

Unidad	Parámetro	Tipo de medida	Dominio frecuencial
m/ s <sup>2</sup>	RMS	En cuerpo Humano Activdades	CPB 1/3 octava
m/s			
mm/s	PICO PICO-PICO RMS	Diagnosis de Maquinaria	FFT
m			
mm			
mm/s	RMS	Análisis de estructuras Edificios	
mm			
μm		sísmica	

Unidad	Parámetro	Tipo de medida
$g$	PGA	Sísmica USA
Gal		

PGA: Peak ground acceleration

•  $1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm/s}^2$   
•  $1 \text{ g} = 981 \text{ Gal}$

Ref: VibconTécnica/Documentación técnica/Sismos-Viento-Edificios/Sismología/PAG-Gal.docx

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



**1.- Calcular los niveles de vibración en dB en los 3 parámetros a partir de valores dados en unidades MKS. y posteriormente ordenarlos de mayor a menor**

	a	L <sub>a</sub>	v	L <sub>v</sub>	d	L <sub>d</sub>
Hz	[m/s <sup>2</sup> ]	d B	[m/s]	d B	[m/s]	d B
5	0,003					
52	0,006					
7	0,03					
12	0,03					
9	0,00087					
22	0,000015					
35	0,03					
12	0,098					
47	0,0087					
14	59					
80	10					
35	0,000002					
43	0,0034					



**3.- Cambia de función  
aceleración los siguientes  
valores de aceleración eficaz**

	$a_{rms}$	pico	pico-pico
Hz	[m/s <sup>2</sup> ]	[m/s <sup>2</sup> ]	
1	0,028284271		
2	0,190918831		
3	0,003181981		
4	0,021213203		
5	0,176776695		
6	0,848528137		
7	15,567		
8	59		

**4.- Determina el valor global  
de desplazamiento de los  
valores de aceleración eficaz  
antes indicados.**

	Desplazamiento rms
Hz	m
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
Global	

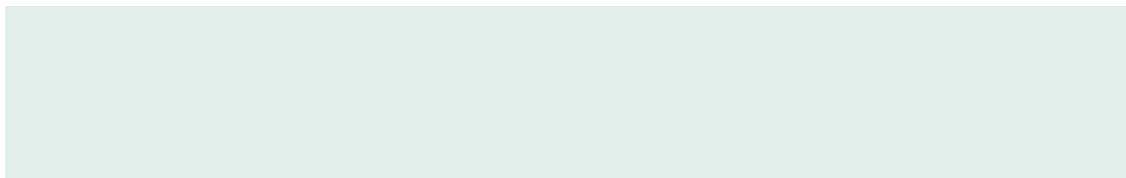
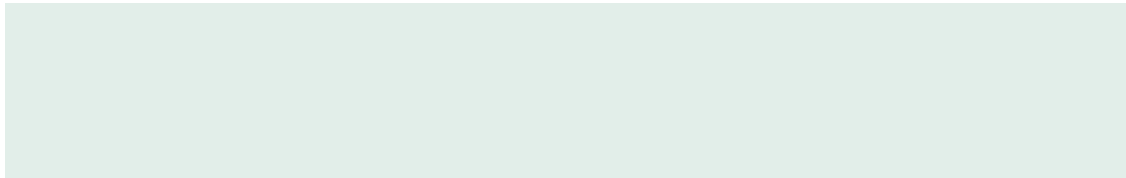
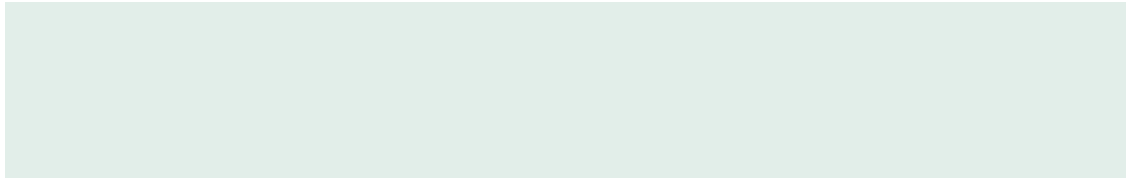


Tenemos el espectro de vibración en 1/3 de octava expresado tanto en unidades lineales de  $\text{m/s}^2$  (columna lin.) y en niveles en dB respecto a  $0,10^{-6} \text{ m/s}^2$  (columna Nivel dB).

Calcular para cada columna el valor global de vibración expresados en dB para ambos casos)

Hz 1/3octava	Lin [m/s <sup>2</sup> ]	NIVEL en dB.
1	0,00054 m/s <sup>2</sup>	54,60 dB
1,25	0,00060 m/s <sup>2</sup>	55,60 dB
1,6	0,10839 m/s <sup>2</sup>	100,70 dB
2	1011579,45426 m/s <sup>2</sup>	240,10 dB
2,5	1000,00000 m/s <sup>2</sup>	180,00 dB
3,15	223,87211 m/s <sup>2</sup>	167,00 dB
4	0,00001 m/s <sup>2</sup>	15,00 dB
5	0,01585 m/s <sup>2</sup>	84,00 dB
6,3	0,06310 m/s <sup>2</sup>	96,00 dB
8	0,14125 m/s <sup>2</sup>	103,00 dB
10	1,00000 m/s <sup>2</sup>	120,00 dB
12,5	6,30957 m/s <sup>2</sup>	136,00 dB
16	54,95409 m/s <sup>2</sup>	154,80 dB
20	109,64782 m/s <sup>2</sup>	160,80 dB
25	944060,87629 m/s <sup>2</sup>	239,50 dB
31,5	1071519,30524 m/s <sup>2</sup>	240,60 dB
40	0,00000 m/s <sup>2</sup>	10,29 dB
50	0,33113 m/s <sup>2</sup>	110,40 dB
63	32,35937 m/s <sup>2</sup>	150,20 dB
80	0,00174 m/s <sup>2</sup>	64,80 dB
valor global en dB	?	?
	UTILIZAR suma energética	utilizar método suma logarítmica





## 4. Inspección e impacto ambiental



### 41. Puestos de trabajo



Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.





