

## Contaminación acústica por grupos electrógenos

Yanexy Cepero-Aguilera

Recibido el 4 de noviembre de 2008; aceptado el 6 de mayo de 2009

### Resumen

El trabajo tiene como tema el impacto ambiental por ruido de grupos electrógenos (GE). Se muestran diferentes definiciones y conceptos referidos a la explotación de los GE y las consecuencias que puede provocar a las personas que permanezcan cerca de ellos durante su funcionamiento. Los grupos electrógenos son además de generadores de energía, generadores de ruido y por tanto contribuyen a la contaminación acústica del lugar donde estén situados. En el documento se aborda la importancia del correcto uso y selección de los protectores auditivos para aquellas personas que trabajen directamente en las baterías de grupos electrógenos, así como algunas formas de atenuar el ruido. También se caracteriza la emisión sonora de estos a partir de estudios realizados.

**Palabras claves:** ruido, nivel sonoro, sonido.

### Acoustic contamination by diesel driven electric plant.

#### Abstract

This paper concerns with the environmental damage due to noise emission introduced by Engine Generator Sets. Definitions and concepts about Engine Generator operation are shown as well as the consequences over the personnel who stand near the Engine Generators during their operation. Obviously, such kind of machines generates energy but they also generate noise which contaminates the environment around them. The paper states how important are the right selection and use of noise protection devices for those whose main job is to operate engine generator sets. Some methods for noise damping are also shown. Finally, some case studies are presented in order to describe the noise emission registered in the real world.

**Key words:** noise, sound level, sound.

## 1. Introducción.

A raíz de una severa crisis en el sistema energético cubano fueron tomadas una serie de medidas dentro de las cuales estuvo una importante implantación de grupos electrógenos en todo el país. La mayoría de estos equipos fueron conectados a la red nacional para auxiliar a las centrales termoeléctricas.

Aunque se puede pensar que los grupos electrógenos forman parte de la arquitectura eléctrica nacional, con garantía de generación y suministro de electricidad para viviendas, hospitales, hoteles, industrias y centros recreativos, es necesario reconocer que también ocasionan molestias desagradables en la sociedad y repercute en el medio ambiente de manera negativa.

Los grupos electrógenos son fuentes acústicas que siempre generan ruido, independientemente del lugar donde estén situados. Este ruido afecta tanto al medio ambiente como a los trabajadores y habitantes cercanos de dicha instalación.

En este sentido, el objetivo del trabajo referido en este artículo es identificar las características de emisión sonora de los grupos electrógenos y brindar información necesaria que permita explicar la importancia del uso de la protección auditiva por aquellas personas que trabajan en lugares altamente ruidosos, como son los emplazamientos de grupos electrógenos y las consecuencias en la salud de los que se expongan al ruido sin protección.

### Generación distribuida.

Diferentes autores han indagado en el tema llegando a explicar el concepto de generación distribuida (GD) de diversas formas. Entre todas se puede concluir diciendo que la GD no es más que: la generación de energía eléctrica a pequeña y mediana escala, lo más cercana al centro de carga, con la opción de interactuar con la red eléctrica y, en algunos casos y bajo determinadas condiciones, considerando la máxima eficiencia energética [1]. Los grupos electrógenos (GE) son equipos electromecánicos compuestos por dos partes fundamentales: una llamada máquina motriz y la otra, máquina accionada.

A pesar de las ventajas relativas que pueda tener un GE respecto a las termoeléctricas (TE), no en todos los escenarios puede ser declarada una solución de generación de corriente superior a la otra. En la Tabla 1 se muestra una comparación entre las TE y los GE sobre diferentes criterios que defienden la opinión de que las TE no pueden ser reemplazadas por los GE sino que estos servirán solo de alivio para el funcionamiento de las mismas.

