

Estudio del nivel sonoro de las armas de avancarga utilizadas en fiestas populares y recreación histórica

Jose Maeso Riera, María Teresa Sellarés Fabrés, José F. Casamitjana Claramunt

Para citar este artículo:

Maeso Riera J., Sellarés Fabrés M. , Casamitjana Claramunt J. (2018). Estudio del nivel sonoro de las armas de avancarga utilizadas en fiestas populares y recreación histórica. *Auditio*, 5(1), 9-15. <https://doi.org/10.51445/sja.auditio.vol5.2019.0062>

Enlace al artículo:

<https://doi.org/10.51445/sja.auditio.vol5.2019.0062>

Historial:

Publicado (online): 13-02-2018



Estudio del nivel sonoro de las armas de avancarga utilizadas en fiestas populares y recreación histórica

Jose Maeso Riera¹, M^a Teresa Sellarés Fabrés², José F. Casamitjana Claramunt³

1. Centro Médico Delfos. Barcelona.

2. Consorci Hospitalari Parc Taulí. Sabadell.

3. Consorci Hospitalari Mataró. Mataró.

Resumen

Introducción y Objetivos: Las manifestaciones populares asociadas al uso festivo de armas antiguas o réplicas de avancarga tienen numerosas y antiguas referencias a lo largo de nuestra geografía, pero se carecía de estudios de los niveles sonoros derivados de su uso. Se diseñó un trabajo que permitiera analizar los niveles de ruido generados, para poder orientar medidas de protección a sus usuarios.

Material y método: Se recogieron datos de 24 armas de 22 tipos distintos, determinando distintos puntos de medición, y se analizaron los resultados sonométricos en función de los tipos de arma, distancia al tirador y rango de frecuencias.

Resultados: Los datos obtenidos demuestran unos mayores niveles de sonido para los tonos graves, con medias de 102 a 117dB medidas a un metro del tirador, con poca atenuación en distancias a 5 y 10 metros y sin diferencias clínicamente relevantes derivadas del tipo de arma, distancia o carga de pólvora.

Conclusiones: Los niveles de sonido generado por las armas de avancarga aconsejan recomendar las medidas adecuadas de protección, no hallándose diferencias clínicamente relevantes para los distintos tipos de armas utilizadas.

Palabras Clave: niveles de ruido; trauma sonoro; armas antiguas; avancarga; trabucos.

Introducción

Las manifestaciones populares asociadas al uso festivo de armas antiguas o réplicas de avancarga tienen numerosas y antiguas referencias a lo largo de nuestra geografía. Quizá las más características sean las fiestas de Moros y Cristianos en el levante valenciano, las actuaciones de grupos 'trabucaires' en Cataluña, o las representaciones de recreación histórica, como puede ser la de la Batalla de Almansa, entre muchas otras. Estas actividades implican la generación de ruidos intensos, en ambientes urbanos, y con la presencia habitual de público que asiste a las correspondientes festividades. Hasta la actualidad no hemos podido encontrar ningún estudio dedicado a especificar los niveles de sonido, para estos tipos de armas. Existen diversas publicaciones estudiando el nivel de ruido de muy distintas armas

de fuego, procedentes fundamentalmente de fuentes médicas militares o de fuerzas de seguridad (Relanzon, 1992; Jokitulppo y cols., 2008; Moon y cols., 2011; Win y cols., 2015). Un único estudio próximo a nuestro objeto fue realizado en Villena en 1996, estudiando únicamente el nivel sonoro producido por diferentes tipos de pólvora utilizados en las fiestas de Moros y Cristianos (Marco, 1997), si bien se utilizó solamente un tipo de arma y se llevó a cabo en campo libre. Incluso existen referencias a niveles sonoros en armas de juguete y pirotecnia (Axelsson y cols., 1991; Plontke y cols., 2002). En ninguna publicación se ha realizado ningún estudio de armas de arcabucería.

