

ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE ELECTRODOS

Rubén Tarira Zambrano¹, Eduardo Orcés Pareja²

¹ Ingeniero Industrial, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006

² Director de Tesis. M.S. Mechanical Engineering, 1974, California Institute of Technology, Profesor de la ESPOL desde 1975

RESUMEN

El presente trabajo se lo realizó en la Empresa AGA S.A.-ECUADOR, con el objeto de analizar las condiciones de trabajo y poder hacer recomendaciones para disminuir el riesgo de daños auditivos a los trabajadores causados por la exposición prolongada a altos niveles de ruido.

El primer paso que se llevo a cabo en este trabajo fue el de determinar las dimensiones de toda la infraestructura y la ubicación de toda la maquinaria existente. Posteriormente se procedió a determinar los tiempos empleados en cada una de las operaciones en las máquinas para saber cuantos puntos serian muestreados en este lapso de tiempo.

Luego de esto se procedió a hacer las mediciones con un sonómetro analizador tipo 1 marca Brüel and Kjaer, modelo 2230, equipado con filtro de frecuencias. Se muestrearon alrededor de 200 puntos, obteniéndose tiempos de exposición y dosis de ruidos. Los resultados obtenidos se los comparó con el código del trabajo, determinándose varios puntos que no cumplían con los estándares permisibles.

Para reducir los niveles de ruido se analizaron las fuentes y el medio de transmisión para determinar la mejor manera de atenuarlo. Se diseñó un encapsulamiento para disminuir los ruidos intensos en el área de corte y a su vez disminuir la contaminación sonora a otras áreas. Se evaluó las vibraciones en el área de Corte de acuerdo a la Norma ISO 2631-1 para determinar si estas cumplían con los estándares establecidos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se lo realizó en la Empresa AGA S.A.-ECUADOR, y trata del “Estudio de la contaminación sonora en una planta productora de electrodos” con el objeto de mejorar las condiciones de trabajo y disminuir el riesgo de daños auditivos causados por la exposición prolongada a altos niveles de ruido.

Antes de comenzar a hacer las mediciones, se realizó el plano de toda la planta para posteriormente hacer un estudio de tiempos de cada una de las operaciones. Esto se lo hizo con la finalidad de saber cuantas muestras se obtendrían durante un cierto proceso, dado que se tenía un tiempo límite de 1 mes para el muestreo; simultáneamente con este paso fue necesario calcular el número de puntos que serían muestreados.

Luego de hacer las mediciones con el sonómetro, se llevó a cabo el tratamiento de los datos y la comparación de los mismos con la Norma Ecuatoriana. En este estudio también se analizó las formas de mitigar los niveles de ruido, se evaluó los niveles de vibración, se analizaron los equipos de protección personal que actualmente utilizan y se determinaron los costos en caso de llevar a cabo este estudio.

1. CONTENIDO

1.1 Evaluación previa del ruido por medio de una encuesta

Era importante conocer las opiniones de los trabajadores sobre:

- Áreas que son más ruidosas dentro de la planta.
- Conocimiento acerca de los daños ocasionados por el ruido.
- Ideas para disminuir el ruido en su puesto de trabajo o en otras áreas.

Se elaboró una encuesta con las siguientes preguntas.

1. *¿Consideras que en tu puesto de trabajo, el ruido supone un riesgo grave para tu salud?*

Se puede concluir que los trabajadores de las áreas de trefilación, corte, alimentadora de varillas, prensa, y empaque sienten que de una u otra forma el ruido está siendo perjudicial para su salud, es decir se deben tomar medidas al respecto luego de hacer las mediciones con sonómetro.