## 2. Emisión sonora.

Para tener un estimado de los niveles de ruido promedio de los GE existentes en el país de manera general, podemos basarnos en algunos datos ofrecidos por los diferentes fabricantes. A lo largo de todo el país se encuentran funcionando y en montaje muchas marcas de GE, por tanto a la hora de dar algunas definiciones éstas no serán rígidas pues no se trata de un mismo grupo de máquinas, si no que será flexible en dependencia del equipo en específico, de los instrumentos con que se cuente para hacer las mediciones y de los especialistas encargados del tema. En la tabla 2 se muestran algunos datos como los niveles de presión sonora (LPS) y niveles de potencia sonora (LWA) tomados de los catálogos Himoina de GE. Estos muestran los LPS y LWA solo para los GE de potencias menores de 700 kVA y los mayores a estas potencias no hacen mención de nada que tenga que ver con el ruido que generan. Esto da lugar a muchas interrogantes: ¿Por qué no dan los datos de LPS y LWA de GE con potencias mayores a los 700 kVA?; ¿Acaso el que digan que son insonorizados contrasta con la realidad?; ¿No les conviene que los clientes vean las verdaderas cifras para poder vender?

Pero esto no es suficiente para tomar decisiones o estimar los niveles sonoros de los GE ya que estos datos mostrados en la tabla 2 son tomados de catálogos y es lo que nos muestra el fabricante. Toca pues, ver en el campo cuánto nivel sonoro emiten realmente estos equipos, y para lograrlo es preciso tener mediciones reales.

A continuación se muestran los resultados de las mediciones hechas en tres GE ubicados en el Hotel Habana Libre, en las tablas 3 y 4 donde en la primera se dan los resultados con las puertas

cerradas para los tres GE instalados en el hotel y en la segunda una comparación de un GE con las puertas abiertas y cerradas, además de que dichas

mediciones fueron hechas a un metro de distancia, es decir, se midió la emisión de estos GE

**Tabla No. 1.** Comparación entre las TE y los GE.

<b>Criterio de comparación</b>	<b>Termoeléctricas</b>	<b>Grupos electrógenos</b>
Régimen de trabajo	Régimen base	Régimen pico y base (este último poco utilizado)
Sistema de protección: Equipos Operarios	Si tiene Si tiene	Si tiene Si tiene
Regulación de frecuencias	Pueden regular su frecuencia	No pueden regular su frecuencia
Piezas de repuesto	Están estandarizadas	No están estandarizadas y complica su mantenimiento por la variedad de fabricantes
Confiabilidad del equipamiento	Alta confiabilidad	Menos confiabilidad
Mantenimiento	Poca frecuencia relativa	Alta frecuencia relativa
Operación	Gran complejidad de operación	Menor complejidad de operación
Tipo de combustible	Crudo nacional	Diesel cubano y sus derivados
Electricidad	Alta calidad de la electricidad	Menor calidad de la electricidad
Impacto ambiental	Menor impacto ambiental respecto al ruido cuando está lejana de la comunidad	Alto impacto ambiental respecto al ruido cuando están cercanos a la comunidad
Pérdidas por transmisión	Grandes pérdidas por transmisión	Pocas pérdidas por transmisión
Seguridad	Tiene mayores riesgos asociados a la seguridad	Tiene menores riesgos asociados a la seguridad
Transportación del combustible	Menor complejidad asociada a la transportación de combustible	Mucha transportación de combustible

**Tabla No. 2. Características de emisión sonora de diferentes grupos electrógenos.**

Marca (motor)	Potencia (kVA)	Características	LPS (dBA)	LWA (dBA)
Helios, PERKINS	10.5-700	Estáticos Estándar, Refrigerados por agua, Diesel, Trifásicos.		
Kronos, HATZ	7-40	Estáticos Estándar, Refrigerados por aire, Diesel, Trifásicos y Monofásicos.	76-80 <sub>(3)</sub> 76 <sub>(3)</sub>	101- 105 <sub>(2)</sub> 101 <sub>(2)</sub>
Tor, IVECO	30-516	Estáticos Estándar, Refrigerados por agua, Diesel, Trifásicos.		
Tor, IVECO	30-516	Estáticos Insonorizados, Refrigerados por agua, Diesel, Trifásicos.	60-71 <sub>(1)</sub>	88-99 <sub>(2)</sub>
Zeus, SCANIA	242-544	Estáticos Insonorizados, Refrigerados por agua, Diesel, Trifásicos.	71 <sub>(1)</sub>	99 <sub>(2)</sub>
Kronos, HATZ	6-35	Insonorizados, Refrigerados por aire, Diesel, Trifásicos y Monofásicos.	69-74 <sub>(3)</sub> 69-74 <sub>(3)</sub>	94-100 <sub>(2)</sub> 94-99 <sub>(2)</sub>
Hermes, LOMBARDINI	13-25.5	Móviles, Insonorizados, Refrigerados por agua, Diesel, Trifásicos (1800rpm) 3600rpm	51-57 <sub>(1)</sub> 57-61 <sub>(1)</sub>	79-85 <sub>(2)</sub> 85-89 <sub>(2)</sub>
Tor, IVECO	30-516	Móviles, Insonorizados, Refrigerados por agua, Diesel, Trifásicos.	60-71 <sub>(1)</sub>	88-99 <sub>(2)</sub>
Zeus, SCANIA	242-544	Móviles, Insonorizados, Refrigerados por agua, Diesel, Trifásicos.	71 <sub>(1)</sub>	99 <sub>(2)</sub>
Centauro, MTU	761-2500	Insonorizados, Refrigerados por agua, Diesel, Trifásicos		
Centauro, MTU	761-2500	Estáticos Estándar, Refrigerados por agua, Diesel, Trifásicos.		
Helios, PERKINS	702-1656	Insonorizados, Refrigerados por agua, Diesel, Trifásicos		

