

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL AL RUIDO: SONOMETRÍA AMBIENTAL EN UNA INDUSTRIA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO.

Miguel González Saborío¹

RESUMEN

Se describen y analizan los resultados de una investigación exploratoria realizada entre los meses de setiembre y diciembre del 2009 en una fábrica de productos prefabricados de concreto en Costa Rica. La investigación planteó como objetivo primario desarrollar una sonometría ambiental en una industria de producción de productos prefabricados de concreto, como fundamento para determinar la observancia de los límites máximos de exposición ocupacional al ruido, estipulados en la legislación nacional vigente.

La metodología aplicada fue llevar a cabo una investigación de carácter exploratorio-descriptivo y de corte transversal. Las variables utilizadas fueron Lmin, Lmax y Lprom. Entre los principales resultados, el área de la nave de bloques obtuvo un Lprom de 93,2 dB(A), en el área alrededor de la Bloquera el Lprom global fue de 94,81 dB(A), y para el área de la nave de postes el Lprom fue de 91,85 dB(A).

La empresa, a manera de conclusión general, debe preocuparse por hacer un mejor tratamiento y control de este contaminante físico, pues desde una perspectiva prevencionista, los esfuerzos y políticas para la reducción del ruido no son las más adecuadas, ya que se evidencian niveles tales que, si no se usa algún tipo de equipo de protección personal contra el ruido, se estarán sobrepasando niveles seguros para la salud de las personas.

ABSTRACT

The present article describes and analyzes the results of an exploratory assessment between the months of September and December 2009 in a factory of prefabricated concrete products in Costa Rica. The primary objective was to develop an environmental sonometry in the industry as the basis for determining compliance with maximum occupational exposure to noise stipulated in national legislation.

As methodology, it was proposed an exploratory-descriptive research and cross-sectional. The variables used were Lmin, Lmax and Lprom. Among the major findings, the area of the Block Manufacturing Process obtained a Lprom of 93.2 dB (A), in the area around the Block Machine the global Lprom was 94.81 dB (A), and the area of Pole Manufacturing Process posts an Lprom of 91.85 dB (A).

As a general conclusion, the company should worry about making better treatment and control of the physical contaminants, as from a prevention perspective, efforts and policies for noise reduction are not the most appropriate, since such levels are evidence that, unless everyone use some kind of personal protective equipment against noise, the safe levels of noise exposure will be being exceeding most of the time.

PALABRAS CLAVE

Ruido, Sonometría, Exposición Ocupacional, Higiene Ambiental, Salud Ocupacional.

¹ Bachiller en Salud Ocupacional, ULACIT. Bachiller en Salud Ocupacional UCR. Candidato a Licenciatura en Salud Ocupacional con énfasis en Seguridad Industrial, ULACIT. Consultor Ambiental y en Salud Ocupacional (Email: miguel.gonzalez@consultoriaecos.com)

INTRODUCCIÓN

El ruido fue por primera vez catalogado como un agente contaminante de primer orden en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo, Suecia, en 1972. Actualmente, este contaminante ambiental, sigue siendo un verdadero problema para la salud humana, especialmente en los centros de trabajo de tipo industrial. Es por ello que la exposición a dicho factor físico, presente en el medio ambiente laboral, capta el interés entre los profesionales en Salud Ocupacional por sus efectos en la salud, sobre el comportamiento humano individual y grupal; debido a las consecuencias físicas, psíquicas y sociales que conlleva.

La salud y el medio ambiente son interdependientes e inseparables. Así se afirma en la Declaración de Sundsvall sobre Entornos Propicios para la Salud [1], y es una noción que comparte este autor. El nexo vinculante que existe entre nuestro entorno y nuestra salud es innegablemente fuerte, de manera que se puede argumentar, que cuando nos exponemos a entornos contaminados, nuestra salud se verá claramente deteriorada, inclusive aún que no sea en el corto plazo.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Salud Ocupacional es una disciplina que tiene la finalidad de fomentar y mantener el más alto nivel de bienestar físico, mental y social de los trabajadores de todas las profesiones, prevenir todo daño a la salud de éstos por las condiciones de trabajo, protegerlos en su empleo contra los riesgos para su salud, colocar y mantener al trabajador en un empleo que convenga a sus aptitudes psicológicas y fisiológicas. En suma, adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo.

La Salud Ocupacional, según la definición anterior, obligatoriamente debe constituirse desde una concepción multi-disciplinar, pues requiere del conocimiento técnico y científico de varias áreas afines para poder cumplir efectivamente dichas pretensiones.

Se considera, en este sentido, a la Higiene Ocupacional como una de esas áreas afines. La Higiene Ocupacional se puede definir como el conjunto de métodos y técnicas destinadas al reconocimiento, evaluación, prevención y control de aquellas situaciones riesgosas derivadas de los factores físicos presentes en el trabajo que pueden concretarse en enfermedades laborales. Los factores físicos se caracterizan por no representar un peligro para la salud, siempre y cuando se encuentren dentro de ciertos parámetros óptimos, de manera que produzcan una condición de confort y bienestar en las personas trabajadoras. Dentro de esta categoría se incluye el ruido, la iluminación, la temperatura, la humedad, la ventilación, la radiación ionizante y no ionizante.

Una vez definida el área del conocimiento en la cual tiene lugar la presente investigación, se puede proceder a conceptuar algunos términos técnicos que se utilizan como parte del estudio en cuestión. Entre ellos el sonido y el ruido.

El sonido, de acuerdo con Harris (1995), es energía que viaja en el aire en forma de onda sonora. Estas ondas, se forman al generar una variación de presión por encima y debajo del valor estático de la presión atmosférica. Lo que se conoce entonces como el nivel de presión sonora (NPS), el cual es el nivel de la variación del sonido debido a las ondas sonoras [2].

Se define el ruido como cualquier sonido indeseable que pueda producir trastornos fisiológicos psíquicos o de ambas especies en las personas [3]. Por otra parte, una definición clínica, es la ofrecida por Pialoux, citado por Tolosa, quien propone que el ruido es la sensación auditiva de tipo e intensidad variable, pero de carácter desagradable, en

relación con la actividad humana y que produce diversas reacciones en el cuerpo humano muy especialmente en el sistema auditivo [4].

El ruido, de cualquier manera, está determinado, en gran medida, por la percepción subjetiva de las personas, lo cual a su vez, varía de un individuo a otro, e incluso para un mismo individuo, dependiendo de la situación o circunstancias [5].

Debido a su naturaleza subjetiva, no es posible medir el ruido con ninguna unidad objetiva. A los efectos de comparar y clasificar diferentes eventos de ruido, es necesario dar, al menos, una descripción aproximada mediante valores cuantitativos. A este propósito, el sonido, que es la parte física del ruido, se describe a través de magnitudes cuantitativas, relativa a sus tres características principales [6]:

- Amplitud (percibida como fuerza, potencia o sonoridad).
- Frecuencia (percibida como tono).
- Patrón temporal

Según Larraz citado por Tolosa (2003), actualmente el ruido es considerado como uno de los contaminantes ambientales más molestos y que más inciden sobre el bienestar de los ciudadanos, pero sigue siendo la contaminación menos y peor regulada de todas las existentes. Tolosa argumenta que esto se debe a tres factores principales [4]:

- Se trata de una contaminación localizada, por lo tanto afecta a un entorno limitado a la proximidad de la fuente sonora.
- Los efectos perjudiciales, en general, no aparecen hasta pasado un tiempo largo, es decir, sus efectos no son inmediatos.
- A diferencia de otros contaminantes es frecuente considerar el ruido como un mal inevitable y como el resultado del desarrollo y del progreso.

Los efectos del ruido sobre otros órganos de nuestra anatomía son incontables y sus consecuencias, a veces irreversibles, pueden ser constatadas, evolutivamente en el tiempo, por diversos procedimientos diagnósticos. El problema radica en la poca atención que se le presta a estos otros trastornos indeseables, y es por ello por lo que en la práctica diaria estos trastornos son achacados a situaciones que se engloban en cuadros clínicos diferentes y relativamente vagos: nerviosismo en general, cefaleas, falta de voluntad y a factores estresantes [7].