Por todo ello, se diseñó un estudio que permitiera determinar, en las condiciones similares a las habituales de las actuaciones festivas, los niveles de ruido que se generan en las mismas. Para ello ha sido necesario

Orden tiro	Marca	Modelo	Calibre	Carga pólvora (gr)
1	El Rojo	Mod. Abuelo	90	20
2	El Rojo	Mod. Abuelo	90	20
3	APM	Centelles	78	20
4	Parkemy	Centelles	78	20
5	L.J.LL.	Súria	49	20
6	El Rojo	Mod. 12	49	20
7	B.O.P.E.	Súria	40	20
8	El Rojo	Mod. 11	52	20
9	El Rojo	Mod. 13	48	20
10	El Rojo	Trabuco	64	11
11	Ardesa	Mosquete pedernal	45	7
12	El Rojo	Pistola modelo 5	31	6
13	El Rojo	Mod. 13	48	11
14	El Rojo	Mod. 12	49	11
15	El Rojo	Mosquete de piston	65	11
16	El Rojo	Mod. 10	44	11
17	R.S.	Pistola	45	11
18	El Rojo	Trabuco	53	11
19	Ardesa	Trabuco	62	11
20	GIL	Trabuco		10
21	El Rojo	Trabuco		14
22	El Rojo	Berga	63	14
23	Solsona	Trabuco	73	20
24	Solsona	Trabuco	73	20

Tabla.1. Modelos de armas del estudio i cargas de pólvora utilizadas

conseguir llevar a cabo el estudio en ambiente urbano, aunque sin público, y poder realizar las medidas correspondientes para los diferentes tipos de armas de avancarga que se utilizan, intentando incluir los modelos más utilizados.

No existen protocolos de aplicación a la actividad desarrollada. Los protocolos de medidas se han diseñado con el objetivo de poder obtener una información de niveles sonoros para cada banda de frecuencia, así como para poder llegar a conclusiones específicas de las actividades con armas de avancarga.

El presente estudio pretende dar respuesta a distintas cuestiones. Establecer los niveles de sonido generados para un amplio rango de frecuencias. Observar si los distintos tipos de armas utilizadas en estas actuaciones

presentan diferencias entre ellas, si diferentes cantidades de carga de pólvora para la misma arma supone una gran diferencia en la generación de sonido, o si el disparo simultáneo de varias armas genera un nivel de ruido significativamente mayor. Finalmente, medir el comportamiento del sonido en función de la distancia al foco de emisión.

Material y metodos

Se ha conseguido recoger medidas para 24 armas de avancarga diferentes, con 22 modelos distintos. Cada arma fue utilizada por su tirador habitual, con la carga de pólvora negra de arcabuceria que emplea de forma habitual en sus actuaciones (Tabla 1)

Para las medidas de sonometría se utilizaron sonómetros integradores tipo I, Brüel&Kjaer, modelo 2270, y calibrador Brüel&Kjaer, modelo 4231. Para las medidas ambientales se utilizó estación meteorológica TES-TO 410-2.

Las mediciones se realizaron en ausencia de lluvia o viento, con una temperatura ambiente de 33,0oC, 35% de humedad y una velocidad de viento de 0m/s. El estudio se realizó en la Plaça Major del Poble Vell de Súria. Para la medición del nivel sonoro el parámetro considerado en las medidas realizadas es el nivel máximo de presión acústica integrado temporalmente en fast (LF max). Este valor corresponde al máximo ruido procedente del disparo del arma y es el parámetro de referencia para medidas según el Anexo 5 “Inmisión sonora aplicable al ambiente exterior producida por las instalaciones de tiro” del Decreto 176/2009 (Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient i Habitatge, 2010).

Se determinaron los diferentes puntos de medición: Punto 1. a 1 metro del tirador; Punto 2. a 5 metros del tirador; Punto 3. a 10 metros del tirador; Punto 4. en primer piso con ventana abierta; Punto 5. en segundo piso con ventada abierta; Punto 6. en primer piso con ventana cerrada; Punto 7. en segundo piso con ventada cerrada; Punto 8. centro de plaza con tiro simultáneo de todas las armas; Punto 9. en primer piso con ventana abierta con tiro simultáneo de todas las armas.

La recogida de mediciones se realizó según las diferentes metodologías:

Metodología de las medidas en ambiente exterior:

Para las medidas en ambiente exterior, a pie de calle se colocó el sonómetro a 1m, 5m y 10m respecto la fuente sonora, y a una altura de 1,5m respecto al suelo. En la medida en el interior de la edificación sana, se situó en medio de la ventana completamente abierta de una de las dependencias de uso sensible al ruido (en este caso dormitorio) a una altura de 1,5m aproximadamente de altura respecto el suelo. El tirador se situó a una distancia de 4 metros de la fachada del edificio, a nivel de la calle.