(<sub>3</sub>) Nivel de presión sonora a 10m.

(<sub>1</sub>) Nivel de potencia sonora según directiva 2000/14/CE.

(<sub>2</sub>) Nivel de presión sonora a 7m.

**Tabla No. 3.** Medición de los GE con las puertas cerradas

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3 @ 1m
		83,2 dBA
	84,4 dBA	
86,1 dBA		

**Tabla No. 4.** Comparación con las puertas abiertas y cerradas de un GE

A-Grupo electrógeno abierto @ 1 m	B-Grupo electrógeno cerrado @ 1 m	A-B
98,3 dBA de LAeq (j!)	83,2 dBA de LAeq	15,1 dBA

Teniendo en cuenta que estas máquinas son versiones Ottomotores, SA de CV, con motores Volvo y generador WEG, sistema DALE 2001/480 V y con una potencia de 480 kW cada uno; se puede llegar a la conclusión de que los niveles de presión sonora pueden estimarse entre 83 y 95 dBA a distancias entre 1 y 10 m, según el rango de potencias analizadas por la autora.

### 3. Grupos electrógenos, ¿contaminantes acústicos?

Una fuente acústica es toda aquella fuente que debido a su funcionamiento genera ruido. Por tanto, los GE no están exentos de ser contaminantes acústicos.

Estos contaminantes acústicos (los grupos electrógenos) representan un ruido de nivel industrial ubicado en un medio urbano o rural, son un conjunto de fuentes de ruidos cuyos valores dependen de su potencia, marca y otras variables que son propias de cada unidad. Asegurado que no presenta desbalance u otras anomalías que aumentan su capacidad de producir ruidos, se tiene que sus niveles típicos rondan los 90 a 100 dBA (basado en casos de estudio), francamente elevados.

Es preciso tener bien claras las consecuencias que puede traer el estar en lugares, ya sean laborales o no, que estén contaminados acústicamente. Más adelante se abordará este aspecto y se dará una medida de las enfermedades y/o alteraciones que pueden producirse en las personas el simple hecho de no protegerse ante la amenaza del ruido.

Este enemigo (el ruido) común de todos, es tan fácil de hallar como de generar, cualquier persona puede hacer ruidos, ya sean con la boca o con cualquier instrumento, etc., en las viviendas, en los parques, en el cine, en fin, en cualquier lugar.

Así mismo como se generan los ruidos se deben atenuar y en el mejor de los casos eliminar, aunque esta última es la más difícil de lograr, prácticamente imposible. Cuando se habla de contaminación acústica se incluye el efecto de ultrasonidos e infrasonidos, ambos inaudibles para el ser humano, pero capaces de ocasionar graves efectos para el hombre y el ecosistema.

Una forma, de varias existentes, de solucionar la contaminación acústica lo es indudablemente el uso de silenciadores.

Los silenciadores son elementos que se intercalan en los conductos por donde fluye un gas. Su misión es la de reducir al máximo el ruido transmitido. Por tanto, en dependencia de cuanto será capaz de atenuar el ruido un silenciador, pues así será el costo de este.

Otra forma de solucionar y/o atenuar las consecuencias de la contaminación acústica lo es el uso de protección auditiva.

