	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 1 de 47

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO

RELACIÓN DE VERSIONES

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
02	Versión 2	19 de Septiembre de 2008
DEPENDENCIA RESPONSABLE	REVISÓ	APROBÓ
<p style="text-align: center;"> NOMBRE DEL JEFE DE LA DEPENDENCIA RESPONSABLE Nombre del cargo </p> <p> ELABORÓ: EQUIPO TÉCNICO PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CÉSAR G. LIZARAZO S., PHD DIRECTOR PROYECTO DE CONSULTORIA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EL MONITOREO DE HIGIENE INDUSTRIAL PARA ECOPETROL S.A. Y ELABORACIÓN DE PLANES DE INTERVENCIÓN, EN LOS ASPECTOS DE RIESGOS FÍSICOS Y AGENTES QUÍMICOS </p>	<p style="text-align: center;"> NOMBRES DE LOS JEFES DE LAS DEPENDENCIAS QUE REVISARON Nombre de los cargos </p>	<p style="text-align: center;"> NOMBRE DE QUIEN APRUEBA Nombre del cargo </p>




	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 2 de 47

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. OBJETO	5
2. ALCANCE	5
3. GLOSARIO.....	5
4. DOCUMENTOS DEROGADOS	10
5. REFERENCIA NORMATIVA.....	10
5.1 ECOPETROL.....	10
5.2 REQUISITOS LEGALES	10
6. RESPONSABILIDADES	12
6.1. VICEPRESIDENTE	12
6.2. GERENTE GENERAL, GERENTES DE NEGOCIO, SUPERINTENDENTES Y JEFES DE DEPARTAMENTO	13
6.3. COORDINADORES.....	13
6.4. SUPERVISORES.....	14
6.5. PROFESIONALES, OPERADORES Y TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO.....	14
6.6. FACILITADOR DE HIGIENE INDUSTRIAL	14
6.7. FUNCIONARIOS DE ECOPETROL S.A., CONTRATISTAS Y VISITANTES	14
7. ESTRATEGIAS DE MUESTREO, ANÁLISIS Y CONTROL	15
7.1. RECONOCIMIENTO.....	15
7.2. NÚMERO DE PUNTOS Y NÚMERO DE MUESTRAS POR PUNTO	15
7.2.1. <i>Determinación número de puntos para definir exposición ocupacional.....</i>	<i>15</i>
7.2.2. <i>Método.....</i>	<i>18</i>
7.2.3. <i>Evaluación de fuentes de ruido para orientar el control.....</i>	<i>19</i>
7.2.4. <i>Mediciones para condiciones de Confort y/o Tranquilidad.....</i>	<i>20</i>
7.3. MEDICIÓN EN CAMPO.....	20
7.3.1. <i>Instrumentos de medida.....</i>	<i>20</i>
7.3.2. <i>Calibración.....</i>	<i>23</i>
7.3.3. <i>Corrección de Nivel de Presión Sonora por Ruido de Fondo.....</i>	<i>24</i>

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 3 de 47

7.4.	PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN	25
7.5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	26
7.5.1.	<i>Definición de Exposición Ocupacional al ruido.....</i>	26
7.5.2.	<i>Ruido de Área.....</i>	29
7.5.3.	<i>Evaluación de Ruido en la Fuente</i>	29
7.5.4.	<i>Evaluación de condiciones de confort y/o trabajo intelectual.....</i>	30
7.6.	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	30
7.7.	MÉTODOS DE CONTROL O GESTIÓN DEL RIESGO	31
7.7.1.	<i>Eliminación o Control en la Fuente</i>	33
7.7.2.	<i>Aislamiento o control en la vía de transmisión</i>	34
7.7.3.	<i>Control en la Persona Expuesta o en el Receptor.....</i>	34
7.8.	DIAGRAMA DE FLUJO	37
8.	REGISTROS	38
9.	CONTINGENCIAS.....	38
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	39
11.	ANEXOS	39


	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 4 de 47

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. TAMAÑO MUESTRAL PARA UN $N \leq 50$, $\tau = 0.1$ Y UN NIVEL DE CONFIANZA DEL 90%.....	16
TABLA 2. NUMEROS ALEATORIOS	17
TABLA 3. RESTA DE DECIBELES PARA CORRECCIÓN DE RUIDO DE FONDO	25
TABLA 4. VALORES DE K PARA CADA Z DADO.....	28
TABLA 6. VALORES RECOMENDADOS DEL ÍNDICE NR PARA DIFERENTES LOCALES.....	32
TABLA 7. VALORES DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA CORRESPONDIENTES AL ÍNDICE NR	32

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ILUSTRACIÓN DE LOS FENÓMENOS DE REFLEXIÓN, ABSORCIÓN Y TRANSMISIÓN.....	9
FIGURA 2. CURVAS DE COMPENSACIÓN O PONDERACIÓN A Y C PARA CADA FRECUENCIA.....	22

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 5 de 47

1. OBJETO

Presentar una metodología para el reconocimiento, evaluación y definición de la magnitud de riesgo ruido generado en las diferentes áreas de trabajo de la empresa ECOPETROL S.A., y los métodos generales de control que son aplicables para proteger a los trabajadores expuestos.

2. ALCANCE

El protocolo de ruido, aplica a todas las actividades desarrolladas por el personal propio directo, propio indirecto y de los empleados de las compañías contratistas de ECOPETROL S.A. en la GRM que trabajan en áreas u oficios expuestos a ruido.

3. GLOSARIO

AMBIENTE ACÚSTICO: Un espacio de aire en el cual suceden fenómenos de propagación de ondas acústicas.

ANÁLISIS DE ESPECTRO: Medición cuyo objeto es determinar el espectro de un sonido o señal.

ANALIZADORES DE FRECUENCIA: Indican la distribución del sonido en función de su frecuencia. El proceso para determinar esta distribución se denomina análisis del espectro, permite separar por frecuencias el sonido, sirve para dar una característica más detallada de la composición del ruido.


ANSI – American National Standards Institute: Instituto Normalizador de Estados Unidos de Norteamérica. Emite normas de validez nacional dentro de los Estados Unidos, algunas de las cuales tienen ciertas diferencias con respecto a las Normas Internacionales (ISO) correspondientes.

AUDICIÓN: Sentido por medio del cual se percibe el sonido

BARRERA ACÚSTICA: Tabique que, interpuesto entre una fuente sonora y un receptor bloquea el campo directo, atenuando, por consiguiente, el campo sonoro total.

CALIBRADOR: Instrumento que genera un tono puro por lo general a 1 KHz. y 94 dB(A) o 114 dB(A); que se emplea para verificar y ajustar sonómetros u otros instrumentos de medida acústica.

CAMPO REVERBERANTE: Parte del campo sonoro debido a las reflexiones en las diversas superficies de un recinto.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 6 de 47

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA: Contaminación del ambiente por ondas acústicas perjudiciales, cualquiera sea su frecuencia.

CONTROL DE RUIDO: Conjunto de medidas técnicas o estratégicas para corregir una situación en la cual sea o pueda ser un problema.

DECIBEL (dB): Unidad en la que se expresa el nivel de presión sonora, y en general la relación entre dos valores de presión, tensión eléctrica, o potencia.

DECIBEL A (dBA): Unidad del nivel sonoro en le cual se expresan habitualmente los resultados de las mediciones de ruido con fines legales o para determinación de riesgo auditivo.

DECIBEL C (dBC): Unidad de nivel sonoro utilizada para algunas mediciones de ruido impulsivo o en aquellos casos en que se requiere una aproximación del nivel de presión sonora. También permite, en conjunción con la medición en **dBA**, deducir si un determinado ruido tiene predominio de bajas frecuencias.

DOSÍMETRO PARA RUIDO: Es un monitor de exposición que acumula el ruido constantemente, usando un micrófono y circuitos similares a los medidores de presión sonora. La señal es acumulada en un condensador una vez que ha sido transformada en energía eléctrica.

DOSIS DE RUIDO: Es la energía sonora recibida por el oído durante un periodo de tiempo determinado. Está dada en función del producto del nivel sonoro en dB(A) y el periodo de exposición a dicho nivel.

ESPECTRO DE BANDAS: Espectro en el cual se representa el nivel de presión sonora correspondiente a cada una de las bandas en las que se ha subdividido el eje de frecuencia. Por ejemplo, espectro de bandas de octava.


Hertz: Unidad de frecuencia igual a un ciclo por segundo. Se abrevia **Hz**.

IEC – International Electrotechnical Commission: Comisión Electrotécnica Internacional. Organismo que emite normas relativas a equipamiento eléctrico. Los instrumentos de medición acústica están sujetos a las normas IEC.

IMPULSO: Una función de gran amplitud durante un tiempo muy corto.

ISO – International Organization for Standardization: Organismo internacional de normalización. Agrupa a los organismos nacionales de normalización. Emite normas de validez internacional.

MEDIDOR DE NIVEL SONORO (Sonómetro): Instrumento para medir el nivel sonoro y en algunos casos el nivel de presión sonora. Normalmente se incluyen las curvas de compensación A y C. Debe cumplir con la norma IEC 651 o cualquiera que la supere.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 7 de 47

MEDIDOR DE NIVEL SONORO INTEGRADOR (Sonómetro): Instrumento de medición para medir el nivel sonoro continuo equivalente que debe cumplir con la norma IEC804. Además de tener filtros que permiten medir **dBA** y **dBC**, permite en general fijar el periodo de tiempo desde 1 segundo hasta 24 horas.

MICRÓFONO: Dispositivo transductor que transforma señal sonora en señal eléctrica.

NIVEL DE RUIDO: Nivel sonoro correspondiente al ruido en un instante determinado.

NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (L_{eq}): Nivel sonoro de un ruido de intensidad constante durante un tiempo **T** especificado cuya energía sonora ponderada por la red de compensación **A** sea igual a la correspondiente al ruido que está siendo evaluado

NIVEL PICO: Valor instantáneo máximo durante un intervalo de 1 s. No debe confundirse con $L_{máx.}$, ya que éste es el máximo valor eficaz (no instantáneo) en un periodo dado.