Metodología de las medidas en ambiente interior:

Para las medidas en ambiente interior se realizó desde dependencias de uso sensible al ruido (en nuestro caso dormitorios), colocando el sonómetro a una altura de



Figura. 1. Trabuco Modelo 'Abuelo' Cal. 90. 111cm, 9,4 kg. carga 20 gr de pólvora.



Figura. 2. Réplica de mosquete de pedernal.

1,5m respecto al suelo, en el centro del recinto. En el momento de la medida sólo el operador del sonómetro estaba presente en la dependencia donde se realiza la medida. El tirador se situó a una distancia de 4 metros de la fachada del edificio, a nivel de la calle.

Dada la naturaleza de las fuentes sonoras, se realizaron tres mediciones por punto de medida y para cada tipo de arma utilizada para obtener una muestra representativa, a excepción de las medidas interiores y la medida en medio de la plaza, en las que se realizó medición única. Se registraron los niveles de sonido para el rango de frecuencias entre 12,5 y 20.000Hz.

Se comprobó la calibración y verificación de los equipos empleados con certificado de verificación externa según Orden ITC/2845/2007. Se realizó verificación de los sonómetros al inicio y al final de las mediciones con calibrador acústico, obteniéndose valor aceptable (no superior a 0,5 dB(A) respecto a los valores de referencia inicial del calibrador).

Finalmente se analizaron las medias de niveles sonoros para las distintas frecuencias estudiadas, y su relación con los tipos de armas, distancia al punto de detonación y carga de pólvora. Se emplearon estudios por análisis de varianza de un factor (medias de nivel sonoro) -ANOVA de una vía, $p < 0.05$, nivel de confianza de 95% para considerarse significativo- para las diferentes variables, en series múltiples. Otro test de análisis utilizado fue la Prueba de Z, para comparación de medias de dos muestras - $p < 0.05$, nivel de confianza de 95% para considerarse significativo- para series simples.

La realización del estudio se llevó a cabo contando con los informes pertinentes y permisos correspondientes de Subdelegación del Gobierno de Cataluña y de Intervención de Armas de la Guardia Civil.

Resultados

Niveles sonoros por frecuencias

Para todas las armas, y en todos los puntos de medida, se detectaron los mayores volúmenes de sonido en los tonos graves, entre los 160 y los 200 Hz, con diferencias significativas respecto a las medias de niveles sonoros en los tonos agudos ($p < 0.05$) (Tabla 2).

Tomando los resultados individuales de todas las armas el mayor pico de sonido registrado fue de 123,90 dB a 160Hz -arma 2, correspondiendo a un trabuco Mod. Abuelo del calibre 90 (Fig. 1) -. Para esa misma frecuencia el menor pico fue de 112,2 dB -arma 11, correspondiente a una réplica de un mosquete de pedernal del calibre 45, utilizado en recreación histórica (Fig. 2). Ambos valores se registraron en la medición a un metro del tirador.

En la tirada en grupo de las 24 armas simultáneas, el pico mayor de volumen, registrado en un punto central, fue de 128,6dB a 200Hz.

Niveles sonoros por puntos de medida

Las medias de niveles sonoros presentaron un comportamiento distinto según las frecuencias estudiadas (Fig. 3). En los tonos más graves - 12,5 a 125 Hz - las medias en los puntos de medida a 1, 5 y 10 metros no presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$), siendo significativa la diferencia con las medidas en los pisos abiertos ($p < 0.05$), y, en mayor medida, con los pisos cerrados ($p < 0.01$).

Los tonos con las medias de volumen sonoro mayor -160 y 250 Hz- presentaron una media significativamente mayor en la medida a 1 metro ($p < 0.01$). Las medidas a 5 y 10 metros y en los pisos abiertos no presentaron diferencias entre ellas. Las medidas en los pisos cerrados fueron también significativamente menores ($p < 0.01$). Este mismo comportamiento lo presentaron todas las frecuencias agudas, a partir de los 1250 Hz.