### 4. Protección auditiva

Los protectores auditivos no son la solución para eliminar el ruido en el área de trabajo pero si son una medida de control en el receptor, que en este caso son los trabajadores de los GE.

El riesgo de daño auditivo comienza a partir de los 75 dBA durante ocho horas de trabajo. Existen lugares (industrias, aeropuertos, GE) donde el ruido supera los 85 dBA, en otros países 95 dBA, y por tanto es de estricta obligación el uso de los protectores.

Existen dos tipos de protectores auditivos: [3]

- Tapones intraaurales.
- Orejeras o copas perimetrales.

También existen los cascos antirruídos con similitud a las orejeras pero con doble función que es la de proteger la cabeza. Pero los más usados son las orejeras, las cuales si son bien seleccionadas son más eficientes que los tapones y los cascos. En la figura 1 se muestra un ejemplo de estos tipos de protectores.



**Figura 1.** Protectores auditivos, cascos, orejeras, tapones

Para una mayor comprensión de la importancia del uso de la protección auditiva a continuación se muestra un diagrama de flujo en el se trata de

explicar exposición al ruido y sus posibles consecuencias en un ambiente laboral.

En el diagrama de flujo de la figura 2 se muestra cómo se desarrolla la exposición al ruido en todo lugar invadido acústicamente.

En cualquier centro de trabajo en el que el nivel de ruido exceda los niveles tolerables y/o admisibles se tiene que usar protección auditiva. Pero la protección no es el primer paso a seguir ante esta situación. Lo primero que se debe hacer es someter a todas las personas que trabajarán en dicho ambiente a un examen auditivo, con el fin de conocer si esas personas poseen daños en el sistema auditivo por otras causas. En el caso de que la persona ya esté afectada, es decir, que tenga pérdida o disminución de la capacidad auditiva, no puede trabajar en ese lugar por lo que se deberá poner en otro puesto de trabajo. Si la persona no tiene problemas auditivos puede trabajar sin problema alguno siempre y cuando le sea asignada protección auditiva que garantice, al menos, la exposición a niveles tolerables.

Cuando se le asigna protección al personal, se les debe explicar del manejo correcto de los protectores, así como su cuidado, estricto uso y de las consecuencias que les puede traer un mal uso de los mismos. Si la protección se utiliza de manera correcta y durante el tiempo establecido, el trabajador no tendrá problemas en el futuro, al menos problemas auditivos, y solo será expuesto a exámenes preventivos para cerciorarse de que realmente este todo bajo control.

En caso de que no exista protección, al cabo de un tiempo (corto, mediano y largo plazo) se observarán en los trabajadores algunos síntomas de forma tal que sea necesario hacerle un examen auditivo y comprobar que tiene algún problema debido a la exposición al ruido. Los médicos definirán si tiene problemas o no, y si estos son permanentes o temporales. En caso de ser temporales es preciso cambiar del puesto de trabajo a la persona afectada y en el caso que sea permanente la afectación, se le dará baja del centro de trabajo y por tanto un seguro social o chequera por jubilación. En ambos problemas, temporal o permanente, se capacitará un nuevo personal para ocupar el antiguo puesto de trabajo.

Al usarse inadecuadamente los protectores es lo mismo que si no se usaran, por tanto pasaría todo lo antes expuesto. Si se usaran correctamente los protectores pero no durante el tiempo establecido, se hace cuenta de que no se usa la protección, es válido aclarar que los efectos del ruido son acumulativos y por tanto si no se esta protegido durante el tiempo necesario es como si no hubiese habido protección. Por tanto, se regresa a las consecuencias de no usar protección auditiva.

Para lograr un uso correcto de los protectores auditivos es preciso hacer una debida selección de los mismos. Evidentemente, existen criterios, avalados internacionalmente, para la selección de la protección auditiva. Criterios por los cuales deben regirse las personas encargadas de hacer las compras de estos artículos para lograr el verdadero objetivo de ellos que son proteger a los trabajadores de lugares altamente ruidosos. Además de los criterios, debe hacerse un estudio previo del lugar donde se usarán para conocer con certeza cuanto ruido es necesario atenuar por dichos protectores. También, es preciso que cumplan una serie de requerimientos para su uso correcto y satisfactorio.

