



Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

Niveles de presión sonora que se generan en el uso de la pirotecnia

SIMPOSIO DE PIROTECNIA SOSTENIBLE 2023

14 de abril de 2023 en Getafe (Madrid)



POLITÉCNICA





Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

ÍNDICE

- Ponderaciones A y C
- OMS
- Legislación y ejemplos:
 - Seguridad y salud en el Trabajo
 - Máquinas de uso al aire libre
 - Pirotecnia
- Niveles en pirotecnia
 - Productos individuales
 - Espectáculo pirotécnico
 - Cálculo teórico para satisfacer niveles no realistas de la pirotecnia
- Conclusiones



Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

PONDERACIONES A y C EN SONIDO

- La **ponderación A** es la ponderación del sonómetro que hace que sus lecturas se ajusten a una respuesta auditiva humana teórica. Es la más utilizada y cubre todo el rango de frecuencia de 20Hz hasta la alta frecuencia de 20 kHz. El oído humano es más sensible a las frecuencias de sonido entre 500 Hz y 6 kHz (especialmente alrededor de 4 kHz), mientras que a frecuencias más bajas y más altas, el oído humano no es muy sensible. Ajusta las lecturas del nivel de presión sonora para reflejar la sensibilidad del oído humano y, por lo tanto, es obligatoria en todo el mundo para las mediciones de riesgo de daños auditivos.
- La **ponderación C** mira más el efecto de los sonidos de baja frecuencia en el oído humano en comparación con la ponderación A y es esencialmente plana o lineal entre 31,5 Hz y 8 kHz. Las mediciones de la presión acústica máxima se realizan utilizando la ponderación de frecuencia C.



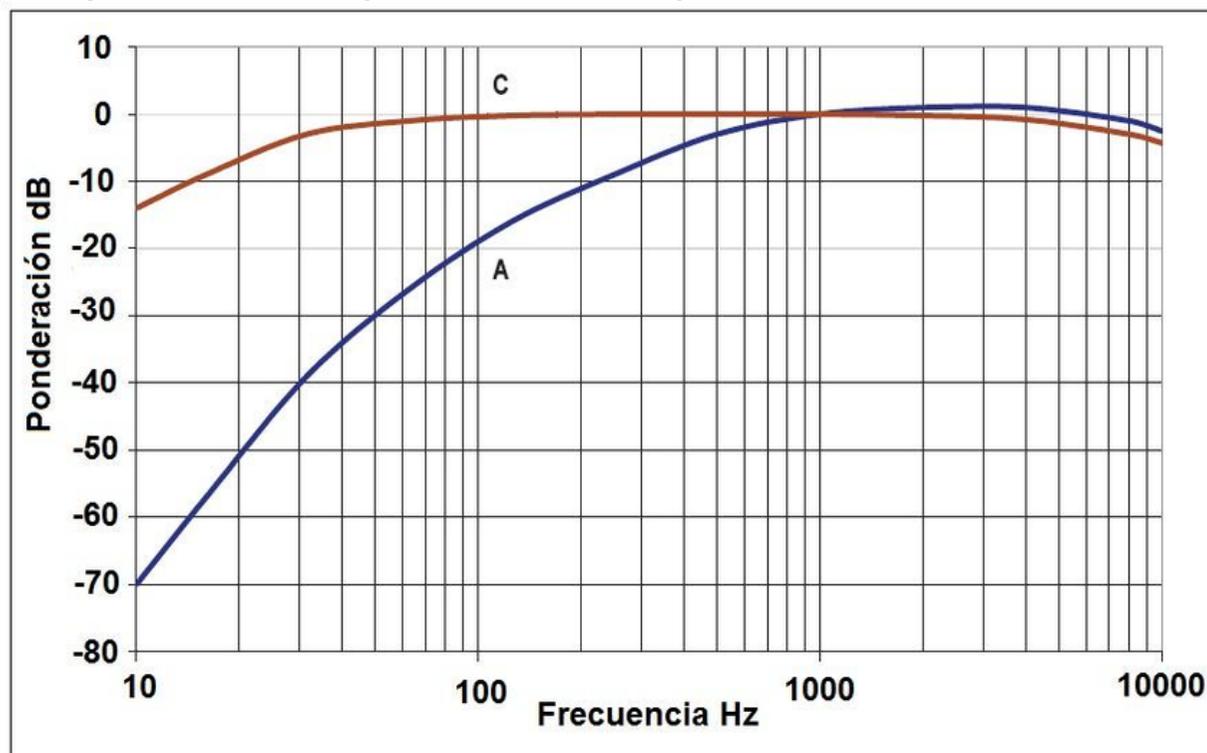
Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

Dosis:

- LAeqT es el nivel sonoro continuo equivalente y es un indicador que permite describir la contaminación acústica en una localización. Muestra el nivel de ruido acumulado a lo largo de un período T, y estandarizado con respecto a dicho intervalo.

Instantáneos:

- LCPeak es el pico de nivel de presión sonora con ponderación de frecuencia C.
- LA_{máx} es el nivel de presión sonora impulsiva máxima con ponderación de frecuencia A.