Los efectos que produce la exposición al ruido en la salud humana han sido objeto de gran variedad de estudios. Se ha determinado que el nivel de ruido tiene efectos en órganos y sistemas diferentes a los de la audición, aunque no están cuantificadas las relaciones causa-efecto, pueden ser considerados como origen de problemas de salud [8].

Es por lo anterior, que los efectos del ruido pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Efectos Auditivos: Son aquellos que tiene su efecto sobre la capacidad auditiva, dentro de estos figuran como los más importantes el desplazamiento temporal del umbral de la audición, la hipoacusia, el trauma acústico agudo, trauma acústico crónico y el tinitus.
- Efectos Extra-auditivos: Afecta sistemas tales como el sistema digestivo, endocrino, y cardiovascular además de órganos como encargados del equilibrio y la visión.

La OMS señala que la exposición a ruido puede evocar distintas clases de respuestas reflejas y representan una parte del patrón de respuesta conocido como "reacción al estrés". Si la exposición al ruido se mantiene pueden ocurrir patrones de inadaptación psicofisiológica con repercusiones neurosensoriales, endocrinas, cardiovasculares, digestivas, etc; de tal manera que el ruido pasaría a comportarse como un estresor de tipo

físico. Así mismo, la exposición a ruidos intensos puede ocasionar trastornos del equilibrio, sensación de malestar y fatiga psicofisiológica, que afecta los niveles de rendimiento [9].

Marco Situacional

La empresa en donde se llevó a cabo la investigación se dedica a la fabricación de productos de prefabricados de concreto. Esta compañía fue fundada en 1984, y actualmente fabrica dos familias de productos:

- a) Productos de hormigón pretensados: postes eléctricos, poste bananero, vigueta para entepiso, paneles para cerramiento de bodegas, muros de retención y vigas de carga.
- b) Productos de hormigón prefabricados: bloques para pared, entepisos, casas prefabricadas, tapias decorativas y vigueta liviana.

Los datos disponibles sobre la situación de la exposición al ruido en la empresa datan del 2005 y el 2006, ambos para la planta ubicada en Heredia. Los principales resultados que se rescatan de ambos estudios son:

- Para el año 2005, se contrató una empresa consultora para la realización de un Plan de Salud Ocupacional, y como parte de este, se realizaron unas cuantas mediciones de ruido en la planta de Heredia. Se realizaron mediciones puntuales de ruido en 6 distintas áreas de la planta, con resultados mayores a 85 dB(A) en el 100% de las áreas estudiadas. En el área de Bloquera se realizaron dos mediciones, la primera de ellas a un radio de 3 metros a partir de la máquina, y la segunda a un radio de 12 metros. En tales puntos, los niveles máximos registrados fueron de 108,1 dB(A) y 101,4 dB(A), respectivamente.

- Para el año 2006, se contactó al Instituto Nacional de Seguros (INS) para que realizaran unas mediciones de ruido, en la planta de Heredia, con los siguientes resultados: i) en el área de bloquera, el Nivel Sonoro Máximo fue de 110.3 dB(A), con un Nivel Equivalente de 100 dB(A); ii) en donde se ubica el recibidor de la bloquera, el Nivel Sonoro Máximo fue de 110.1 dB(A), con un Nivel Equivalente de 99.1 dB(A).

Como puede apreciarse en los resultados de estos estudios independientes, los niveles de ruido a los que se exponían los trabajadores en la planta de Heredia son muy altos, lo cual demuestra que no ha habido en la empresa políticas claramente establecidas para la reducción del ruido. Además, la planta nueva ubicada en el Coyol de Alajuela no ha sido incluida en ninguno de los estudios, por lo que los datos son hasta ahora nulos en cuanto a los niveles de ruido en tales instalaciones, aunque presumiblemente no deben variar mucho de los resultados obtenidos en la planta en Heredia, dada la similitud de los procesos que se llevan a cabo.

Justificación

Este tema es importante para la disciplina de la Salud Ocupacional no sólo para la empresa, a la cual le ayuda en su gestión de los riesgos ocupacionales en sus instalaciones, sino a nivel nacional, pues incrementa el acervo de conocimiento técnico-científico en torno al tema de la exposición al ruido en ambientes laborales.

Este estudio surge de la necesidad de propiciar el análisis y la reflexión respecto a las medidas necesarias para eliminar o mitigar niveles de ruido tan altos, y que a razón de

los resultados expuestos, demuestran una exposición laboral a niveles de ruido que está comprobado, generan trastornos en la salud de las personas expuestas.

La investigación ayuda a fomentar la creación de conciencia entre los patronos, trabajadores y entidades reguladoras nacionales en torno a la importancia del tema de la valoración de los niveles de ruido y sus efectos en la salud de los trabajadores.

Se puede sintetizar en definitiva, la importancia del presente estudio en tres aspectos: medición, comparación y concienciación. En primer lugar es primordial obtener los datos a partir de mediciones de campo porque solamente de esta forma se puede llegar a comprobar la gravedad de la situación. Posteriormente estos datos pueden ser comparados con niveles máximos permisibles de exposición normados, y mediante ello incentivar a la reflexión por parte de la gerencia de la empresa y lograr así impulsar la implementación de programas tendientes a mejorar las condiciones y medio ambiente de trabajo.

El objetivo principal que se planteó fue desarrollar una sonometría ambiental en una industria de producción de productos prefabricados de concreto, como fundamento para determinar la observancia de los límites máximos de exposición ocupacional al ruido estipulados en la legislación nacional vigente.

METODOLOGÍA

Tipo de Estudio

La investigación tiene un carácter exploratorio-descriptivo con corte transversal. Será de carácter descriptivo, ya que sin llegar a establecer relaciones causales entre la contaminación sónica y la salud de los trabajadores expuestos, identifica las condiciones ambientales que influyen en la salud y bienestar de dichos individuos.

También se puede considerar de carácter analítico porque permite cotejar los datos recopilados versus los límites máximos de exposición laboral permitidos en la legislación nacional. Además, la investigación será de corte transversal, ya que las mediciones se llevarán a cabo en una única ocasión, es decir, sin darle un seguimiento a través de un período a la exposición ocupacional a este contaminante físico.

Diseño de Investigación

El estudio consistió en la recolección y análisis de datos cuantitativos sobre variables previamente seleccionadas, donde se tomaron los valores numéricos para realizar la descripción de la exposición al ruido en el ambiente de trabajo. Mediante dicho método cuantitativo de análisis se puede llegar a conocer e interpretar adecuadamente los valores del ruido, por lo que constituye una herramienta esencial para el análisis, al ser apropiadamente combinados con los parámetros cualitativos, lo que permitirá realizar interpretaciones objetivas a partir de los datos recopilados.

La evaluación del riesgo producido por una exposición al ruido se efectúa tomando como base unos valores de referencia, que establecen unos niveles y tiempos de exposición que aseguran que la mayoría de las personas expuestas durante una larga etapa de su vida a esos niveles y tiempos no sufren efectos adversos.

Mediante un reconocimiento inicial, se determinaron cuáles eran las principales fuentes de emisión de ruido, qué tipo de ruido se presenta, quiénes son las personas expuestas y durante cuánto tiempo se exponen.

Se toman de referencia los valores máximos de ruido establecidos en la Norma INTE 31-08-02-00 [10], clasificándose los distintos niveles de ruido en 3 categorías:

- **Nivel de alarma (umbral): 80 dB(A).**

Corresponde al ruido por debajo del cual sea muy pequeño el riesgo que un oído no protegido sufra un deterioro como consecuencia de una exposición de 8 horas diarias.

- **Nivel de Acción: 82 dB(A).**

Corresponde al nivel de presión sonora a partir del cual se debe establecer medidas de prevención.

- **Nivel de Peligro: 85 dB(A).**

Corresponde al nivel de ruido por encima del cual una exposición de 8 horas diarias del oído no protegido puede producir deterioro de la audición o la sordera.

