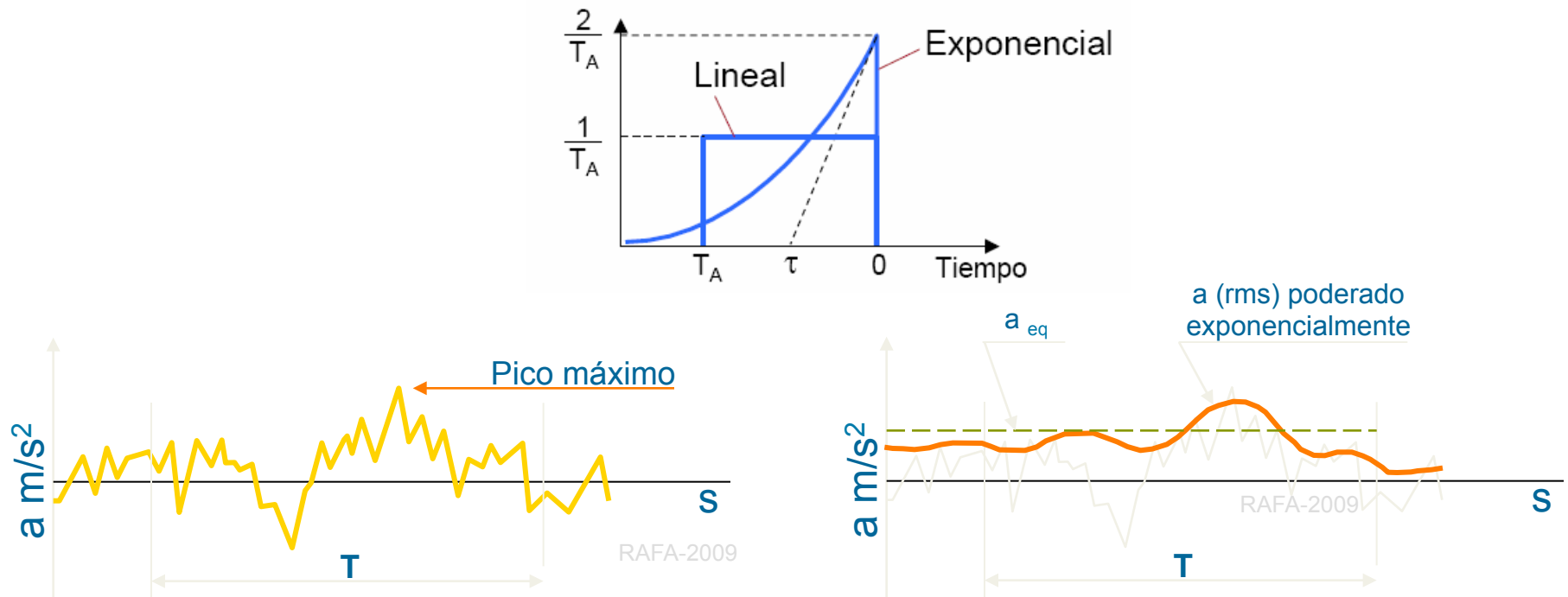


5.3.b.

Promediadores temporales de la amplitud

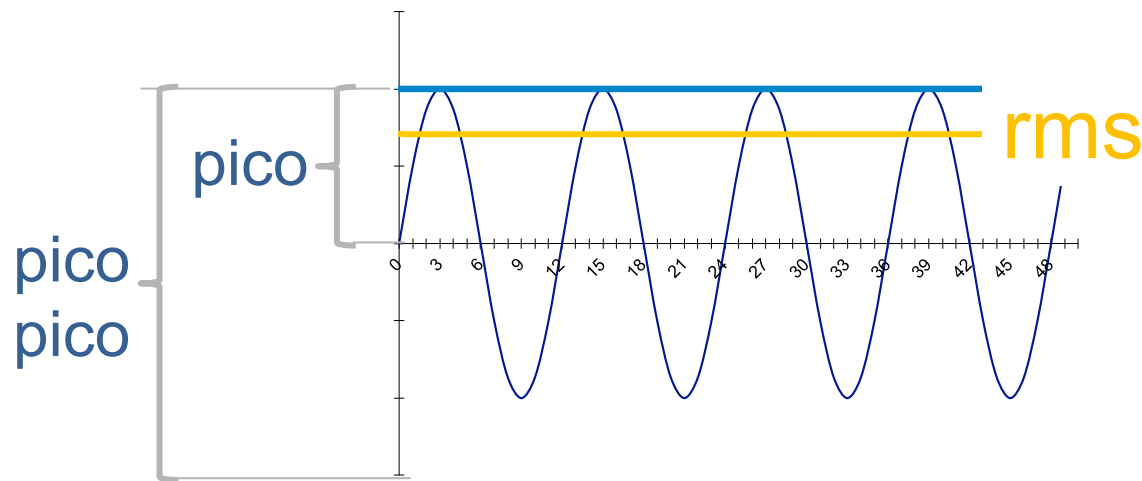


$$\text{Factor de cresta} = \frac{\text{Pico máximo}}{a_{rms}}$$

$$\text{Factor de cresta} = \frac{\text{Pico máximo}}{a_{eq}}$$

Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



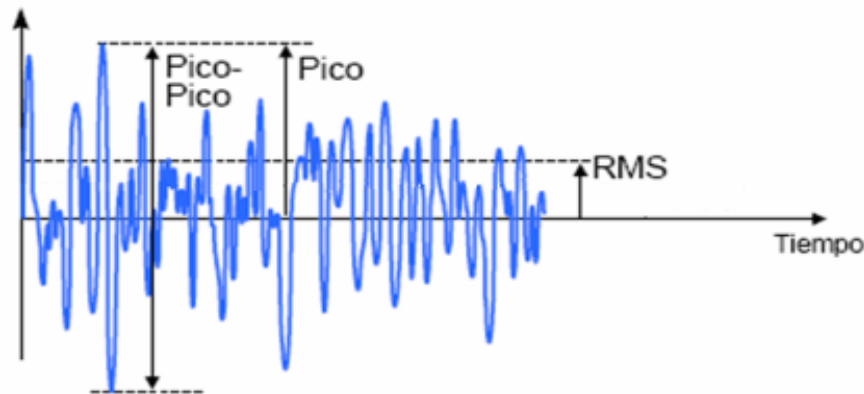


$$a_{rms} = \frac{a_{pico}}{\sqrt{2}}$$

$$a_{rms} = \frac{a_{pico-pico}}{2\sqrt{2}}$$

Una aceleración instantánea pico de 1 ms^{-2} tiene un valor eficaz de aceleración de $0,707 \text{ ms}^{-2}$