2. *¿Cual de las siguientes areas consideras que genera más ruido? Evalualas de acuerdo a la siguiente escala:*

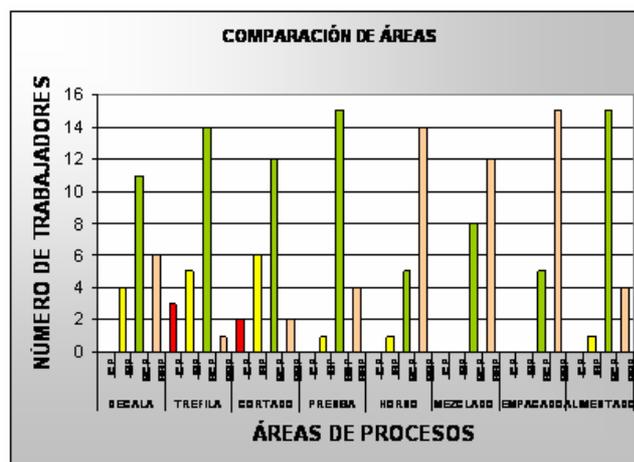


FIGURA 1. CUADRO DE RESULTADOS

De acuerdo a la figura 1 podemos concluir que las áreas más ruidosas de acuerdo a lo percibido por los trabajadores son las de Decalaminado, corte, trefilación, Prensa y la Alimentadora de varillas

3. *¿En tu puesto de trabajo se ha medido alguna vez el ruido?*

La empresa si había realizado mediciones de ruido pero no se tomaron medidas de evaluación, como por ejemplo el análisis de cada proceso de trabajo.

4. *¿La empresa ha aplicado alguna medida preventiva para evitar el ruido luego de la medición?*

Las medidas adoptadas por la empresa para reducir los niveles de ruido de acuerdo a las opiniones de los trabajadores fueron:

- Proporcionó nuevos protectores como tapones y orejeras.
- Mejoró el mantenimiento en las máquinas.

5. *¿En la empresa se realizan audiometrías para evaluar la pérdida auditiva de los trabajadores?*

De un total de 20 trabajadores solo 6 fueron examinados dado que estos se encontraban laborando en ese entonces.

6. *¿Cada cuánto tiempo se realizan las audiometrías?*

La empresa no cuenta con un programa definido para los exámenes audiométricos por lo que los trabajadores no supieron que contestar a esta pregunta.

7. *¿Tienes alguna sugerencia para mejorar algún proceso de trabajo con la finalidad de disminuir el ruido intermitente en la fábrica?*

Las sugerencias fueron: Dar un mantenimiento continuo a las máquinas, tener un programa constante de evaluación del ruido, capacitación al personal de planta, mantener siempre cubiertas las cortadoras cuando estén operando.

1.2 Metodología a seguir para el muestreo con sonómetro

Las mediciones de niveles de presión sonora fueron realizadas de acuerdo a lo determinado en el Código del Trabajo, Cap.V (Ref. 1) y en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.

El primer paso a seguir era el de determinar los puntos para el muestreo de datos, esto se lo hizo en base al campo próximo que es el lugar donde el trabajador se desenvuelve. Para la elección de los tiempos para el muestreo total, este fue pactado con la compañía y su duración fue de 1 mes y solo se midió la parte de producción de electrodos.

Luego de esto se determino los tiempos de cada operación con cronómetro, y en base a datos históricos de la producción del año 2005 se encontró un valor promedio del tiempo que las máquinas se encuentran encendidas en un día de 8 horas de trabajo, esto se lo hizo para poder determinar la dosis diaria de ruido.

Para el **Área de Trefilación**, para un alambre trefilado de 1/8 se midió un tiempo de 15 minutos 12 segundos, con un tiempo para amarrar y soldar alambre de 13 minutos 31 segundos. En esta área encontramos un total de 2 trabajadores. Con los datos obtenidos para el proceso de trefilación y

con los datos históricos de la producción del año 2005, se obtuvo el tiempo que un trabajador permanece en esta área el mismo que fue de 2.22 horas con las máquinas encendidas.