De la misma manera, se adopta como referencia la fórmula establecida en la norma INTE 31-08-02-00, para determinar los Niveles Máximos Permisibles para Nivel Sonoro Continuo Equivalente (Leq). Según dicha norma, la fórmula para obtener el tiempo máximo de exposición es:

$$T_{\max} (\text{h/día}) = 8 / 2^{(L_{\text{eq}} - 85) / 3}$$

Variables

- **Nivel de Presión Sonora (L_p):** también conocida como NPS o SPLI (del inglés Sound Pressure Level), es la intensidad del sonido que puede ser percibida por el oído humano, y se expresa en decibeles (dB). El dB no es una unidad de medida, sino una relación logarítmica entre la presión sonora eficaz (P) y una presión de referencia (P_0), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$L_p = 10 \cdot \log \left(\frac{P}{P_0} \right)^2$$

Donde la presión de referencia equivale a 20 micropascales, correspondiente en forma aproximada al umbral de la audición humana normal a una frecuencia de 1 KHz. La frecuencia de un sonido denota la cantidad de oscilaciones por segundo que ocurren en el aire en el cual el sonido se propaga.

- **Escala de Ponderación A:** A los efectos de que el nivel de presión sonora medido con un instrumento coincida con el percibido por el oído humano, se utiliza un filtro de ponderación denominado “A” para ponderar la medición. El filtro A es un filtro centrado en 2500 KHz, con atenuación de cerca de 20 dB en 100 Hz, de 2,5 dB en 10 Hz, y aproximadamente 10 dB de atenuación en 20 KHz. Este filtro intenta reproducir la respuesta del oído humano en las distintas frecuencias. De esta forma, el nivel medido en ponderación A, expresado en decibeles, se denota dB(A).
- **L_{Min}:** es el NPS más bajo registrado durante un intervalo de tiempo definido.
- **L_{Max}:** es el NPS más alto registrado durante un intervalo de tiempo definido.
- **Nivel Promedio (L_{prom}):** En este caso es simplemente el cálculo de la media aritmética de los valores instantáneos de L_p(A):

$$L_{prom}(A) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n L_{p_i}(A)$$

Es llamativo notar que, aunque conceptualmente son cosas diferentes, el valor numérico L_{prom}(A) no resulta demasiado distinto del L_{eq}(A). De hecho, la diferencia no suele ser mayor a 1 dB [6].

Instrumentos de Medición

El instrumento básico que se utilizó para medir los niveles de presión sonora fue un sonómetro, el cual es el tipo de equipo técnico utilizado para la investigación de los niveles de ruido, pues brinda mediciones de sonido objetivas y reproducibles.

El sonómetro, de acuerdo al Manual Técnico de OSHA (2008), se puede utilizar para evaluar los niveles de ruido de una zona, para identificar las fuentes de ruido, para estimar la exposición de los empleados y ayuda en la determinación de soluciones para el control del ruido.

El principio de operación de un sonómetro consiste en un micrófono, un preamplificador, un amplificador con una ganancia ajustable y calibrada, los filtros de ponderación de frecuencia, circuitos de respuesta de medición, y un medidor de lectura digital o analógica [11].

ANSI ha clasificado a los niveles de precisión de los sonómetros tipo 0 (estándar de laboratorio), de tipo I (las medidas de precisión en el campo), y tipo II (las medidas de propósito general). El medidor de tipo II es más frecuente en el ámbito de exposición de los empleados y la evaluación de ruido [11].

El sonómetro utilizado en este estudio fue un sonómetro tipo II Marca Sper Scientific, con certificación de calibración trazable emitido por el fabricante. Este equipo se ajusta a la norma IEC-61672, para efectos de calibración cumple la norma IEC-60942 y cumple con las siguientes especificaciones técnicas :

- Unidad de medición: decibeles
- Ponderación: dB(A).
- Nivel sonoro con ponderación temporal exponencial (sonómetro convencional).

- Parámetros medibles: Nivel de Presión Sonora (NPS), Lmax y Lmin.

Diseño del Muestreo

Al tratarse de un estudio exploratorio, pues es la primera vez que se realiza la medición del ruido en la planta del Coyol de esta empresa de prefabricados de concreto, no se optó por un tipo de muestreo probabilístico, sino que se aplicó el método Muestreo casual o incidental. Esto debido a las limitantes de tiempo y costos que hubiera supuesto utilizar un muestreo probabilístico.

Utilizando el Método de Muestreo Causal, el investigador seleccionó directa e intencionadamente los puntos de muestreo en cada área. Este tipo de muestreo se eligió a pesar de conocerse su desventaja de que no sirve para realizar generalizaciones, pues no se tiene certeza de que la muestra extraída sea representativa.

El tiempo de medición se estandarizó en 2 minutos para cada medición, y los puntos de muestreo fueron seleccionados siguiendo como principal criterio, el abarcar la mayor cantidad de área en donde se encontraban personas directamente expuestas a los ruidos emanados de las fuentes puntuales en estudio, la bloquera y el área de postes, procurando que la muestra fuera lo más representativa del área total como fuera posible.

Se definieron 6 puntos de muestreo alrededor de la máquina de bloquera de manera radial y 18 puntos de muestreo distribuidos uniformemente en la nave de la bloquera, en 3 filas constituidas por 6 puntos de muestreo cada una. En cada uno de estos 24 puntos de muestreo se realizó una medición de los niveles de presión sonora, por un período de 2 minutos, para un tiempo total de medición de 48 minutos.

Respecto a la nave donde se ubican los moldes para la fabricación de postes bananeros, se definieron 9 puntos de muestreo distribuidos en una cuadrícula 3 x 3, y en cada uno de ellos se realizaron dos mediciones con una duración de 2 minutos cada una,

dando como resultado un total de 18 mediciones y un tiempo total de medición de 36 minutos. Por último, se establecieron 8 puntos de medición adicionales, denominados puntos de control, pues se encontraban distribuidos por las áreas cercanas a las naves de la bloquera y de postes, y en cada uno se realizó una medición de 2 minutos de duración.

La ubicación representativa de los todos los puntos de medición utilizados, y anteriormente descritos se muestra en las Figuras 1, 2, 3 y 4, a continuación:

Figura No. 1.
Puntos de muestreo alrededor de la bloquera distribuidos en forma radial

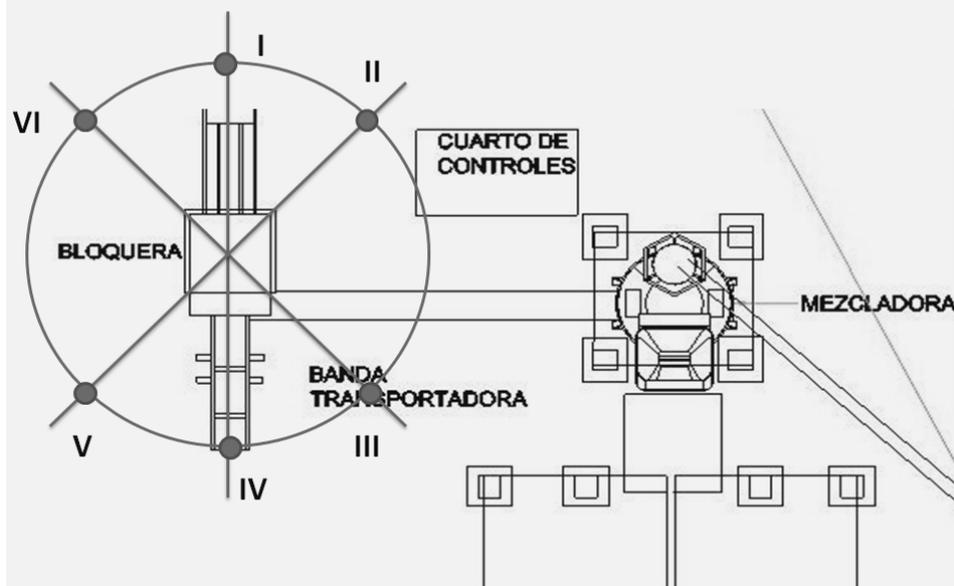


Figura No. 2
Puntos de muestreo en la nave de bloques distribuidos en matriz 3x 6