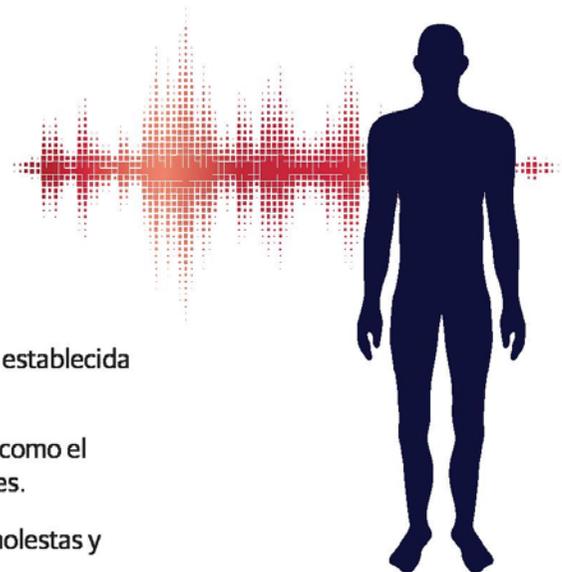
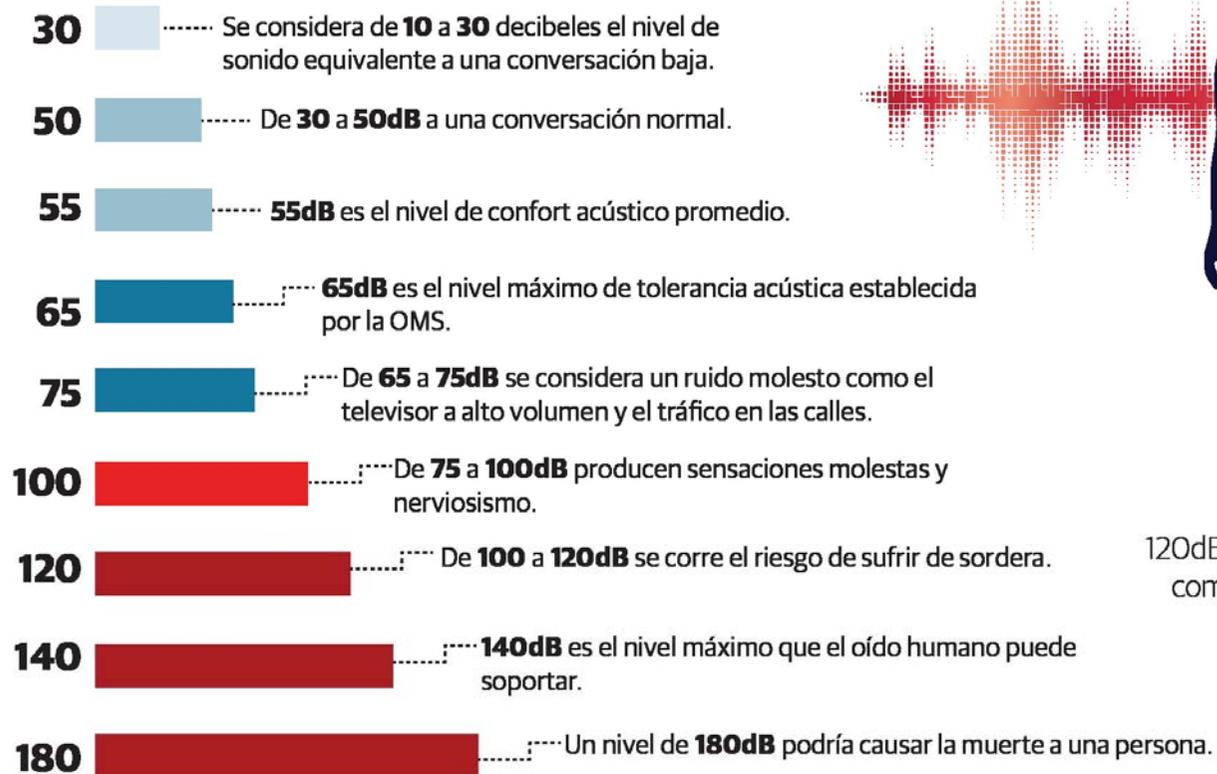




Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda no exponerse a valores superiores a los 65 decibelios (A) de día, y a los 55 dB (A) durante la noche. En concreto, dicho ruido se vuelve dañino si supera los 75 dB y doloroso a partir de los 120 dB. La presión sonora que puede soportar un adulto no debe superar los 140 dB, este límite se reduce a 120 dB para niños.

Niveles de ruido



120dB se consideran como el umbral de dolor acústico.