Para la toma de todos los datos se utilizó un sonómetro tipo 1, marca Brüel and Kjaer, modelo 2230, arrojando los datos que se presentan en la tabla I a continuación:

TABLA I

DOSIS DE RUIDO PARA ALGUNOS PUNTOS DEL ÁREA DE TREFILACIÓN

X [m]	Y [m]	Punto	NPS [dBA]	Tiempo [hr]	Tiempo de Exposición [hr]	Dosis
7.69	6.23	6	93.8	2.36	1.28	0.54
16.8	1.75	46	93.0	2.63	2.22	0.84
18.24	1.75	49	93.1	2.59	2.22	0.86
16.8	3.35	47	92.6	2.80	2.22	0.79
18.24	3.35	50	92.1	2.99	2.22	0.74

De acuerdo a la TABLA I, podemos notar que aparentemente los valores cumplen con el código del trabajo que indica que la dosis de ruido no debe de ser mayor que 1, sin embargo existe una dosis combinada entre el punto 6 y 49 que es donde el trabajador opera las trefiladoras, descarga y amarra los rollos trefilados respectivamente, dando como resultado una dosis de 1.4.

Para el **ÁREA DE CORTE**, se midió un tiempo de 31 minutos 24 segundos, para la máquina REL 3, y de 36 minutos 30 segundos, para la SDR 3 por cada rollo trefilado de 250 kg. En esta área operan un total de 2 trabajadores, con un tiempo de permanencia de 3 horas como promedio, obtenido en base a los datos de producción del año 2005. A continuación se presentan las dosis de ruido que se obtuvieron:

TABLA II

DOSIS DE RUIDO PARA ALGUNOS PUNTOS DEL ÁREA DE CORTE

X [m]	Y [m]	PUNTO	NPS [dBA]	Tiempo [hr]	Tiempo de Exposición [hr]	DOSIS REL. 3	DOSIS SDR3
18.24	6.23	22	91.0	3.47	1.12		0.32
18.24	3.35	50	92.1	2.99	1.92	0.64	
19.68	3.35	51	94.3	2.19	1.92/1.12	0.88	0.51
22.61	6.23	55	105.3	0.48	3.43		7.16
22.61	3.35	59	103.4	0.63	3.25	5.18	
TOTAL						6.7	7.99

Como podemos observar la dosis conjunta de los puntos donde el trabajador permanece la mayor parte de su tiempo para cada máquina, excede súbitamente el valor permisible de 1.

Para el **ÁREA DE EXTRUSIÓN**, el tiempo promedio que la extrusora permanece operando es de 8 minutos 16 segundos, por cada 7 tochos, y el tiempo total durante un día de trabajo es de 3.27 horas. A continuación se presentan los puntos donde el trabajador permanece la mayor cantidad de su tiempo junto con la dosis de ruido.

TABLA III

DOSIS DE RUIDO PARA ALGUNOS PUNTOS DEL ÁREA DE EXTRUSIÓN

X [m]	Y [m]	Punto	NPS [dBA]	Tiempo [hr]	Tiempo de Exposición [hr]	Dosis
26.93	6.23	208	95.2	1.95	3.27	1.68
32.69	6.23	212	89.4	4.37	3.27	0.75
32.69	7.67	219	92.5	2.83	3.27	1.15
31.25	10.54	239	87.9	5.31	3.27	0.61
32.69	11.99	240	88.3	5.04	3.57	0.71

Para el **ÁREA DE EMPAQUE**, en esta área no hay máquinas operando y los trabajadores permanecen en este lugar alrededor de 7 horas en un día normal de trabajo. A continuación se presenta la TABLA IV, con puntos representativos de esta área y sus respectivas dosis de ruido.

TABLA IV

DOSIS DE RUIDO PARA ALGUNOS PUNTOS DEL ÁREA DE EMPAQUE

X [m]	Y [m]	Punto	NPS [dBA]	Tiempo [hr]	Tiempo de Exposición [hr]	Dosis
9.53	10.54	89	85.9	7.03	7	1
9.53	11.99	101	84.9	8.11	7	0.86
9.53	13.43	113	84.5	8.53	7	0.82
9.53	14.87	125	83.6	9.71	7	0.72
9.53	16.31	137	83.3	10.17	7	0.69
9.53	17.75	149	83.0	10.60	7	0.66
9.53	19.19	158	83.8	9.48	7	0.74
9.53	20.63	167	86.1	6.87	7	1.02
10.81	20.63	168	86.8	6.23	7	1.12

De acuerdo a los datos presentados anteriormente se encontraron que las áreas que mayor ruido generan son: Área de corte, área de trefilación y área de extrusión.