$$a_{pico} \equiv a_i$$

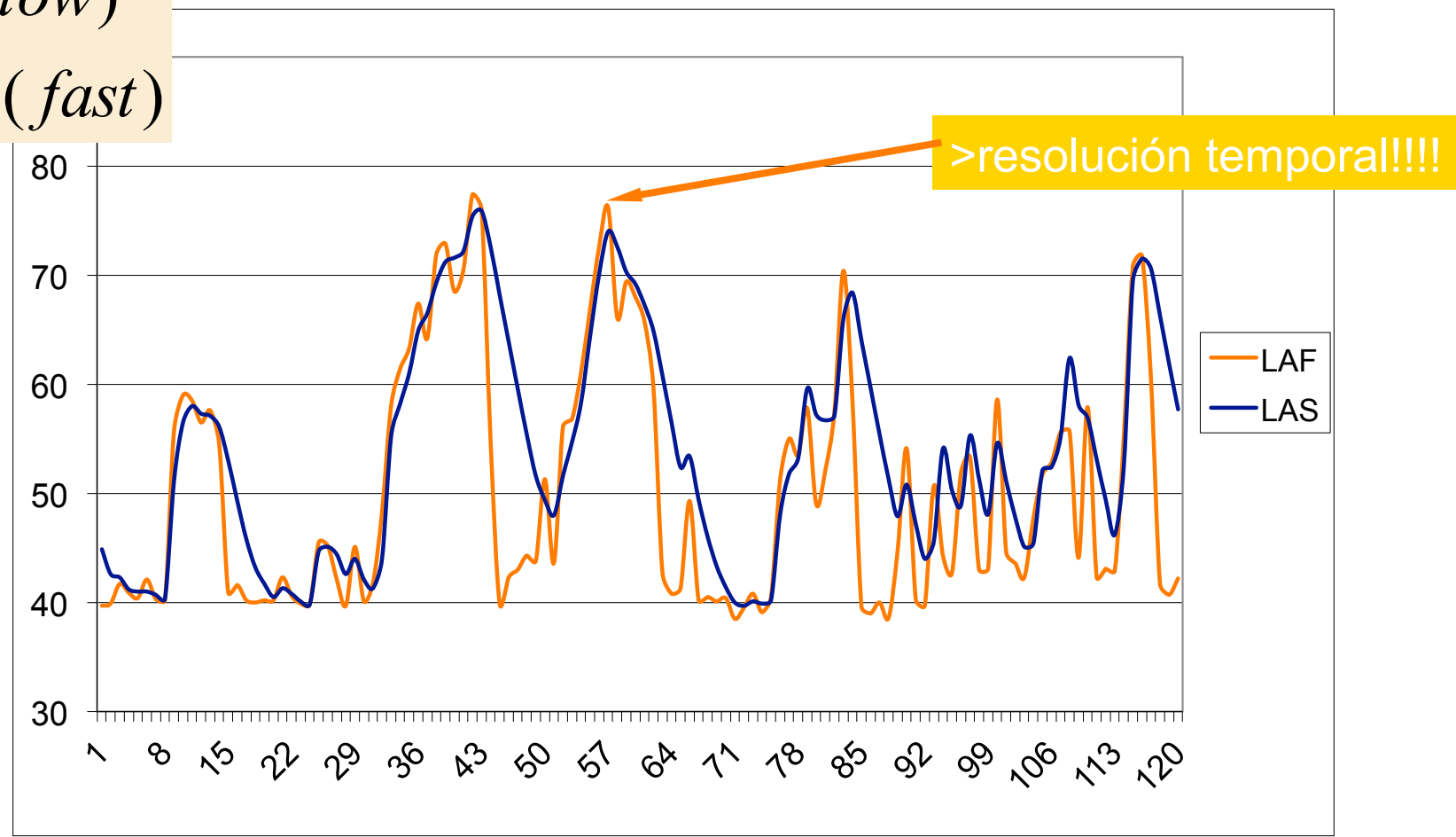


$$a_{rms} = \frac{a_i}{\sqrt{2}}$$

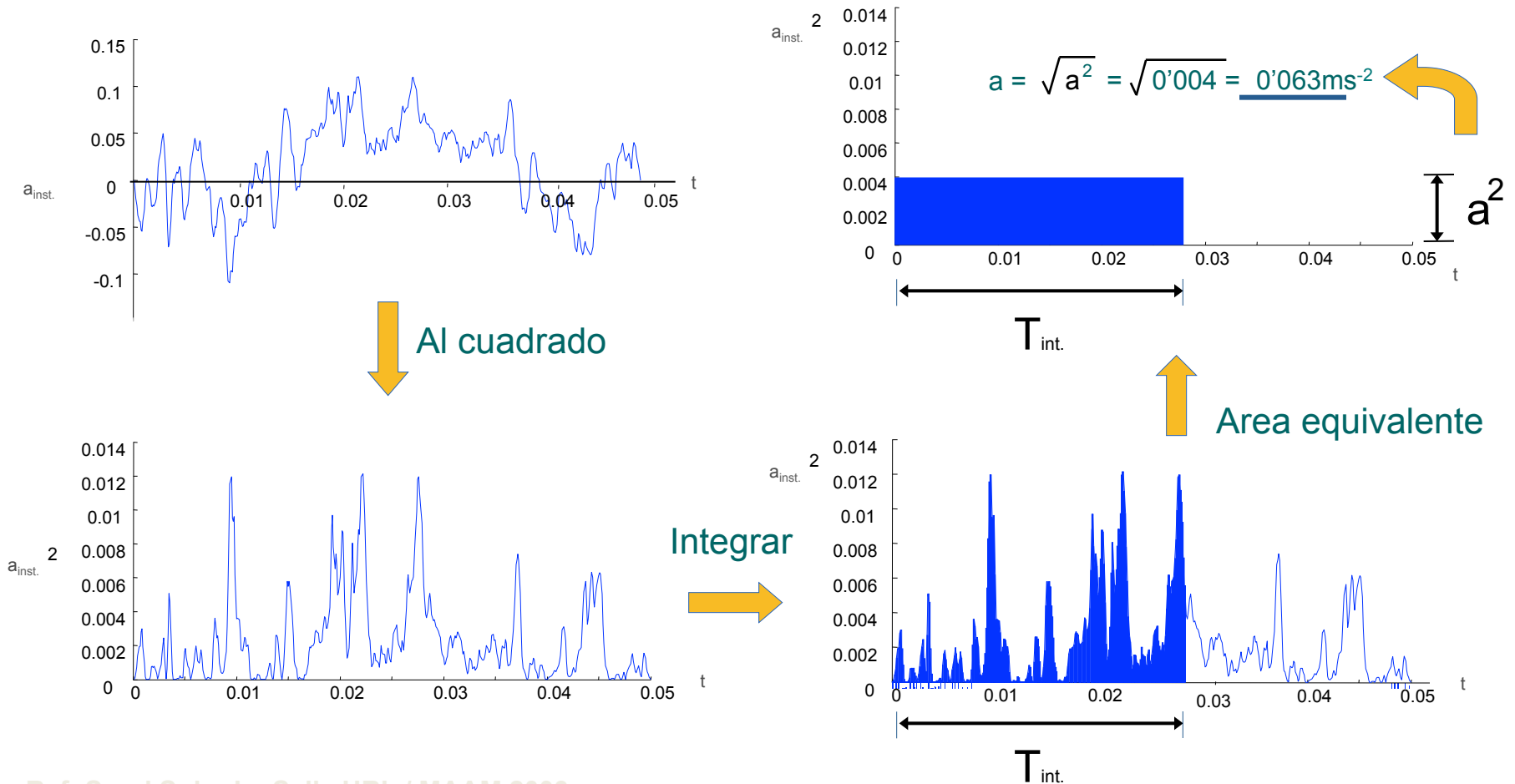
Fuente: Marcal CESVA (Ed.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



1s (slow)
1/8s (fast)