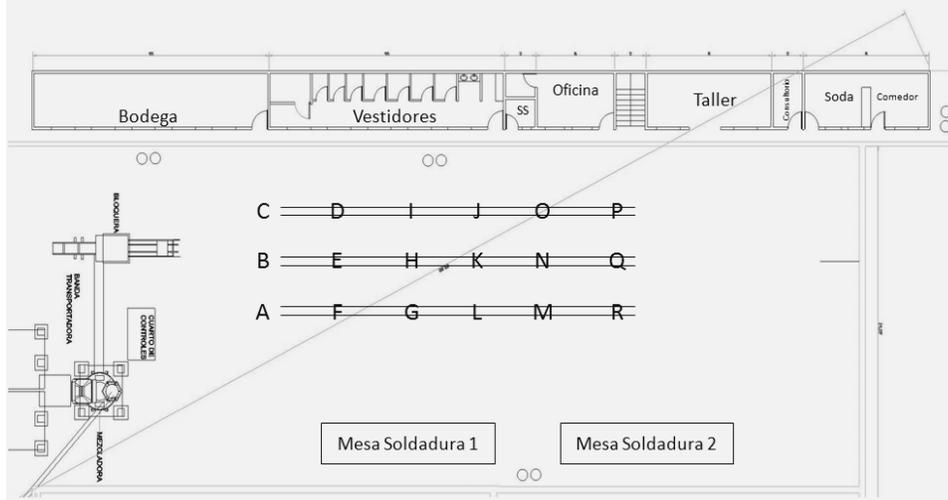


Figura No. 3
Puntos de Muestreo en la Nave de Postes distribuidos en matriz 3 x 3

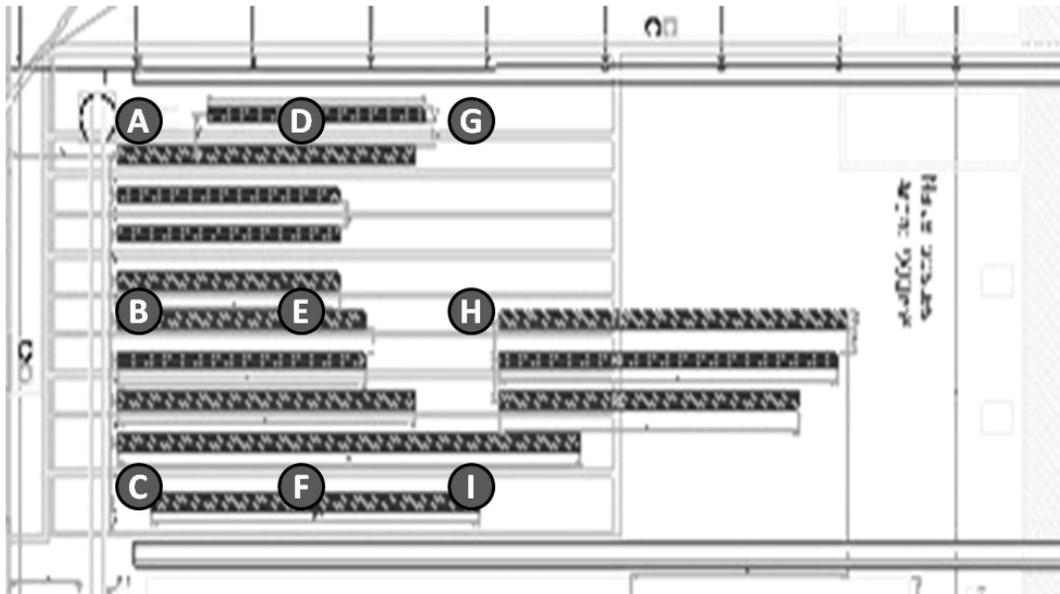
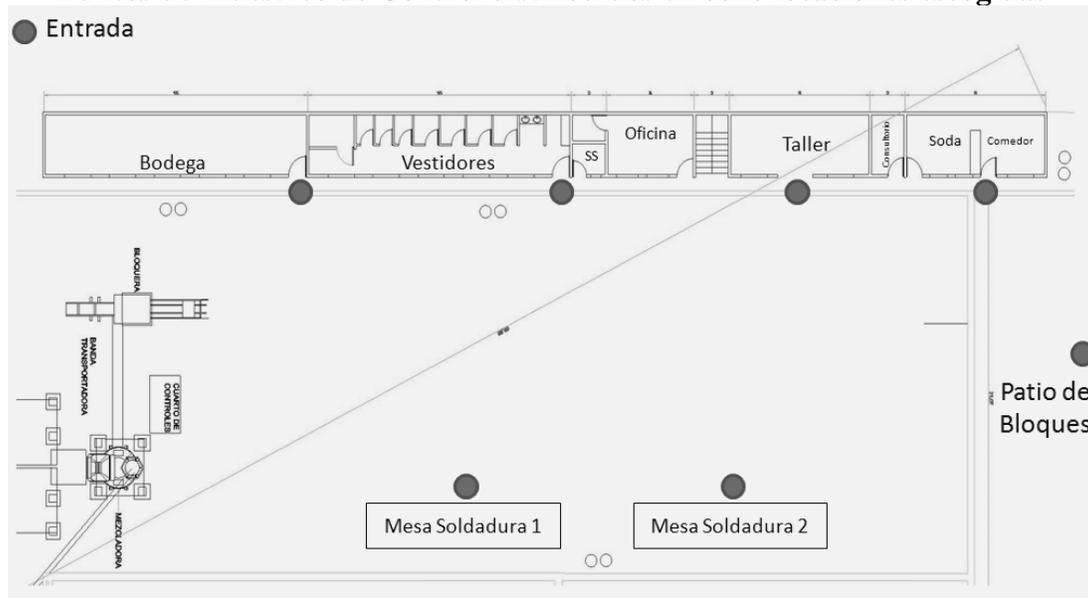


Figura No. 4
Puntos de Muestreo de Control distribuidos en ocho locaciones escogidas



Procedimiento de Recolección de la Información

Los datos se recopilaron durante horas de la mañana, específicamente, todas las mediciones realizadas siempre se realizaron dentro de un margen de tiempo que comprendió de las 07:00 am a las 12:00 md.

El sonómetro se colocó a una altura de 1,50 m del nivel del suelo, con el micrófono direccionado hacia la fuente, procurando no apantallar el ruido con el cuerpo, y sin la ayuda de un trípode.

Cada medición puntual tardó 2 minutos, para percibir las variaciones del nivel de presión sonora que ocurren comúnmente en el área como resultado de diversos factores. De cada medición se registraron la hora de inicio de la medición, el código del punto de muestro, el *L_{min}* y el *L_{max}*.

Alcance

Dado que el sonido no es constante, los valores obtenidos a la hora de medir esta variable dependen de muchos factores. Influyen las actividades realizadas en espacios cerrados o abiertos, así como la cantidad de individuos que permanecen en el lugar. El estudio comprende solamente el proceso de fabricación de bloques y postes bananeros, en la planta de producción de la empresa seleccionada, ubicada en el Coyol de Alajuela, Costa Rica, y bajo el régimen de jornada diurna, de 7 am a 4 pm.

Así, los resultados a los que llega la presente investigación no se podrán extrapolar para otras locaciones, ni se pretende que sean definitivos, en tanto el ruido ambiental es una variable muy compleja y cambiante. Los valores reportados son específicos para un momento, lugar y condiciones ambientales determinadas, aún así, son una buena aproximación de la realidad que se vive en las locaciones muestreadas.

