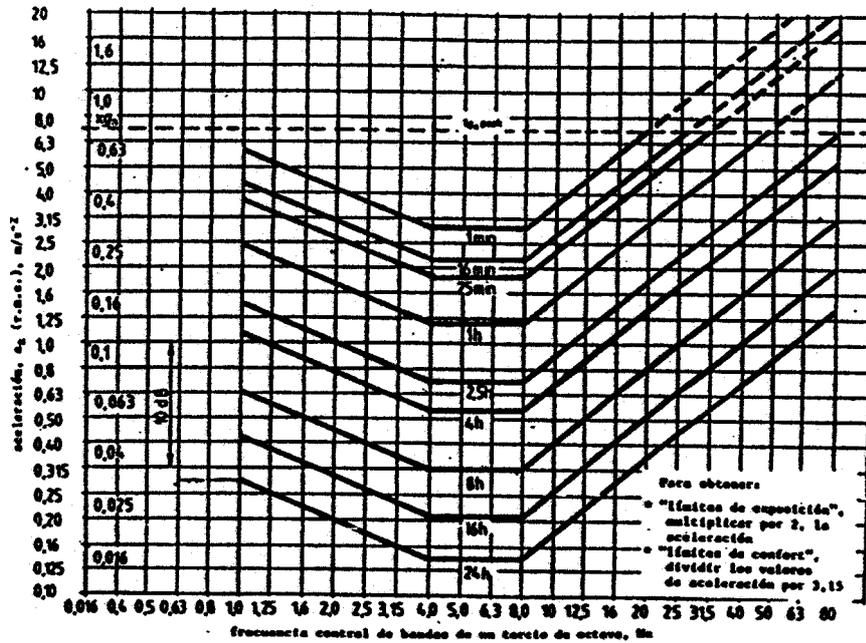
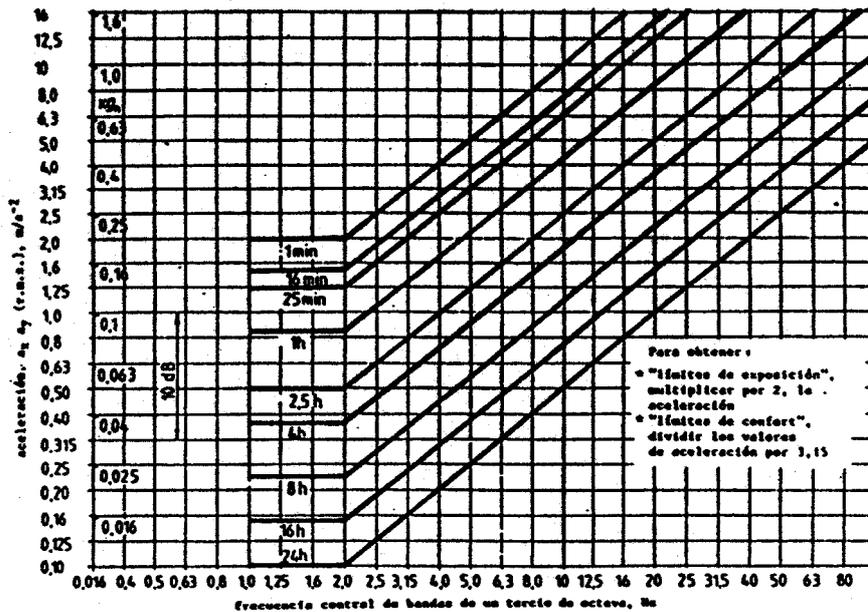


Figura 2

Límites de aceleración, según los ejes transversales, en función de la frecuencia y el tiempo de exposición.



Valores numéricos del límite de la capacidad reducida por fatiga, para la aceleración de vibraciones en el eje longitudinal,  $a_z$ .