El valor eficaz (o valor cuadrático medio): Definición gráfica



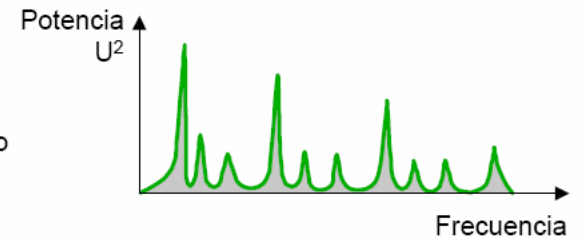
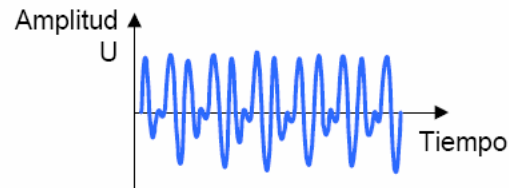
Ref: Sergi Soler La Salle URL / MAAM 2003

Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



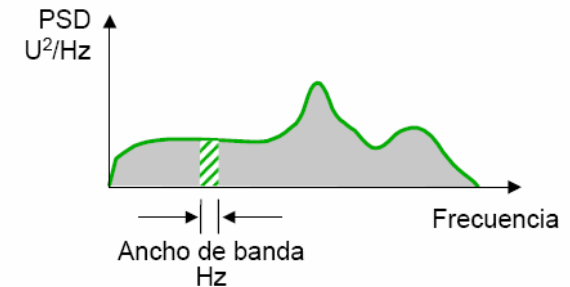
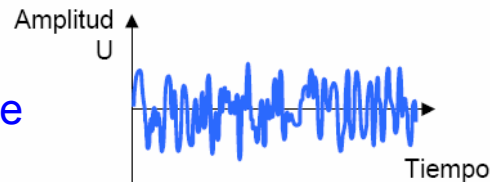
Señales deterministas

Se mide en **RMS** o bien en **PWR**



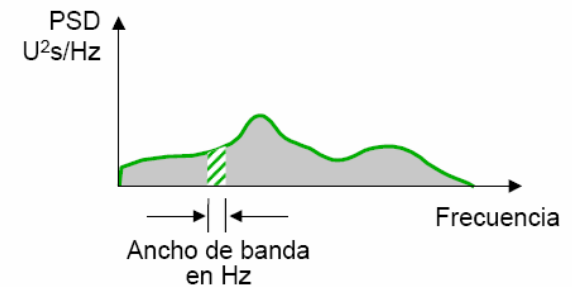
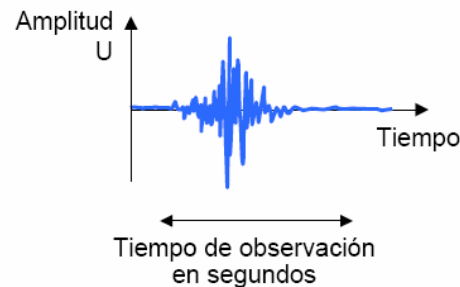
Señales aleatorias

Se mide en **PSD** (Densidad espectral de potencia)



Señales transitorias

Se mide en **ESD** (Densidad espectral de potencia)



Utilizar:

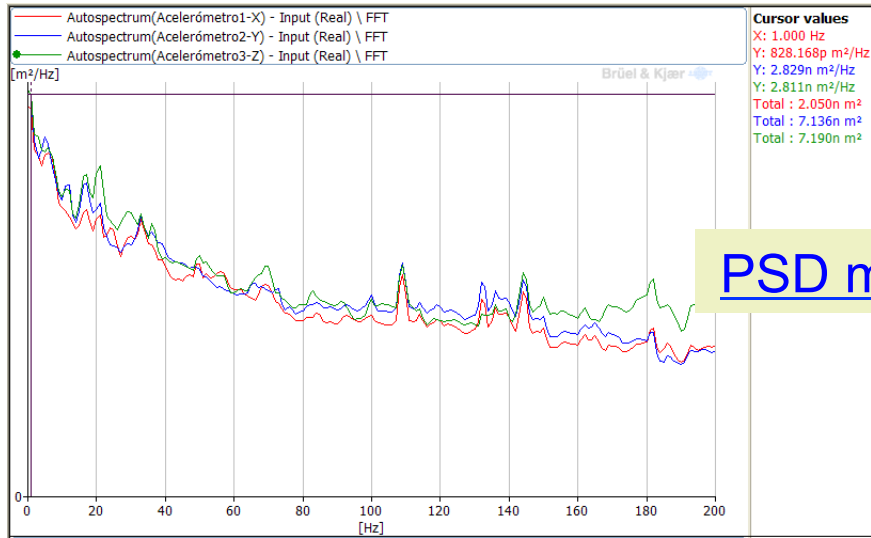
Señales *deterministas*: $PWR = RMS^2$

Señales *aleatorias*: $PSD = \frac{PWR}{\text{Ancho de banda}}$

Señales *transitorias*: $ESD = PSD \cdot \text{Tiempo observación}$

PWR NO es potencia física
sino unidades de ingeniería al cuadrado
(no hay impedancia)





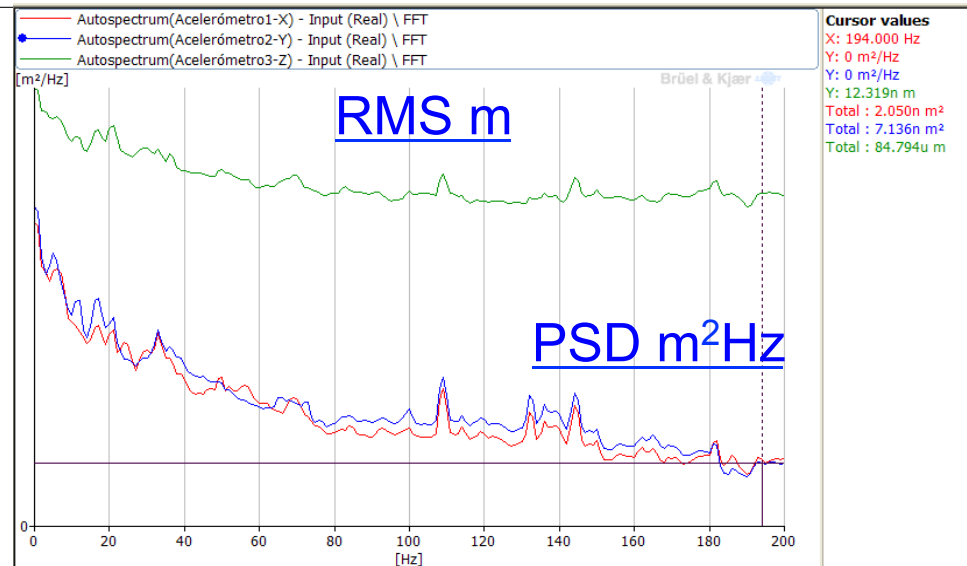
PSD m²/Hz= [m²s]

PSD desplazamiento= [m²s]

PSD velocidad= [m²/s]

PSD aceleración= [m²/s³]