NIVEL SONORO (UNIDADES)

- **Nivel:** Nivel constante durante un tiempo de referencia de 1 s que posee igual energía total que el evento a medir. Se utiliza para valorar y comparar ruidos de corta duración, como impactos, pasajes de vehículos, el ruido del paso de aviones, etc.
- **Margen Audible:** Es la relación auditiva que se produce por variación rápida de la presión en el orden de 20 a 20000 Hz o C.P.S (Ciclos por Segundo) y que el oído humano es capaz de percibir.


En términos de presión sonora el umbral de percepción auditiva (P_0) es de 2×10^{-5} Pascales = 2×10^{-4} μ bar = 2×10^{-5} Nw/m^2 .

- **Nivel de presión sonora (NPS ó L_p) en dB:** Es 20 veces el logaritmo de base 10 de la relación entre una presión sonora determinada (P), expresada en Pascales o una unidad equivalente y la presión sonora de referencia (P_0)

$$L_p = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right) \text{dB}$$

- **Nivel de Potencia Sonora:** Es la energía total que produce una fuente de ruido por unidad de tiempo. Es independiente del medio y de la distancia del foco:

$$L_w = 10 \log \left(\frac{W}{W_0} \right) \text{dBref } 10^{-12} \text{Watt}$$

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 8 de 47

Donde:

W = Potencia de la fuente en vatios.

W₀ = Potencia sonora de referencia establecida en 10⁻¹² vatios (ISO 1963 OMG)

- Decibelio: Unidad de nivel o dimensional que denota la relación 10 veces el logaritmo base 10 entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibelio es la décima parte del belio y se utiliza para describir niveles de intensidad, de potencia y de presión sonora, el símbolo es dB.
- Espectro del sonido o ruido: Se refiere a la composición de frecuencias y la posibilidad de que un sonido sea percibido por el oído humano. Se suele dividir el espectro de frecuencias audibles en bandas de octavas y de tercios de octavas.
- Banda de octavas: Es el intervalo de frecuencia comprendido entre una determinada y otra igual al doble de la anterior. También se define como el intervalo de frecuencia entre dos sonidos cuya relación de frecuencia es 2. Las más usuales son: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz.

$$f_2 = 2 \times f_1$$


- Bandas de tercia de octava: Es el intervalo entre dos sonidos cuya relación es de 1/3 de octava. Las frecuencias normalmente empleadas son: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 2000, 2500, 3150, 4000 y 5000 Hz.

$$f_2 = \sqrt[3]{2} \times f_1$$

OSHA – Occupational Safety and Health Administration: Administración de Seguridad y Salud Laboral de EE.UU. (Organismo regulador de la salud laboral en los Estados Unidos).

PROPIEDADES DEL SONIDO

- Reflexión: Al inducir una onda sonora sobre una superficie, una parte de su energía será reflejada y el resto absorbida o transmitida. Toda onda que incida con un ángulo sobre una superficie reflectora, será reflejada con el mismo ángulo. (Ver Figura 1)
- Absorción: Al incidir una onda sonora sobre un material, parte de la energía de la onda será disipada dentro del material debido a pérdidas producidas por rugosidades, porosidades. La energía perdida por la onda se transforma en calor. (Ver Figura 1)
- Transmisión: Cuando al incidir una onda sonora sobre una superficie, parte de la energía de esta onda pasa al otro lado de esta superficie. (Ver Figura 1)

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 9 de 47

- **Difracción:** Cuando una onda sonora se propaga y encuentra un obstáculo en su dirección, la onda seguirá propagándose casi como si el obstáculo no existiera siempre y cuando la longitud de onda sea grande comparada con las dimensiones del obstáculo, de lo contrario se formará una zona de sombra (ruido disminuido).

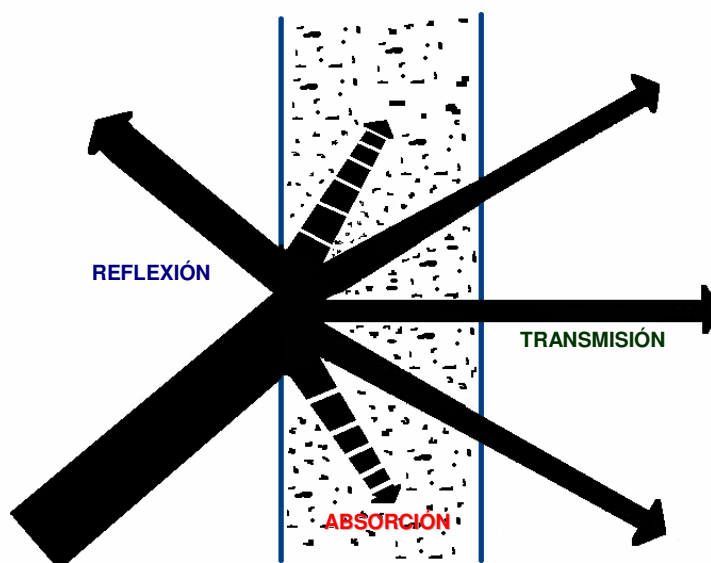



Figura 1. Ilustración de los fenómenos de Reflexión, Absorción y Transmisión

RUIDO: Se considera ruido a todo sonido indeseable que produce molestia o que puede afectar la salud y el bienestar de las personas. Dentro de los diferentes tipos de ruido están:

- **Ruido continuo estable:** Es aquel cuyo nivel de presión sonora permanece casi constante con fluctuaciones inferiores o iguales a dBA durante un periodo de medición de 1 minuto.
- **Ruido continuo fluctuante:** Es aquel que presenta variaciones en los niveles de presión sonora mayores a 5 dBA durante un periodo de medición de 1 minuto.
- **Ruido de impulso o impacto:** Es aquel que presenta elevaciones bruscas del nivel de presión sonora de corta duración y que se producen con intervalos regulares o irregulares con tiempo entre pico y pico iguales o superiores a un segundo. Cuando los intervalos sucesivos son menores a un segundo, el ruido se considera como continuo.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 10 de 47

RESPUESTA LENTA: En un medidor de nivel sonoro, la respuesta temporal que se obtiene cuando la constante de tiempo de la premedicación es de 1 s. Se abrevia S.

RESPUESTA RÁPIDA: En un medidor de nivel sonoro, la respuesta temporal que se obtiene cuando la constante de tiempo de la premedicación es de 125 milisegundos.

SONIDO: El sonido es una perturbación mecánica de tipo ondulatorio que se propaga en medio elástico (aire, agua o cualquier otro medio) produciendo variaciones de presión o vibración de partículas las que pueden ser detectadas por el oído humano o por medio de instrumentos y denomina presión sonora.

4. DOCUMENTOS DEROGADOS

No aplica


5. REFERENCIA NORMATIVA

5.1 ECOPETROL

- ECP-DRI-I-005 Instructivo para Diligenciar Formatos Evaluación del Factor de Riesgo Ruido

5.2 REQUISITOS LEGALES

- Convención colectiva laudo de ECOPETROL, artículo 83, sobre la Higiene Industrial en ECOPETROL.
- **Resolución No. 2400** de 1979 Ministerio de Trabajo y Seguridad Social – Disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimientos de trabajo – Título III normas generales sobre riesgos físicos, Capítulo IV ítem 2.3.4, sobre el ruido y la vibración:
 - Artículo 88 y párrafo, sobre el deber de realizar estudios técnicos y define el nivel máximo admisible para ruido continuo.
 - Artículo 89, sobre el deber de realizar estudios de nivel de presión sonora y frecuencia donde se sobrepase el TLV.
 - Artículo 90, sobre métodos para el control del ruido.
 - Artículo 91, sobre el deber de realizar audiometrías a los trabajadores expuestos a niveles por encima del nivel permisible.
 - Artículo 92, sobre el deber de suministrar EPP a trabajadores expuestos a niveles por encima del permisible.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 11 de 47

- Artículo 92 parágrafo, sobre niveles máximos permisibles para labores de trabajo intelectual.
 - Artículos 93 al 96, sobre métodos de control para exposiciones a ruido y vibraciones.
- **Resolución No. 8321** de 1983 del Ministerio de Salud, por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.
 - Del Capítulo II ítem 5.2 del ruido ambiental y sus métodos de medición
 - Artículos No. 17 al 19, establece los NPS máximos permisibles para ruido comunitario y su técnica de medición.
 - Del Capítulo IV ítem 5.4 del Normas especiales de emisión de ruido para algunas fuentes emisoras
 - Artículos No. 32, 36 al 40, sobre niveles máximos permisibles para vehículos.
 - Del Capítulo V ítem 5.5 protección y conservación de la audición por emisión de ruido en los lugares de trabajo.
 - Artículo No 42, sobre Nivel de Presión Sonora sobre el cual no se permite ningún tiempo de exposición.
 - Artículo 43, sobre el cálculo dosis.
 - Artículo 44, instrumentación.
 - Artículo 45 y 46, valores límites permisibles para ruido de impacto.
 - Artículo 47 y 56, sobre la técnica de las mediciones ocupacionales.
 - Artículo 47 literal e), sobre calibración electrónica y acústica.
 - Artículos Nos. 48, 49, 51 y 52, sobre técnicas de control de ruido.
 - Artículo No. 50, sobre el contenido del programa de conservación de la audición.
 - Artículos No. 53 y 54, sobre audiometrías.
 - Artículo No. 53 literal j), sobre calibración de audiómetros.
 - Artículo No. 55, sobre certificaciones de eficiencia de los EPP.
 - **Resolución No. 1792** de 1990 de los Ministerios de Salud y Trabajo, sobre Valores Límites Permisibles para Ruido Continuo.
 - **Decreto 614** de 1984 Bases para la organización y administración de la salud ocupacional, Capítulo II, ítem 6.2.15 responsabilidades de los patronos, artículo 24 literales e) y f), sobre la obligación de informar los riesgos a los expuestos.
 - **Resolución No. 1016** de 1989 del Ministerio de Trabajo y de Salud – Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país.
 - Artículo 11 ítem 1, 2 y 3, sobre la identificación, reconocimiento, evaluación (cualitativo y cuantitativo) y control del riesgo.
 - Artículo 14 ítems 2, 3, y 4, sobre la exigencia de mantener actualizados los registros de las evaluaciones.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 12 de 47

- **Ley 9 de 1979** del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social – Normas para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones – ítem 1.6 De los agentes físicos – artículo 106 sobre competencias del Ministerio de Salud frente a rudo y vibración.
- **Circular unificada del 2004** del Ministerio de protección Social ítem B literal 6 párrafos 1ero y 6to, sobre el control efectivo del riesgo.