Frecuencias (1/3 octava) Hz	ACELERACIÓN m/s <sup>2</sup>								
	Tiempo de exposición								
	24 h	16 h	8 h	4 h	2,5 h	1 h	25 min	16 min	1 min
1,0	0,280	0,425	0,63	1,06	1,40	2,36	3,55	4,25	5,60
1,25	0,250	0,375	0,56	0,95	1,26	2,12	3,15	3,75	5,00
1,6	0,224	0,335	0,50	0,85	1,12	1,90	2,80	3,35	4,50
2,0	0,200	0,300	0,45	0,75	1,00	1,70	2,50	3,00	4,00
2,5	0,180	0,265	0,40	0,67	0,90	1,50	2,24	2,65	3,55
3,15	0,160	0,235	0,355	0,60	0,80	1,32	2,00	2,35	3,15
4,0	0,140	0,212	0,315	0,53	0,71	1,18	1,80	2,12	2,80
5,0	0,140	0,212	0,315	0,53	0,71	1,18	1,80	2,12	2,80
6,3	0,140	0,212	0,315	0,53	0,71	1,18	1,80	2,12	2,80
8,0	0,140	0,212	0,315	0,53	0,71	1,18	1,80	2,12	2,80
10,0	0,180	0,265	0,40	0,67	0,90	1,50	2,24	2,65	3,55
12,5	0,224	0,335	0,50	0,85	1,12	1,90	2,80	3,35	4,50
16,0	0,280	0,425	0,63	1,06	1,40	2,36	3,55	4,25	5,60
20,0	0,355	0,530	0,80	1,32	1,80	3,00	4,50	5,30	7,10
25,0	0,450	0,670	1,0	1,70	2,24	3,75	5,60	6,70	9,00
31,5	0,560	0,850	1,25	2,12	2,80	4,75	7,10	8,50	11,2
40,0	0,710	1,060	1,60	2,65	3,55	6,00	8,00	10,6	14,0
50,0	0,900	1,320	2,0	3,35	4,50	7,50	11,2	13,2	18,0
63,0	1,120	1,700	2,5	4,25	5,60	9,50	14,0	17,0	22,4
80,0	1,400	2,120	3,15	5,30	7,10	11,8	18,0	21,2	28,0

Tabla 3

Valores numéricos del límite de la capacidad reducida por fatiga, para la aceleración de vibraciones en los ejes transversales,  $a_x$  ó  $a_y$ .

Frecuencias (1/3 octava) Hz	ACELERACIÓN $m/s^2$								
	Tiempo de exposición								
	24 h	16 h	8 h	4 h	2,5 h	1 h	25 min	16 min	1 min
1,0	0,100	0,150	0,224	0,355	0,50	0,85	1,25	1,50	2,0
1,25	0,100	0,150	0,224	0,355	0,50	0,85	1,25	1,50	2,0
1,6	0,100	0,150	0,224	0,355	0,50	0,85	1,25	1,50	2,0
2,0	0,100	0,150	0,224	0,355	0,50	0,85	1,25	1,50	2,0
2,5	0,125	0,190	0,280	0,450	0,63	1,06	1,6	1,9	2,5
3,15	0,160	0,236	0,355	0,560	0,8	1,32	2,0	2,36	3,15
4,0	0,200	0,300	0,450	0,710	1,0	1,70	2,5	3,0	4,0
5,0	0,250	0,375	0,560	0,900	1,25	2,12	3,15	3,75	5,0
6,3	0,315	0,475	0,710	1,12	1,6	2,65	4,0	4,75	6,3
8,0	0,40	0,60	0,900	1,40	2,0	3,35	5,0	6,0	8,0
10,0	0,50	0,75	1,12	1,80	2,5	4,25	6,3	7,5	10
12,5	0,63	0,95	1,40	2,24	3,15	5,30	8,0	9,5	12,5
16,0	0,80	1,18	1,80	2,80	4,0	6,70	10	11,8	16
20,0	1,00	1,50	2,24	3,55	5,0	8,5	12,5	15	20
25,0	1,25	1,90	2,80	4,50	6,3	10,6	16	19	25
31,5	1,60	2,36	3,55	5,60	8,0	13,2	20	23,6	31,5
40,0	2,00	3,00	4,50	7,10	10,0	17,0	25	30	40
50,0	2,50	3,75	5,60	9,00	12,5	21,2	31,5	37,5	50
63,0	3,15	4,75	7,10	11,2	16,0	26,5	40	45,7	63
80,0	4,00	6,00	9,00	14,0	20	33,5	50	60	80

Tabla 4

Deben aplicarse factores de ponderación relativos al rango de frecuencia de la máxima sensibilidad de aceleración, para las curvas de respuesta que aparecen en las Figuras 2 y 3. Estos factores aparecen en la Tabla 5.