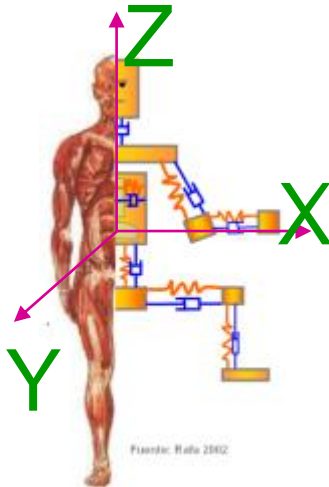

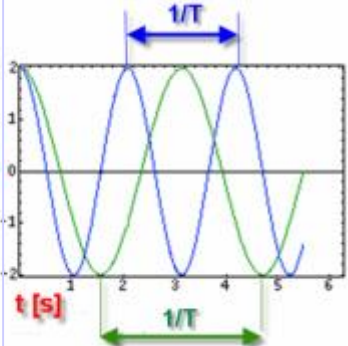


# Seguridad laboral en vibraciones mecánicas



Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



Zona de exposición en el cuerpo humano	Tipo de VM	Dirección	Amplitud	Rango frecuencial > sensibilidad
<p>Vibración Mano Brazo</p> <p><u>VMB (hav)</u></p>  <p><u>VCC (wbv)</u></p> <p>Vibración Cuerpo Completo</p>	<p>Estacionarias o periódicas</p>  <p>Aleatorias</p>  <p>Transitorias</p> 	<p>Coordenadas ortogonales</p>  <p>Fuente: Hella 2002</p>	 <p>Amplitud</p> 	

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.





# VMB (vha) s/UNE-EN ISO 5349-1

## Medida y evaluación de las vibraciones transmitidas por la mano:

La exposición diaria a las vibraciones se evalúa mediante:

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

donde:

$T$  es la duración total diaria de la exposición a las vibraciones

$T_0$  es la duración de referencia de 8 horas (28.800 s)

Si el trabajo es tal que la exposición diaria total a las vibraciones consta de varias operaciones con diferentes magnitudes de las vibraciones, entonces:

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}$$

donde:

$a_{hvi}$  es la magnitud (vector suma) de las vibraciones de la operación  $i$

$n$  es el número de exposiciones individuales a las vibraciones

$T_i$  es la duración de la operación  $i$

$a_{hw}(t)$  Valor de la aceleración instantánea de las vibraciones transmitidas por la mano, ponderadas en frecuencia, en el tiempo  $t$ , en  $m/s^2$

$a_{hw}$  Valor eficaz de la aceleración instantánea de las vibraciones transmitidas por la mano, ponderadas en frecuencia, en el tiempo  $t$ , en  $m/s^2$

$a_{hwx}$  Valor de  $a_{hw}$ , en  $m/s^2$ , para el eje  $x$

$a_{hwy}$  Valor de  $a_{hw}$ , en  $m/s^2$ , para el eje  $y$

$a_{hwz}$  Valor de  $a_{hw}$ , en  $m/s^2$ , para el eje  $z$

$a_{hv}$  Valor total de la aceleración eficaz de las vibraciones, ponderada en frecuencia. Conocida también como vector suma o suma de aceleraciones ponderadas en frecuencias. Es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los valores de  $a_{hw}$  para los tres ejes de medida de las vibraciones, en  $m/s^2$

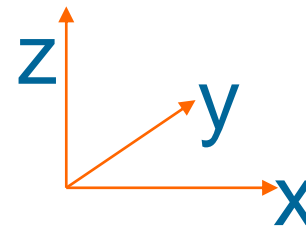
$A(8)$  Exposición diaria a las vibraciones (valor total de la energía equivalente de las vibraciones para 8 horas), en  $m/s^2$ . También denominado  $a_{hv(eq,8h)}$  o, abreviadamente,  $a_{hv}$

$T$  Duración total diaria de la exposición a las vibraciones

$T_0$  Duración de referencia de 8 horas (28 800 s)

$W_h$  Característica de ponderación en frecuencia para las vibraciones transmitidas por la mano

$$a_{hv} = \sqrt{(a_{hwx})^2 + (a_{hwy})^2 + (a_{hwz})^2}$$

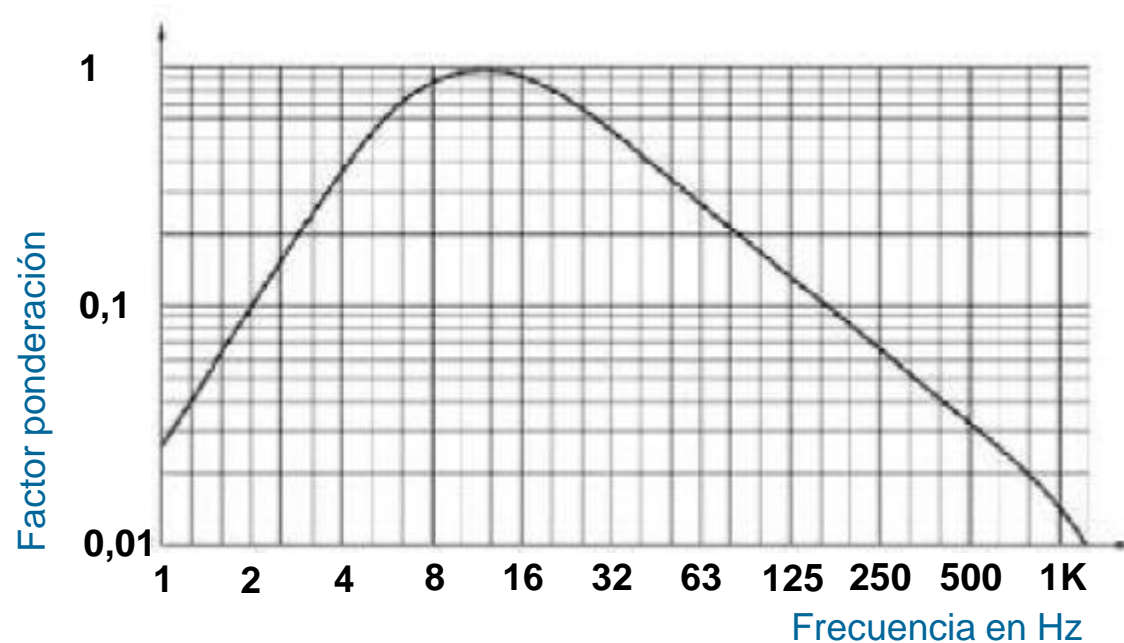


Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.