Basándose en el trabajo de diploma [4], estos requerimientos son:

- Comodidad (cuánto tiempo puede soportar el personal con dichos protectores).
- Atenuación del ruido (cuanto son capaces de atenuar de forma tal que su uso sea eficiente).
- Ausencia de efectos adversos en la piel (no debe bajo ningún concepto irritar o provocar algún tipo de alergia).
- Conservación de la palabra clara (con ellos puestos los usuarios deben escucharse al hablar).
- Fácil manejo (debe permitirle al usuario un fácil manejo a la hora de poner los y quitarlo para que sean puestos correctamente y no sea un motivo de mal uso).
- Durabilidad (debe ser de un material o composición de materiales que den margen de una larga vida útil).

### Efectos auditivos del ruido. [5]

#### 1. Trauma acústico agudo.

Asociado a grandes explosiones con ondas sonoras de elevada presión. Consecuencias: desgarro de tímpano, produce dolor intenso, sensación de inestabilidad, puede dañar los sistemas de transmisión (posible cierta recuperación) y los de recepción (irreparable).

#### 2. Trauma acústico prolongado o sordera profesional.

Por la exposición continua a ruidos de elevada intensidad, es una de las enfermedades laborales más frecuentes en la actualidad. La exposición a frecuencias altas es más perjudicial que la exposición a frecuencias bajas.

Las frecuencias más afectadas son entre 2 kHz y 8 kHz, con mayor incidencia en la zona de 4 kHz.

#### 3. Alteraciones reversibles, debidas sobre todo al ruido ambiental.

El ruido ambiente no produce sordera, se crea embotamiento auditivo y una sensación de agotamiento. Los ruidos nocturnos que impiden el descanso y la recuperación del oído durante el sueño. El nivel de ruido que no molesta está entre 15 y 30 dBA y niveles más altos solo resultan soportables después de una adaptación.

### Efectos no auditivos del ruido. [5]

#### ▪ Fisiológicos

Sistema nervioso central.

Sistema nervioso vegetativo.

Funciones vitales, sistema cardiovascular, endocrino, respiratorio, digestivo, etc.

#### ▪ Psíquicos

Estado de ánimo.

Molestia (muy evidente).

Efectividad (en el trabajo de tipo mental).

En el diagrama de *Ishikawa* de la figura 3 se muestran las diferentes causas por las cuales se producen en las personas efectos en su salud. Estos efectos, auditivos y no auditivos, están

descritos anteriormente. Las causas por las cuales las personas pueden enfermarse son muchísimas, dentro de estas se encuentran las referidas al ruido.

El ruido es causante de muchos malestares y propicia el desarrollo y surgimiento de varias enfermedades que pueden estar contempladas dentro de las amparadas por la ley como enfermedades profesionales y puede que no lo estén. El diagrama representa de manera simple algunos aspectos que intervienen en los efectos auditivos y no auditivos del ruido. Dichos aspectos están relacionados con el ruido ambiente que rodea todo el contorno laboral, el tipo de operación y explotación de las unidades instaladas y la protección que debe existir.

Cuando en una instalación existe un nivel sonoro promedio más allá del permitido se deben tomar ciertas medidas por el personal de administración del lugar para atenuar el efecto del ruido en los trabajadores. Esto se puede resolver utilizando protectores en las personas y en los equipos que originan el ruido. Otro factor que afecta y contribuye al aumento del ruido lo son el ruido de fondo y el tipo de operación y explotación de las máquinas. En el diagrama se evidencian claramente estos aspectos y se desglosan en aspectos más específicos que los caracterizan