- El PSD sirve para comparar medidas.
- El RMS para evaluar



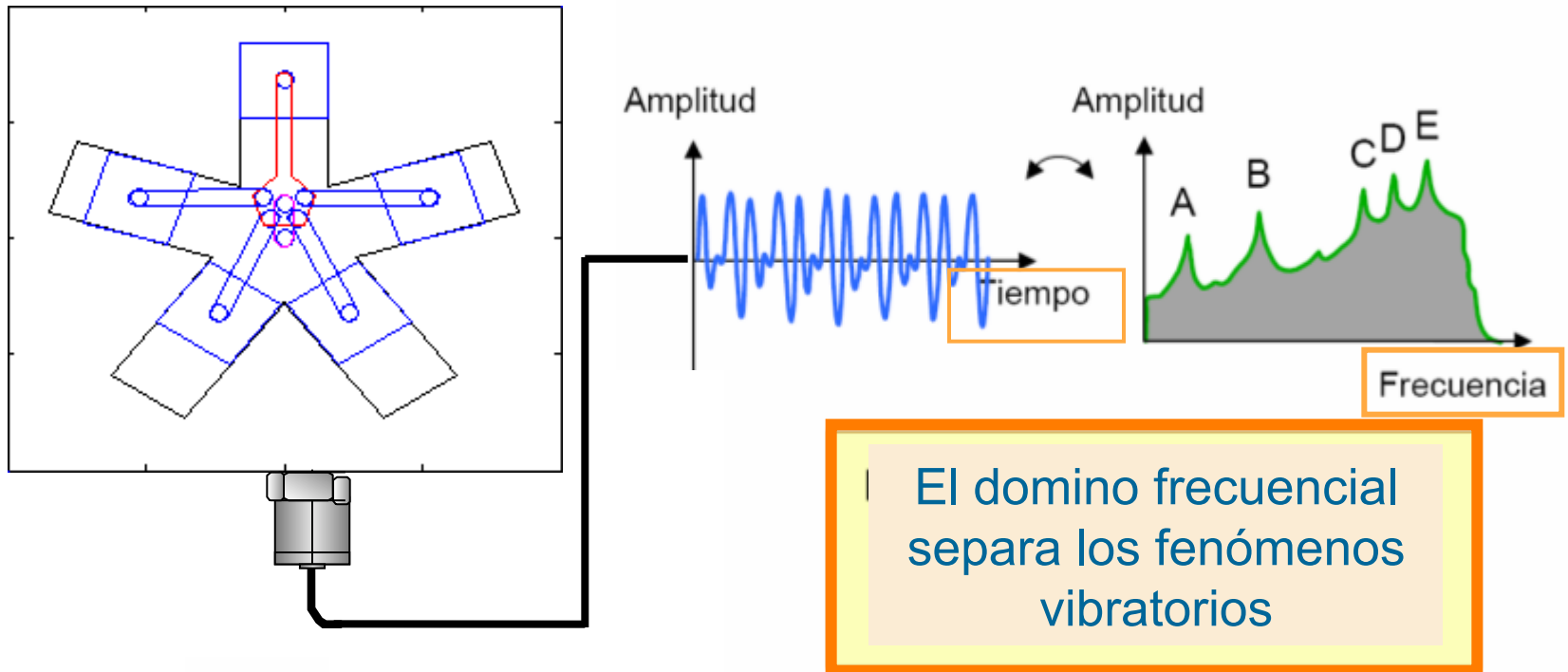
Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



Mundo real



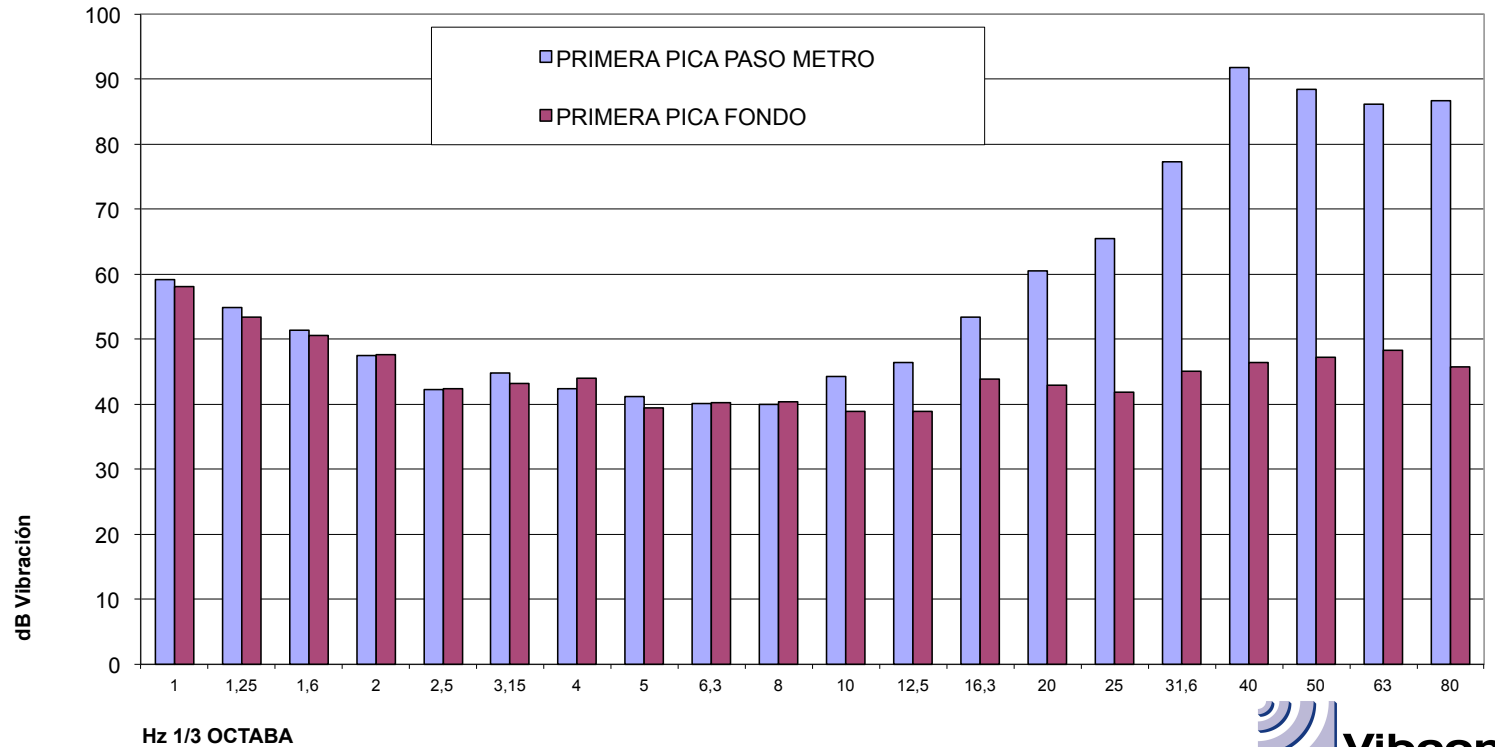
Descripción numérica del
sonido y las vibraciones



Dominio frecuencial



Niveles de vibración en 1ª pica

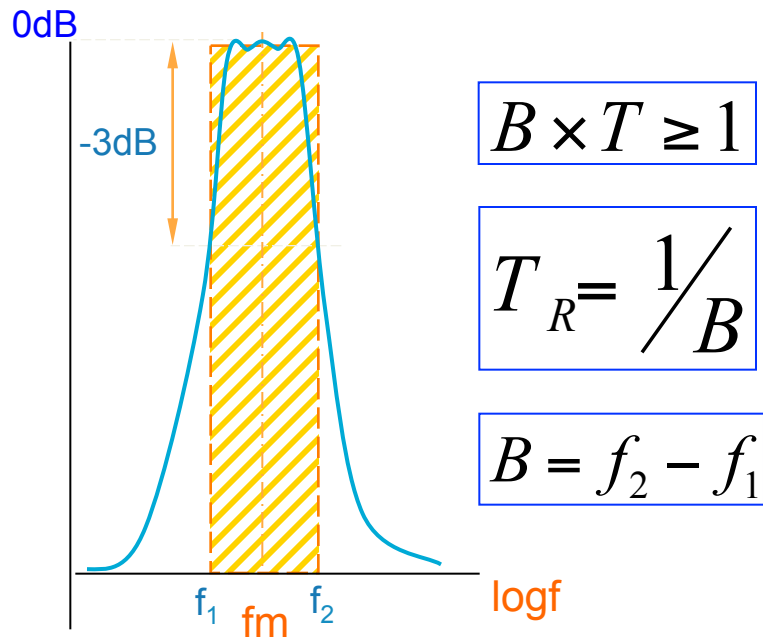


Fuente: METRO3/ALDOVIER MAYO 2004



Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.