$$a_{hw} = \sqrt{\sum_i (W_{hi} a_{hi})^2}$$



## Exposición diaria A(8) mano brazo con UNA SOLA FUENTE DE VIBRACIÓN

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{T/T_0}$$



$$A(8) = \sqrt{a_{hv}^2 \left( T/T_0 \right)}$$

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} a_{hv}^2 T}$$

$$A^2(8) = \frac{1}{T_0} a_{hv}^2 T$$

## Exposición diaria A(8) mano brazo con VARIAS FUENTES DE VIBRACIÓN

$$A^2(8) = A_1^2(8) + A_2^2(8) + \dots + A_n^2(8)$$

$$A(8) = \sqrt{A_1^2(8) + A_2^2(8) + \dots + A_n^2(8)}$$

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}$$

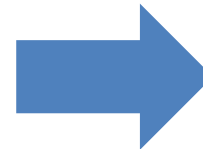
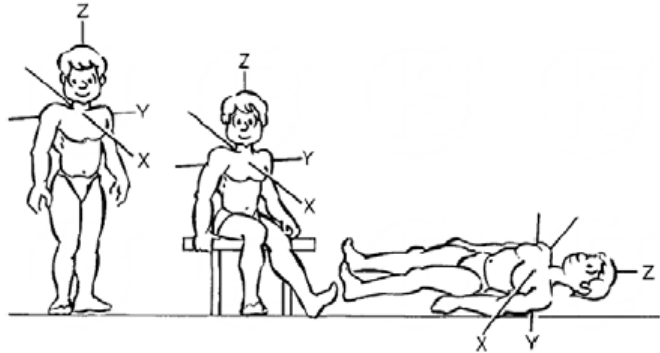
	Valor que da lugar a una acción	Valor límite
Vibraciones transmitidas al sistema <b>mano-brazo</b>	2,5 m/s <sup>2</sup>	5 m/s <sup>2</sup>
Vibraciones transmitidas al <b>cuerpo entero</b>	0,5 m/s <sup>2</sup>	1,15 m/s <sup>2</sup>

31/07/14c

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



•Una vez conocidos los valores eficaces de la aceleraciones ponderadas en frecuencia  $a_{wx}$ ,  $a_{wy}$  y  $a_{wz}$ , se calculan las exposiciones diarias  $A(8)$  EN CUERPO COMPLETO POR CADA EJE mediante las expresiones siguientes:



$$A_X(8) = 1,4a_{wx} \sqrt{T/T_0}$$

$$A_Y(8) = 1,4a_{wy} \sqrt{T/T_0}$$

$$A_Z(8) = a_{wz} \sqrt{T/T_0}$$

•Se toma como valor diario de la exposición  $A(8)$  en CUERPO COMPLETO, para comparar con los valores de referencia, el máximo de estos tres valores.

$$\text{MAX:} \{ A_x(8), A_y(8), A_z(8) \}$$



	Valor que da lugar a una acción	Valor límite
Vibraciones transmitidas al sistema <b>mano-brazo</b>	2,5 m/s <sup>2</sup>	5 m/s <sup>2</sup>
Vibraciones transmitidas al <b>cuerpo entero</b>	0,5 m/s <sup>2</sup>	1,15 m/s <sup>2</sup>

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



Exposición diaria A(8)  
cuerpo completo con  
UNA SOLA FUENTE DE VIBRACIÓN

$$A_{1X}(8) = 1,4a_{WX} \sqrt{T/T_0}$$

$$A_{1Y}(8) = 1,4a_{WY} \sqrt{T/T_0}$$

$$A_{1Z}(8) = a_{WZ} \sqrt{T/T_0}$$

Para una fuente 1

$$a_w = \sqrt{1,4(a_{wx})^2 + 1,4(a_{wy})^2 + (a_{wz})^2}$$

$$\text{MAX:} \{ A_x(8), A_y(8), A_z(8) \}$$

Exposición diaria A(8)  
cuerpo completo con  
VARIAS FUENTES DE VIBRACIÓN

$$A_X(8) = \sqrt{A_{1X}^2(8) + A_{2X}^2(8) + \dots + A_{nX}^2(8)}$$

$$A_Y(8) = \sqrt{A_{1Y}^2(8) + A_{2Y}^2(8) + \dots + A_{nY}^2(8)}$$

$$A_Z(8) = \sqrt{A_{1Z}^2(8) + A_{2Z}^2(8) + \dots + A_{nZ}^2(8)}$$

$$A_X^2(8) = \left( 1,4a_{WX} \sqrt{T/T_0} \right)^2$$

$$A_X^2(8) = \frac{1}{T_0} 1.96a_{WX}^2 T$$

$$A_Y^2(8) = \frac{1}{T_0} 1.96a_{WY}^2 T$$

$$A_Z^2(8) = \frac{1}{T_0} a_{WZ}^2 T$$

$$\text{MAX:} \{ A_x(8), A_y(8), A_z(8) \}$$

31/07/14

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



# VCC (wbv) s/ISO 2631 parte 1 y 2

		VMB (hav) s/UNE-EN ISO 5349-1		VCC (wbv) s/ISO 2631 parte 1 y 2	
Valor de umbral A(8)		<b>1 m/s<sup>2</sup></b>	120 dB	<b>0,25 m/s<sup>2</sup></b>	108 dB
Valor de exposición que da lugar a una acción A(8)		<b>2,5m/s<sup>2</sup></b>	128 dB	<b>0,5 m/s<sup>2</sup></b>	114 dB
Valor límite de exposición diaria A(8)	NO Protegida	<b>5 m/s<sup>2</sup></b>	134 dB	<b>0,7 m/s<sup>2</sup></b>	117 dB
	Protegida	<b>5 m/s<sup>2</sup></b>	134 dB	<b>1,15 m/s<sup>2</sup></b>	121 dB



Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



## 2.0.- Calcular el vector aceleración $a_{hv}$ - de los valores espectrales en 1/3 octava en los ejes Z,X eY.

$$a_{hv} = \sqrt{(a_{hwx})^2 + (a_{hwy})^2 + (a_{hwz})^2}$$

Hz	$a_x$	$a_y$	$a_z$
1/3octava			
1	2,E-04	8,E-05	1,E-04
1,25	2,E-04	1,E-04	1,E-04
1,6	2,E-04	9,E-05	5,E-05
2	1,E-04	8,E-05	1,E-04
2,5	7,E-05	1,E-04	1,E-04
3,15	7,E-05	8,E-05	7,E-05
4	7,E-05	1,E-04	1,E-04
5	5,E-05	8,E-05	1,E-04
6,3	1,E-04	9,E-05	2,E-04
8	1,E-04	1,E-04	5,E-04
10	2,E-04	2,E-04	1,E-03
12,5	2,E-04	4,E-04	2,E-03
16	2,E-03	2,E-03	3,E-03
20	2,E-03	2,E-03	6,E-03
25	4,E-03	4,E-03	3,E-03
31,5	2,E-03	2,E-03	3,E-03
40	1,E-03	2,E-03	2,E-03
50	1,E-03	1,E-03	1,E-03
63	1,E-03	8,E-04	1,E-03
80	2,E-03	1,E-03	1,E-03

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



**2.1.-** Un trabajador está expuesto a los siguientes valores de aceleración continua equivalente: Fresar 2 h a  $1\text{m/s}^2$ ; tornear 1,5 h a  $4\text{ m/s}^2$  y prensa 1 h a  $8\text{ m/s}^2$ .