2. MEDIDAS DE CONTROL

Dentro de las medidas para mitigar el ruido se han tomado en cuenta los controles administrativos y los de ingeniería.

2.1. Controles de ingeniería

Los controles de ingeniería que aquí se han aplicado son: Mantenimiento de las máquinas, reducción y evaluación de la vibración, y finalmente diseñar un sistema para controlar el ruido en las máquinas más ruidosas.

2.1.1. Reducción y evaluación de la vibración

Del análisis de vibraciones se encontró que existía mucho desgaste en varios de sus rodamientos, también se encontró que varios puntos de anclaje de la máquina SDR3 se encontraban flojos transmitiendo la vibración a otros medios.

De la evaluación de la vibración en el suelo se llegó a determinar que en el área de corte había una vibración de 1.15 m/s^2 , que comparado en la norma ISO 2631-1 de exposiciones de cuerpo entero, se encontraba en el rango de 1.25 y 2.5 m/s^2 que es inconfortable para el trabajador.

2.1.2. Diseño del sistema para controlar el ruido

Para diseñar el sistema de control de ruido fue necesario primero tomar en cuenta las siguientes consideraciones: Un sistema que proporcione una alta atenuación, que no interrumpa la comunicación, que no obstaculice el flujo productivo, y que sea de bajo costo. Siendo la mejor alternativa el confinamiento de las máquinas más ruidosas.

Este protector fue diseñado para las máquinas cortadoras, por ser las más ruidosas. Las opiniones de los trabajadores también fueron de vital importancia para hacer este diseño. Una vez hecha la caja se recomienda poner material absorbente en su interior.

El material recomendado para la construcción de este protector fue plancha de 6 mm de acero, con una densidad superficial de $77 \text{ Kg/m}^2/\text{cm}$. A continuación se presenta la pérdida por transmisión para este espesor:

TABLA V

PERDIDAS POR TRANSMISIÓN

FÓRMULAS	FRECUENCIAS							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$20 \text{ LOG } m$	33,29	33,29	33,29	33,29	33,29	33,29	33,29	33,29
$K=20\text{Log } F-48$	-12,01	-6,06	-0,04	5,98	12,00	18,02	24,04	30,06
TL	21,28	27,23	33,25	39,27	40,00	40,00	40,00	40,00

2.2. Controles administrativos

Dentro de los controles administrativos se evaluaron los equipos de protección personal (EPP), se habla también sobre la capacitación a los trabajadores sobre el tema del ruido, y controles de la audición.

Los equipos de protección personal que actualmente se están utilizando, con un Noise Reduction Rating (21 dB), si son los adecuados luego de comprobar su efectividad haciendo un análisis de frecuencia en octavas de bandas, pero hay unas áreas que no cuentan con este tipo de protectores.

Sobre la capacitación basada en la organización internacional del trabajo (OIT), los empleadores deberán asegurarse que se informe a los trabajadores sobre: Resultados de sus pruebas audiométricas, consecuencias de la pérdida por audición, precauciones necesarias que se deben tomar frente al ruido y los síntomas que se presentan por exposiciones continuas a altos niveles de ruido.

Sobre **las audiometrías**, y siguiendo los parámetros expuestos en el REAL DECRETO 1316/1989, sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos por exposiciones a niveles altos de ruido establece:

Trabajadores expuestos a niveles de ruido entre 80 y 90 dBA la empresa deberá establecer cada 3 años controles médicos auditivos y realizar una evaluación de la exposición al ruido cada año.

3. Conclusiones

1. En el área de trefilación, punto número 6 y punto número 49, se encuentra un nivel de presión sonora de 93.8 dBA y 93.1 dBA, que sumados dan una dosis de 1.4, incumpliendo con la Norma Ecuatoriana que indica que esta debe ser menor a 1.