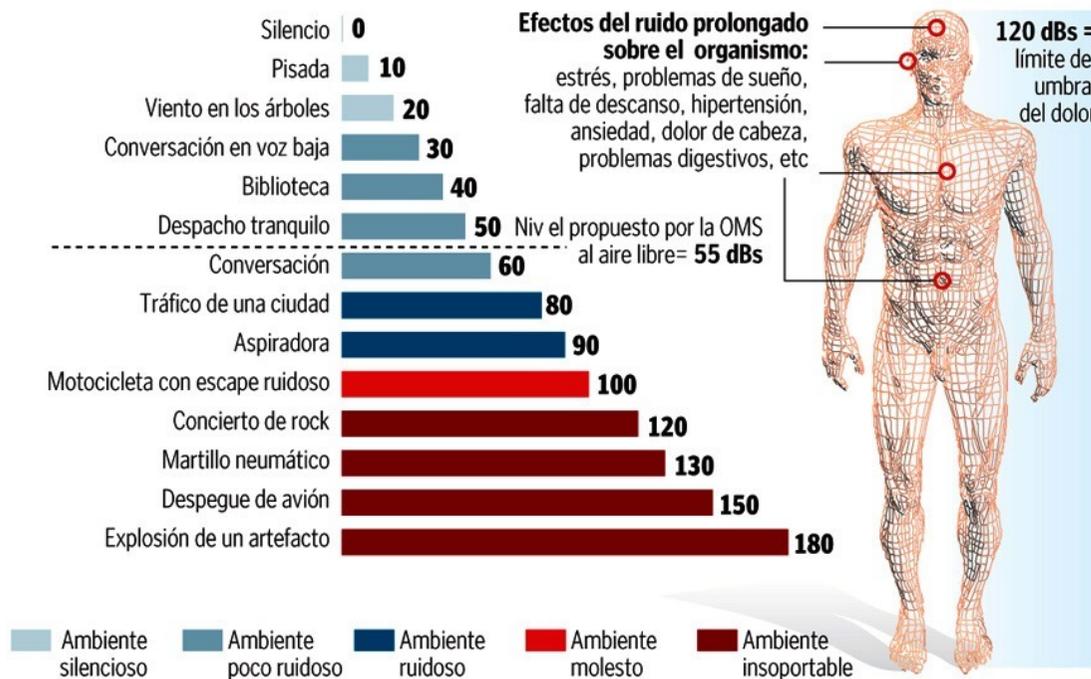
Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

- 200 dB Bomba atómica similar a Hiroshima y Nagasaki
- 180 dB Explosión del Kratatoa (a 160 km)
- 142.2 dB Record Guinness de ruido en un estadio
- 140 dB Umbral del dolor. Auto de Fórmula 1

130 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Motor de avión a reacción despegando (a 10 m). » Fuegos artificiales. » Disparo de arma de fuego.
120 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Martillo neumático pilón (a 1 m). » Motor de avión.
110 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Motocicleta a escape libre (a 1 m). » Concierto de Rock.
100 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Discoteca, sierra circular, taladro. » Sirena de ambulancia (a 10 m). » Bocina o pito de autobús.
90 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Taller mecánico. » Imprenta. » Tunnel de limpieza de vehículos. » Tráfico vehicular. » Auriculares.
80 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Calle ruidosa. » Bar animado. » Niños jugando. » Cadena de montaje. » Motor de autobús.
70 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Conversación en voz alta. » Oficina con gente. » Almacenes. » Extractor de humos (a 1 m). » Tráfico tranquilo.
60 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Conversación sosegada. » Restaurante. » Interior de vehículo insonorizado. » Comercio. » Lluvia. » Ventilador (a 1 m).
50 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Aula (Ruido de fondo). » Oficina (Ruido de fondo). » Calle tranquila. » Ronquidos moderados.
40 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Sala de estar (Ruido de fondos). » Biblioteca. » Conversación susurrada. » Roco de la ropa. » Mascar chicle.
30 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Dormitorio. » Frigorífico silencioso (a 1 m).
20 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Rumor suave de hojas de los árboles.
10 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Pájaros trinando. » Respiración tranquila.
0 dBA	<ul style="list-style-type: none"> » Umbral de audición de un joven sano promedio.

SALUD Y NIVELES DE RUIDO

En decibelios (dBs)





Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Valores de exposición	LAeq, diario dB(A)	LCpico dB(C)
Límites	87	140
Superiores, que dan lugar a una acción	85	137
Inferiores, que dan lugar a una acción	80	135

Artículo 5. Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción.



Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

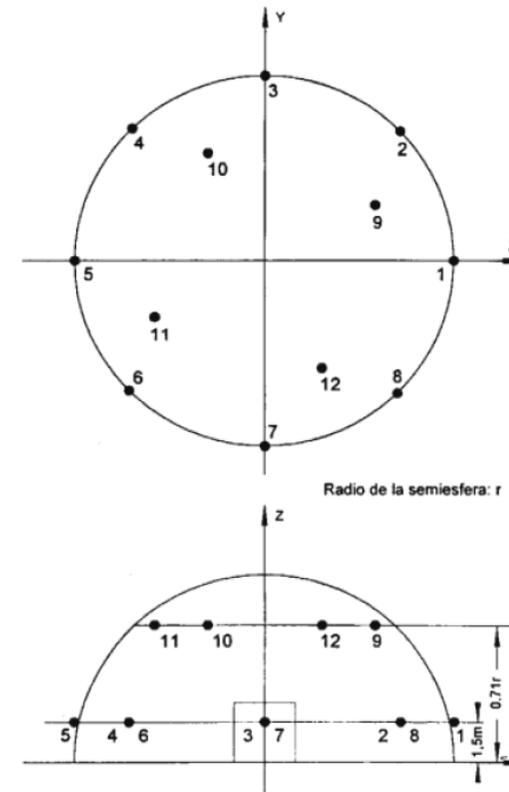
Real Decreto 212/2002 por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre

Artículo 12. Máquinas sujetas únicamente a marcado de emisión sonora.

El nivel de potencia acústica garantizado de las máquinas que figuran en el anexo XII estará sujeto únicamente a marcado de emisión sonora.