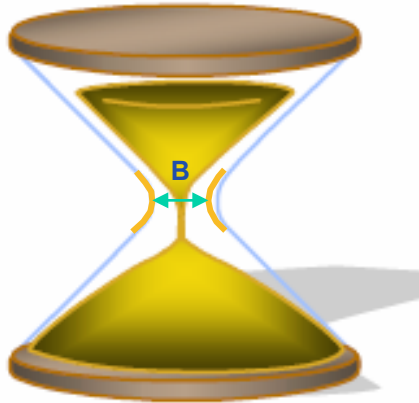
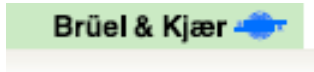
$$B = y\% = \frac{y \times f_m}{100} \text{ Hz}$$

T [s]	tiempo de medida
TR [s]	tiempo de respuesta
f1 y f2 [Hz]	frecuencias de corte inferior y superior
Fm [Hz]	frecuencia central

1 octava	$B = 70\% f_m$
1/3 octava	$B = 23\% f_m$
1/24 octava	$B = 3\% f_m$

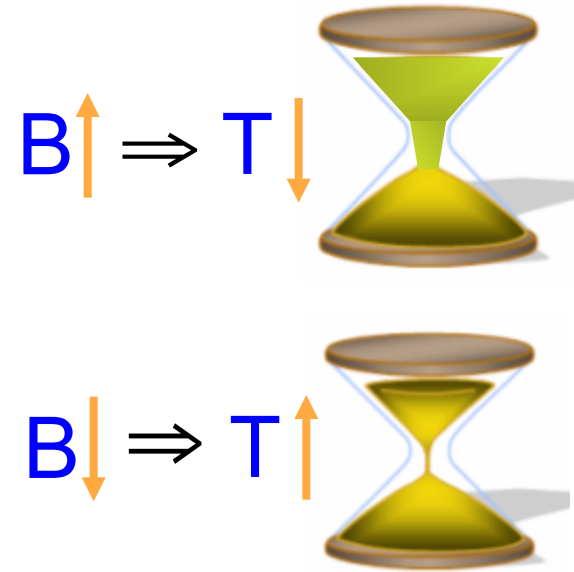


Ley fundamental del análisis en frecuencia



$$B \times T \geq 1$$

B: ancho de banda (resolución espectral)
T: tiempo que dura la señal (tiempo que el filtro analiza la señal)



Fuente: **Brüel&Kjaer** Francisco y Sebastian Sanchez 2005

RESOLUCION FINA

Cuanto + ESTRECHO sea “B” + TARDA en pasar la arena => “T” LARGO



Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



Frecuencia corte inferior	Frecuencia central	Frecuencia corte superior	B	Tr
f1	fm	f2	Hz	s
1,1 Hz	1,25 Hz	1,4 Hz	0,29	3,5
1,4 Hz	1,6 Hz	1,8 Hz	0,36	2,8
1,8 Hz	2,0 Hz	2,2 Hz	0,46	2,2
2,2 Hz	2,5 Hz	2,8 Hz	0,58	1,7
2,8 Hz	3,15 Hz	3,5 Hz	0,73	1,4
3,5 Hz	4,0 Hz	4,4 Hz	0,92	1,1
4,4 Hz	5,0 Hz	5,6 Hz	1,15	0,9
5,6 Hz	6,3 Hz	7,1 Hz	1,45	0,7
7,1 Hz	8,0 Hz	8,9 Hz	1,83	0,5

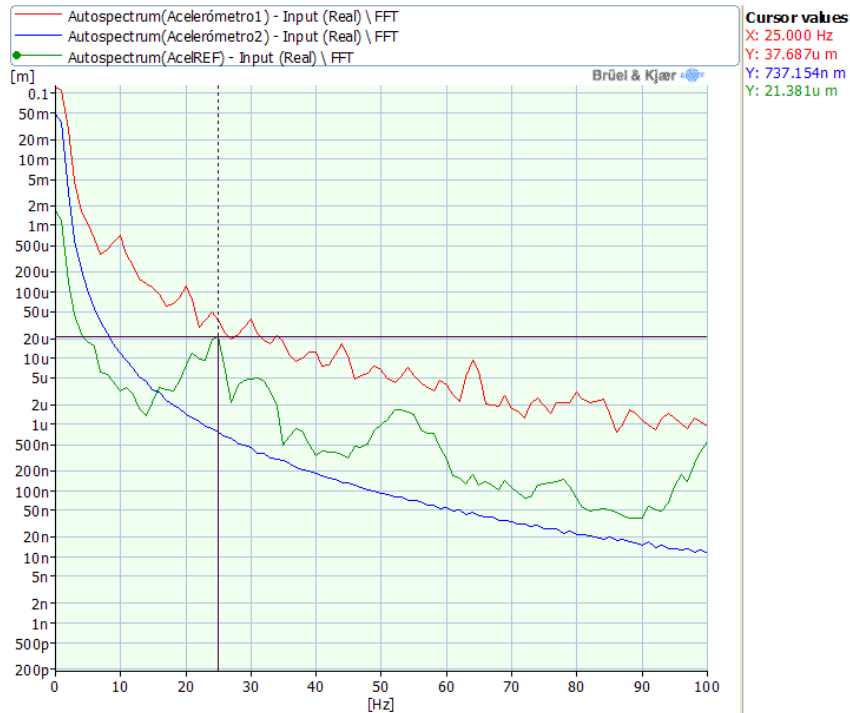
Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



f.f.e 100Hz

Líneas temporales:400

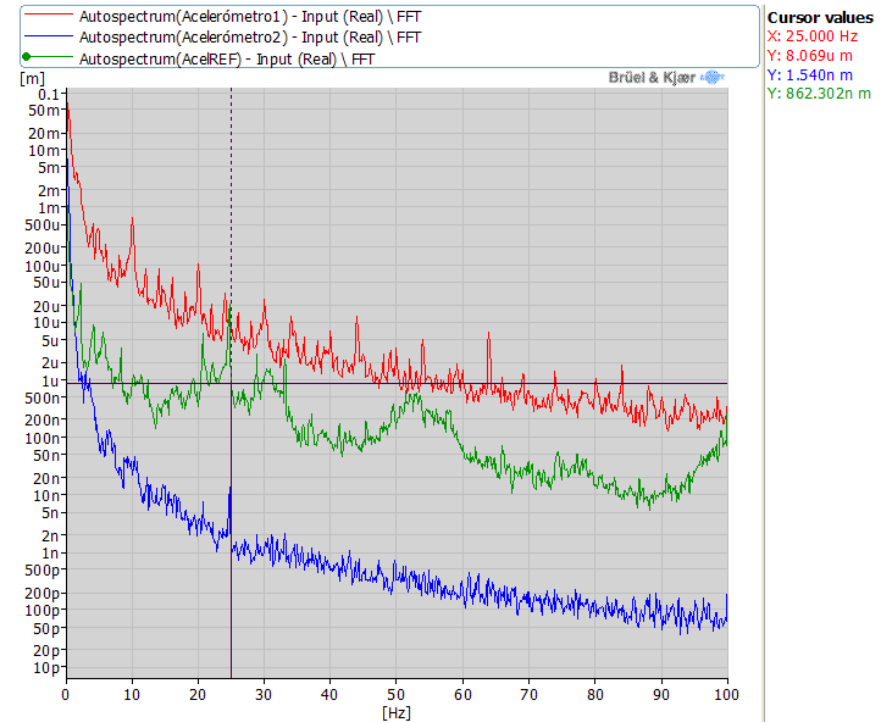
$$\Delta f = \frac{ffe}{N_{\text{Lineas}}} = \frac{100}{400} = 250\text{mHz}$$