Limitaciones

No se utilizó calibrador acústico de previo a dar inicio con cada conjunto mediciones. Tampoco se empleó una pantalla de viento para cubrir el micrófono del equipo, sin embargo, la velocidad del viento no fue un factor significativo a la hora de realizar los muestreos y que pudiera alterar los resultados obtenidos considerablemente.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

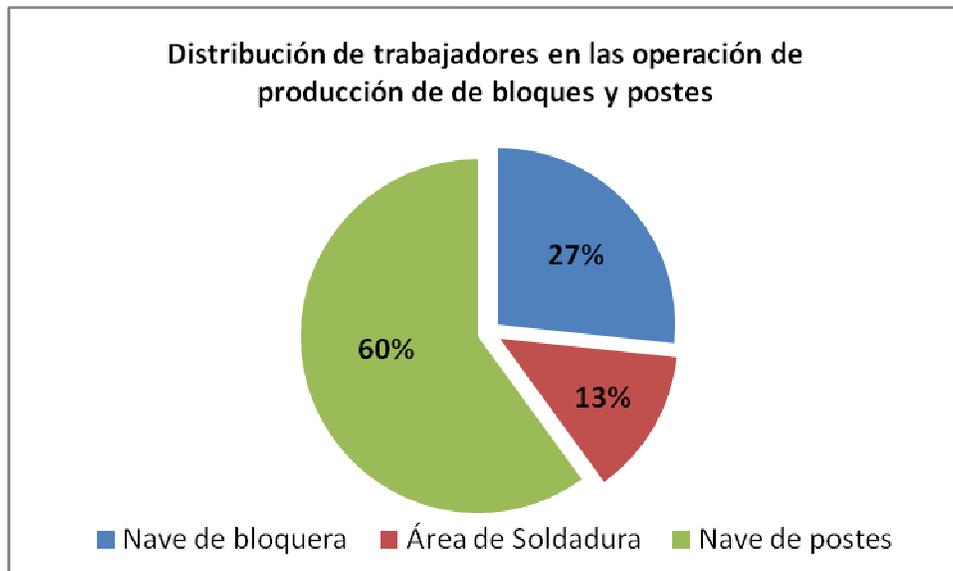
Personal expuesto según área de producción

El área donde se concentra la mayor cantidad de trabajadores es en la nave de postes, con un total de 9 trabajadores, seguida de la nave de bloques con 4 trabajadores.

Un aspecto curioso que se debe tomar en cuenta es que, entre ambas naves, se ubican dos mesas de trabajo en donde de 2 a 3 trabajadores realizan trabajos de corte y soldadura, y si bien sus labores no están directamente relacionadas con la fabricación de bloques o postes, debido a su ubicación, también se exponen considerablemente al ruido producido en estos procesos. La razón de ser de esta situación es que, en el diseño original del área de producción de la planta del Coyol, no se contempló un área para realizar este tipo de trabajos, por lo que de manera temporal se ha ubicado allí.

La distribución del personal que labora en las áreas de producción de bloques y postes se muestra en el Gráfico No. 1.

Gráfico No. 1



Este resultado refleja que, independientemente del área de la fábrica en donde se detecten los NPS más altos, el área donde habrá mayor cantidad de personal operario expuesto es en la nave de postes, además de que hay personas innecesariamente expuestas al ruido, a causa de la ubicación del área de soldadura.

Niveles de Sonido en los puntos de Control

Los resultados de las mediciones de ruido realizadas en los puntos de control se presentan en la Tabla No. 1. Es importante aclarar, que las mediciones se realizaron cuando estaban funcionando la máquina bloquera en la nave de bloques, y en la nave de postes, la batidora de cemento y los vibradores de los moldes, es decir, el contexto bajo el cual se realizaron las mediciones fue de mucho ruido proveniente de los dos procesos productivos bajo estudio.

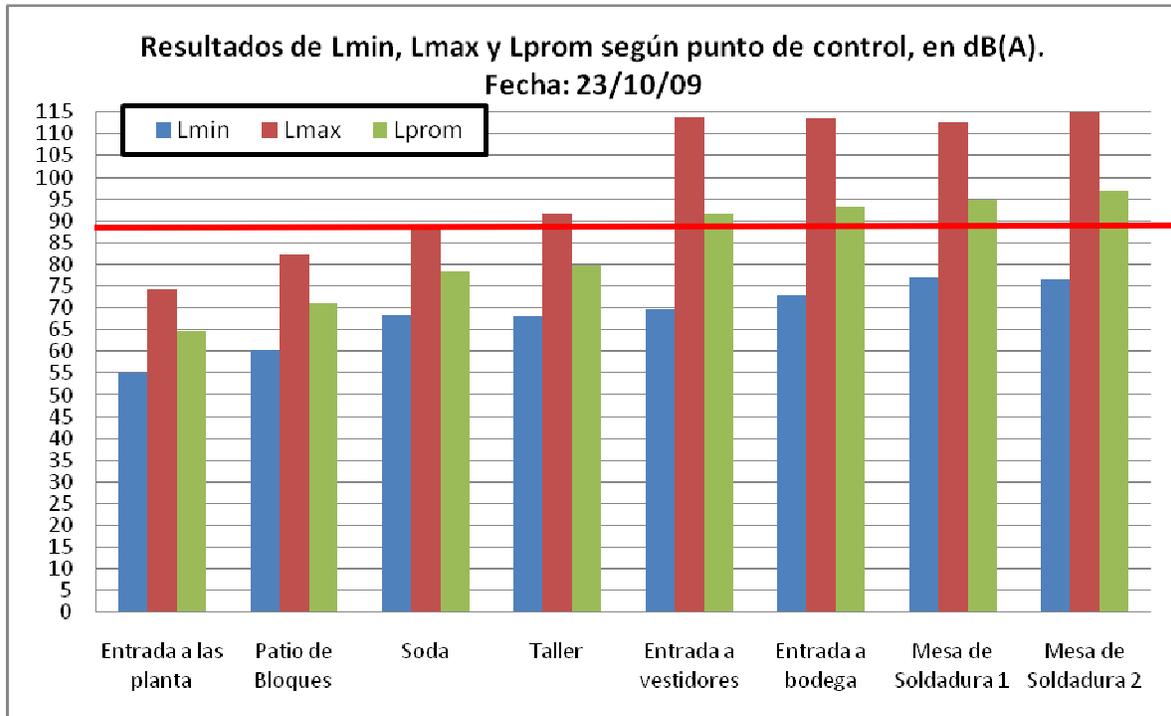
Tabla No. 1
Valores obtenidos de Lprom, a partir de las mediciones de Lmin, Lmax en los puntos de muestreo definidos para los puntos de control. Octubre, 2009

Punto de Control	Fecha de medición	Hora de medición	Lmin dB(A)	Lmax dB(A)	Lprom dB(A)
Entrada a las planta	23-Oct-09	7:59:00 AM	55.1	74.2	64.65
Patio de Bloques	23-Oct-09	8:57:00 AM	60.3	82.1	71.2
Soda	23-Oct-09	8:55:00 AM	68.3	88.4	78.35
Taller	23-Oct-09	8:53:00 AM	68.1	91.4	79.75
Entrada a baños	23-Oct-09	8:45:00 AM	69.5	113.7	91.6
Entrada a bodega	23-Oct-09	8:42:00 AM	72.8	113.6	93.2
Mesa de Soldadura 1	23-Oct-09	8:44:00 AM	76.9	112.5	94.7
Mesa de Soldadura 2	23-Oct-09	8:49:00 AM	76.6	116.7	96.65

Se calculó, a partir de estos resultados, el Lprom (media aritmética) para cada punto de muestreo, como se puede ver en la Tabla No. 1. Los resultados obtenidos, se compararon

entre sí y versus el nivel máximo permitido de exposición al ruido por la legislación en el Gráfico No. 2.

Gráfico No. 2



Como se puede apreciar de la gráfica anterior, solamente el 50% de los puntos de control presentan resultados de *Lprom* dentro de niveles de sonido tolerables, es decir, por debajo de los 80 dB(A), mientras que, el restante 50%, por el contrario, registraron niveles por encima de los 85 dB(A) para *Lprom*.

Según tales resultados, la entrada a los vestidores, la entrada a la bodega, y las dos mesas de soldadura son áreas que se pueden clasificar dentro de la categoría de Nivel de Peligro, de acuerdo con la norma técnica INTE 31-08-02-00, lo que corresponde a niveles de sonido de ruido por encima de los cuales se pueden producir deterioros de la audición en oídos no protegidos y sometidos a una exposición de 8 horas diarias.