5.3 NORMATIVIDAD TÉCNICA:

- Norma Técnica Colombiana-ICONTEC-Acústica 3321 (calibración) -Determinación de la exposición al ruido ocupacional y estimación del deterioro de la audición inducido por ruido, Capítulo 4.2 Instrumentación, 4.2.1 Generalidades Instrumentación. Ítem 4.2.3 “Calibración y Verificación”, 4.3 Posición del micrófono.
- Normas Técnicas Colombianas-ICONTEC-Acústica 4653 (requisitos instrumentación) - directrices para la medición exposición ruido en ambientes de trabajo. Ítem 4.2.1 Instrumentación, Ítem 4.2.4 calibración y verificación, Precisión de la medición – Anexo D: Clases de exactitud para medición de ruido y Anexo F – Valores del nivel umbral de la audición – TLV’s.
- Norma Técnica Colombiana-ICONTEC-Acústica 2508- Frecuencias utilizadas en las mediciones de ruido.
- Norma Técnica Colombiana – ICONTEC – Acústica 2727 – Materiales y sus características de absorción y aislamiento.
- Norma Técnica Colombiana – ICONTEC – Acústica 2884 – Audiómetros.
- Norma Técnica Colombiana – ICONTEC – Acústica 3428 – Sonómetros – medidores de la intensidad del sonido.
- Norma Técnica Colombiana-ICONTEC-Acústica 3522- Descripción y medición del ruido.

6. RESPONSABILIDADES

6.1. Vicepresidente

- a. Controlar y asegurar la aplicación del Estándar de Higiene Industrial sobre Ruido Ocupacional.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 13 de 47

- b. Asignar los recursos adicionales en caso de ser necesario, para la ejecución de las evaluaciones de los estudios de Higiene Ocupacional sobre ruido ocupacional.
- c. Informar al Comité Directivo de la Empresa, los resultados de los estudios de ruido ocupacional.
- d. Compartir el aprendizaje de la práctica de Higiene en ECOPETROL S.A.
- e. Asegurar la ejecución de las recomendaciones de los estudios de Higiene Industrial.

6.2. Gerente General, Gerentes de Negocio, Superintendentes y Jefes de Departamento

- a. Controlar y asegurar la aplicación de este Estándar de Higiene Industrial sobre ruido ocupacional en los ambientes de trabajo de sus áreas de responsabilidad.
- b. Asignar los recursos necesarios para la ejecución de las evaluaciones Higiénicas para ruido ocupacional.
- c. Asegurar la ejecución de las recomendaciones surgidas de las evaluaciones de ruido ocupacional.
- d. Designar la firma prestataria del servicio con una compañía competente que cuente con licencia para la prestación de servicios en Salud Ocupacional e Higiene Industrial como persona jurídica.
- e. Garantizar que el personal que participa en las mediciones de ruido ocupacional sea competente para:
 - Calibrar y operar la instrumentación de las mediciones según las instrucciones del fabricante.
 - Documentar los certificados de las calibraciones tanto electrónicas como acústicas de la instrumentación para las mediciones de ruido.
 - Verificar la idoneidad del recurso humano asignado a las mediciones mediante la verificación de su licencia para la prestación de servicios en salud ocupacional como persona natural.
 - Registrar el número, marca, modelo y referencia del instrumento utilizado en las mediciones y constatar que este sea el mismo que reposa en los certificados de calibración.

6.3. Coordinadores

- a. Definir y gestionar los recursos necesarios para ejecutar las recomendaciones surgidas de las evaluaciones de ruido ocupacional.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 14 de 47

- b. Validar las recomendaciones emitidas por los estudios de ruido ocupacional, en cuanto a su efectividad para controlar las causas de no conformidad reportadas.
- c. Verificar el cumplimiento de las obligaciones de los prestatarios de servicios para las mediciones de ruido ocupacional en los ambientes de trabajo.

6.4. Supervisores

- a. Identificar y reportar las condiciones sub estándar por exceso de ruido industrial en sus áreas.
- b. Asegurar la efectividad en la ejecución de las recomendaciones de los estudios de ruido ocupacional.
- c. Asegurar la aplicación de las mejores prácticas.

6.5. Profesionales, Operadores y Técnicos de Mantenimiento


- a. Eliminar la generación de condiciones sub estándar respecto a ruido industrial en sus áreas de intervención.
- b. Asegurar la aplicación de las mejores prácticas.

6.6. Facilitador de Higiene Industrial

- a. Asegurar el cumplimiento de este estándar de ruido ocupacional.
- b. Asesorar en la implementación del mismo.
- c. Validar la idoneidad de los prestatarios del servicio de los estudios de ruido ocupacional.
- d. Coordinar la ejecución de las evaluaciones higiénicas para ruido ocupacional.

6.7. Funcionarios de ECOPETROL S.A., contratistas y visitantes

- a. Participar en la identificación y notificación condiciones sub estándar respecto a ruido ocupacional.
- b. Cumplir y acatar lo establecido en este procedimiento.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 15 de 47

7. ESTRATEGIAS DE MUESTREO, ANÁLISIS Y CONTROL

7.1. Reconocimiento

En la identificación de las fuentes de exposición a ruido en los lugares de trabajo, se deben cubrir todos los pasos desde la entrada de la materia prima al proceso hasta la obtención del producto final; esto requiere de la comprensión de todas las etapas del proceso, para poder estimar con la mayor precisión, de manera subjetiva en qué momento se genera ruido, en que sitio y por cuanto tiempo están expuestos los trabajadores.

En esta etapa es fundamental identificar las exigencias que imponen los diferentes turnos sean diurnos o nocturnos, así como los turnos de trabajo con más de 8 horas diarias y los períodos semanales totales de trabajo.

7.2. Número de puntos y Número de muestras por punto

Para determinar el número mínimo de puntos en las mediciones de ruido, se considerarán las siguientes situaciones:

- Si están dirigidas a conocer la exposición ocupacional.
- Si la medición de ruido es de áreas.
- Si están dirigidas a conocer el ruido generado o proveniente de una máquina o equipo para orientar el control.
- Si se quiere conocer las condiciones de exposición a ruido en áreas de confort o en zonas de tranquilidad o trabajo intelectual.


El personal de salud ocupacional por su decisión o por sugerencia del personal de las diferentes áreas será el encargado de definir cuales de las situaciones anteriores se debe o deben realizar para definir la condición de confort o riesgo existente.

7.2.1. Determinación número de puntos para definir exposición ocupacional.

El número de puntos a medir para exposición ocupacional a ruido se determinará de la siguiente manera:

- a. **Para oficios o grupos homogéneos de alto riesgo:** el número de puntos a medir será una muestra estadística, usando el siguiente procedimiento (American Industrial Hygiene Association Journal-AIHA)¹:

¹ AIHA. Noise Exposure – Sampling Strategy and Risk Assessment Notario. 1984

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 16 de 47

- Determine el número de personas o áreas a muestrear usando la tabla 1. Asigne a cada persona un número de 1 a N, donde N es el número de trabajadores en el área a muestrear. Considerando la probabilidad(α) de que en un 10% de la población en estudio, no se encuentre uno de la muestra seleccionada como grupo de mas alta exposición ($\alpha=0.1$), con un límite de confianza del 90% y de que al menos uno de los muestreados este contenido en el 10% de los de mas alta exposición ($\tau=0.1$)

TABLA 1. TAMAÑO MUESTRAL PARA UN $N \leq 50$, $\tau =0.1$ Y UN NIVEL DE CONFIANZA DEL 90%

N	n
≤ 8	7
9	8
10	9
11-12	10
13-14	11
15-17	12
18-20	13
21-24	14
25-29	15
30-37	16
38-49	17
50	18

- Vaya a la Tabla 2 y seleccione arbitrariamente un punto de inicio en ella. Lea de arriba a abajo y escoja los números menores o iguales a 50. Seleccione números no repetidos, hasta que la cantidad de ellos sean iguales al valor de n obtenido en el punto 1.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 17 de 47