f.f.e 100Hz

Líneas temporales:1.600

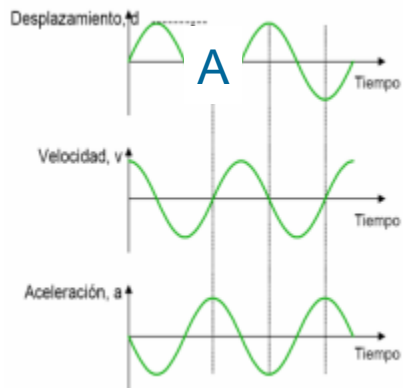
$$\Delta f = \frac{ffe}{N_{\text{Lineas}}} = \frac{100}{1600} = 62,5\text{mHz}$$



REF: Vibcon 5/08 Sincrotró ALBA Cerdanyola

Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.





Unidad	Parámetro	Tipo de medida	Dominio frecuencial
m/s^2	RMS	En cuerpo Humano Actividades	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 Gal = 1 cm/s²
• 1 g = 981 Gal

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

Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



Valor de referencia

$$L_a = 10 \log \left(\frac{a}{a_0} \right)^2$$
$$L_a = 20 \log \frac{a}{a_0}$$

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

$$L_v = 10 \log \left(\frac{v}{v_0} \right)^2$$
$$L_v = 20 \log \frac{v}{v_0}$$

$$v_0 = 10^{-9} \text{ m/s}$$

$$L_d = 10 \log \left(\frac{d}{d_0} \right)^2$$
$$L_d = 20 \log \frac{d}{d_0}$$

$$d_0 = 10^{-12} \text{ m}$$

Ejemplo a recordar

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$
$$L_a = 140 \text{ dB}$$

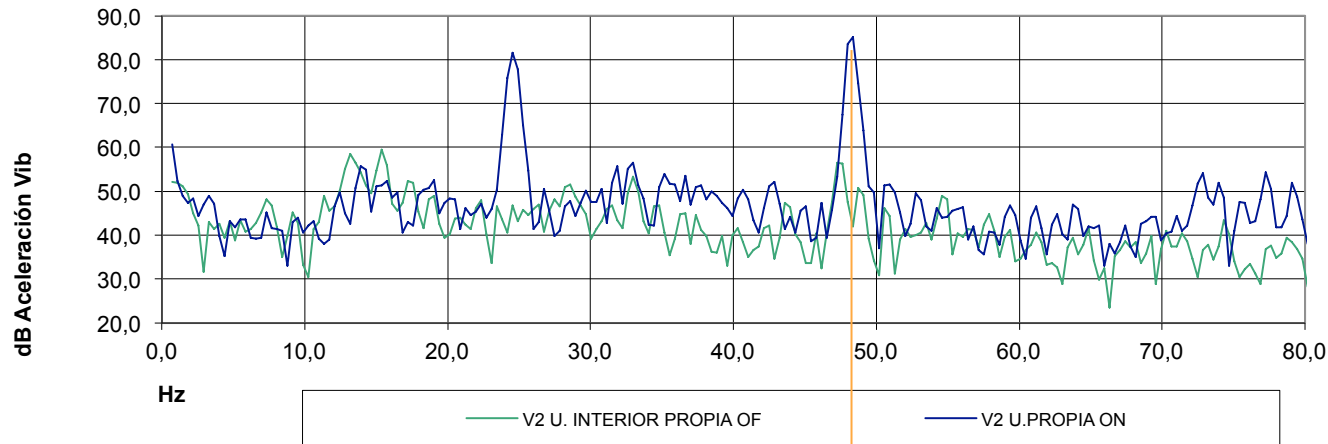
$$v = 0,01 \text{ m/s} = 10 \text{ mm/s}$$
$$L_v = 140 \text{ dB}$$