Niveles de Sonido en la nave de Bloques

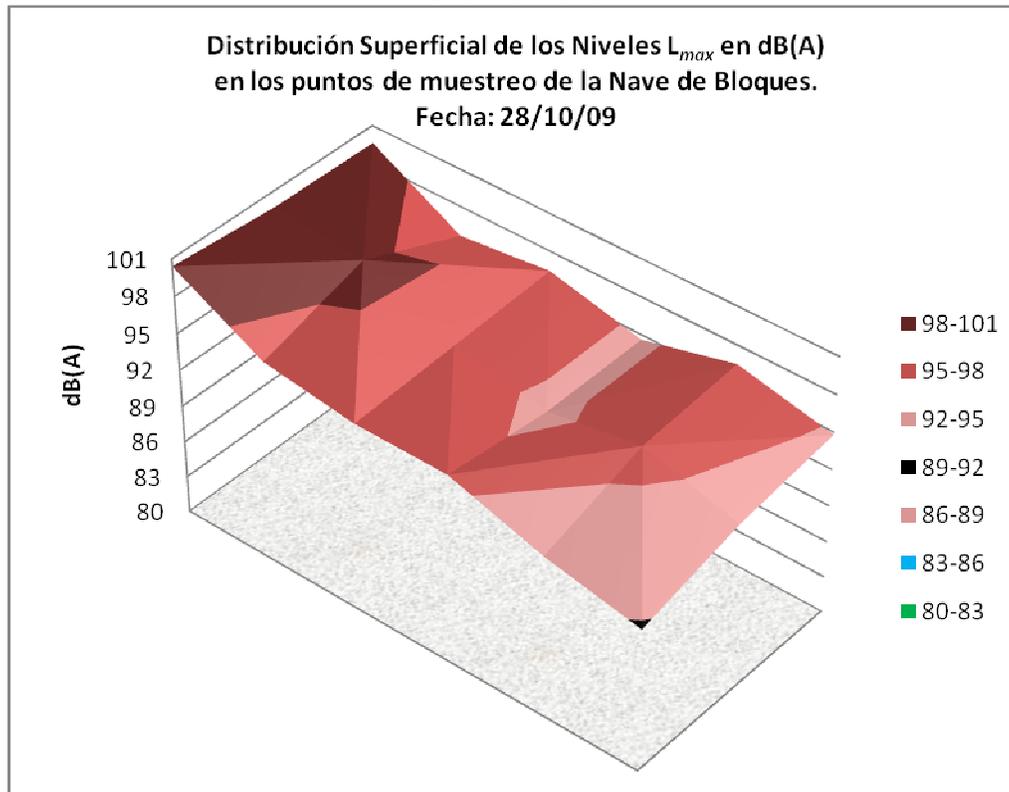
Los resultados obtenidos y los L_{prom} calculados para cada uno de los puntos de muestreo se pueden ver en la Tabla No. 2. El menor valor que se registró fue de 81.6 dB(A), en el punto de muestreo G; mientras que el mayor valor obtenido fue de 110.4 dB(A), en el punto de muestreo A. Precisamente, este último punto es de los más cercanos a la bloquera.

Tabla No. 2
Valores obtenidos de L_{prom} , a partir de las mediciones de L_{min} , L_{max} en los puntos de muestreo definidos para la nave de bloques. Octubre, 2009

Pto. de muestreo	L_{min} dB(A)	L_{max} dB(A)	L_{prom} dB(A)	Pto. de muestreo	L_{min} dB(A)	L_{max} dB(A)	L_{prom} dB(A)
A	90.4	100.40	95.4	J	88.9	94.6	91.8
B	95.7	99.70	97.7	K	90.8	94.6	92.7
C	95.6	99.60	97.6	L	89.9	95.6	92.7
D	93.7	95.60	94.6	M	85.8	93.3	89.6
E	97.1	99.10	98.1	N	86.3	95.9	91.1
F	92.7	96.60	94.7	O	86.9	96.5	91.7
G	81.6	95.60	88.6	P	84.5	91.8	88.1
H	92.2	96.00	94.1	Q	88.2	93.8	91.0
				R	91.0	94.8	92.9

El análisis del comportamiento espacial de los L_{max} se representa mediante una gráfica de distribución superficial, en el Gráfico No. 3. Esta gráfica permite observar fácilmente que los niveles más altos se registraron a la menor distancia de la bloquera, y van decreciendo conforme se alejan de dicha máquina.

Gráfico No. 3



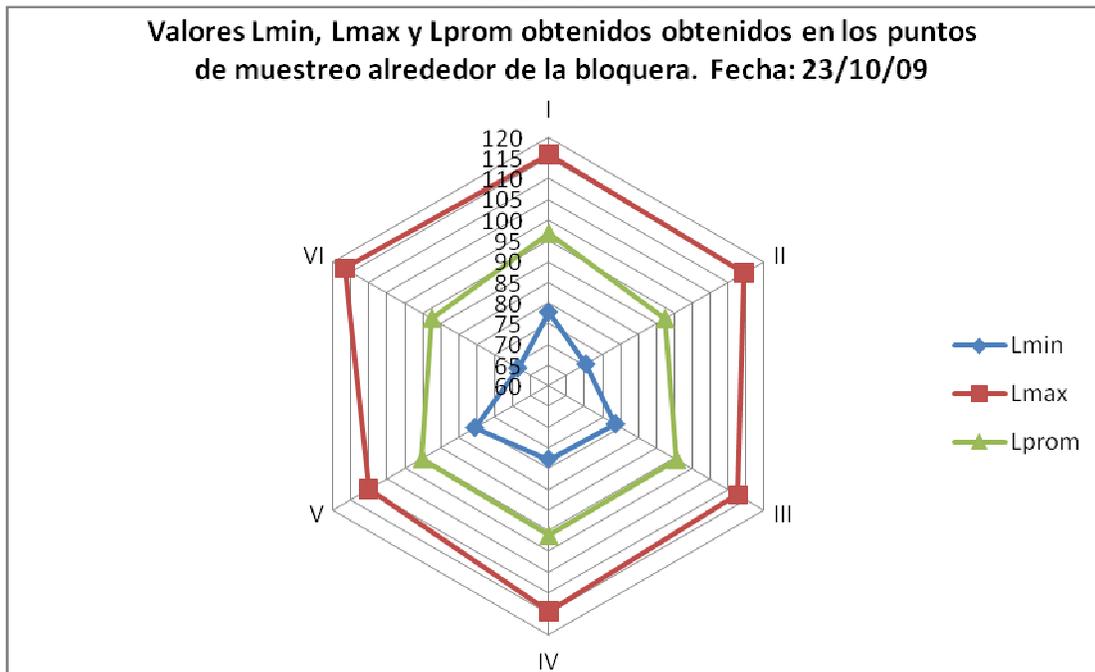
Se logra constatar, con este simple análisis, que la bloquera es la principal fuente de ruido en esta nave con un tamaño de 1000 m², y como se analizó anteriormente, un total de cuatro trabajadores son los que se exponen a estos niveles de ruido: el operario de la máquina, quien cuenta con una cabina que supuestamente es para la atenuación del ruido, y tres recibidores, quienes se colocan en frente de la máquina a recibir los bloques que se producen en cada ciclo, para luego irlos a acomodar dentro del espacio restante en la nave para que se sequen. Todos estos trabajadores utilizan orejeras con un Nivel de Reducción de Ruido (NRR, del inglés Noise Reduction Rate) de 15 dB, como equipo de protección personal contra el ruido. La cabina del operario, al parecer no ofrece una atenuación significativa de los niveles de ruido, debido a que está hecha de láminas de Fibrolit, estructura metálica y ventanas de vidrio de tipo regular, además de que se utiliza con la puerta abierta.