- Desbrozadoras.
- Sierras circulares de mesa para obras
- Equipos de perforación

Disposición adicional de micrófonos en la semiesfera (doce posiciones de micrófono)





Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

SIP2023

Real Decreto 212/2002 por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre

Artículo 11. Máquinas sujetas a límites de potencia acústica.

El nivel de potencia acústica garantizado de las máquinas que figuran en el anexo XI no superará el nivel de potencia acústica admisible establecido en el cuadro de valores contenido en dicho anexo.

- Motocompresores
- Trituradoras de hormigón y martillos picadores de mano
- Cortadoras de césped
- Sierras de cadena portátiles

Tipo de máquina	CUADRO DE VALORES LÍMITE		
	Potencia neta instalada P en kW; Potencia eléctrica P _{el} (¹) en kW; Masa del aparato m en kg; Anchura de corte L en cm	Nivel de potencia acústica admisible en dBI pW	
		Fase I a partir de 03.01.2002	Fase II a partir del 03.01.2006
Máquinas compactadoras (rodillos vibrantes, planchas y apisonadoras vibratorias).	P ≤ 8	108	105 (²)
	8 < P ≤ 70	109	106 (²)
	P > 70	89 + 11 lg P	86 + 11 lg P (²)
Topadoras, cargadoras y palas cargadoras sobre orugas.	P ≤ 55	106	103 (²)
	P > 55	87 + 11 lg P	84 + 11 lg P (²)
Topadoras, cargadoras y palas cargadoras sobre ruedas, motovolquetes, niveladoras, compactadoras de basura tipo cargadoras, carretillas elevadoras en voladizo accionadas por motor de combustión, grúas móviles, máquinas compactadoras (rodillos no vibrantes), pavimentadoras, generadores de energía hidráulica.	P ≤ 55	104	101 (²) (³)
	P > 55	85 + 11 lg P	82 + 11 lg P (²) (³)
Montacargas para el transporte de materiales de construcción, tornos de construcción, motoazadas.	P ≤ 15	96	93
	P > 15	83 + 11 lg P	80 + 11 lg P
Trituradores de hormigón y martillos picadores de mano.	M ≤ 15	107	105
	15 < m < 30	94 + 11 lg m	92 + 11 lg m (²)
Grúas de torre	M ≥ 30	96 + 11 lg m	94 + 11 lg m
		98 + lg P	96 + lg P
Grupos electrógenos de soldadura y de potencia	P _{el} ≤ 2	97 + lg P _{el}	95 + lg P _{el}
	2 < P _{el} ≤ 10	98 + lg P _{el}	96 + lg P _{el}
	P _{el} > 10	97 + lg P _{el}	95 + lg P _{el}
Motocompresores	P ≤ 15	99	97
	P > 15	97 + 2 lg P	95 + 2 lg P
Cortadoras de césped, máquinas para el acabado del césped/recortadoras de césped.	L ≤ 50	96	94 (²)
	50 < L ≤ 70	100	98
	70 < L ≤ 120	100	98 (²)
	L > 120	105	103 (²)

El nivel de potencia admisible debe redondearse en el número entero más próximo (si es inferior a 0,5 se utilizará el número inferior; si es mayor o igual a 0,5 se utilizará el número superior)

(¹) P_{el} de grupos electrógenos de soldadura: corriente nominal de soldadura multiplicada por la tensión convencional en carga correspondiente al valor más bajo del factor de marcha que indica el fabricante.

P_{el} de grupos electrógenos de potencia: energía primaria de conformidad con la norma ISO 8528-1:1993, punto 13.3.2.

(²) Las cifras correspondientes a la fase II son meramente indicativas para los siguientes tipos de máquinas:

- rodillos vibratorios con conductor a pie;
- planchas vibratorias (> 3 kW);
- apisonadoras vibratorias;
- topadoras (sobre orugas de acero)
- cargadoras (sobre oruga de acero > 55 kW);
- carretillas elevadoras en voladizo accionadas por motor de combustión;
- pavimentadoras con guía de compactación;
- trituradores de hormigón y martillos picadores de mano con motor de combustión interna (15 < m < 20);
- cortadoras de césped, máquinas para el acabado de césped y recortadoras de césped.



Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

DIRECTIVA 2013/29/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 12 de junio de 2013 sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de artículos pirotécnicos