$$d = 10 \mu\text{m}$$
$$L_d = 140 \text{ dB}$$

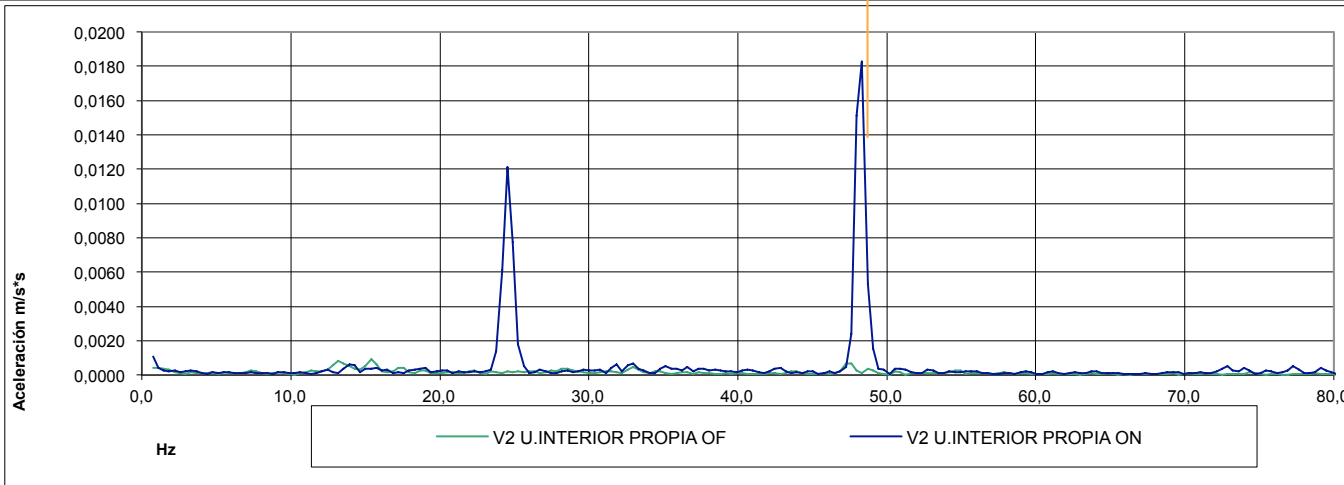


Misma medida

Expresada la
Aceleración en dB



Expresada la
Aceleración en m/s^2



Nivel de aceleración en dB ref. a_0 : 10^{-6} m/s^2

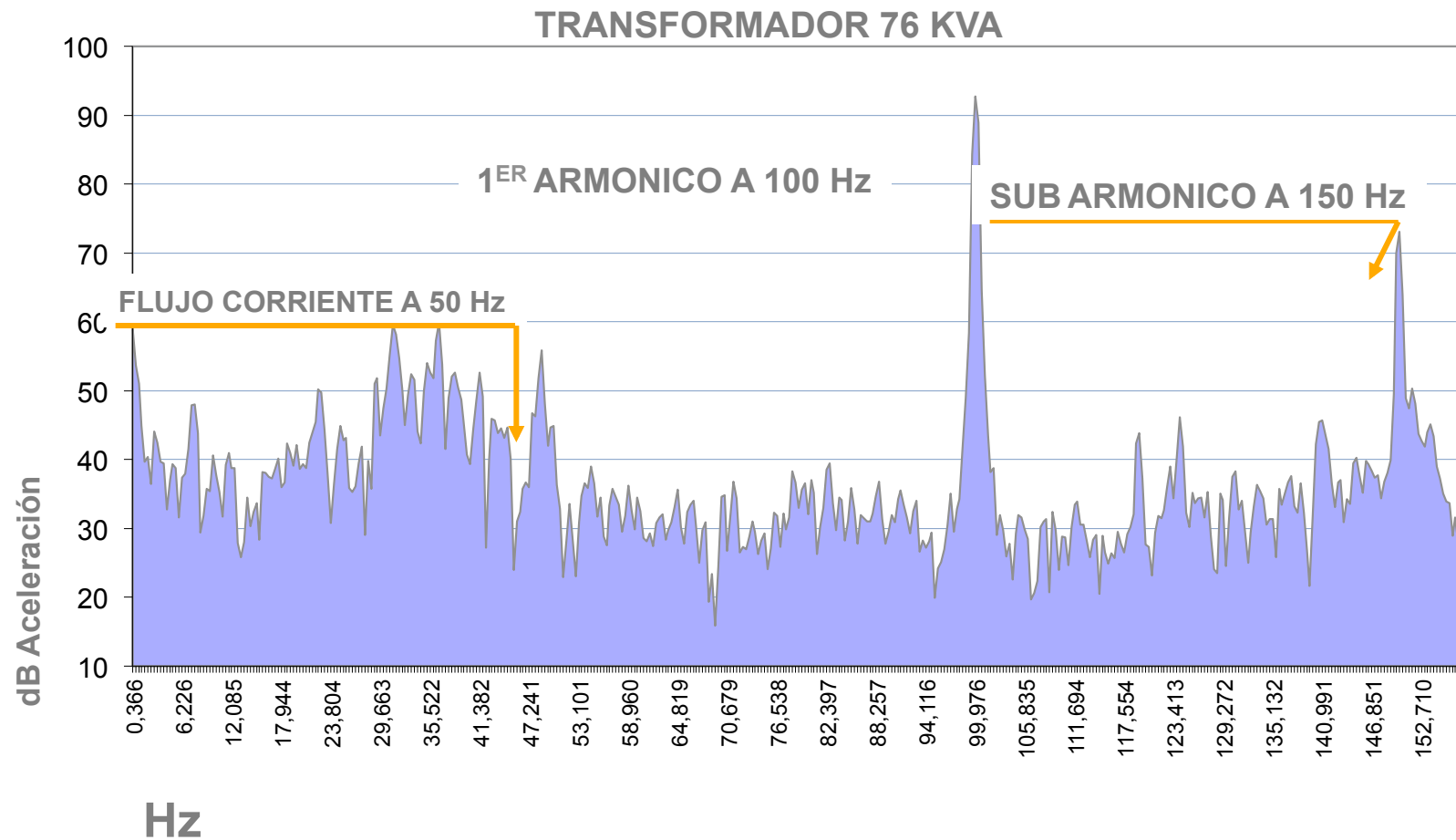


Escala lineal en m/s^2	Escala logarítmica en dB
Un factor multiplicativo de 2	Es un factor aditivo de +6 dB
Un factor multiplicativo de 10	Es un factor aditivo de +20 dB

El cuerpo reacciona logarítmicamente:

- la variación de 1 a 2 m/s^2 (x2) se nota mucho más que de 10 a 11 m/s^2 (x1,1)
- Es a efecto multiplicativo físico sentimos un aumento de una cantidad constante

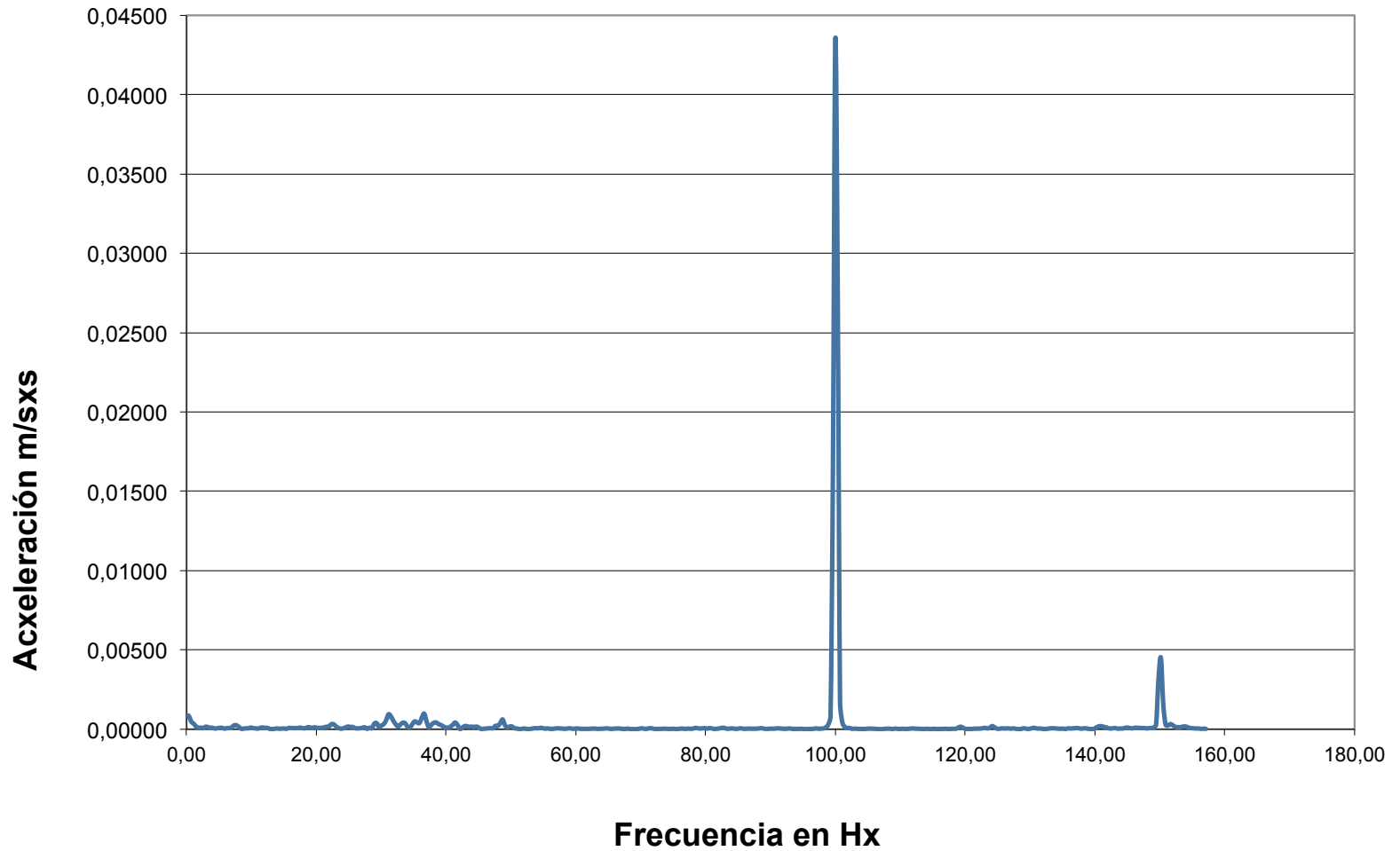




Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



Espectro de TRAFO



Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



dB	m/s ²	
60	0,001	Nivel aceptable viviendas
75-72	0,0032	
80	0,01	Locales
100	0,1	Maquinaria
120	1	
139,8	9,8	
240	10 ⁶	Detonación

Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.