La franja de frecuencias comprendidas entre los 250 y los 1000 Hz presentaron unas medias de volumen sin

Frec. (Hz)	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400
Media dB	103,98	103,35	103,11	106,13	109,46	108,81	111,84	112,37	114,11	115,92	116,89	119,77	118,96	116,48	116,76	115,70
Desviación estándar	3,642	3,171	2,914	2,471	2,013	2,223	2,521	2,542	2,782	2,275	2,462	2,554	2,529	2,728	2,510	3,032
Varianza de la muestra	13,266	10,055	8,491	6,106	4,050	4,943	6,354	6,461	7,740	5,176	6,062	6,523	6,395	7,439	6,302	9,193
Mínimo dB	98,40	99,00	98,30	101,20	103,50	103,60	105,90	105,90	106,60	108,60	110,20	112,20	111,80	110,50	109,90	106,00
Máximo dB	112,40	112,50	112,30	112,10	112,10	112,20	116,40	116,60	119,60	119,80	121,10	123,90	122,90	121,60	120,10	119,80
Cuenta (num. Armas)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

Frec. (Hz)	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10.000	12.500	16.000	20.000
Media dB	116,52	116,75	117,22	115,67	116,29	116,66	116,46	115,92	115,15	114,75	114,69	114,38	113,67	112,54	111,19	110,46	110,18
Desviación estándar	3,208	2,966	3,035	2,571	1,517	2,142	1,561	1,873	2,202	2,146	1,354	1,616	1,335	1,291	1,501	1,693	1,369
Varianza de la muestra	10,291	8,798	9,210	6,611	2,302	4,589	2,437	3,507	4,848	4,606	1,833	2,613	1,782	1,666	2,253	2,866	1,875
Mínimo dB	108,60	108,60	108,20	106,60	113,20	111,70	111,70	110,00	106,60	108,30	110,00	109,30	109,60	110,10	108,20	106,90	107,20
Máximo dB	121,90	120,60	121,20	118,60	118,80	119,70	118,80	118,70	117,30	117,80	116,40	117,00	115,80	114,30	113,40	113,80	112,50
Cuenta (num. Armas)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

Tabla 2. Valores estadísticos descriptivos por frecuencias estudiadas. Niveles medidos a 1 metro del tirador.

diferencias significativas en las mediciones a 1, 5, 10 metros, primer y segundo pisos abiertos. Solamente se hallaron diferencias significativas con las mediciones en los pisos cerrados ($p < 0.01$).

Los niveles sonoros medidos para la tirada simultánea con las 24 armas se realizaron solamente a 5 metros -123,13dB- y en primer piso abierto -118,54dB- y presentaron una diferencia significativa entre ambas ($p < 0.05$). Igualmente, las medias de sonido fueron significativamente mayores a la media global para el resto de armas, en los mismos puntos de medida ($p < 0.01$).

En las mediciones con las ventanas cerradas, el distinto equipamiento de las ventanas del primer piso (aluminio con doble cristal y cámara aire) y del segundo (madera con cristal simple) da como resultado que las medias de sonido en las frecuencias a partir de 2000 Hz sean superiores en las mediciones en el segundo piso que en el primero.

Niveles sonoros por armas

Al comparar las medias globales de sonido, agrupando todas las frecuencias, para cada arma en los distintos puntos de registro, no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Solamente las medias de sonido para el arma 11 en las medidas en pisos abiertos demostraron una diferencia significativa ($p < 0.01$) (Fig. 4).

Existen diferencias estadísticas para las distintas armas, al estudiarlas para frecuencias aisladas, pero también se trataría de diferencias acústicamente muy poco relevantes.

Niveles sonoros por carga de pólvora

Se analizaron las mediciones obtenidas en dos parejas de armas de la misma fabricación y calibre (Trabucos El Rojo, modelos 12 y 13), que fueron utilizados con dos cargas distintas, de 20 y 11 gr de pólvora.

Al proceder a la comparación de medias de niveles sonoros para un nivel de confianza del 95%, se halló que la diferencia de medias era significativa para la suposición de medias iguales ($p < 0.01$). Al establecer un nivel de tolerancia de igualdad de medias para valores de 2,5 o 1dB, las medias no eran significativamente distintas para las dos cargas ($p > 0.05$).