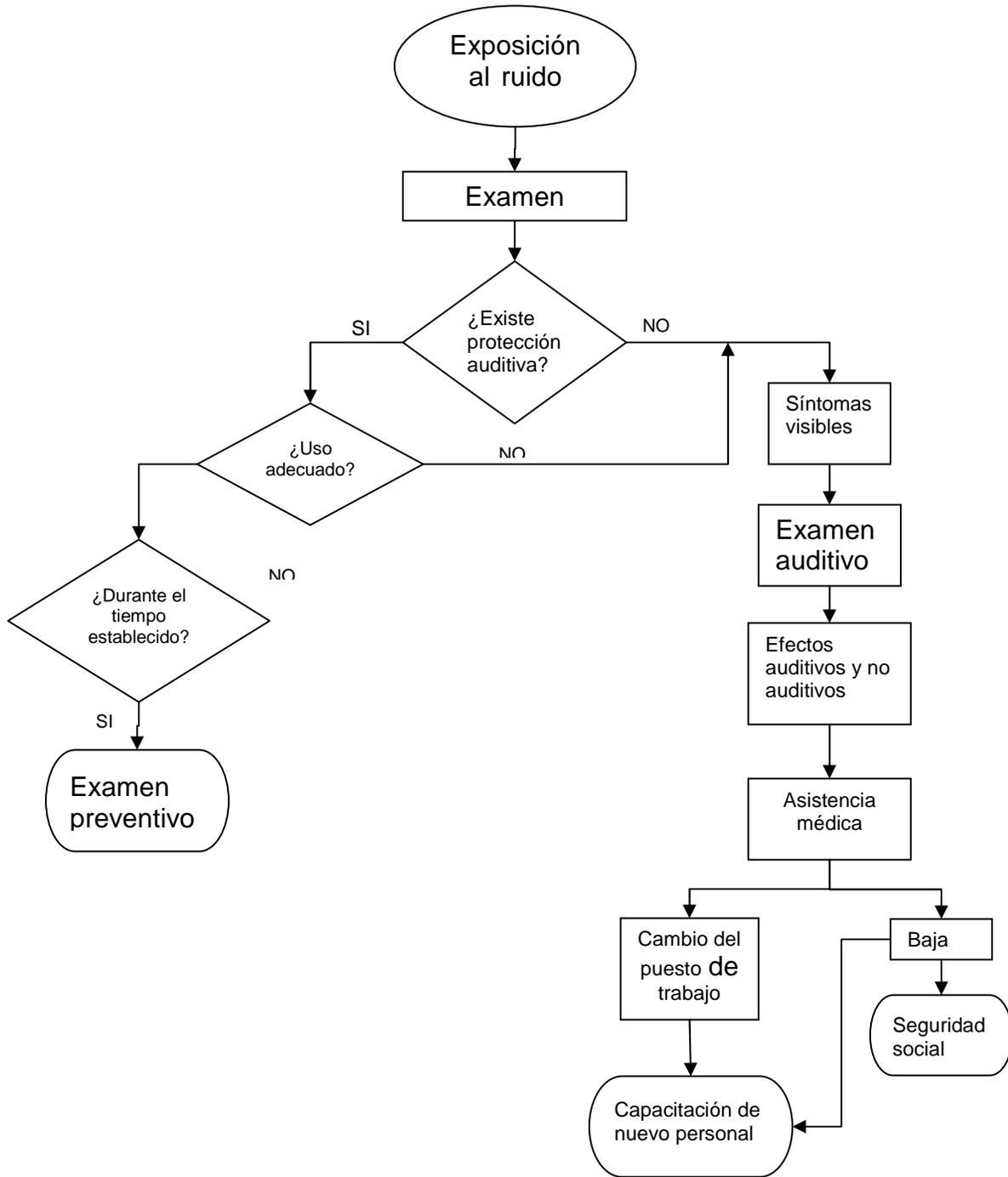


Figura 2. Diagrama de flujo.