Determinar la exposición diaria de las vibraciones y evaluar el Riesgo a VMB

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}$$

**2.2.-** Un trabajador manipula con una tronzadora durante 63 minutos a una aceleración MB de  $4,5\text{m/s}^2$ .

1- Determinar la exposición diaria a las vibraciones transmitidas por la mano

2-Determinar el EAV

3-Determinar el ELV

$$A(8) = a_{hvi} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

**2.3.-** Un trabajador está expuesto a los siguientes valores de aceleración continua equivalente: Fresar 3 h a  $1\text{m/s}^2$ ; tornear 2 h a  $4\text{ m/s}^2$ , prensa 2 h a  $8\text{ m/s}^2$ , ajuste 2h  $1,5\text{ m/s}^2$ , 2 horas pulir en taller  $0,8\text{m/s}^2$

Determinar la exposición diaria de las vibraciones y evaluar el Riesgo a VMB

$$A(8) = a_{hvi} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

**EAV: Tiempo en alcanzar el Valor de exposición que da lugar a una acción**



**ELV: Tiempo en alcanzar el valor límite de exposición**



Valor de exposición que da lugar a una acción A(8)

**2,5m/s<sup>2</sup>**

Valor límite de exposición diaria A(8)

**5 m/s<sup>2</sup>**

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.





## EAV: Tiempo en alcanzar el Valor de exposición que da lugar a una acción

## ELV: Tiempo en alcanzar el valor límite de exposición

- Son términos de las siglas inglesas **Exposure Action Value (EAV)** y **Action Value (AV)**
- Ambos términos nos permiten determinar el tiempo máximo que un trabajador ha de estar expuesto a vibraciones sin sobrepasar el marco normativo, para cada una de las fases que realice manipulando la máquina correspondiente.
- Por tanto, ambos términos se miden en unidades de tiempo.
- Como se ve en el esquema, el valor que da lugar a una acción en vibraciones mano brazo ( $2.5\text{m/s}^2$ ) y el valor límite de exposición diaria ( $5\text{ m/s}^2$ ) son precisamente la dosis diaria normalizada  $A(8)$ .
- El  $a_{hvt}$  es el vector aceleración de vibración que genera la máquina cuando el trabajador la manipula. Por tanto es un dato que lo facilita el propio fabricante o bien se obtiene mediante una medida triaxial de vibraciones.
- El  $T_0$  es 8 h laborables de una jornada normalizada de trabajo.

Para calcular el EAV



Para calcular el ELV



Valor de exposición que  
da lugar a una acción  $A(8)$

$2,5\text{m/s}^2$

Valor límite de  
exposición diaria  
 $A(8)$

$5\text{ m/s}^2$

$5\text{ m/s}^2$

$$A(8) = a_{hvi} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$



## Valor rms dinámico

Tiene en cuenta transitorios y choques ocasionales

### Valor rms dinámico: MTVV (Valor máximo transitorio de la vibración)

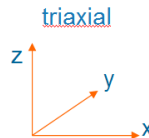
$$MTVV = \max \left[ \left( \frac{1}{\tau} \int_{-\infty}^t a_{wm}^2(\zeta) e^{-\frac{t-\zeta}{\tau}} d\zeta \right)^{1/2} \right]_{t=0}^{t=T}$$

- $a_{wm}(\zeta)$  : Aceleración instantánea en función de tiempo  $\zeta$  ponderada frecuencialmente  $W_m$  en  $m/s^2$
- $T$  : Duración de la medición
- $\tau$  : 1s promediado exponencial de 1 segundo.

### Valor de la dosis de vibración a la cuarta potencia -VDV

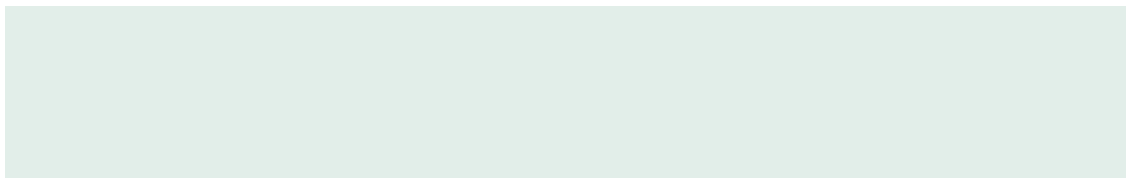
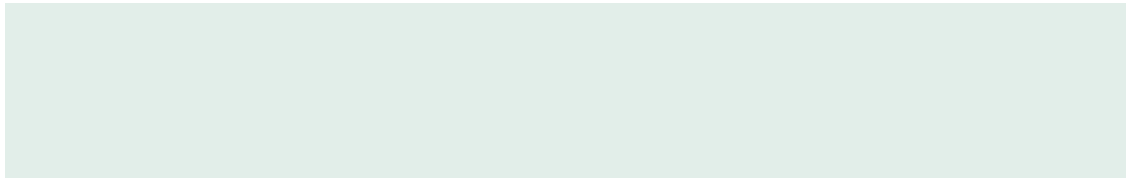
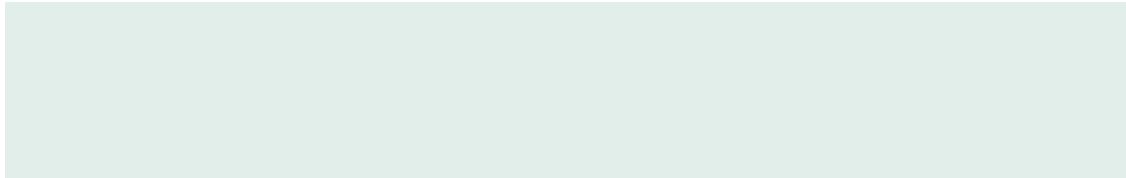
$$VDV = \left[ \int_0^T a_w^4(\tau) d(\tau) \right]^{1/4}$$

- $a_{wm}(\zeta)$  : Aceleración instantánea en función de tiempo  $\zeta$  ponderada frecuencialmente  $W_m$  en  $m/s^2$
- $T$  : Duración de la medición