TABLA 2. NUMEROS ALEATORIOS

	1	5	10	15	20	25	
1	05 57 23 06 26 23 08 66 16 ① 73 28 81 56 14 62 82 45 85 80 36 02 76 55 63	37 78 16 06 57 12 46 22 90 97 78 67 39 06 63 80 51 02 07 16 75 12 90 41 16	23 71 15 08 82 64 87 29 01 28 46 72 05 80 19 27 47 15 76 51 58 67 06 80 34	42 67 98 41 67 44 28 71 43 ⑥ 47 76 30 26 72 33 69 92 51 95 23 26 85 76	05 83 03 84 32 62 83 27 48 83 ⑤ 19 84 90 20 20 50 87 74 83 51 62 10 23 30		
6	60 46 18 41 23 74 73 51 72 90 40 52 95 41 20 88 48 98 27 38 81 33 83 82 94	32 80 64 75 91 98 09 40 64 89 29 99 46 35 69 91 50 73 75 92 90 56 82 93 24	79 86 53 77 78 06 62 37 48 82 71 00 78 21 65 65 88 45 82 44 78 93 22 78 09	45 13 23 32 01 09 46 36 43 66 37 15 35 04 88 79 83 53 19 13 91 59 81 81 87	20 60 97 48 21 41 84 22 72 77 99 81 83 30 46 15 90 26 51 73 66 34 99 40 60		
11	67 91 44 83 43 25 56 33 28 80 99 53 27 56 19 80 76 32 53 95 97 53 09 61 98	86 50 76 93 86 35 68 45 37 83 47 44 52 57 66 59 64 16 48 39 26 94 54 66 40	56 73 38 38 23 36 10 95 16 ⑩ ⑩ 01 59 71 55 99 24 88 31 41 00 73 13 80 62	55 11 50 29 17 73 97 04 20 39 20 22 71 43 00 15 10 12 35 09 11 00 89 05	23 54 33 87 92 92 04 49 73 96 57 53 57 08 93 09 69 87 83 07 46 39 50 37 85		
16	41 48 67 79 44 57 40 29 10 34 58 63 51 18 07 41 02 39 79 14 40 68 10 01 61	03 97 71 72 43 27 36 24 59 88 82 87 26 31 11 44 28 58 99 47 83 21 35 22 88	90 24 83 48 07 41 58 68 11 ⑭ ⑭ 77 75 48 68 08 90 89 63 87 00 86 18 63 21 81	98 98 97 42 27 11 80 51 13 ⑬ ⑬ 42 91 14 51 22 15 48 67 52 09 40 34 60 85	74 20 94 21 49 96 51 69 99 85 43 76 55 81 36 11 88 68 32 43 08 14 78 05 34		
21	94 67 48 87 11 84 00 85 93 56 43 99 21 74 84 13 56 41 90 96 30 04 19 88 73	58 18 84 82 71 23 66 33 19 ⑮ ⑮ 65 17 90 84 24 31 75 36 14 83 86 22 70 86 89	31 47 28 24 88 49 28 69 78 62 23 45 53 38 78 65 87 44 91 93 91 62 76 09 20	45 62 31 06 70 92 73 27 83 57 15 64 40 57 56 54 42 35 40 93 55 82 08 78 87	31 49 87 12 27 41 07 91 72 64 63 42 06 66 82 71 28 36 45 31 99 01 03 35 76		
26	69 37 22 23 46 10 75 83 62 94 44 65 46 23 65 71 69 20 89 12 16 56 61 70 41	93 67 21 56 98 42 52 53 14 86 24 70 25 18 23 23 56 24 03 86 11 06 46 10 23	77 56 18 37 01 32 20 18 70 79 26 85 77 89 28 17 77 15 52 47 15 33 35 12 75	37 07 47 79 60 75 24 15 31 63 25 93 27 66 19 53 52 49 98 45 12 12 06 07 32	72 08 71 01 73 46 39 60 37 58 22 25 20 84 30 02 03 62 68 58 38 04 86 89 94		
31	55 22 48 46 72 50 14 24 47 67 84 37 32 84 82 64 97 13 69 85 20 09 80 46 75	69 24 98 90 78 29 34 25 33 ⑯ ⑯ 12 69 90 50 38 93 84 32 28 96 03 65 70 90 12	91 86 77 18 21 91 66 11 84 65 48 75 26 94 51 43 5 53 36 39 77 69 05 25 07	5 43 94 06 80 61 34 28 46 28 11 48 48 94 80 65 06 63 71 06 19 35 05 32 56	58 78 02 85 80 29 67 27 44 ⑰ ⑰ 57 23 20 28 22 62 97 59 62 13 41 72 70 71 07		
36	33 75 88 51 00 33 56 15 84 34 28 50 16 65 12 81 56 43 54 14 63 37 74 97 59	58 60 37 45 62 09 95 93 16 59 35 22 91 78 04 97 98 80 20 04 38 97 13 92 30	72 13 12 95 32 87 99 32 83 65 40 17 92 57 22 88 98 79 16 23 53 56 56 07 47	22 21 13 16 10 52 57 71 40 49 95 25 55 36 95 57 25 25 77 05 38 05 62 57 77	97 94 83 67 90 68 74 88 17 ⑱ ⑱ 38 01 04 33 49 38 47 57 61 87 15 39 43 87 09		
41	09 03 68 53 63 29 27 31 66 53 39 34 88 87 04 35 83 69 52 74 93 16 52 01 65	29 95 61 42 65 05 72 27 28 ⑲ ⑲ 09 85 24 59 46 03 91 55 38 62 51 71 47 37 38	81 96 78 93 47 41 38 36 33 95 05 90 26 72 85 23 23 30 70 51 56 93 23 84 83	44 52 20 81 21 57 57 85 00 47 26 10 87 22 45 72 03 5 75 23 38 38 56 77 97	68 91 12 15 08 02 18 74 56 79 21 53 63 41 77 15 07 39 87 11 19 25 62 19 30		
46	29 33 77 80 29 09 25 09 42 28 07 15 40 67 55 29 58 75 84 06 19 54 31 16 53	54 13 39 19 29 64 97 73 71 61 78 03 24 02 93 86 69 76 74 28 08 98 84 38 23	75 16 85 64 64 93 85 68 08 84 15 41 57 84 45 17 70 13 17 60 47 80 10 13 00	36 47 17 08 78 03 92 85 18 42 95 48 27 37 99 98 81 94 44 72 05 95 42 31 17	29 61 08 21 91 23 76 72 84 98 26 23 66 54 86 88 95 14 82 57 17 99 16 28 99		

- Cada uno de los trabajadores de la muestra seleccionados serán muestreados con dosímetros si están expuestos a ruido variable (este tipo de ruido se presenta por variación el tiempo, en el caso de un trabajador que labora ingresando por períodos de tiempo no definidos a un área donde existe ruido continuo estable o cuando los operarios laboran en un área donde los niveles de ruido son variables en intensidad, por ejemplo un taller metalmecánica), o con sonómetro o dosímetro si están expuestos a ruido continuo estable (área donde el ruido es igual o se percibe del mismo nivel, se presenta en salones de bombas donde permanecen dicho equipos en frecuente funcionamiento). En ambos casos el resultado se obtendrá en dBA. El ruido variable se medirá teniendo en cuenta que se deben muestrear los tres turnos de 8 horas y entre muestra y muestra debe de haber como mínimo 24 horas de

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 18 de 47

diferencia. El total de muestras a realizar será de 12, distribuidas así: seis en la primera etapa de muestreo tomadas las muestras con una diferencia mínimo de 24 horas entre cada una de ella, y seis en la segunda etapa la cual inicia un mes después de haber terminado la primera etapa, manteniendo el mismo criterio de temporalidad entre muestras. El número total de muestras serán 12 por cada oficio o grupo homogéneo.


4. Para ruido de impacto o impulso se utilizará un sonómetro para su medida, se medirá la labor que produzca los mayores impactos y se aplicarán los Valores Límites Permisibles que señala la Resolución No 08321 de 1983 del Ministerio de salud.

- b. **Para oficios distintos y grupos no homogéneos** se harán mediciones a todos los oficios, manteniendo el mismo criterio de número de evaluaciones (12) y de igual distribución de las evaluaciones en el tiempo, condiciones descritas en el numeral 7.2.1, ordinal a.

7.2.2. Método de medición de ruido de área

Para la evaluación del ruido de área se procede así:

- Obtener el plano del área a estudiar
- Con el plano del área se cuadrícula siguiendo una distribución geo-estadística para definir la población o número de cuadrículas a estudiar (N). El número mínimo de cuadrículas requeridas, según el modelo (interpolación geoestadística de Kriging), para graficar la distribución del ruido en ellas, con curvas de isoruido, son 30, en caso de evaluar un mayor número mejoraría el predictor geostadístico. En caso de ser áreas de estudio menores a 480 metros cuadrados se sugiere que se divida esta en cuadrículas de 4 x 4 metros, pero nunca evaluar menos de 12 cuadrículas.
- En caso de ser ruido continuo estable se muestrean todos los puntos (cuadrículas) con sonómetro; en el caso de que los niveles de presión sonora medidos en esta primera ronda den valores similares en las diferentes cuadrículas, diferencias menores o iguales a 5dB, se registra los datos y se da como finalizado en estudio de dicha área. En caso contrario, se realizarán dos (2) mediciones por punto en la misma jornada y en momentos diferentes de esta (distanciados mínimo una hora), si los niveles son iguales o presentan diferencias menores a 0.5 dB(A), estas mediciones se consideraran como aceptables. En caso de que las dos mediciones realizadas sean diferentes, con un nivel menor de 5 dB(A), se deben realizar una tercera medición una hora después, es decir tres (3) mediciones por punto y obtener el promedio logarítmico usando la expresión descrita a continuación. Tener en cuenta que para áreas de estudio muy grandes se debe seccionar el área máximo en 30 cuadrículas, debido a que si fueran más, el tiempo de medida superaría la jornada de trabajo, considerando que la jornada es de 8 horas. Si se presentan diferencias mayores a 5 dB(A) se considera ruido variable, ver párrafo siguiente.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 19 de 47


$$\bar{L}_p = 20 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{pi}}{20}}$$

- En caso de ser ruido variable se definen los puntos de mayor exposición evaluando con un sonómetro todas las cuadrículas en tres jornadas y a cada una de ellas se aplica el interpolador Krigging (Surfer u otro programa), dicho programa distribuye los niveles de presión sonora medidos en cada jornada, en el área mostrando con colores las secciones de mayor intensidad, posteriormente superponiendo los resultados de cada muestreo, permitirá definir los puntos o cuadrículas representativas de la mayor exposición (dichos puntos corresponden a los que se repitan en los muestreos con el mayor nivel de ruido). Las cuadrículas seleccionadas como de mayor exposición serán evaluadas con dosímetros, durante toda la jornada de trabajo o como mínimo el 80% de ella, estas medidas se grafican con el fin de obtener el mapa de isoruido definitivo, para ello se utiliza el programa SoundPlan. Ante la variabilidad de la intensidad del ruido es necesario repetir el muestreo en las jornadas de trabajo y en dos períodos distintos, se recomienda un mes después.
- Se realizará un análisis de frecuencia en las 2 cuadrículas que posean los mayores niveles de presión sonora, con el fin de corroborar que la atenuación de los protectores que suministran actualmente en esa planta cumplen con los criterios de atenuación. Dicha corroboración se realizará con el espectro que posea los mayores niveles de presión sonora en las bajas frecuencias y utilizando el método de NIOSH o algún otro método homologado internacionalmente, para la selección de protectores auditivos.