2. En el área de corte, los operadores de las máquinas REL-3 y SDR-3 están expuestos a dosis de ruido de 6.7 y 7.99, respectivamente, incumpliendo con la Norma Ecuatoriana de exposición al ruido industrial. Los operadores se encuentran la mayor parte de su tiempo en el campo directo de las máquinas ubicadas en los puntos 55 y 59. Además, el ruido es incrementado significativamente por dos factores que se pueden identificar como: El uno es cuando la varilla sale cortada y cae por gravedad hacia un cestón metálico donde se produce un ruido de impacto que sobrepasa los 100 dBA pico. El otro factor muy importante es que cuando el trabajador saca los palillos de la bandeja metálica, los empareja en un yunque provocando el roce de las varillas metálicas con el yunque, aumentando una vez más el nivel de ruido. Además cabe mencionar que también deja caer las varillas emparejadas a un cesto para ser llevado a la alimentadora de varillas.

3. En el área de extrusión se ha encontrado que el ruido es incrementado significativamente por dos factores principales los cuales son: El primero es

que en el punto 208 el operario de la alimentadora de varillas golpea con una placa metálica las puntas que sobresalen para que bajen uniformemente y el otro factor es que en el punto 240 se produce un roce entre la bandeja que lleva los electrodos y la bancada de la transportadora.

4. En el área de empaque no se ha hecho observaciones y podemos decir que es un área que depende de las modificaciones y mejoras que se hagan en el resto de áreas a pesar de tener una dosis de ruido de 1,12 en el punto 168.

4. Recomendaciones

1. En el área de corte y extrusión, se recomienda cubrir las superficies metálicas con algún tipo de caucho o suela, para evitar el contacto metal y metal. Las superficies que deberían cubrirse son las siguientes:

- (a) Yunques que se encuentran en los puntos 55 y 59, en el área de corte.
- (b) Bandeja que recoge los palillos cortados, en el área de corte.
- (c) Placa que sirve para emparejar los palillos en la alimentadora.
- (d) Bancada de la transportadora.

Recubriendo estas partes se estima que el nivel de ruido disminuya por lo menos unos 10 dBA, lo cual es significativo.

2. En todas las máquinas, se recomienda hacer un ajuste de las piezas gastadas o desbalanceadas, para así reducir la vibración y el ruido.

3. En el área de trefilación se debe equilibrar la carga de trabajo cuando los operarios de las trefiladoras se trasladan del punto 6 al 49 con el objetivo de disminuir la dosis de ruido.

4. En el área de corte se recomienda reubicar a los trabajadores de las cortadoras debido a que están ubicados en los puntos 55 y 59 que es donde la energía sonora es demasiado intensa.

5. Usar obligatoriamente dispositivos de protección individual contra el ruido (tapones y/o orejeras) en el área de trefilación, corte, alimentadora de varillas, y momentáneamente en el puesto de los bandejeros.

6. También sería muy conveniente capacitar a los trabajadores de la planta para tratar de que tengan un criterio bien formado de los riesgos que corren si no toman las debidas precauciones en alguna área que requiera alguna protección auditiva, hacer una campaña interna en la empresa para en lo posible disminuir los niveles de ruido y formar una cultura de ruido en el trabajador.

Bibliografía

1. FRANK E. FERNÁNDEZ, Manual de Fundamentos de Ingeniería Industrial, (Primera edición, E.U.A, Editorial Manova, 1981).
2. LORD, GATLEY Y EVENSEN, Noise Control For Engineers, (E.U.A Mc. Graw – Hill, 1980).
3. URQUIZO MARIO, Registro y Análisis de Vibraciones (Informe Técnico, Guayaquil, 2005).
4. EDUARDO ORCES PAREJA, Vibraciones Mecánicas (folleto del seminario dictado en el CIMEG, GUAYAQUIL, 1982).
5. Código del trabajo, Capítulo. V, Art. 55: Ruido y Vibraciones ,2003.
6. ISO 2631-2, Evaluación de la exposición Humana a la Vibración en Cuerpo Completo, 1989.
7. JARA ESPINOSA JOSÉ PORFIRIO, “Medición y Evaluación de la Polución Sonora (ruido) en la ciudad de Guayaquil”, (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1998).
8. BRUEL & KJAER, Ruido Ambiental (Division of Espectris, España, 2000).