$$a_v = \sqrt{1,4^2(a_{wx})^2 + 1,4^2(a_{wy})^2 + (a_{wz})^2}$$





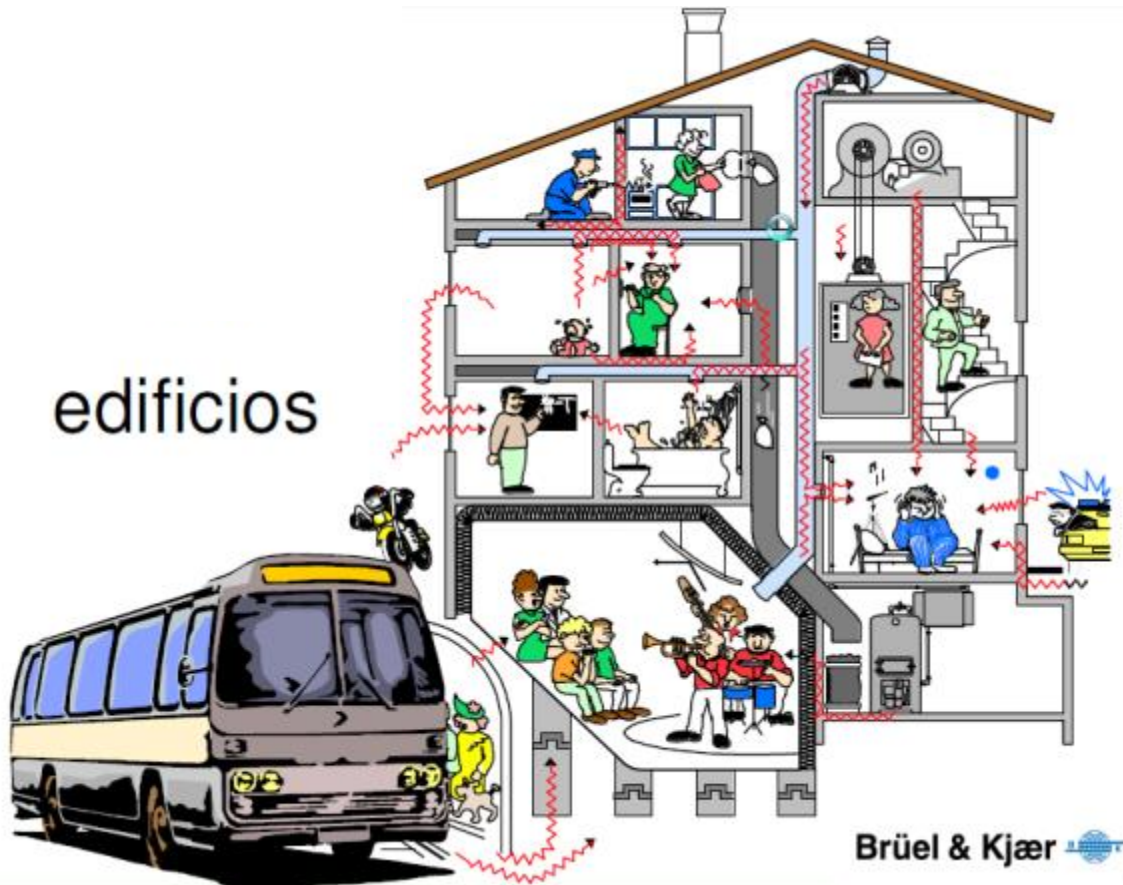
## 4. Inspección e impacto ambiental



- 41. Edificios
- 42. Maquinaria
- 43. Actividades



edificios



- Actividades
- Instalaciones
- Vecindario



Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



**Tabla 2.4. Valores de referencia para el valor pico de la vibración del terreno en su mayor componente frente a vibraciones de corta duración (UNE 22-381-93)** →

Une Voladuras

Clase de edificio	Frecuencia principal (Hz)		
	2-15	15-75	>75
	Velocidad [mm/s]	Desplazamiento <sup>(1)</sup> [mm]	Velocidad [mm/s]
Edificios y naves industriales ligeras con estructuras de hormigón armado o metálicas.	20	0,212	100
Edificios de viviendas y otros similares en su construcción y/o en su utilización.	9	0,095	45
Edificios especialmente sensibles a las vibraciones.	4	0,042	20

(1) En los tramos de frecuencias comprendidas entre 15 y 75 Hz se podrá calcular la velocidad equivalente conociendo la frecuencia principal a través de la ecuación:

$$v = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot d$$

siendo

v la velocidad de vibración equivalente en mm/s

f la frecuencia principal en Hz

d el desplazamiento admisible en mm indicado en la tabla



**Tabla 2.5. Valores de referencia para la velocidad de vibración (mm/s) de las cimentaciones frente a vibraciones de corta duración**

Clase de edificio	Cimientos			Nivel del techo del piso mas alto habitable	Forjados o Techos
	Valor máximo de las 3 componentes del vector velocidad			Vibraciones horizontales en dos direcciones	Vibración vertical en el centro
	Frecuencias			Todas las frecuencias	Todas las frecuencias
	< 10 Hz	10 a 15 Hz	50 a 100 <sup>(1)</sup> Hz		
Edificios utilizados para actividades industriales y edificios industriales	20	20 a 40	40 a 50	40	
Edificios de viviendas y otros similares en su construcción y/o su utilización. Edificios con enlucidos	5	5 a 15	15 a 20	15	20
Edificios especialmente sensibles a las vibraciones	3	3 a 8	8 a 10	8	

(1) Para frecuencias superiores a 100 Hz se deben aplicar, como mínimo, los valores de referencia para 100 Hz



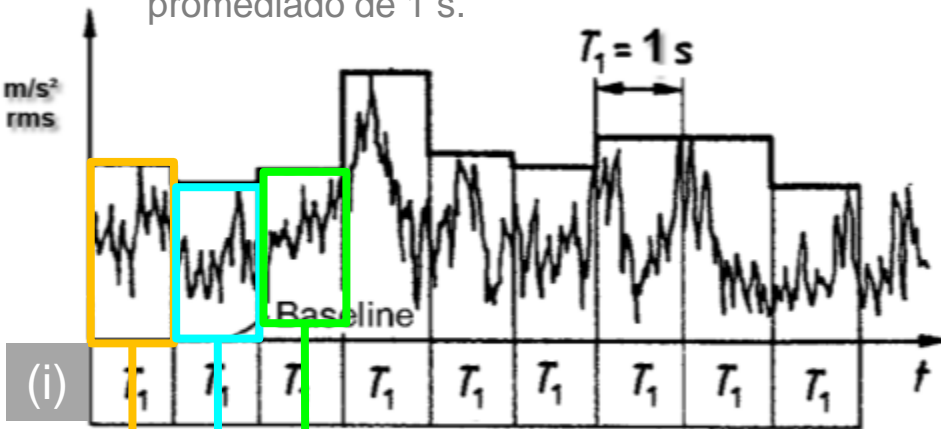
Inspección de la molestia de las actividades, instalaciones, vecindario y transporte que en su uso, funcionamiento o ejercicio generen molestia y riesgo para la salud de las personas, su salud o bienestar o bien deteriorar la calidad del medio ambiente.

- ISO 2631-2 2003:Método cálculo MTVV
  - **RD 1367/2007: Anexo II: Objetivos de calidad acústica**
- ISO 2631-2 1989:Método Índice K de vibración
  - **Ley 7/2002 de Protección contra la contaminación acústica de la Comunidad Valenciana.**





Promediado temporal exponencial. Tiempo de promediado de 1 s.