Los valores obtenidos alrededor de la máquina bloqueera se muestran en la Tabla No.3, y se presume, que ésta es la principal fuente de ruido frecuente en la planta. Se puede apreciar como los puntos de muestreo I, IV y III, son los que presentan el Lprom más elevado, en ese orden. Esto no es casualidad, si se toma en cuenta que es en frente del punto I donde se ubica las planchas compactadoras, y en frente del punto III se ubica el compresor de aire de la máquina. En el Gráfico No. 4 se muestran estos resultados de manera radial tomando como eje a la máquina.

Tabla No. 3
Valores obtenidos de Lprom, a partir de las mediciones de Lmin, Lmax
en los puntos de muestreo definidos alrededor de la bloqueera. Octubre, 2009

Punto	Lmin	Lmax	Lprom
I	77.8	115.8	96.8
II	70.4	114.4	92.4
III	78.6	112.7	95.65
IV	77.8	114.5	96.15
V	80.4	110.1	95.25
VI	68.5	116.7	92.6

Gráfico No. 4



Se debe agregar que, la máquina no tiene ningún tipo de barrera o confinamiento para la atenuación del ruido. Ante esto, la encargada de Salud Ocupacional argumenta que no se le ha podido hacer un diseño que sea lo suficientemente versátil como para permitir que el operario y los recibidores puedan acceder a las distintas partes de la máquina con el propósito de hacer labores de mantenimiento, carga de las placas de madera, entre otras labores.

Los resultados obtenidos, en definitiva, están muy por encima de los límites permitidos de exposición. Tomando en consideración la explicación del jefe de área, quien afirma que la bloquera solamente opera de las 07:00 a.m. a las 10:00 a.m., y luego vuelve a entrar en funcionamiento de la 1 p.m. a las 4 p.m., esto quiere decir que el tiempo total de exposición de los trabajadores de la bloquera es de 6 horas diarias. Por otro lado, el L_{prom} resultado de la combinación de los distintos puntos ubicados alrededor de la máquina es de 94.81 dB(A), pero se llegan a percibir niveles tan altos como 116,7 dB(A).

Aplicando la fórmula para la determinación del Tiempo Máximo de Exposición de la INTE 31-08-02-00, los trabajadores no podrían exponerse a los niveles de ruido de esta máquina más que 50 minutos al día, sin usar equipo de protección personal.

También, el NRR de 15 dB que tienen las orejeras que estos trabajadores usan, apenas hace que los trabajadores perciban niveles un poco por debajo de los 80 dB(A). Esto, sólo si se considera que la cultura preventiva en la empresa está lo suficientemente implantada en sus trabajadores como para que no haya problemas en cuanto al uso de equipo de protección personal.

Finalmente, como se pudo evidenciar, toda la nave sufre de niveles altos de ruido con motivo de la exposición sin ningún tipo de atenuación a los ruidos emitidos por esta fuente, de manera que es prácticamente un hecho que todo aquel que se encuentre en el área

de producción tendrá que utilizar algún tipo de protección personal contra el ruido, para garantizar que no sufrirá afecciones en su salud a raíz de la exposición a la bloquera.

Niveles de Sonido en la nave de Postes

Los resultados se muestran en la Tabla No. 4, en donde claramente se puede observar una variabilidad alta entre los resultados de la medición 1 y la medición 2 para todos los puntos de muestreo, siendo el punto de muestreo D el que presenta la mayor variabilidad entre la primera y la segunda medición.

Tabla No. 4
Valores obtenidos de Lprom, a partir de las mediciones de Lmin, Lmax en los puntos de muestreo definidos para la nave de postes. Octubre, 2009

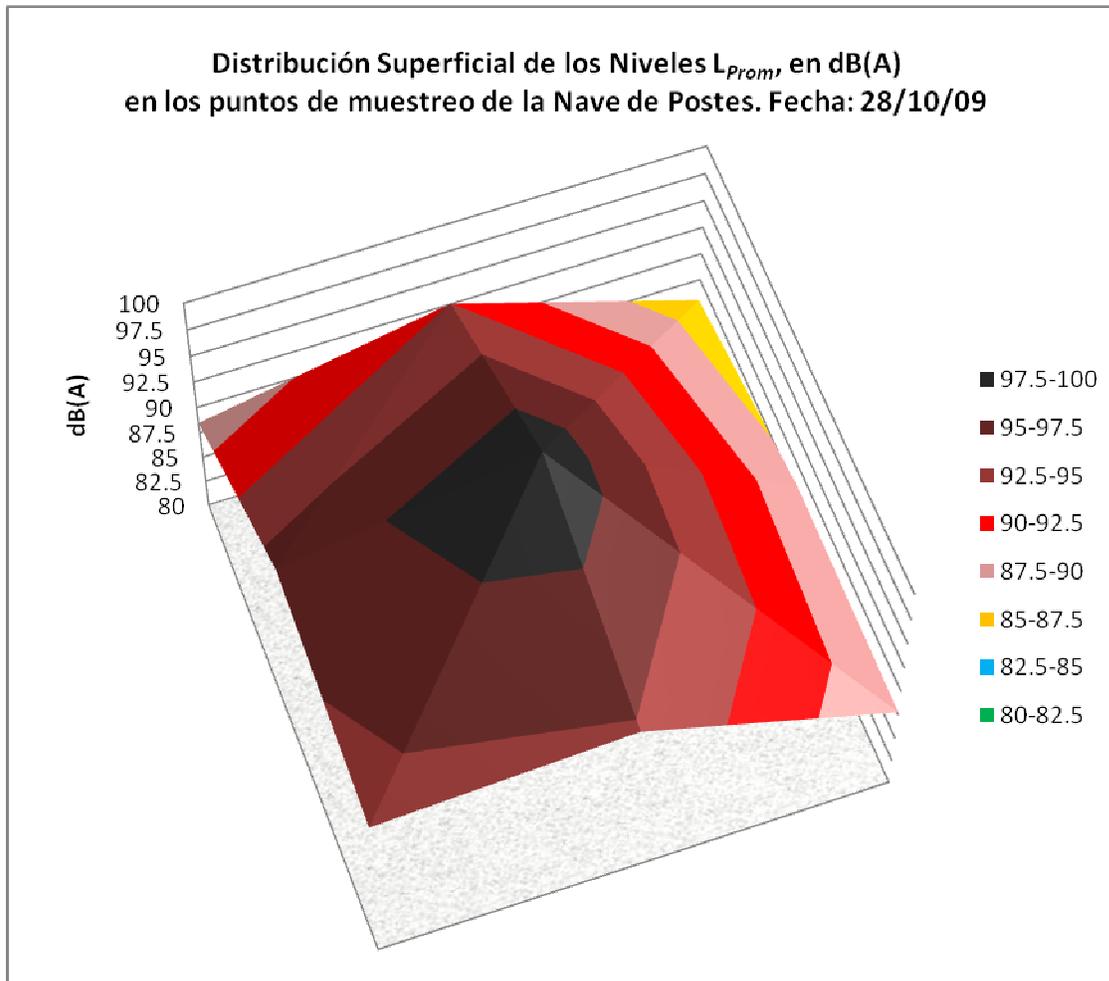
Pto. de muestreo	Lmin 1 dB(A)	Lmax 2 dB(A)	Lmin 1 dB(A)	Lmax 2 dB(A)	Lprom dB(A)
A	80.7	93.8	85.5	93.8	88.45
B	88.2	94.9	91.9	95.2	92.55
C	80.2	93.7	81.2	86.8	85.48
D	79.4	111.3	94	99.8	96.13
E	89.5	97	104.4	106.9	99.45
F	84.7	95.3	84	88.5	88.13
G	89.1	93.1	99.8	93.7	93.93
H	95.7	102.3	88.5	92.7	94.80
I	84.5	92.6	83.3	90.7	87.78

El Lprom, se obtuvo a partir de los cuatro registros obtenidos para cada punto de muestreo. Como los tres puntos con resultados de Lprom más bajos con los puntos C, I y F respectivamente, se puede afirmar que el sector sur de la nave de postes presenta niveles de ruido relativamente más bajos al resto de la nave.