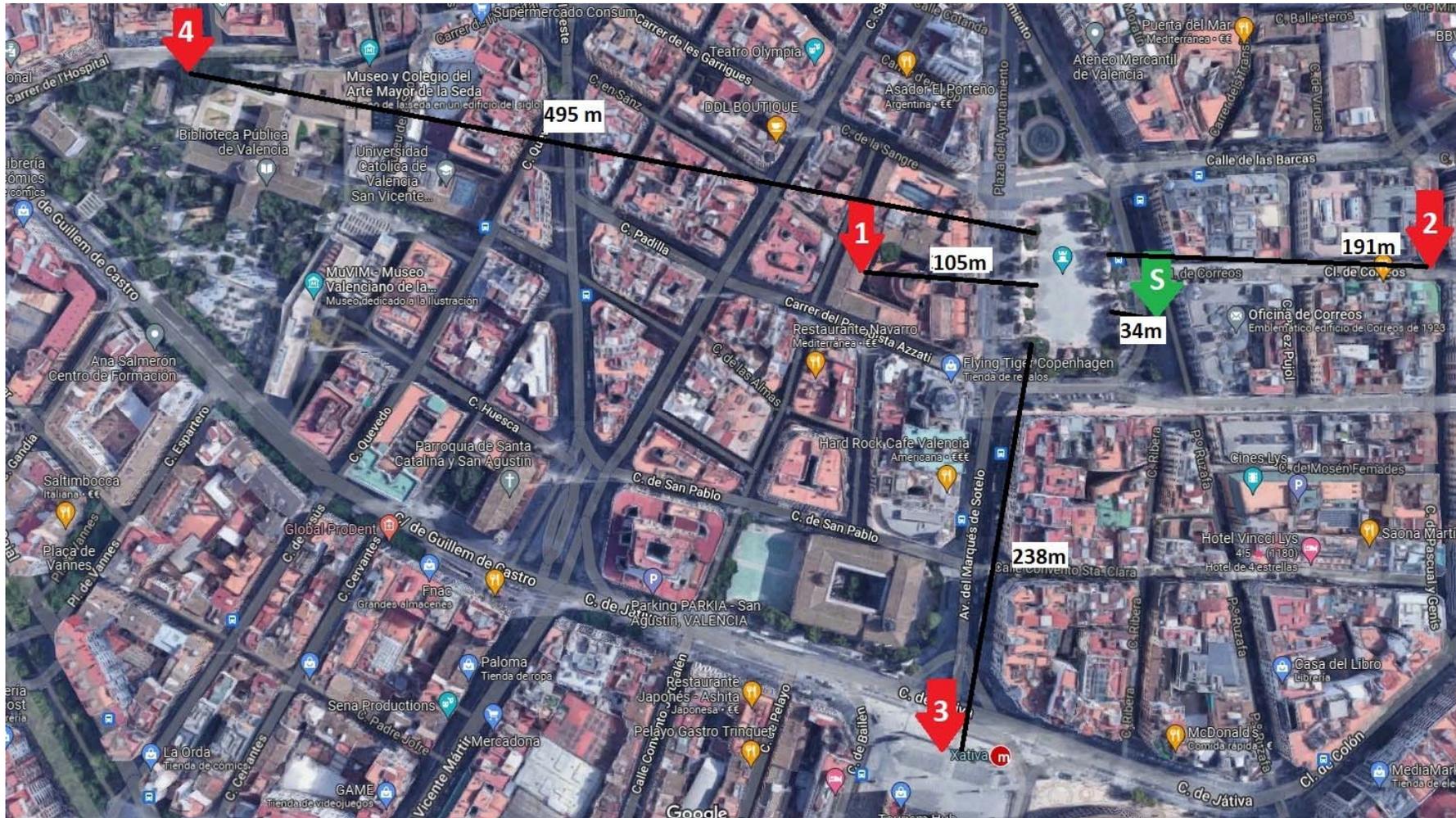
- Categoría F1: artificios de pirotecnia de muy baja peligrosidad y nivel sonoro insignificante destinados a ser utilizados en zonas delimitadas, incluidos los artificios de pirotecnia destinados a ser utilizados dentro de edificios residenciales,
- Categoría F2: artificios de pirotecnia de baja peligrosidad y bajo nivel sonoro destinados a ser utilizados al aire libre en zonas delimitadas,
- Categoría F3: artificios de pirotecnia de peligrosidad media destinados a ser utilizados al aire libre en zonas de gran superficie y cuyo nivel sonoro no sea perjudicial para la salud humana
- Categoría F4: artificios de pirotecnia de alta peligrosidad destinados a ser utilizados exclusivamente por expertos, también denominados «artificios de pirotecnia para uso profesional», y cuyo nivel sonoro no sea perjudicial para la salud humana
- Categoría T1: artículos pirotécnicos de baja peligrosidad para su uso sobre el escenario
- Categoría T2: artículos pirotécnicos para su uso sobre el escenario destinados a ser utilizados exclusivamente por expertos

Categoría	Distancia a la que debe medirse el nivel de presión sonora, tomando como referencia el punto de encendido del artículo	Nivel máximo de presión sonora admitido ¿es suficiente?
F1	1 metro	120 dB (A, imp)
F2	8 metros	120 dB (A, imp)
F3	15 metros	120 dB (A, imp)
F4, T1 y T2	El fabricante debe indicar la distancia de seguridad que se tendrá en cuenta durante los ensayos	120 dB (A, imp)



Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

SIP2023

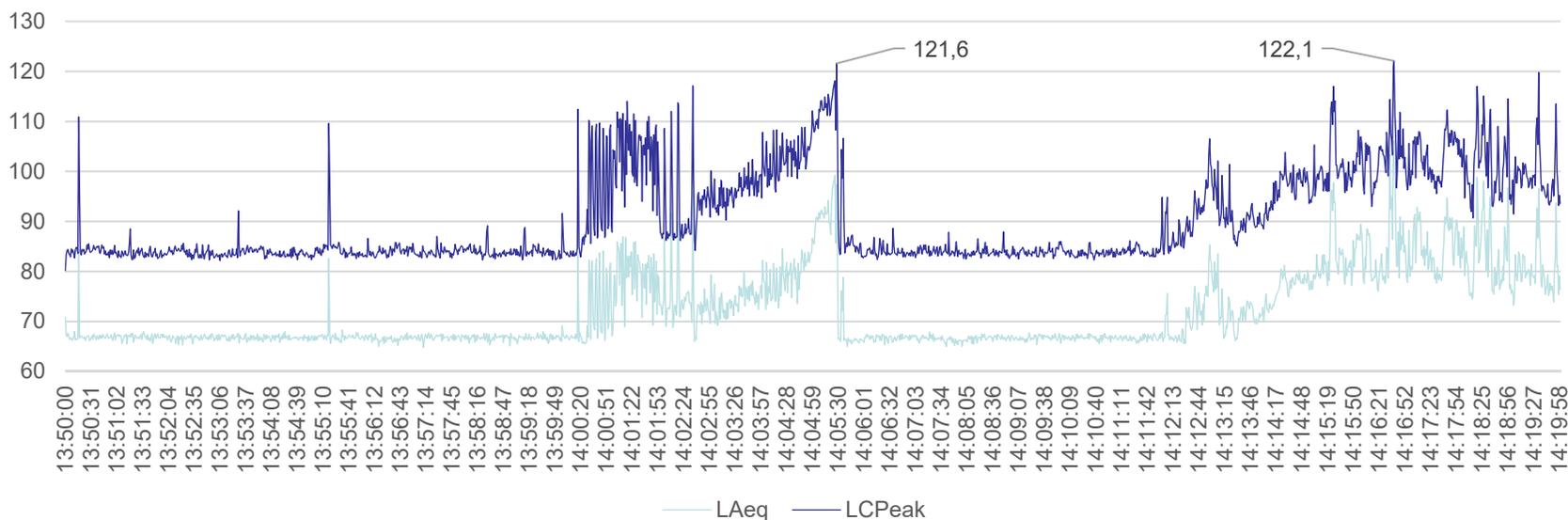




Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

SIP2023

DOSÍMETRO 1 (105 m)

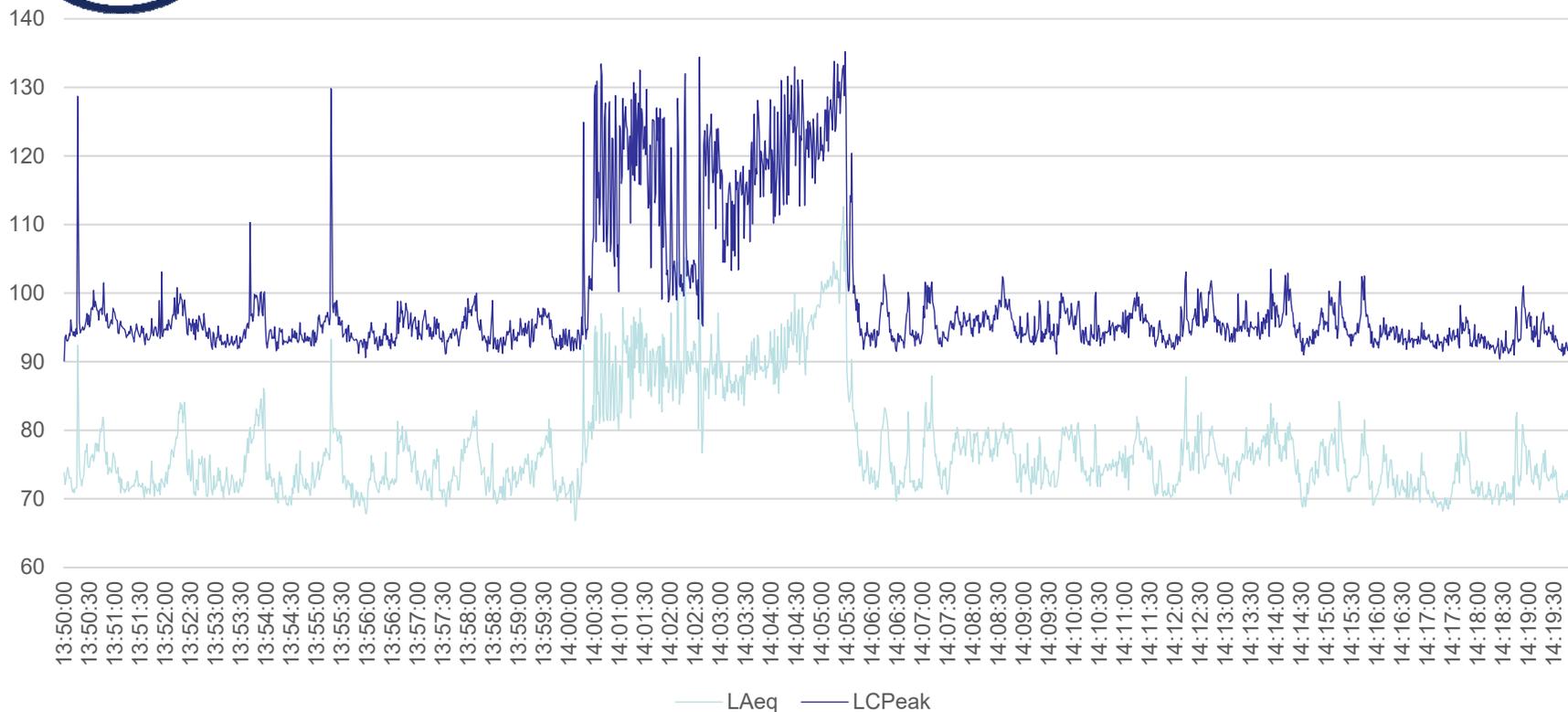


Registro	Tiempo	Dosis	Picos	Instantes (120 dB)	Supera el límite
Completo	30 min	72 dB(A)	122,1 dB(C)	2	No
Mascletà	5 min 20 s	77,3 dB(A)	121,6 dB(C)	1	No



Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

DOSÍMETRO 3 (283 m)



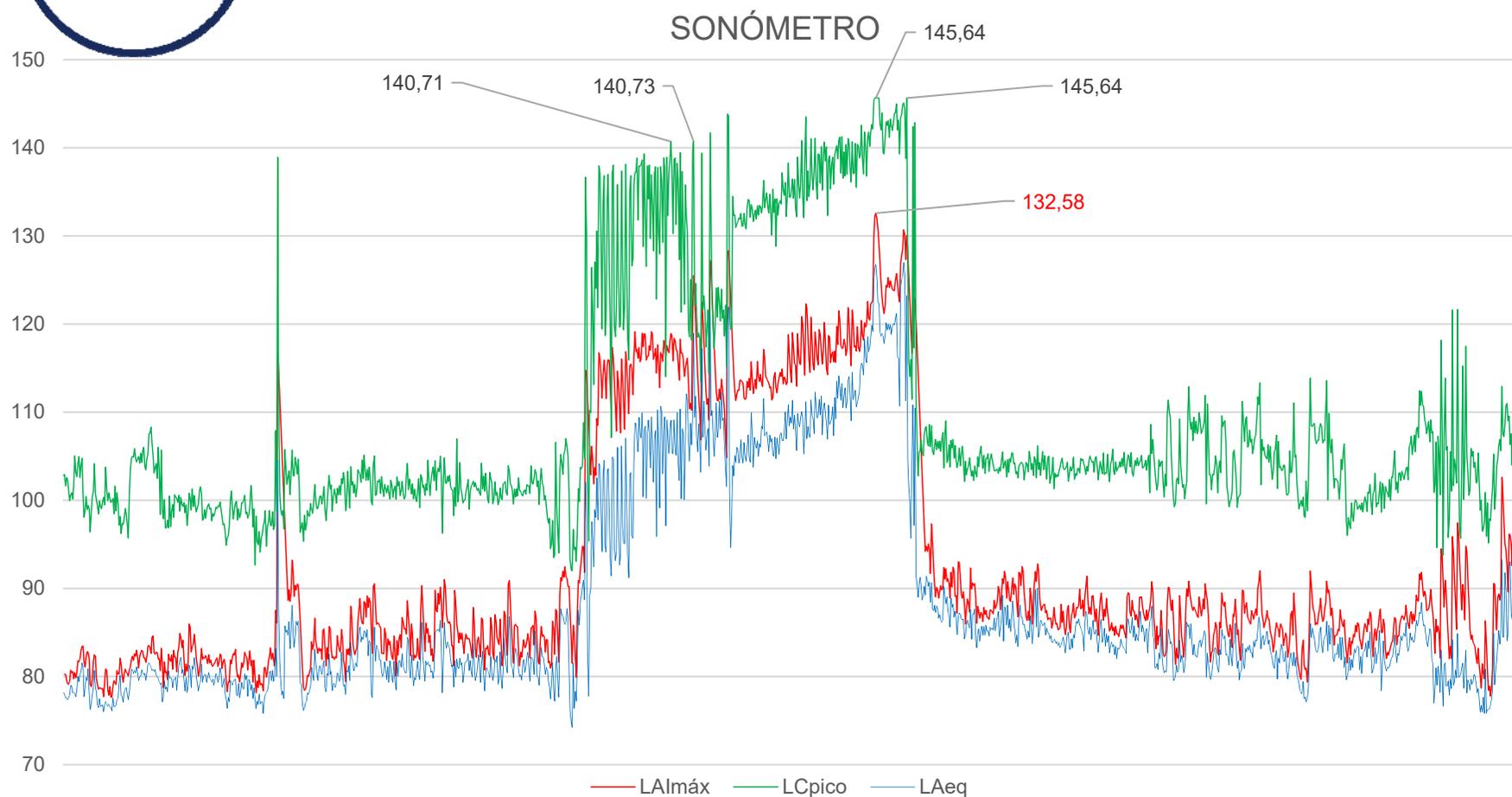
Registro	Tiempo	Dosis	Picos	Instantes (130 dB)	Supera el límite
Completo	30 min	77,4 dB(A)	135,2 dB(C)	22	No
Mascletà	5 min 20 s	90,7 dB(A)	135,2 dB(C)	22	No

SIP2023



Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

SIP2023



- 75 valores por encima de los 120 dBAlmáx
- 64 valores por encima de los 140 dBCpico
- 129 valores por encima de los 137 dBCpico
- Promedio de 88 dBA en 30 minutos y de 108 dBA en 5m 20s



Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

OSHA forma parte del Departamento de Trabajo de los EE. UU. (Department of Labor) y es responsable de crear y hacer que se cumplan las reglas de seguridad y salud en el trabajo. **NIOSH** forma parte de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) del Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS).