## Fase de la medición

t time

Hz 1/3octava	TIEMPO en s		
	1	2	3
1	3.E-07	1.E-05	8.E-05
1,25	3.E-07	2.E-05	1.E-04
1,6	2.E-05	2.E-04	6.E-04
2	1.E-05	3.E-04	6.E-04
2,5	2.E-05	3.E-04	6.E-04
3,15	2.E-04	6.E-04	3.E-04
4	2.E-04	4.E-04	2.E-04
5	2.E-04	5.E-04	2.E-04
6,3	4.E-04	2.E-04	1.E-04
8	4.E-04	2.E-04	9.E-05
10	3.E-04	2.E-04	2.E-04
12,5	3.E-04	2.E-04	2.E-04
16	1.E-03	1.E-03	2.E-03
20	3.E-03	3.E-03	5.E-03
25	2.E-03	4.E-03	5.E-03
31,5	2.E-03	1.E-03	2.E-03
40	1.E-03	1.E-03	1.E-03
50	1.E-03	1.E-03	1.E-03
63	1.E-03	1.E-03	9.E-04
80	1.E-03	1.E-03	1.E-03

1/3 RMS ( $W_m$ )

$\times W_m$



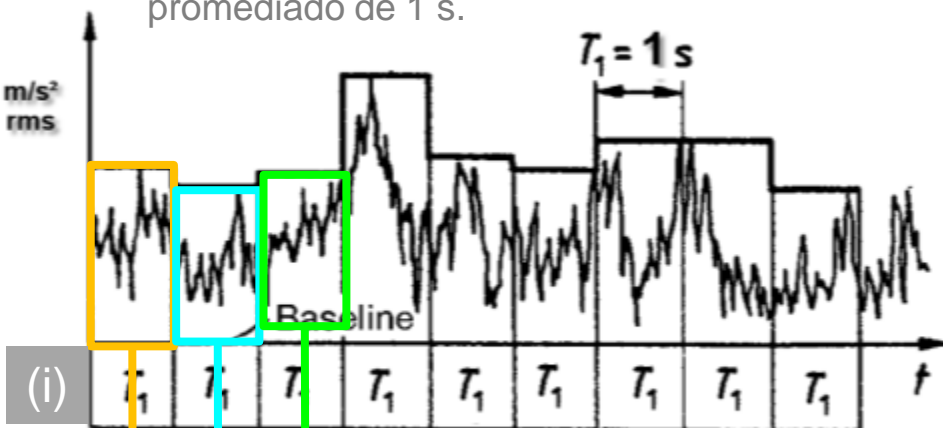
*Multiplico para cada valor de  $a_{i,j}$   
Por la ponderación  $W_n$  para  
cada 1/3 octava de 1 a 80 Hz.*

- ( $j$ ) = cada uno de los 1/3 octava
- ( $i$ ) = los distintos instantes de la medición ( $i$ )).
- $W_n$  = ponderación a cada 1/3 octava

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



Promediado temporal exponencial. Tiempo de promediado de 1 s.



Fase de post procesado

t time

Hz 1/3octava	TIEMPO en s		
	1	2	3
1	3,E-07	9,E-06	7,E-05
1,25	3,E-07	2,E-05	1,E-04
1,6	1,E-05	2,E-04	6,E-04
2	1,E-05	3,E-04	6,E-04
2,5	2,E-05	3,E-04	5,E-04
3,15	1,E-04	6,E-04	3,E-04
4	2,E-04	3,E-04	1,E-04
5	2,E-04	1,E-04	1,E-04
6,3	3,E-04	1,E-04	6,E-05
8	2,E-04	1,E-04	5,E-05
10	2,E-04	9,E-05	8,E-05
12,5	1,E-04	1,E-04	9,E-05
16	4,E-04	4,E-04	5,E-04
20	6,E-04	7,E-04	1,E-03
25	1,E-04	8,E-04	1,E-03
31,5	3,E-04	3,E-04	3,E-04
40	2,E-04	2,E-04	2,E-04
50	1,E-04	1,E-04	1,E-04
63	8,E-05	8,E-05	7,E-05
80	7,E-05	6,E-05	7,E-05

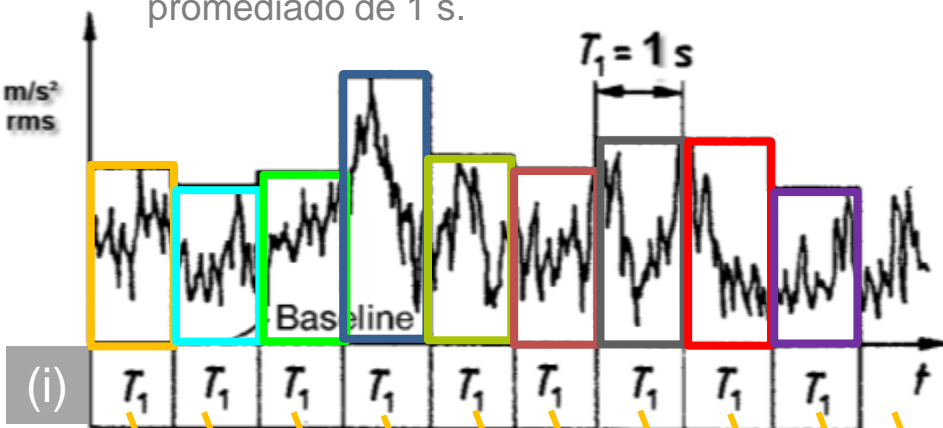
$a_{w,i,j}$  (de octava (j) y para los distintos instantes de la medición (i)).

$$a_{w,i} = \sqrt{\sum_j (w_{m,j} a_{w,i,j})^2}$$

Global=suma energética  
RAIZ(SUMA.CUADRADOS)



Promediado temporal exponencial. Tiempo de promediado de 1 s.



Fase de post procesado

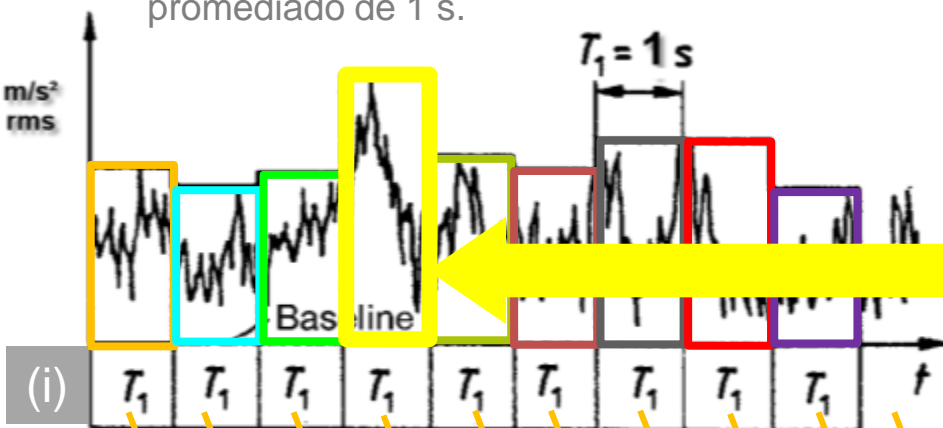
$aw_i$  aceleración global para los distintos instantes de la medición (i)).