7.2.3. Evaluación de fuentes de ruido para orientar el control

El número de puntos a medir en maquinaria o equipos será el siguiente:

- En evaluaciones para la aplicación de métodos de control o para la comprobación de controles existentes, las mediciones se realizarán en sitios cercanos a las fuentes generadoras, con lecturas en varios puntos y desplazamiento del micrófono alrededor de la fuente emisora.
- El número mínimo de puntos fundamentales de las mediciones alrededor de los ejes de la fuente emisora será de cuatro (4), con lecturas por duplicado en cada punto preferiblemente en horario o días diferentes.
- El número de mediciones deberá ser mayor cuando las mediciones se realicen en fuentes con emisión de ruido fluctuante.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 20 de 47

4. Los sitios de medición estarán localizados a una distancia de la fuente no inferior a 1 metro (debido a que las expresiones usadas para el diseño de los sistemas de control aplican para niveles de presión sonora medidos a 1 metro o más de distancia), preferiblemente entre 1 metro y 4 veces la longitud de la mayor dimensión de la fuente emisora (no debe ser mayor de 4 veces la mayor longitud de la fuente debido a que el ruido de fondo y/o las condiciones atmosféricas incidirían sobre dichos cálculos).
5. En cada punto seleccionado se evaluará con un sonómetro el Nivel de Presión Sonora en dBA. En los dos puntos de mayor nivel medido, evaluar los niveles de presión sonora en dB lineales ($dB_{L_{in}}$) en cada una de las frecuencias en octavas (125Hz, 250 Hz, 500 Hz, 100 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz). En caso de que la fuente posea un ruido de impacto, se debe utilizar un sonómetro de tiempo real (el cual permite en una décima de segundo medir todo el espectro) para realizar la evaluación de los niveles de ruido en dB lineales respecto en los rangos de frecuencia en las octavas descritas anteriormente².

7.2.4. Mediciones para condiciones de Confort y/o Tranquilidad


Las mediciones para áreas destinadas a trabajo de oficinas, salones de descanso, restaurantes, auditorios, aulas de clase y demás sitios destinados a trabajo intelectual, de atención a público, de lúdica, etc., se realizarán con sonómetro para ruido continuo estable, tomando dos medidas puntuales durante la misma jornada de trabajo en momento diferentes y en el puesto de trabajo o sitio donde se tenga identificado que se presenta el mayor nivel presión sonora (L_p), el cual se medirá en dBA y para ruido variable se medirá en un sitio seleccionado idénticamente que el anterior, con dosímetro o sonómetro un tiempo mínimo de 15 minutos, donde se obtendrá un nivel equivalente (L_{eq}) medido en dBA.

7.3. Medición en Campo

7.3.1. Instrumentos de medida

Entre los aparatos más utilizados para mediciones de ruido se encuentran:

² Puerta J y Quinchia R. Evaluación y Control de Ruido. Capítulo 2. Medellín, Colombia. 1989.


	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 21 de 47

a. Sonómetros

El medidor de presión sonora, conocido como sonómetro es el instrumento para las mediciones acústicas más simple y está diseñado para determinar el nivel sonoro con intercalación de unos adecuados circuitos de ponderación de frecuencias. Un medidor de nivel sonoro debe cumplir con las especificaciones de las Normas IEC 651 – IEC 804 o con la Norma ANSI S1.4. El equipo está conformado básicamente por los siguientes elementos³:

- Micrófono: es el transductor que transforma la señal acústica en señal eléctrica; o de manera más precisa, el micrófono transforma la presión sonora en tensión eléctrica. Los más usados son los de media y una pulgada.
- Amplificador de señal: debe tener una ganancia estable y suficiente que cubra el margen dinámico del micrófono.
- Atenuador: Consiste en una red de resistencias eléctricas calibradas y ajustadas insertadas en el amplificador para disminuir el nivel de la señal eléctrica.
- Filtros de ponderación (A, C, y Lineal): están conformados por circuitos de atenuación predeterminadas A y C cuyo objetivo es el de indicar un valor aproximado del nivel sonoro total que contemple las diferencias de la respuesta humana a ruidos de diferentes intensidades y frecuencias.
- Integrador: según sus características los sonómetros disponen de un computador de dos o cuatro posiciones que varían el tiempo de integración o constante de tiempo. Estas constantes de tiempo son:
 - Lento: (slow) tiempo de integración 1000 mseg
 - Rápido: (fast) Tiempo de integración 125 mseg
 - Impulso: (Impulse) Tiempo de integración 35 mseg
 - Pico: (Peak)Tiempo de integración < 50 µseg
- Rectificador del valor eficaz (RMS)
- Selector de velocidad de respuesta (lento, rápido, impulso y pico)
- Registrador de la señal.
- Los instrumentos de medición del nivel de presión sonora indican los niveles en términos de la medida cuadrática de todas las variaciones de niveles que se suceden en un período determinado. La medida esta relacionada con la forma de respuesta del oído humano.
- Ponderación A y C

³ Documento Técnico. Control del Ruido. Mediciones Acústicas. Cap 4. Argentina. 1998.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 22 de 47

Los niveles de presión sonora medidos con ponderación A están correlacionados con el daño auditivo que sufren las personas expuestas a ruidos altos durante períodos considerables de tiempo o con la sensación de molestia y la interferencias a la palabra causada por determinados ruidos⁴.

Los niveles con ponderación C, incorporados en la mayoría de los instrumentos para medición del ruido, son bastante uniformes entre los 80 y 4000 Hercios (Ver Fig. 2).

Los niveles medidos con ponderación A y C se denominan niveles sonoros A y niveles sonoros C y se expresan como dBA y dBC. Las mediciones realizadas en dBC permiten por comparación con las mediciones en dBA determinar si existen o no componentes importantes de baja frecuencia, dado que las mediciones en dBA atenúan las bajas frecuencias. En otras palabras cuando en un punto se valúan los dBA y dBC al mismo tiempo y los segundos son mayores que los primeros, quiere decir que priman las mayores intensidades de ruido en la baja frecuencias, lo que indica que son más difíciles de controlar.

Algunos sonómetros incluyen también la ponderación plana o lineal, cuya característica esencial es que los niveles medidos en cada frecuencia no son ponderados o atenuados”, en otras palabras son independiente de la frecuencia para un rango especificado por los fabricantes.

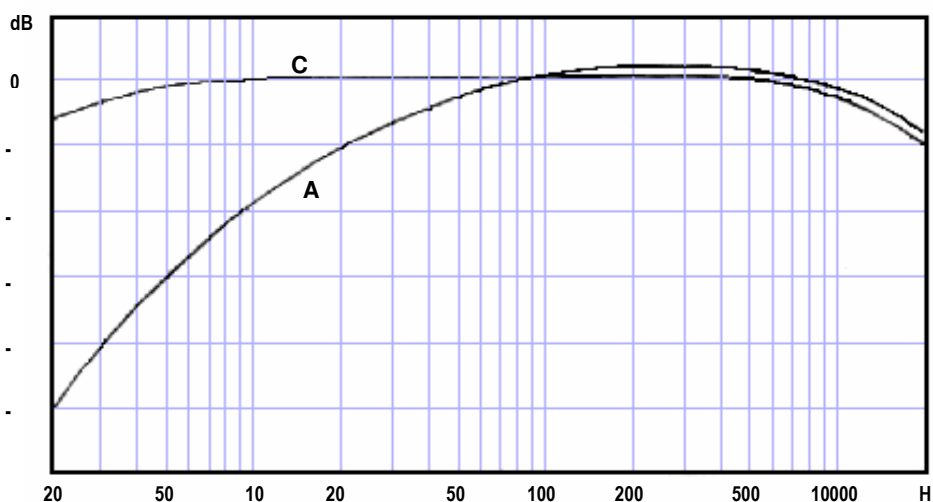


Figura 2. Curvas de Compensación o Ponderación A y C para cada frecuencia.

⁴ Documento Técnico. Control del Ruido. Mediciones Acústicas. Cap 4. Argentina. 1998.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 23 de 47

b. Analizador de Frecuencia

Quando el valor eficaz de una señal sonora no es suficiente para describir adecuadamente un ruido con el fin de analizar sus causas o sus efectos, se debe disponer de un analizador de frecuencia. Estos aparatos indican la distribución del sonido en función de su frecuencia, lo cual permite el análisis de las características de un ruido.

El análisis o distribución espectral del ruido se debe hacer en el rango de frecuencias de interés en *banda de octava* o de *un tercio de octava* y dentro de tolerancias indicadas en la Norma IEC – 651 o en la IEC – 804.

c. Dosímetros

Quando el ruido presente frecuentes variaciones en el nivel de presión sonora con respecto al tiempo, se deberán emplear dosímetros integradores que cumplan con la Norma IEC – 804 de 1985, y ajustados a un nivel de criterio de 85 dBA, variación de cambio de 5 dBA y nivel umbral de 85 dBA, de acuerdo con los Valores Límites Permisibles de la Resolución 01792.

Un medidor de dosis de ruido o dosímetro es un aparato que permite la acumulación del ruido de manera constante en un condensador una vez que la señal ha sido transformada en energía eléctrica y expresan los resultados directamente en nivel sonoro equivalente (L_{eq} en dBA), en un tiempo (T o en 8 horas). El nivel sonoro continuo equivalente diario se relaciona con la dosis recibida diaria mediante:

$$L_{EqA} = 85 + 16,61 \log \left(\frac{\%D}{12.5 \times T} \right)$$

El dosímetro se debe utilizar cuando el trabajador está expuesto a niveles de ruido diferentes por las características de los oficios, por el desplazamiento que se realice a diferentes áreas o sitios de trabajo o por el empleo de diferentes equipos durante la jornada de trabajo.