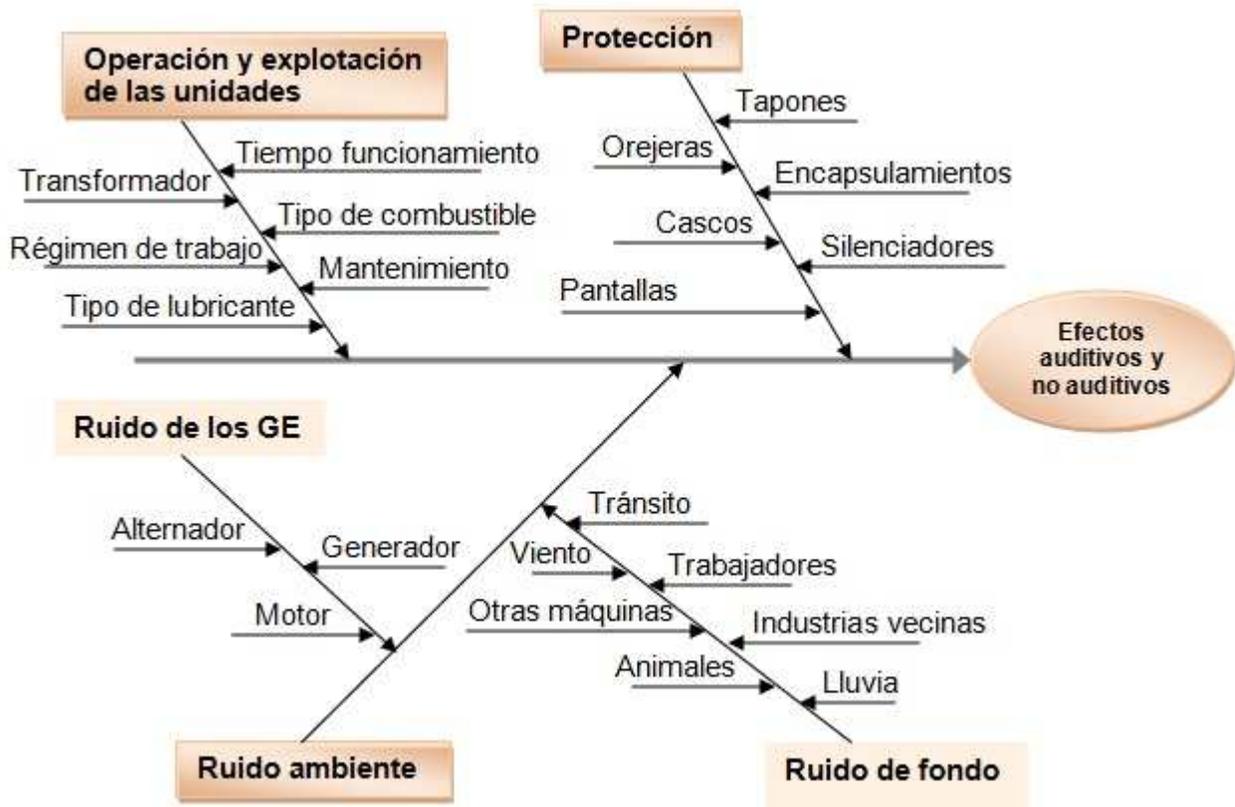


Figura 3. Aspectos generales de los efectos del ruido

## 5. Conclusiones.

- El nivel de emisión sonora de los GE se puede considerar de elevado, y por tanto dañina para la salud (efectos auditivos y no auditivos) de aquellos que trabajan expuestos a dichos niveles de ruido.
- El ruido de los GE puede afectar tanto a las personas que trabajan en su operación y mantenimiento, como a las que viven cerca del lugar donde estén instalados, relacionándose este hecho con la posible aplicación de la normativa obligatoria y la legislación aplicable.
- Se estima que los niveles de presión sonora oscilan entre los 83 y 95 dBA a distancias entre 1 y 10 m, lo cual implica valores de alto riesgo para la salud y la higiene del trabajo, máximo si se considera que a veces funcionan varios equipos simultáneamente.

## 6. Referencias.

1. *Generación Distribuida de calidad*. La Habana, Cuba: Editorial ISPJAE, Doc. Generación Distribuida (GD).
2. **SEXTO, L. F.** *Control de ruido*. 1ra ed. La Habana, Cuba: Noviembre de 2003.
3. **TRUJILLO GARRIDO, J.** *Análisis de ruido en los sistemas de mantenimiento de las centrales termoeléctricas*. Trabajo de diploma, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" - ISPJAE, La Habana, Cuba.
4. **OCHOA PÉREZ, J. M.** *Medida y control del ruido*. Barcelona, España: MARCOMBO, S.A, 1990.
5. **MIYARA, F.** "Contaminación acústica urbana en Rosario". Universidad Nacional de Rosario. Octubre de 1995.

6. **CEPERO AGUILERA, Y.** *Impacto ambiental por ruido de grupos electrógenos.* Trabajo de diploma, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" - ISPJAE, La Habana, Cuba.

Disponible en:  
<http://www.acusticaintegral.com/productos/silenciadores/>

### **Yanexy Cepero-Aguilera**

Centro de Estudio Innovación y Mantenimiento - CEIM. Facultad de Ingeniería Mecánica  
Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" – CUJAE  
Calle 114 #11901 e/119 y 127. Marianao. La Habana. Cuba. CP 19390.  
Teléfono: 537- 2663639. E-mail: [ycepero@ceim.cujae.edu.cu](mailto:ycepero@ceim.cujae.edu.cu)