Hz	TIEMPO en s															
1/3octava	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	3,E-07	9,E-06	7,E-05	3,E-04	5,E-04	5,E-04	4,E-04	3,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	1,E-04	7,E-05	9,E-05	1,E-04
1,25	3,E-07	2,E-05	1,E-04	3,E-04	6,E-04	6,E-04	5,E-04	3,E-04	1,E-04	2,E-04	3,E-04	2,E-04	8,E-05	1,E-04	2,E-04	2,E-04
1,6	1,E-05	2,E-04	6,E-04	6,E-04	3,E-04	1,E-04	7,E-05	1,E-04	2,E-04	2,E-04	1,E-04	1,E-04	8,E-05	1,E-04	1,E-04	1,E-04
2	1,E-05	3,E-04	6,E-04	4,E-04	2,E-04	1,E-04	1,E-04	2,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	8,E-05	9,E-05	7,E-05	1,E-04	1,E-04
2,5	2,E-05	3,E-04	5,E-04	3,E-04	2,E-04	1,E-04	9,E-05	6,E-05	5,E-05	6,E-05	5,E-05	9,E-05	1,E-04	1,E-04	2,E-04	1,E-04
3,15	1,E-04	6,E-04	3,E-04	1,E-04	1,E-04	9,E-05	5,E-05	5,E-05	3,E-05	6,E-05	8,E-05	5,E-05	7,E-05	7,E-05	1,E-04	7,E-05
4	2,E-04	3,E-04	1,E-04	7,E-05	8,E-05	9,E-05	7,E-05	7,E-05	5,E-05	6,E-05	9,E-05	1,E-04	1,E-04	1,E-04	7,E-05	4,E-05
5	2,E-04	4,E-04	1,E-04	7,E-05	7,E-05	9,E-05	9,E-05	6,E-05	4,E-05	4,E-05	7,E-05	2,E-04	1,E-04	6,E-05	4,E-05	5,E-05
6,3	3,E-04	1,E-04	6,E-05	6,E-05	8,E-05	6,E-05	4,E-05	2,E-05	7,E-05	7,E-05	9,E-05	2,E-04	9,E-05	6,E-05	8,E-05	6,E-05
8	2,E-04	1,E-04	5,E-05	5,E-05	6,E-05	7,E-05	6,E-05	5,E-05	1,E-04	7,E-05	5,E-05	1,E-04	7,E-05	7,E-05	5,E-05	4,E-05
10	2,E-04	9,E-05	8,E-05	5,E-05	1,E-04	1,E-04	7,E-05	5,E-05	6,E-05	1,E-04	1,E-04	7,E-04	3,E-04	1,E-04	8,E-05	1,E-04
12,5	1,E-04	1,E-04	9,E-05	6,E-05	8,E-05	6,E-05	7,E-05	8,E-05	1,E-04	8,E-05	5,E-04	1,E-03	5,E-04	2,E-04	9,E-05	7,E-05
16	4,E-04	4,E-04	5,E-04	5,E-04	3,E-04	3,E-04	4,E-04	7,E-04	6,E-04	6,E-04	7,E-04	2,E-03	7,E-04	6,E-04	4,E-04	3,E-04
20	9,E-04	7,E-04	1,E-03	8,E-04	8,E-04	7,E-04	1,E-03	8,E-04	9,E-04	6,E-04	6,E-04	9,E-04	6,E-04	6,E-04	7,E-04	1,E-03
25	5,E-04	8,E-04	1,E-03	1,E-03	1,E-03	6,E-04	1,E-03	8,E-04	8,E-04	9,E-04	9,E-04	1,E-03	7,E-04	1,E-03	1,E-03	1,E-03
31,5	3,E-04	3,E-04	3,E-04	3,E-04	3,E-04	2,E-04	3,E-04	2,E-04	3,E-04	3,E-04	6,E-04	4,E-04	3,E-04	4,E-04	2,E-04	3,E-04
40	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	3,E-04	3,E-04	3,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04
50	1,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	2,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	2,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04
63	8,E-05	8,E-05	7,E-05	8,E-05	8,E-05	7,E-05	8,E-05	8,E-05	7,E-05	9,E-05	1,E-04	8,E-05	7,E-05	7,E-05	7,E-05	7,E-05
80	7,E-05	6,E-05	7,E-05	7,E-05	8,E-05	9,E-05	7,E-05	8,E-05	7,E-05	9,E-05	9,E-05	9,E-05	6,E-05	7,E-05	6,E-05	8,E-05

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



Promediado temporal exponencial. Tiempo de promediado de 1 s.