El dosímetro está compuesto por un micrófono y circuitos similares a los sonómetros, los elementos básicos son: micrófono, filtro de ponderación A y preamplificador, amplificador, detector de nivel eficaz (RMS), detector de alto y bajo nivel de ruido, contador e indicador.

7.3.2. Calibración

Verificación: Para constatar las condiciones de funcionamiento, los equipos deben someterse a una calibración de verificación la cual se realizará antes y después de una

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 24 de 47

serie de mediciones. El proceso de calibración consiste en ajustar ligeramente la ganancia de su amplificador de entrada para compensar las variaciones de sensibilidad; este ajuste se realiza actuando sobre un potenciómetro colocado en la parte exterior del equipo.

Calibraciones Primarias: Además deberán efectuarse calibraciones acústicas y eléctricas de los sonómetros como máximo cada año, esta debe realizarse por laboratorios certificados. Todo equipo destinado a mediciones acústicas requiere de una calibración periódica para ajustar la sensibilidad del micrófono la cual varía a lo largo del tiempo.

7.3.3. Corrección de Nivel de Presión Sonora por Ruido de Fondo

En el caso de que el ruido de fondo pueda afectar de modo significativo las mediciones, orientada a conocer el ruido de una máquina o equipo, se podrá hacer una corrección al nivel obtenido de la fuente generadora primaria. Cuando la diferencia entre el nivel de la fuente y el nivel de fondo es mayor a 10dB(A) no se considera la influencia del ruido de fondo. Si la diferencia es menor a 10dB debe hacerse una corrección para conocer el nivel real de la fuente primaria. El nivel de la fuente primaria debe ser por lo menos 3 dB superior al ruido de fondo, para niveles inferiores a 3 dB, se considerará que el ruido de fondo es muy alto y será necesario hacer mediciones bajo condiciones de menor ruido de fondo⁵.

El procedimiento para medir el ruido de una fuente con ruido de fondo es el que se describe a continuación:

1. Se mide el nivel total de ruido generado por la fuente primaria más el nivel de ruido de fondo.
2. Se mide el nivel de ruido de fondo con la fuente primaria apagada.
3. Se establece la diferencia entre los niveles de ruido obtenidos en 1 menos 2. Esta diferencia debe estar entre 3 y 10 para realizar la corrección.
4. Con la diferencia obtenida se determina con la tabla 3 los dB que se deben restar del mayor nivel de ruido o ruido total obtenido en 1. El resultado será el nivel de ruido de la fuente primaria.

⁵ Berger Elliott. The Noise Manual Fifth Edition. Indianapolis. USA. 2000.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 25 de 47

Tabla 3. Resta de Decibeles para Corrección de Ruido de Fondo⁶

Diferencia entre nivel fuente primaria menos nivel de ruido de fondo	Decibeles para restar del nivel total de ruido
10 o más dB	0 dB
6 a 9 dB	1 dB
4 a 5 dB	2 dB
3 dB	3 dB
menos de 3 dB	No considerar

7.4. Procedimientos de Medición

Para la confiabilidad y exactitud de las mediciones de ruido los instrumentos de medida deberán ajustarse, calibrarse y manejarse de acuerdo con las instrucciones que indican los fabricantes y de acuerdo con la marca, tipo y modelo.


A continuación se presenta una guía para el procedimiento de medición.^{7,8}

- a. Comprobación del estado de las baterías en el indicador del equipo.
- b. Si es posible ajuste eléctricamente el equipo y calibre acústicamente antes y después de las mediciones, con un calibrador (verificador) con una exactitud de ± 0.5 dB(A).
- c. Coloque el filtro en la función compensada "A" o en dB lineal y la velocidad de respuesta lenta (slow) o rápida (fast).
- d. Ajuste el selector de rango de sensibilidad en un nivel alto y disminuya hasta encontrar el nivel de la señal a evaluar.
- e. Para realizar análisis de frecuencias coloque el selector para bandas de octava y coloque las diferentes bandas centrales. El análisis se realizará con la función "Lin".
- f. El micrófono del sonómetro se colocará a la altura del oído a una distancia aproximada 0.30 metros de este, para muestreo personal. Para el muestreo de áreas se debe colocar a una altura aproximada de 1.20 metros, deberá muestrearse siempre a la misma altura. Se sugiere utilizar trípode con el fin de garantizar idéntica altura y evitar la reflexión de las ondas sobre el cuerpo e inducir error de medida.
- g. En donde se requiera, tomar las coordenadas de ubicación de los puntos de medida en las áreas, utilizando el GPS.

⁶ ISS. Norma Básica sobre Ruido Industrial. Bogotá Colombia. 1984

⁷ ISO (ANSI S12.19 – 1996). Measurement of Occupational Noise Exposure. Marzo 1996

⁸ Canadian Standards Association. Procedures for the Measurement of Occupational Noise Exposure. Diciembre 1986

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 26 de 47

- h. Evitar realizar mediciones en proximidades a campos eléctricos y magnéticos que alteren los circuitos del equipo.
- i. En la presencia de corrientes de aire se debe utilizar un protector del micrófono contra el viento.
- j. En el caso de que la calibración final del periodo de muestreo presente una diferencia mayor a los 0.5 dBA, se deben repetir las mediciones.
- k. Vigile los equipos de medida y llene la bitácora o instructivo de muestreo con todos los comentarios que den explicación de los diferentes resultado que se obtengan en los muestreos.

Los formatos que se deben diligenciar con las mediciones correspondientes son:

- ECP-DRI-FYYY1 Reporte Datos De Dosimetrías Personales O De Área
- ECP-DRI-FYYY2 Reporte Datos De Sonometrías de área con coordenadas medidas con GPS
- ECP-DRI-FYYY4 Reporte Datos De Sonometrías
- ECP-DRI-FYYY3 Medición Niveles De Ruido En Fuentes

7.5. Interpretación de Resultados

7.5.1. Definición de Exposición Ocupacional al ruido

a. Grupos Homogéneos

Para el análisis, se utiliza el criterio de la AIHA, donde se asume que los niveles estimados de exposición a ruido de las personas muestreadas ($L_{medidos}$) tienen una distribución normal. Para llevar a cabo este análisis, se debe estimar el nivel promedio de exposición de las personas en el oficio (L_{oficio}) y la desviación estándar de dichos niveles de exposición (s).


El nivel de ruido promedio del oficio (L_{oficio}), se calcula así:

$$L_{oficio} = \frac{1}{m} \sum \bar{L}_{medidos} \text{ dB}$$

Donde:

$\bar{L}_{medidos}$ = Nivel de exposición promedio del grupo homogéneo, de cada uno de los participantes en la muestra.

m = El número de personas en el oficio

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 27 de 47

La desviación estándar se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$s = \sqrt{\frac{\left(L_{\text{oficio}} - \bar{L}_{\text{medidos}}\right)^2}{m-1}}$$

La proporción de trabajadores en el oficio de interés con exposición menor a 80dBA (P_N) y la proporción de trabajadores en el oficio con exposición mayor a 85dBA (P_H) se estima en dos pasos: 1) se estima un factor Z (Z_N y Z_H para cada caso); y 2) se usan estos valores Z en una tabla de distribución normal (tabla 4) para encontrar los valores K_N y K_H , los cuales finalmente se introducen en una fórmula para estimar P_N y P_H .

Para oficios con exposición menor a 80 dBA (no presencia esperada de riesgo de pérdida auditiva), el factor es:

$$Z_N = \frac{80 - L_{\text{oficio}}}{s}$$

Para oficios con exposición alta, mayor de 85 dBA (riesgo alto), el factor es:

$$Z_H = \frac{L_{\text{oficio}} - 85}{s}$$

De la Tabla 4, K_N y K_H se obtienen para Z_N y Z_H respectivamente.

Finalmente, el porcentaje de personas en el oficio con diferente exposición (para diferente grado de riesgo) es obtenido de la siguiente manera:

$$\leq 80 \text{ dBA: } P_N = (0.5 + K_N) \times 100 \text{ (Baja exposición)}$$

$$> 85 \text{ dBA } P_H = (0.5 + K_H) \times 100 \text{ (Alta exposición)}$$

$$\cdot 80 \cdot 85 \quad P_L = (100 - P_N - P_H) \text{ (Mediana exposición)}$$

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 28 de 47

TABLA 4. Valores de K para cada Z dado


<	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0159	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2518	.2549
.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4430	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4485	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4762	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4865	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4980	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4983	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.4990	.4491	.4991	.4991	.4992	.4992	.4992	.4992	.4993	.4993
3.2	.4993	.4993	.4994	.4994	.4994	.4994	.4994	.4995	.4995	.4995
3.3	.4995	.4995	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4997
3.4	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4998	.4998
.
4.0	.499968									
5.0	.4999997									

Nota: Ejemplo para leer la tabla; para un Z= 2.16, el valor K correspondiente sería 0.4842.

b. Oficios no homogéneos

Para oficios no homogéneos como se presentan en muchas de las áreas de ECOPETROL, y para la existencia de ruido variable, se procederá a calcular la condición de exposición, con la siguiente expresión, teniendo en cuenta que se toman 12 muestras por cada oficio:

$$\overline{L}_{eq} = 16.61 \log \frac{1}{N} \sum 10^{L_i/16.61} dBA$$

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 29 de 47

Donde:

\overline{L}_{eq} = Nivel equivalente promedio del oficio.

N= Número de muestra tomadas

L_i = Nivel equivalente obtenido en cada dosimetría.