Discusión

La ausencia de literatura publicada respecto a este tema de estudio nos ha impedido poder comparar nuestros resultados. Los resultados y observaciones que hemos analizado en el presente estudio aportan respuestas a cuestiones que se plantean en estas actividades asociadas a la cultura popular y a la recreación histórica. Así mismo, no se disponía de estudios que hubieran objetivado los niveles de sonido en estas actividades, para poder relacionarlos con las posibles medidas de prevención y protección acústica para los actuantes y público en base al comportamiento conocido de las lesiones por ruido (Vilas, 1985; Kossowski, 2017; National Institute of Deafness and other Communication Disorders, 2017)

La media de volumen global, agrupando todas las armas y frecuencias estudiadas, en las mediciones a un metro, ha sido de 113,69dB, con un máximo de 123,90dB, y un mínimo de 98,3dB. Hemos observado niveles sonoros en promedio importantes, si bien menores a los correspondientes a armas de fuego, para las que están descritos niveles sonoros de hasta 140-150dB (Jokitulppo y cols., 2008; Moon y cols., 2011; Win y cols., 2015; National Institute of Deafness and other Communication Disorders, 2017). Debe tenerse presente que nuestro estudio se realiza sobre armas que únicamente detonan pólvora negra de arcabucería, sin ningún tipo de proyectil. Igualmente la literatura recoge trabajos sobre elementos recreativos -pistolas deto-

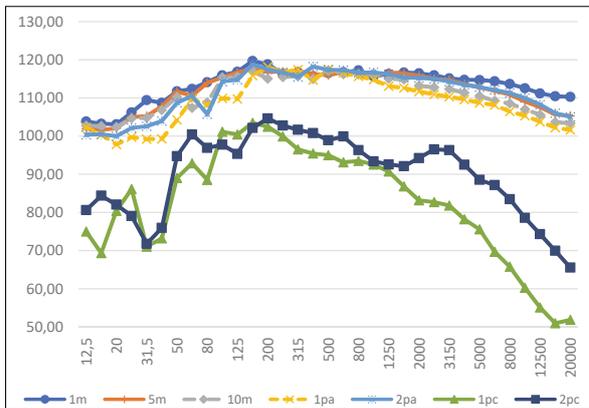


Figura 3. Medias de volumen de sonido para cada frecuencia por puntos de medida. (pa: piso abierto; pc: piso cerrado)

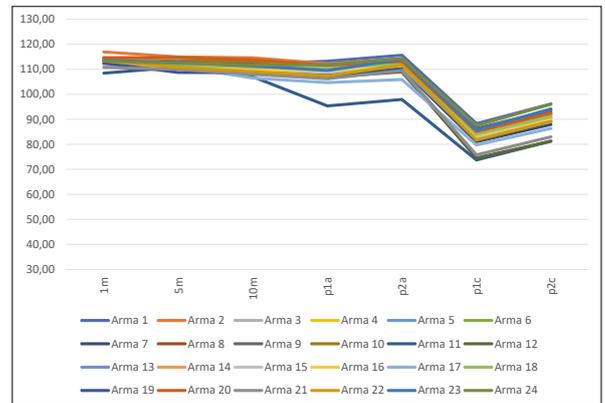


Figura 4. Medias de volumen de sonido en dB para cada punto de medida para las 24 armas.

nadoras o elementos de pirotecnia- que pueden generar picos sonoros de hasta 140 dB (Plontke y cols., 2002). Sin embargo, ninguna de estas publicaciones hace referencia al rango de frecuencias en que se distribuyen estos volúmenes de sonido.

En todas las armas estudiadas, hemos observado que los mayores picos de intensidad sonora se encuentran en las franjas de los tonos graves, entre 160 y 250 Hz, con niveles algo más bajos en frecuencias más graves y en los tonos agudos. Estas diferencias, si bien con significancia estadística, tiene poca relevancia clínica, ya que nos encontramos todas las medias de medida por encima de los 100dB en todas las distancias evaluadas, sin obstáculos.

Al analizar el comportamiento en función de los puntos de medida, hallamos igualmente diferencias valorables estadísticamente, pero con poca relevancia clínica. La dispersión del sonido es escasa en todas las medias de medidas sin obstáculos: 113,69dB a 1 metro; 112,35dB a 5 metros, 110,98dB a 10 metros, 109,13 en primer piso abierto y 111,74 dB en segundo piso abierto. Si que exis-

ten diferencias valorables en las medidas realizadas en los pisos cerrados. Como era de esperar por el comportamiento conocido de las distintas frecuencias, los tonos agudos sufren una mayor atenuación con los obstáculos físicos (Kossowski, 2017). Las medias de sonido obtenidas en los pisos cerrados fueron menores: 83,12dB en el primero y 90,46dB en el segundo. Se observó una mayor atenuación en el primer piso, ya que estaba dotado de una ventana de doble cristal con cámara.