Fase de post procesado

$$a_w = \max \{ a_{w,i} \}_i$$

$$La_w(MTVV) = 20 \log \frac{a_w}{a_0}$$

$$a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$$

Hz	TIEMPO en s															
1/3octava	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	3,E-07	9,E-06	7,E-05	3,E-04	5,E-04	5,E-04	4,E-04	3,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	1,E-04	7,E-05	9,E-05	1,E-04
1,25	3,E-07	2,E-05	1,E-04	3,E-04	6,E-04	6,E-04	5,E-04	3,E-04	1,E-04	2,E-04	3,E-04	2,E-04	8,E-05	1,E-04	2,E-04	2,E-04
1,6	1,E-05	2,E-04	6,E-04	6,E-04	3,E-04	1,E-04	7,E-05	1,E-04	2,E-04	2,E-04	1,E-04	1,E-04	8,E-05	1,E-04	1,E-04	1,E-04
2	1,E-05	3,E-04	6,E-04	4,E-04	2,E-04	1,E-04	1,E-04	2,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	8,E-05	9,E-05	7,E-05	1,E-04	1,E-04
2,5	2,E-05	3,E-04	5,E-04	3,E-04	2,E-04	1,E-04	9,E-05	6,E-05	5,E-05	6,E-05	5,E-05	9,E-05	1,E-04	1,E-04	2,E-04	1,E-04
3,15	1,E-04	6,E-04	3,E-04	1,E-04	1,E-04	9,E-05	5,E-05	5,E-05	3,E-05	6,E-05	8,E-05	5,E-05	7,E-05	7,E-05	1,E-04	7,E-05
4	2,E-04	3,E-04	1,E-04	7,E-05	8,E-05	9,E-05	7,E-05	7,E-05	5,E-05	6,E-05	9,E-05	1,E-04	1,E-04	1,E-04	7,E-05	4,E-05
5	2,E-04	4,E-04	1,E-04	7,E-05	7,E-05	9,E-05	9,E-05	6,E-05	4,E-05	4,E-05	7,E-05	2,E-04	1,E-04	6,E-05	4,E-05	5,E-05
6,3	3,E-04	1,E-04	6,E-05	6,E-05	8,E-05	6,E-05	4,E-05	2,E-05	7,E-05	7,E-05	9,E-05	2,E-04	9,E-05	6,E-05	8,E-05	6,E-05
8	2,E-04	1,E-04	5,E-05	5,E-05	6,E-05	7,E-05	6,E-05	5,E-05	1,E-04	7,E-05	5,E-05	1,E-04	7,E-05	7,E-05	5,E-05	4,E-05
10	2,E-04	9,E-05	8,E-05	5,E-05	1,E-04	1,E-04	7,E-05	5,E-05	6,E-05	1,E-04	1,E-04	7,E-04	3,E-04	1,E-04	8,E-05	1,E-04
12,5	1,E-04	1,E-04	9,E-05	6,E-05	8,E-05	6,E-05	7,E-05	8,E-05	1,E-04	8,E-05	5,E-04	1,E-03	5,E-04	2,E-04	9,E-05	7,E-05
16	4,E-04	4,E-04	5,E-04	5,E-04	3,E-04	3,E-04	4,E-04	7,E-04	6,E-04	6,E-04	7,E-04	2,E-03	7,E-04	6,E-04	4,E-04	3,E-04
20	9,E-04	7,E-04	1,E-03	8,E-04	8,E-04	7,E-04	1,E-03	8,E-04	9,E-04	6,E-04	6,E-04	9,E-04	6,E-04	6,E-04	7,E-04	1,E-03
25	5,E-04	8,E-04	1,E-03	1,E-03	1,E-03	6,E-04	1,E-03	8,E-04	8,E-04	9,E-04	9,E-04	1,E-03	7,E-04	1,E-03	1,E-03	1,E-03
31,5	3,E-04	3,E-04	3,E-04	3,E-04	3,E-04	2,E-04	3,E-04	2,E-04	3,E-04	3,E-04	6,E-04	4,E-04	3,E-04	4,E-04	2,E-04	3,E-04
40	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	3,E-04	3,E-04	3,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04
50	1,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	2,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	2,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04	1,E-04
63	8,E-05	8,E-05	7,E-05	8,E-05	8,E-05	7,E-05	8,E-05	8,E-05	7,E-05	9,E-05	1,E-04	8,E-05	7,E-05	7,E-05	7,E-05	7,E-05
80	7,E-05	6,E-05	7,E-05	7,E-05	8,E-05	9,E-05	7,E-05	8,E-05	7,E-05	9,E-05	9,E-05	9,E-05	6,E-05	7,E-05	6,E-05	8,E-05

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



Máquina rotativa trabajando en zona mixta de viviendas y zona industrial.

día y hora de la medida:15/2/07 a las 20.00h

DETERMINAR EL NIVEL DE ACELERACIÓN PONDERADO GLOBAL DEL PROCESADO SIGUIENTE S/ISO2631 Y LEY DEL RUIDO. (MTVV)

Uso del edificio	Índice de vibración <i>L<sub>aw</sub></i>
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Hz	TIEMPO en s					
1/3octava	1	2	3	4	5	6
1	3,E-07	1,E-05	8,E-05	3,E-04	5,E-04	6,E-04
1,25	3,E-07	2,E-05	1,E-04	3,E-04	7,E-04	6,E-04
1,6	2,E-05	2,E-04	6,E-04	6,E-04	4,E-04	2,E-04
2	1,E-05	3,E-04	6,E-04	4,E-04	2,E-04	1,E-04
2,5	2,E-05	3,E-04	6,E-04	3,E-04	2,E-04	1,E-04
3,15	2,E-04	6,E-04	3,E-04	2,E-04	1,E-04	1,E-04
4	2,E-04	4,E-04	2,E-04	9,E-05	1,E-04	1,E-04
5	2,E-04	5,E-04	2,E-04	9,E-05	9,E-05	1,E-04
6,3	4,E-04	2,E-04	1,E-04	9,E-05	1,E-04	9,E-05
8	4,E-04	2,E-04	9,E-05	8,E-05	1,E-04	1,E-04
10	3,E-04	2,E-04	2,E-04	1,E-04	2,E-04	2,E-04
12,5	3,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	1,E-04
16	1,E-03	1,E-03	2,E-03	1,E-03	8,E-04	9,E-04
20	3,E-03	3,E-03	5,E-03	3,E-03	3,E-03	2,E-03
25	2,E-03	4,E-03	5,E-03	5,E-03	4,E-03	3,E-03
31,5	2,E-03	1,E-03	2,E-03	2,E-03	2,E-03	1,E-03
40	1,E-03	1,E-03	1,E-03	2,E-03	1,E-03	1,E-03
50	1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03
63	1,E-03	1,E-03	9,E-04	1,E-03	9,E-04	9,E-04
80	1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03

■ ■ ■ ■ ■ ■

Tiempo en s					
233	234	235	236	237	238
1,E-04	9,E-05	2,E-04	2,E-04	1,E-04	9,E-05
9,E-05	6,E-05	5,E-05	1,E-04	1,E-04	2,E-04
4,E-05	6,E-05	6,E-05	2,E-04	2,E-04	9,E-05
6,E-05	8,E-05	1,E-04	8,E-05	1,E-04	2,E-04
1,E-04	1,E-04	2,E-04	1,E-04	7,E-05	5,E-05
7,E-05	4,E-05	7,E-05	6,E-05	1,E-04	8,E-05
1,E-04	6,E-05	5,E-05	7,E-05	8,E-05	7,E-05
5,E-05	8,E-05	5,E-05	4,E-05	6,E-05	5,E-05
1,E-04	8,E-05	5,E-05	6,E-05	9,E-05	6,E-05
1,E-04	5,E-05	6,E-05	7,E-05	6,E-05	3,E-05
4,E-04	3,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04	2,E-04
2,E-04	2,E-04	2,E-04	1,E-04	2,E-04	2,E-04
2,E-03	2,E-03	2,E-03	1,E-03	1,E-03	2,E-03
3,E-03	3,E-03	2,E-03	3,E-03	3,E-03	6,E-03
4,E-03	3,E-03	6,E-03	4,E-03	4,E-03	4,E-03
2,E-03	2,E-03	2,E-03	2,E-03	2,E-03	2,E-03
1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03
1,E-03	2,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03
8,E-04	8,E-04	8,E-04	8,E-04	8,E-04	7,E-04
1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03	1,E-03

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.







.....nos vemos pronto 😊

Rafael Torres del Castillo (2ª Ed.:6/2015) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.