Según la Carta de Control, se definirá muy expuestos (>> 85 dBA) aquellos oficios que presenten "Overload" en más del 30% (4) de las muestras (12) o que posean niveles equivalentes promedios de ruido en la misma proporción, mayores a 115dBA, expuestos aquellos que estén por encima de 85dBA, medianamente expuestos entre 80 y 85 dBA y en baja exposición aquellos que se encuentren expuestos por debajo de 80dBA.

7.5.2. Ruido de Área

En general, para la interpretación de los resultados se debe disponer de una completa información sobre todas las condiciones de operaciones y procesos que influyen en la generación del ruido y se debe hacer una revisión de los planos esquemáticos con ubicación de los puntos medidos, lo cual permitirá la construcción de las curvas de igual nivel de presión sonora en las diferentes áreas de estudio. Para la graficación se tiene en cuenta los rangos de niveles de ruido y los colores especificados para ellos, donde se observa que el color rojo representa las condiciones de las áreas con mayor riesgo potencial de exposición. De esta manera se podrán identificar las zonas críticas de mayor riesgo. Lo anterior, permite priorizar la intervención de dichas áreas y además con la información del muestreo se puede verificar si los protectores que les suministran son los adecuados para garantizar la atenuación del ruido hasta niveles seguros o en su defecto se pueden seleccionar otros protectores que cumplan esta función.

7.5.3. Evaluación de Ruido en la Fuente

Las fuentes de ruido evaluadas corresponden a máquinas o equipos que presentan altos niveles de ruido (ver carta de control) y que generan condiciones de riesgos ocupacionales y/o ambientales, y que es necesario plantearles un esquema de mitigación. Para ello se ha evaluado sus cuatro puntos cardinales, igual que el espectro de frecuencia en dos de esos puntos, con el fin de usarlos como punto de partida, en conjunto con las características físicas de la fuente, el área donde está ubicada y el nivel de ruido hasta donde debe ser disminuido (TLV), con el fin de desarrollar la ingeniería básica para la mejora de dicha condición.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 30 de 47

7.5.4. Evaluación de condiciones de confort y/o trabajo intelectual

Evaluadas las áreas comprometidas con la exposición al factor de riesgo ruido, se define el nivel de confort al cual se encuentran expuestos y se procede, de acuerdo al criterio que se observa en la carta de control, a definir si existe o no dichas condiciones en los lugares que se realiza el estudio, esta información será representada en los informes con color azul claro (confort) y color azul oscuro para el desconfort.

7.6. Análisis de Riesgos

Para el análisis de riesgo se utilizará el CUADRO DE CONTROL definido en el Anexo 12 del documento ECP-DRI-P022 "Procedimiento para la evaluación de riesgos para la salud HRA", el cual forma parte integral de esta Guía. Los rangos de exposición se definirán como:

- ≥ 55 dBA: Rango de confort auditivo para ambientes de tranquilidad y trabajo intelectual
- > 55 dBA: Rango en el cual se presenta nivel de desconfort, es necesario intervenir la fuente o el medio de transmisión del ruido.
- <80 dBA: Exposición ocupacional baja, usualmente bien controlada
- 80 – 85 dBA Exposición mediana. Requiere intervención a nivel de protección personal
- > 85 dBA Exposición alta. Excede el nivel de OEL. Requiere intervención a nivel de protección personal y en lo posible control en la fuente o en el medio de transmisión
- >> 85 dBA: Exposición excesiva, Para cuando se presentan OVL o niveles por encima de 115 dBA. Puede resultar en daño auditivo a los expuestos. Requiere intervención a nivel de protección personal (doble protección) y control en la fuente o en el medio de transmisión

Igualmente, el mayor nivel de valoración del peligro será el 4 (Incapacidad permanente parcial). Por consiguiente, el cuadro de control para ruido quedará establecido de la forma como se describe en la Tabla 5:


	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 31 de 47

Tabla 5. Cuadro de control para el ruido

Calificación de Riesgo	Calificación de exposición					
	Nivel de confort	Nivel de discomfort	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
1				Tercera	Segunda	Prioridad
2				Prioridad		
3					Primera	Prioridad
4						
Nivel exposición	≤ 55 dBA	>55 dBA	< 80 dBA	80-85 dBA	>85 dBA	>>85 dBA

En caso de que se excedan las condiciones de riesgo se deben establecer las medidas de control pertinentes.

7.7. Métodos de control o gestión del riesgo

Una vez establecido el nivel de riesgo de cada oficina o grupo homogéneo de exposición, y se determine la necesidad de intervención para asegurar la gestión del riesgo, de acuerdo al cuadro de control descrito anteriormente, se seguirá el instructivo de Jerarquía de Controles descrito en el Anexo 10 del documento ECP-DRI-P-022 para definir los métodos de control apropiados.

Por otro lado, una vez evaluadas las fuentes sonoras se determina cuál o cuáles de ellas requieren de algún tipo de control, para lo cual se requiere saber cuánto es la cantidad de energía sonora que se presenta en cada frecuencia, medidas en octavas, y cuál es la cantidad de energía sonora aceptable de acuerdo al oficina o área de trabajo. Para definir la cantidad de energía que se quiere reducir en cada frecuencia de acuerdo al oficina, existen principalmente dos criterios, uno propuesto por la Organización Internacional de Estandarización (ISO R-1996), llamados los "Noise Reduction (NR)" la cual se ha propuesto para la aplicación en Colombia. En la tabla 6, se presentan los niveles de ruido aceptables (NR) para garantizar las condiciones de confort o de salud por tipos de áreas. En la Tabla 7 se presenta la distribución de energía sonora en las frecuencias de octava que serían aceptables para lograr el valor recomendado NR. Entonces para controlar el ruido de cualquier fuente, es decir, para diseñar cualquier sistema de control, incluido la selección de los protectores auditivos, es necesario escoger el parámetro ó criterio permisible (NR) para cada oficina o área de trabajo, ya que este determinaría el punto máximo de energía sonora en cada frecuencia, que una vez instalado el sistema de control y post-evaluada la solución, debe de existir.



	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 32 de 47

Tabla 6. Valores recomendados del índice NR para diferentes locales

	Rango de NR
Talleres.	60 – 70
Oficinas Mecanizadas.	50 – 55
Gimnasios, Salas de Deporte Piscinas.	40 – 50
Restaurantes, Bares, Cafeterías.	35 – 45
Despachos, Bibliotecas, Salas de Justicia.	30 – 40
Cines, Hospitales, Iglesias, Pequeñas Salas de Conferencias.	25 – 35
Aulas, Estudios de Televisión, Grandes Salas de Conferencias.	20 – 30
Salas de Conciertos, Teatros	20 – 25
Clínicas, Recintos para Audiometrías	10 – 20

Tabla 7. Valores del nivel de presión sonora correspondientes al índice NR

NR	NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN BANDAS DE								
	FRECUENCIAS CENTRALES (HZ)								
	31,5	63	125	250	500	1000	2.000	4.000	8.000
0	55,4	35,5	22,0	12,0	4,8	0	-3,5	-6,1	-8,0
5	58,8	39,4	26,3	16,6	9,7	5	1,6	-1,0	-2,8
10	62,2	43,4	30,7	21,3	14,5	10	6,6	4,2	2,3
15	65,6	47,3	35,0	25,9	19,4	15	11,7	9,3	7,4
20	69,0	51,3	39,4	30,6	24,3	20	16,8	14,4	12,6
25	72,4	55,2	43,7	35,2	29,2	25	21,9	19,5	17,7
30	75,8	59,2	48,1	39,9	34,0	30	26,9	24,7	22,9
35	79,2	63,1	52,4	44,5	38,9	35	32,0	29,8	28,0
40	82,6	67,1	56,8	49,2	43,8	40	37,1	34,9	33,2
45	86,0	71,0	61,1	53,6	48,6	45	42,2	40,0	38,3
50	89,4	75,0	65,5	58,5	53,5	50	47,2	45,2	43,5
55	92,9	79,9	69,8	63,1	58,4	55	52,3	50,3	48,6
60	96,6	84,8	74,2	67,8	63,2	60	57,4	55,4	53,8
65	99,7	86,8	78,5	72,4	68,1	65	62,5	60,5	58,9
70	103,	90,8	82,9	77,1	73,0	70	67,5	65,7	64,1
75	1	94,7	87,2	81,7	77,9	75	72,6	70,8	69,2
80	106,	98,7	91,6	86,4	82,7	80	77,7	75,9	74,4
85	5	102,	95,9	91,0	87,6	85	82,8	81,0	79,5
90	109,	6	100,	95,7	92,5	90	87,8	86,2	84,7
95	9	106,	3	100,	97,3	95	92,9	91,3	89,8
10	113,	6	104,	3	102,	100	98,0	96,4	95,0

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 33 de 47

En todo caso, las medidas recomendadas deberán seguir el criterio ALARP (tan baja como razonablemente sea posible), lo cual significa que deben ser eficientes en cuanto a control del ruido al nivel deseado y en cuanto a su costo (relación beneficio/costo >1).

7.7.1. Eliminación o Control en la Fuente

Toda exposición a ruido industrial deberá ser controlada a fin de que ningún trabajador esté en zonas con niveles de presión sonora equivalente (L_{eq}) por encima de 85 dB(A) medidos a nivel del oído del trabajador.