Se percibe vibración pero en un porcentaje elevado de casos es aún claramente perceptible audiblemente

$$L_{aw} \approx 75 - 72 dB$$



No se percibe vibración pero en un porcentaje elevado se percibe de forma neta ruido estructural

$$L_{aw} \approx 70 dB$$

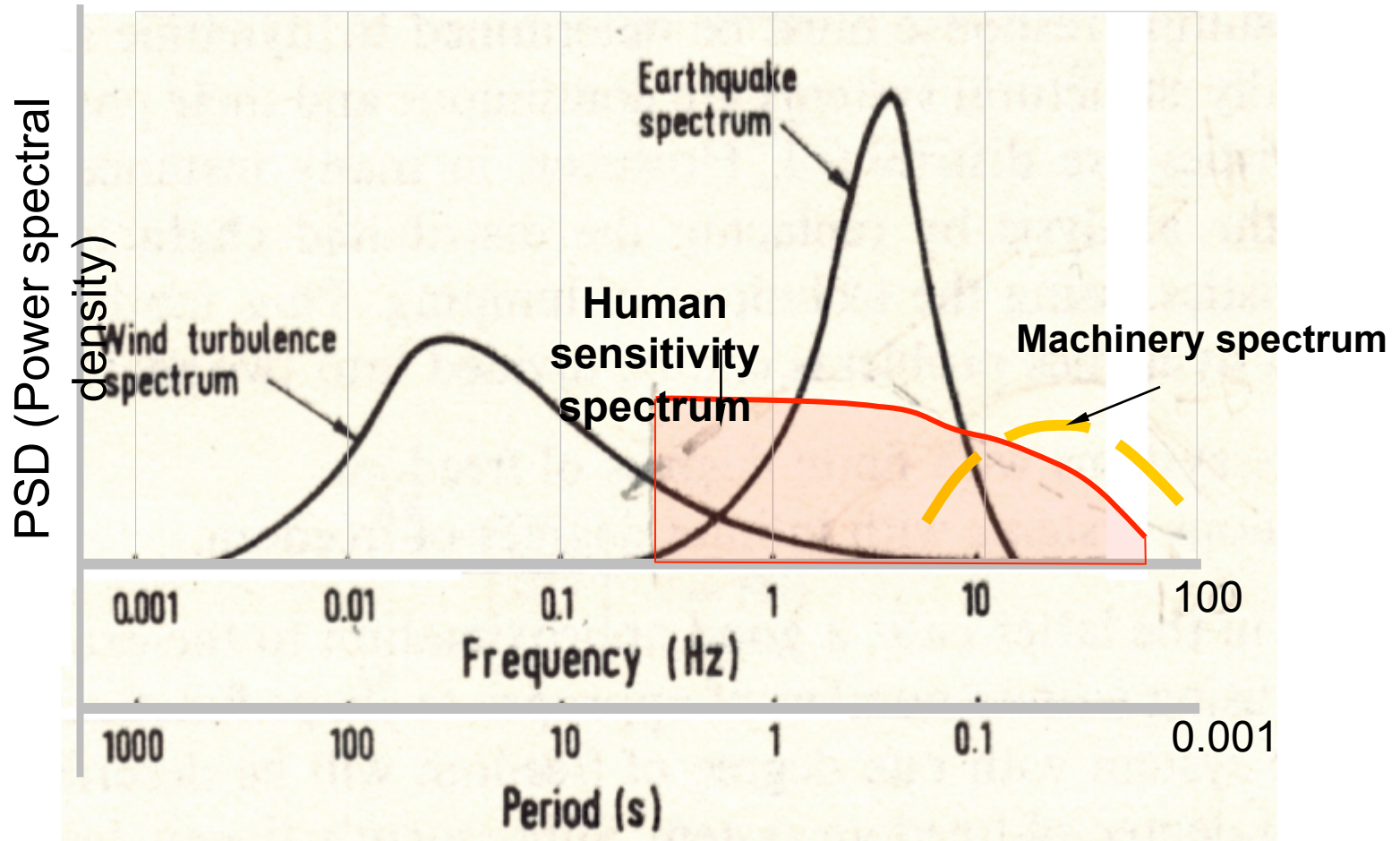


Se ha eliminado totalmente la vibración y el ruido estructural ha caído (ruido de fondo)

$$L_a < 70 dB$$



Espectros de vibración natural y maquinaria versus sensibilidad humana



T.Balendra: Vibration of Buildings to Wind and Earthquakes Loads-1993 Ed.Springer

R.Torres del Castillo- comparación frente al espectro tipo de maquinaria y la curva de sensibilidad humana



Correspondencias entre las escalas de Richter y de Mercalli

Escala de Richter Magnitud	Escala de Mercalli Intensidad	Fenómenos	Aceleración máxima (en m/s ²)	Energía liberada (julios)
9	XII	extremadamente catastrófico: destrucción general, grietas en la roca, modificación del paisaje, numerosos deslizamientos de tierra	15,00	$> 10^{17}$
8	XI	catastrófico: destrucción general de los edificios, raíles del ferrocarril retorcidos, cables y canalizaciones subterráneas destruidos	10,00	$5 \cdot 10^{15} - 10^{17}$
	X	muy destructivo: destrucción de numerosos edificios, deslizamientos de tierra y grietas en la corteza terrestre, presas y diques dañados	5,00-10,00	$10^{14} - 5 \cdot 10^{15}$
7	IX	destructivo: daños importantes en numerosos edificios, cimientos dañados, conductos subterráneos rotos	2,00-5,00	$5 \cdot 10^{12} - 10^{14}$
6	VIII	dañino: pánico, daño general en los edificios, destrucción parcial de los edificios menos resistentes	1,00-2,00	$10^{11} - 5 \cdot 10^{12}$
	VII	muy fuerte: numerosos edificios dañados, rupturas de chimeneas, aparición de olas en los estanques, suenan las campanas de las iglesias	0,50-1,00	$5 \cdot 10^9 - 10^{11}$
5	VI	fuerte: reacciones de miedo, caída de objetos en el interior de las casas, movimientos de árboles, edificios de mala construcción dañados	0,20-0,50	$10^8 - 5 \cdot 10^9$
4	V	bastante fuerte: percibido por todos, balanceo de los objetos colgantes, parada de los péndulos de los relojes	0,10-0,20	$5 \cdot 10^6 - 10^8$
	IV	medio: percibido por la mayor parte, vibraciones similares a las de un tráfico fuerte, temblores de puertas y ventanas	0,05-0,10	$< 5 \cdot 10^6$
3	III	débil: percibido solamente por ciertas personas, vibraciones similares a las del tráfico	0,02-0,05	
	II	muy débil: perceptible solamente en condiciones excepcionales	0,01-0,02	
2	I	registrado solamente por los sismógrafos	0,01	
1				

Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.





Rafael Torres del Castillo (9ªEd.:06-2016) Profesor externo de la Salle URL. Codirector del MAAM.