La diferencia clave es que el límite de la OSHA es reglamentario y, por tanto, obligatorio por ley, mientras que los límites del NIOSH están diseñados para representar la mejor práctica científica.

Límites de exposición al ruido

Tiempo de exposición	NIOSH dB SPL	OSHA dB SPL
8 hrs	85	85
4 hrs	88	90
2 hrs	91	95
1 hr	94	100
30 min	97	105
15 min	100	110
7.5 min	103	115
3.75 min	106	120
> 2 min	109	-
> 1 min	111	-



Los protectores auditivos apropiadamente ajustados reducen el ruido de 15 a 30 dB. Los mejores tapones y auriculares son aproximadamente iguales en la reducción de ruido, aunque los tapones son mejores para ruidos de frecuencias bajas y los auriculares para ruidos de frecuencias altas





Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

Dos ejemplos de declaraciones sobre el “ruido” en pirotecnia:

- 150 – 175 dB
- 170 – 210 dB

ASPECTOS A TENER EN CUENTA:

Duplicando la fuente de ruido, obtenemos un aumento de 3 dB en el nivel de presión sonora.

Cada vez que la fuente del sonido se aleja de nosotros, o nosotros nos alejamos de la fuente de sonido, éste pierde intensidad con una relación de 6 dB cada vez que la distancia se duplica (por ejemplo, si a un metro percibimos 80 dB, a dos metros percibiremos 74 dB, a cuatro metros 68 dB y a ocho metros, 62 dB)

El perfil de sonido en pirotecnia es diferente a muchos otros, en cuanto a que las fuentes de sonido son puntuales en el tiempo y rara vez se solapan.

NIVELES REALES MEDIDOS EN PIROTECNIA:

Carcasas de trueno de 150 mm (truenos de aviso): 120 dB(AIMáx) a 90 metros, teniendo en cuenta que la altura media de este artefacto es de 160 metros, la distancia de seguridad viene dada por dicha altura, siendo el ruido un aspecto complementario a tener en cuenta, ya que la distancia de seguridad será superior a 90 metros.

Trueno de mascletà F4 de 30 gramos: 132 dB(AIMáx) a 25 metros.

Número de truenos	Cantidad de fulminante (gramos)	Nivel de presión sonora, medido en dB(AIMáx), a 25 metros
1	30	132
2	60	135
4	120	138
8	240	141
16	480	144
32	960	147
64	1.920	150
128	3.840	153
256	7.680	156
512	15.360	159
1.024	30.720	162
2.048	61.440	165
4.096	122.880	168
8.192	245.760	171
16.384	491.520	174
32.768	983.040	177
65.536	1.966.080	180
131.072	3.932.160	183
262.144	7.864.320	186
524.288	15.728.640	189
1.048.576	31.457.280	192
2.097.152	62.914.560	195
4.194.304	125.829.120	198
8.388.608	251.658.240	201



Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

CONCLUSIONES

- El nivel de presión sonora, en cualquier proceso físico, es directamente proporcional a la cantidad de energía que se pone en juego.
- Niveles cercanos a los 170 dB causan diferentes tipos de problemas al organismo que los de pérdida de audición o superación el umbral del dolor del oído.
- El sonido que se genera en pirotecnia es un efecto buscado, al contrario de los sonidos que se generan en otras actividades (máquinas, explosivos, aviones, cohetes, etc.)
- En muchas ocasiones, los valores sobre los niveles de presión sonora carecen de validez y se vuelven subjetivos, al no indicarse la ponderación utilizada para expresar los resultados y la distancia de medición.
- Por las propias características de los productos pirotécnicos, no es posible conseguir ciertos niveles de presión sonora.
- Los tiempos de exposición de un espectáculo pirotécnico son realmente cortos, en comparación a otras actividades lúdicas y no lúdicas, circunstancia que debe tenerse en cuenta a la hora de evaluar el impacto sonoro de dicha actividad.
 - *“En los núcleos urbanos las fuentes de contaminación acústica son muy diversas, pero generalmente podemos englobarlas en 4 categorías que son:*
 - *Tráfico rodado, circulación de vehículos: Aproximadamente el 80% del ruido producido en una ciudad.*
 - *Obras, construcciones industriales: Aproximadamente el 10% del ruido total.*
 - *Ferrocarriles: Aproximadamente el 6% del ruido producido.*
 - *Bares, locales, musicales y otro tipo de actividades: Forman el 4% del ruido restante.”*
- Los límites establecidos en la Directiva 2013/29/UE son incompletos, ya que no tienen en cuenta la exposición temporal.
- En base a la información disponible y los medios actuales, es muy sencillo establecer “zonas de exposición sonora”.
- Es muy probable que, en un ambiente de espectáculo pirotécnico, el aficionado pueda disfrutar de este aún con protección auditiva, ya que seguirá percibiendo la onda sonora a través de su cuerpo.



Laboratorio Oficial J.M. Madariaga

Gracias por su
atención

CONTACTO

Email: lom.lom@upm.es

Teléfono: 910679825

www.lom.upm.es



LOM (Laboratorio Oficial José María de Madariaga)



LOM_UPM



LOM UPM



POLITÉCNICA