Corno puede observarse, la gama de frecuencias de sensibilidad máxima para el eje longitudinal, se halla entre **4 y 8 Hz**, y para los ejes transversales, por debajo de los 2 Hz. Sin embargo, para frecuencias superiores a 3 Hz, la tolerancia a las vibraciones transversales, es superior que a las longitudinales. Son límites generales que podrían mortificarse dependiendo del grado de influencia que tuvieran las vibraciones soportadas sobre la tarea desarrollada.

Tabla nº 5: Factores de ponderación, relativos al rango de frecuencias donde es máxima la sensibilidad para la aceleración (4-8 Hz, para vibraciones en el eje longitudinal,. 1-2 Hz para las transversales)

Frecuencias centrales (1/3 octava)Hz	FACTOR DE PONDERACIÓN PARA:					
	Vibraciones longitudinales ( $a_z$ )		Vibraciones transversales ( $a_{xy}$ )			
1,0	0,50	=	-6 dB	1,00	=	0 dB
1,25	0,56	=	-5 dB	1,00	=	0 dB
1,6	0,63	=	-4 dB	1,00	=	0 dB
2,0	0,71	=	-3 dB	1,00	=	0 dB
2,5	0,80	=	-2 dB	0,80	=	-2 dB
3,15	0,90	=	-1 dB	0,63	=	-4 dB
4,0	1,00	=	0 dB	0,5	=	-6 dB
5,0	1,00	=	0 dB	0,4	=	-8 dB
6,3	1,00	=	0 dB	0,315	=	-10 dB
8,0	1,00	=	0 dB	0,25	=	-12 dB
10,0	0,80	=	-2 dB	0,2	=	-14 dB
12,5	0,63	=	-4 dB	0,16	=	-16 dB
16,0	0,50	=	-6 dB	0,125	=	-18 dB
20,0	0,40	=	-8 dB	0,1	=	-20 dB
25,0	0,315	=	-10 dB	0,08	=	-22 dB
31,5	0,25	=	-12 dB	0,063	=	-24 dB
40,0	0,20	=	-14 dB	0,05	=	-26 dB
50,0	0,16	=	-16 dB	0,04	=	-28 dB
63,0	0,125	=	-18 dB	0,031	=	-30 dB
80,0	0,10	=	-20 dB	0,025	=	-32 dB

## 2. Asegurar la salud y la seguridad (límite de exposición).

Como en el anterior, intervienen: aceleración, frecuencia y tiempo. Se calcula multiplicando por dos los límites correspondientes a fatiga (Tablas 1 y 2), o aumentándolos en 6 dB.

Se estima que este límite se halle próximo a la mitad del nivel considerado como umbral del dolor (límite a la tolerancia voluntaria).

### 3. Asegurar el confort (límite de confort reducido).

Especialmente estudiado para el diseño de medios de transporte de pasajeros. Se calcula dividiendo entre 3,15 el límite correspondiente a la fatiga (-10 dB). Está relacionado con la dificultad para efectuar operaciones como: comer, leer, escribir, etc.

#### 2.2 NORMA ISO 26312 (1989). Vibraciones continuas e inducidas por choques en los edificios (entre 1 y 80 Hz).

Las vibraciones se medirán refiriéndolas al eje apropiado. Si se desconoce, se considerará la curva del efecto combinado (Figura nº 4).

La respuesta a estas oscilaciones dependerá de: nivel de ocupación de la sala, tareas que se estén desarrollando y previsiones de libertad para la intrusión.

Suelen medirse en términos de aceleración, aunque sería factible hacerlo según velocidad o desplazamiento.

**Figura nº 14: Curva para valoración de las aceleraciones combinadas en las tres direcciones, para vibraciones de edificaciones.**