Al analizar el comportamiento de las distintas armas, si bien se detectan diferencias estadísticamente significativas en las mediciones, estas no son muy acusadas cuando se valoran clínicamente, con valores comparables a los comentados en el estudio de las distintas frecuencias. Las medias de sonido producidas por las distintas armas de avancarga estudiadas se encuentran por encima de los 100 dB, sin grandes diferencias clínicas entre armas teóricamente muy distintas. Así, en medidas a un metro del tirador, para un trabuco del modelo Abuelo, del calibre 60, usando 20 gr de carga de pólvora, se consigue una media de 116,95dB, mientras



Figura 5. (a) Trabuco Mod. Abuelo. Cal. 90. 111cm, 9,4kg. Carga 20 gr pólvora. (b) Pistola de pistón Mod. 5. Cal. 31. 44cm, 1,4kg. Carga 6 gr pólvora.

que para una pistola del modelo 5, calibre 31, con 6 gr de pólvora, se consigue una media de 112,66dB, lo que significa solamente 4,29dB (Fig. 5). Esta poca diferencia de intensidad sonora entre armas de diseño muy diferente entre sí, podría explicarse por la combinación de factores: cantidad de carga de pólvora, diseño de la boca de salida del cañón y tamaño/calibre del cañón. Así, armas con una boca de salida estrecha (mosquetes, pistolas) parecen precisar menor carga de pólvora que las armas con boca amplia (trabucos), para producir niveles de sonido parecidos, posiblemente por la menor dispersión de salida. Por el mismo efecto, entre trabucos de boca amplia, a un mayor calibre del cañón se precisará una mayor cantidad de pólvora para producir el mismo nivel de sonido.

En nuestras medidas pudimos tener la oportunidad de estudiar tiradores que utilizaron el mismo modelo de trabuco (Modelos El Rojo 12 y 13), pero con dos cargas de pólvora distintas, de 20gr y 11gr. El análisis de los resultados obtenidos con los correspondientes emparejamientos, no arrojaron una diferencia valorable justificable por la diferencia de carga. Así, en las medidas a un metro, con el modelo 12 la media de sonido fue de 112,86dB con 20 gr de pólvora, y de 109,96dB con 11gr, y con el modelo 13 la media de sonido fue de 112,18dB con 20 gr de pólvora, y de 109,93dB con 11gr. Esta escasa diferencia no justificaría el uso de cantidades superiores de pólvora. Por las características de estas armas, una parte de la pólvora más externa es proyectada por la detonación de la más interna. Al aumentar la cantidad de carga introducida en el cañón del arma, lo que se consigue mayoritariamente es aumentar la cantidad que se eyecta sin quemar y que, por lo tanto, no contribuye a incrementar el sonido.

Conclusiones

1. Los datos obtenidos en nuestro estudio predicen que los niveles de sonido que se consiguen con las armas de avancarga no parecen diferir de manera valorable para los distintos modelos que se utilizan de forma habitual en las actuaciones y recreaciones.
2. Tampoco influye en gran medida la diferencia de carga utilizada para una misma arma, y la diferencia de sonido no se corresponde con la diferencia de carga utilizada. Un incremento de gasto de pólvora no se traduce en un incremento significativo de nivel sonoro.
3. El estudio del rango de frecuencias ha demostrado una mayor repercusión en los tonos graves, si bien los niveles de sonido para todas las frecuencias se encuentran en niveles altos. Por otra parte, debe considerarse que nos encontramos ante sonidos de características impulsivas, por lo que se añadirá un efecto mecánico de onda expansiva. Estos hallazgos, acompañados por los conocimientos que tenemos de las lesiones por ruido, llevan a aconsejar las correspondientes medidas de protección a los tiradores, así como al público asistente a estos actos.