La distribución superficial de los niveles Lprom en la nave de postes se muestra en el Gráfico No. 5. Esta gráfica permita apreciar que los niveles de ruido, de acuerdo con la ubicación espacial de los puntos de muestreo, presentan una tendencia a ser más elevados en el centro de la nave. Este resultado puede explicarse desde la perspectiva que es en el

punto de muestreo central (punto E), es donde el equipo de medición percibió sonidos elevados desde todas las direcciones, pues al momento de realizar el muestreo, los vibradores de todos los moldes estaban funcionando, lo cual quiere decir que había ruido a todo alrededor de este punto.

Gráfico No. 5



Si se comparan de manera general, los niveles L_{prom} de cada sector de la empresa en la cual se realizaron mediciones, se puede llegar a determinar que en el área de la nave de bloques el L_{prom} fue de 93,2 dB(A), alrededor de la Bloquera el L_{prom} global fue de 94,81 dB(A), para el área de la nave de postes, el L_{prom} fue de 91,85 dB(A) y, si se consideran los puntos de control como una unidad, el L_{prom} de estos fue de 83,76 dB(A).

CONCLUSIONES

- Los Niveles de Presión Sonora Promedio (*Lprom*) en todas las áreas en estudio, a excepción de los puntos de muestreo de control, sobrepasan los 85 dB(A), e incluso el 100% está por encima de los 90 dB(A). El que la presencia de niveles de ruido por encima de los niveles máximos de exposición permitidos por ley fuese un resultado recurrente en todos los entornos laborales bajo estudio, demuestra no solamente que el ruido es un riesgo más a considerar por la Oficina de Salud Ocupacional de la empresa, sino que debería ser prioritario, pues las consecuencias en la salud de los trabajadores producto de los niveles encontrados, pueden inclusive llegar a ser irreversibles.
- La Bloquera constituye la principal fuente de ruido puntual en las áreas de producción que fueron estudiadas, no obstante, su ubicación hace que sea de igual manera la maquina más cercana a áreas tales como el laboratorio de calidad, la bodega y los vestidores, en donde más personal puede estar expuesto a niveles de ruido molestos o incluso nocivos para la salud, sin necesariamente tener una relación directa con la producción de bloques de concreto.
- Tomando en consideración que el objetivo del presente estudio exploratorio era determinar la observancia de la normativa nacional vigente concerniente a la regulación de los niveles máximos permitidos de exposición al ruido en ambientes laborales, la empresa debe preocuparse por hacer un mejor tratamiento y control de este contaminante físico, pues desde una perspectiva prevencionista, los esfuerzos y políticas para la reducción del ruido no son las más adecuadas, ya que se evidencian niveles tales, que si no se usa algún tipo de equipo de protección personal contra el ruido, se estarán sobrepasando niveles seguros para la salud de las personas.

RECOMENDACIONES

Programa de conservación de la audición

- Estos programas emplean pruebas periódicas de audición (audiometrías) para identificar en los operarios con mayor sensibilidad a los efectos nocivos inducidos por el ruido. A estos operarios se les puede proporcionar, entonces, protección auditiva adicional, o destinarles a zonas de trabajo menos ruidosas. Un buen programa de este tipo protege a los trabajadores contra las pérdidas de audición por la exposición al ruido, y a los empleadores, contra las reclamaciones de indemnización del personal afectado.
- Dados los niveles tan altos de ruido a los que se exponen los trabajadores, se recomienda que un profesional competente en Salud Ocupacional diseñe, ejecute y supervise el desarrollo de un Programa de Conservación de la Audición.
- Para esta finalidad, existe normativa a nivel internacional, la cual se recomienda consultar para el diseño de dicho programa, tal como el Real Decreto 1316/1989 sobre la protección de los trabajadores ante el riesgo que puede generar el ruido en el trabajo en España o el estándar de OSHA 29CFR 1910.95 Occupational noise exposure.
- Como se ha comentado hasta ahora, para que el ruido pueda considerarse nocivo se necesitan por lo menos tres factores: una fuente sonora, un medio de propagación y un receptor. La actuación por lo tanto tiene que dirigirse hacia cada uno de estos factores de una manera eficaz:

Controles sobre la fuente sonora

- Es importante mejorar el mantenimiento (preventivo y correctivo) a los vibradores que se utilizan en los moldes de los postes, pues algunos están en malas condiciones y la oscilación inapropiada hace que se genera más ruido.
- Es necesario reubicar la Bloquera para que esté alejada de las restantes áreas de trabajo para reducir la contaminación por ruido y se debe readecuar la cabina del operador para que sea un método efectivo de reducción de la exposición al ruido.
- La disminución del ruido en su origen es la medida más eficaz en la lucha contra la sordera causada por el ruido. Debería considerarse el aislamiento individual de cada una de las fuentes, es decir, de los vibradores, de las parte compactadora en la bloquera y del compresor.

Controles sobre el medio de propagación

- Se puede conseguir mediante la instalación de estructuras separadoras hechas de un material que sea absorbente y atenuador. Para disminuir el efecto del ruido de la bloquera, es necesario aislar la máquina. Se le pueden colocar barreras acústicas como paredes, sin embargo, lo ideal sería reubicarla de lugar, pues es la máquina más ruidosa, pero también es la que se encuentra más cerca de las oficinas.

Controles sobre el receptor

- Monitorear los niveles sonoros mediante sonometrías periódicas o mediante un control dosimétrico personal.

- Desde el punto de vista preventivo, realizar a los empleados revisiones médicas sistemáticas que incluirán audiometrías.
- Educación sanitaria del trabajador. Además de dar a conocer el riesgo de ruido, puede ser de gran ayuda informarlos de los niveles conseguidos en su lugar de trabajo y de los resultados de las audiometrías practicadas.
- Establecer por escrito un itinerario de rotación de puestos de trabajo, de tal manera que cada persona esté el menor tiempo posible en un ambiente de ruido excesivo.
- Acudir a los protectores auditivos como última posibilidad a considerar cuando ya no sea posible ninguna otra alternativa. En este caso estarían indicados tapones u orejeras, siempre y cuando sean certificados (NIOSH; OSHA) y su Nivel de Reducción de Ruido (Noise Reduction Rate) asegure que los niveles de ruido residual estará por debajo de los 80 dB(A).

Referencias Bibliográficas

- [1] Organización Mundial de la Salud (1992). *Declaración de Sundsvall sobre los Entornos Propicios para la Salud*. Sundsvall, Suecia.
- [2] Harris C. (1995). *Manual de medidas acústicas y control de ruido*. México: McGraw-Hill.
- [3] Ministerio de Salud. *Reglamento para el control de ruidos y vibraciones*. Decreto N° 10541-TSS.
- [4] Tolosa, F (2003). *Efectos del Ruido sobre la salud (traducción del discurso inaugural del Curso Académico 2003 en la Real Academia de Medicina de las Islas Baleares)* [en línea]. Disponible en: http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html.
- [5] European Commission, *Future Noise Policy – Green Paper*, Brussels , 1996.
- [6] Viro, G.; Bonello, O.; Gavinowich, D. y Ruffa, F. (2002). *Protocolo de Mediciones para Mapas de Ruido Normalizados* [en línea]. Laboratorio de Acústica y Electroacústica, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/protoc-fiuba.pdf>.
- [7] Suter, A. (1998). *Naturaleza y efectos del ruido*. En: Coppée G., Hunt V. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. 3ª ed. Madrid: Organización Internacional del Trabajo.
- [8] Bartual, J., et al. (1987). *Higiene Industrial*. Barcelona: Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- [9] Canadian Centre for Occupational Health and Safety (1997). *Non-auditory effects of noise* [en línea]. Disponible en: http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/non_auditory.html.
- [10] Instituto de Normalización Técnica de Costa Rica (2000). *INTE 31-08-02-2000, Higiene Industrial, medio ambiente laboral: Determinación del nivel sonoro continuo equivalente sonoro en los centros de trabajo*. San José, Costa Rica: INTECO.
- [11] Manual Técnico de OSHA. Chapter 5: Noise and Hearing Conservation [en línea]. Disponible en: http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_toc.html.