4. Si bien en el presente trabajo se han podido recoger datos de 22 armas distintas, con 24 tiradores, que incluyen un muy amplio abanico de las más utilizadas en estas actividades, no se han podido estudiar todas las variantes, o tampoco otros escenarios distintos, como podrían ser en campo abierto como en el caso de recreaciones históricas, o con un número muy superior de armas simultáneas, como puede suceder en las fiestas de Moros y Cristianos. Posteriores estudios pueden aportar mayores ampliaciones a los datos que hemos podido obtener.
5. No se ha encontrado ninguna referencia para poder contrastar estos resultados, por lo que creemos que estudios controlados más amplios podrán poner a nuestra disposición más datos que nos permitan mantener estas tradiciones y recreaciones de forma más segura.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen al Ayuntamiento de Súrria y a la Asociación de Vecinos del Barri Vell, por autorizarnos a realizar el estudio en sus calles. A las collas trabucaires de Súrria (Tró Gros), Solsona, Terrassa (Federins), Alella (Trabucaires del Vi d'Alella), Castellar del Riu, Berga, a la asociación de recreación histórica Miquelets de Catalunya y a Trabucaires de Sant Andreu, por su aportación de distintos tipos de armas de avancarga, y su dedicación en tiempo y costes, para poder llevar a cabo todo el presente trabajo. Finalmente agradecer a la empresa COTTET y a SCS Tecnos SA, por la aportación del material de medición y la recogida de las medidas.

Bibliografía

1. **Axelsson, A., Hellström, PA., Altschuler, R., Miller, JM.** 1991. Inner ear damage from toy cap pistols and fire-crackers. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 21: 143-1488.
2. **Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge** [Internet]. 2010. Recull legislatiu de la Generalitat de Catalunya per a la gestió i avaluació de l'acústica ambiental. ISBN 978-8439383253. Barcelona. Citado diciembre 2017. Disponible en: http://www.gencat.cat/mediamb/publicacions/monografies/recull_legislatiu.pdf
3. **Jokitulppo, J., MSc; Lt Col Markku Toivonen, Finnish Defence Forces (Med.); Rauno Pääkkönen, PhD; Col Seppo Savolainen, Finnish Defence Forces (Ret.); Erkki Björk PhD; Capt Kyösti Lehtomäki, Finnish Defence Forces (Navy).** 2008. Military and Leisure-Time Noise Exposure and Hearing Thresholds of Finnish Conscripts. *Military medicine*, 173, 9:906-912.
4. **Kossowski M.** 2017. Traumatismos sonoros agudos. En: *EMC Otorrinolaringología* 46(1): 1-11 [Artículo E – 20-185-A-10].
5. **Sanjuan, MJ.** 1997. Estudio del Nivel Sonoro de Diferentes Tipos de Pólvoras Negras y sus Características. Publicación de la Unión Nacional de Entidades Festeras (UNDEF), Agosto.
6. **Moon, S., Park, SY., Park, H.J., Yang, HS., Yong, S.J., Lee WS.** 2011. Clinical Characteristics of Acoustic Trauma Caused by Gunshot Noise in Mass Rifle Drills without Ear Protection. *J Occup Environ Hyg*, 8: 618-623. <https://doi.org/10.1080/15459624.2011.609013>

-
7. **NIDCD: National Institute of Deafness and other Communication Disorders** [Internet].2014. Bethesda. US Department of health & Human Services. National Institute of Health. Noise-Induced Hearing Loss. NIH Publication No. 14-4233. Citado en diciembre de 2017. Última actualización 7 de febrero de 2017. Disponible en: <https://www.nidcd.nih.gov/health/noise-induced-hearing-loss>
 8. **Plontke, SK., Dietz, K.,Pfeffer, C., Zenner, HP.** 2002. The incidence of acoustic trauma due to New Year's firecrackers. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 259: 247–252.
 9. **Relanzon López JM.** 1992. Validez de los Tests Predictivos de la Fatiga Auditiva en la Prevención del trauma acústico. Tesis Doctoral. Universidad Complutense, Madrid.
 10. **Vilas Ribot, J.** 2010. INSHT: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [Internet]. NTP 136: Valoración del Trauma acústico. Madrid. NIPO: 211-86-023-6. Citado en diciembre 2017. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/ Ficheros/101a200/ntp_136.pdf
 11. **Win, KN., Balalla, NB., Lwin, MZ., Lai, A.** 2015. Noise-Induced Hearing Loss in the Police Force. *Saf. Health Work*, 6:134-138. doi: 10.1016/j.shaw.2015.01.002. Epub 2015Feb 4.