El control en la propia fuente de generación se puede llevar a cabo por diversos procedimientos aplicados por separado o mediante la combinación de estos entre los que se encuentran:

- Especificación de los niveles máximos para maquinaria y equipo en la etapa de adquisición. La empresa al adquirir un equipo de trabajo deberá obtener del fabricante importador o de quien lo suministre la información suficiente a cerca del ruido que generan en su utilización en la forma y condiciones que se indique para su funcionamiento.
- Cambio o modificación del proceso, reduciendo la velocidad de operación o aplicación de potencia de manera paulatina.
- Evitar grandes superficies radiantes o modificar el diseño de existentes, reduciendo el área de superficie que vibra.
- Evitar el ruido aerodinámico ocasionado por fluctuaciones en el transporte de fluidos debidos a turbulencias, altas velocidades, cambios bruscos de dirección o cambios bruscos del caudal o presión.
- Desplazamiento de frecuencias de operación o de resonancia. Implica algunas frecuencias características hacia una región del espectro audible en las que sean menos dañinas o molestas o también que puedan más fácilmente ser absorbidas o atenuadas.
- Aislamiento de la vibración impidiendo la propagación o confinando el movimiento vibratorio, en la maquinaria o equipo tratado, por medio de una rigidez estructural, con aumento de masas, conexiones flexibles con estructuras o adecuada amortiguación con soportes.
- Finalmente, existen muchos casos en que la eliminación de un problema higiénico se logra mediante una oportuna intervención de mantenimiento y a mediano y largo plazo con un buen programa de integridad mecánica de carácter proactivo.
- Mientras se encuentren en fase de desarrollo las medidas anteriormente referidas, ó no resulte técnicamente o razonablemente factible reducir el nivel de presión sonora o

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 34 de 47

el nivel pico por debajo de los valores límites permisibles señalados anteriormente, los sitios donde se presente esta situación deberán delimitarse y restringirse el acceso a estos.

7.7.2. Aislamiento o control en la vía de transmisión

Entre los procedimientos aplicables para controlar el ruido por la vía aérea de propagación, está el modificar las condiciones de transmisión y la propagación de la onda sonora entre la fuente y el receptor. Tales procedimientos incluyen:

- a. Ubicar de manera adecuada las fuentes generadoras de ruido:

La posición de una fuente de ruido puede provocar diferentes niveles de ruido, dependiendo de las características del local, la orientación y la ubicación que se le de con respecto a superficies (factor de direccionalidad). El mayor factor se da cuando se ubican equipos ruidosos cerca de esquinas, o en general a superficies reflectoras.

- b. Acondicionamiento acústico de superficies reflectoras de un recinto:

Disminuir la energía de las ondas sonoras directas y reflejadas absorbiéndolas en sus repetidos choques en materiales acústicos adecuados.

- c. Instalación de pantallas o barreras.

Utilizar pantallas o barreras acústicas interpuestas en la vía de la onda sonora y el receptor para interrumpir el paso directo de la onda sonora. La reducción del sonido es función de la altura efectiva de la pantalla, de la longitud de onda del sonido, del ángulo de reflexión de la onda, del material de construcción y su espesor.

- d. Encerramiento de la fuente:


Confinar la onda sonora parcial o totalmente por medio de una envoltura de material aislante del sonido. La reducción es función de la frecuencia del sonido y de la masa por unidad de área del material.

- e. Aislamiento del receptor en cabinas

Se considerará el encerramiento del receptor en cabinas con acondicionamiento acústico como alternativa cuando sea difícil técnicamente encerrar la fuente emisora.

7.7.3. Control en la Persona Expuesta o en el Receptor

Cuando se determine que los sistemas de control adoptadas en la fuente y el medio no son suficientes para la reducción de la exposición a ruido, el empleador estará en la

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 35 de 47

obligación de suministrar protectores auditivos individuales adecuados al nivel de presión sonora equivalente L_{eqA} y al espectro de frecuencias dominante a fin de que el nivel efectivo audible sea igual o inferior a 80 dB(A). Esta medida será por el tiempo que determine la autoridad competente, mientras se diseñan otras medidas para el control del ruido en la fuente o en el medio.

Los protectores auditivos individuales que se suministran, podrán ser del tipo tapón (intraaurales) para introducir en el canal auditivo, o del tipo orejera para recubrir la oreja o pabellón auditivo. La atenuación de cada uno varía con la frecuencia del ruido por lo que es necesario conocer las curvas reales de atenuación que proporcione el protector en el espectro de frecuencia de banda de octavas, para la elección adecuada en cada caso particular. Nunca se podrá suministrar taponos auditivos donde el nivel de presión sonora sea mayor a los 104 dB(A).

Según el nivel de presión sonora continuo equivalente (L_{eqA}) a que se encuentren expuestos los trabajadores se establecerán las siguientes obligaciones⁹:

- A partir de los 80 a 85 dB(A) se suministrarán protectores auditivos a todos los trabajadores expuestos, mientras se establecen otras medidas de control en la fuente o en el medio.
- Para sitios con niveles superiores a 85 dB(A) o por encima de 140 dBPeak, de nivel pico, será obligatorio el uso de los protectores auditivos, se señalarán estos sitios de trabajo y se informará de esta situación a los trabajadores afectados. La selección de los protectores auditivos tendrá en consideración el nivel Leq de ruido del área y el factor NRR (Noise Reduction Rating) del protector. Se considera que el valor resultante de ruido (en el oído del trabajador que usa el protector) será el resultante de aplicar la siguiente fórmula (NIOSH - AIHA):

$$Leq_{res} = (Leq - NRR/2) + 7$$

- En ningún caso, este valor resultante deberá ser superior a 80 dBA, de acuerdo con el cuadro de control de ruido establecido para ECOPETROL en esta Guía.
- Para áreas con "overload" o niveles de ruido por encima de 115 dBA, se debe seleccionar doble protección y hacer obligatorio su uso, igualmente se deben de implementar medidas de control.
- Limitación del tiempo de exposición. Estas medidas podrán ser adoptadas en casos de excepcional dificultad técnica para reducir los niveles de exposición por debajo de los 85 dBA de nivel de presión sonora equivalente continuo Leq a los 140 dBA de nivel pico, utilizando la protección auditiva, así como para la

⁹ Comunidad Económica Europea (CEE). Directiva 86/188 y Real Decreto 1316/1986. Límites y Acciones Preventivas. Ruido. España. 1986

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 36 de 47

realización de trabajos especiales o cuando la utilización de los protectores auditivos individuales representa un riesgo de accidente¹⁰.

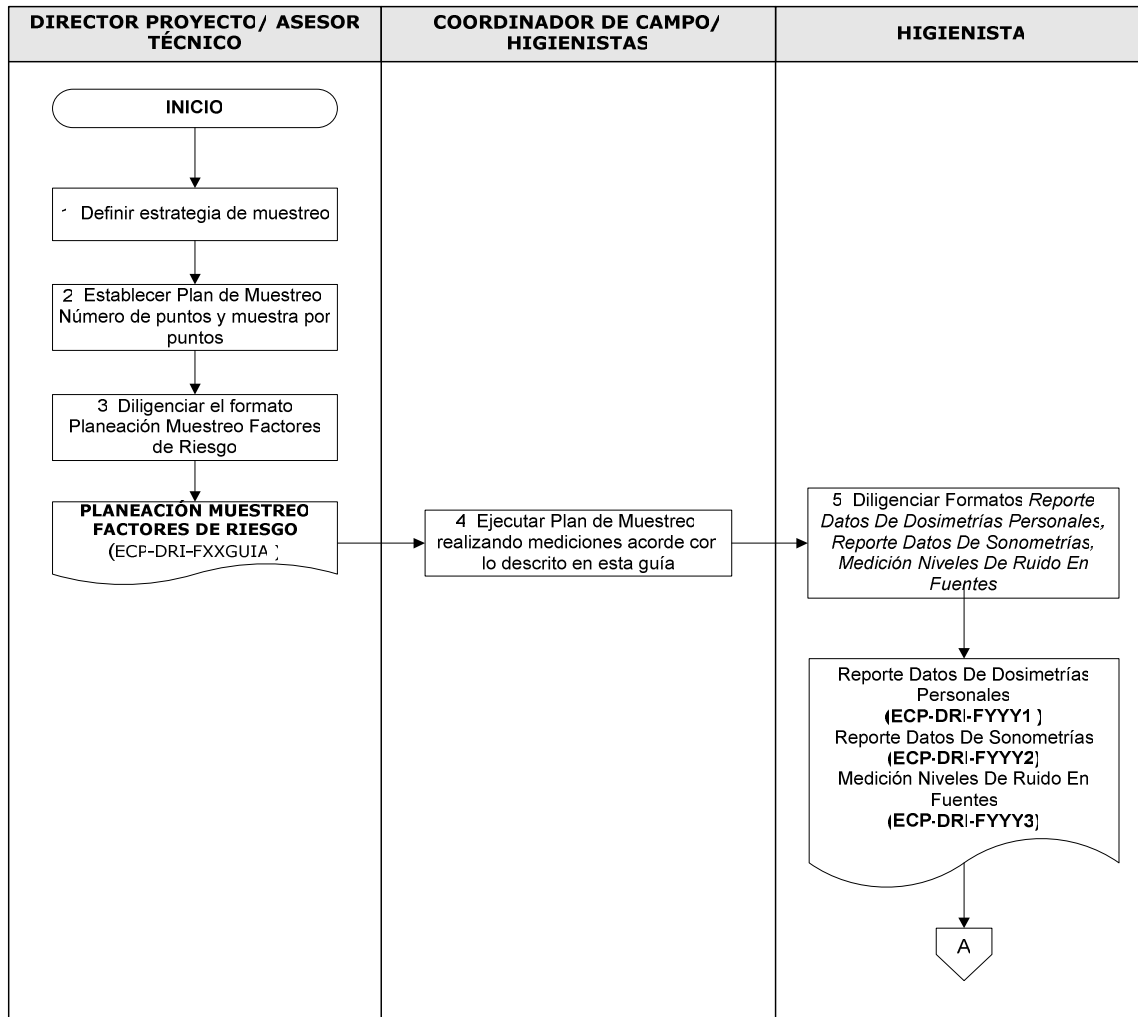
Información educación de trabajadores. Cuando en los puestos de trabajo se superan los valores límites permisibles los trabajadores deberán ser capacitados en:

- Los riesgos potenciales que tales niveles representan para la audición.
- Las medidas preventivas que se adopten, especificando aquellas que tengan que llevarse a cabo por los mismos trabajadores.
- La utilización de los protectores auditivos y sus limitaciones.
- Los resultados de exámenes audiométricos periódicos.

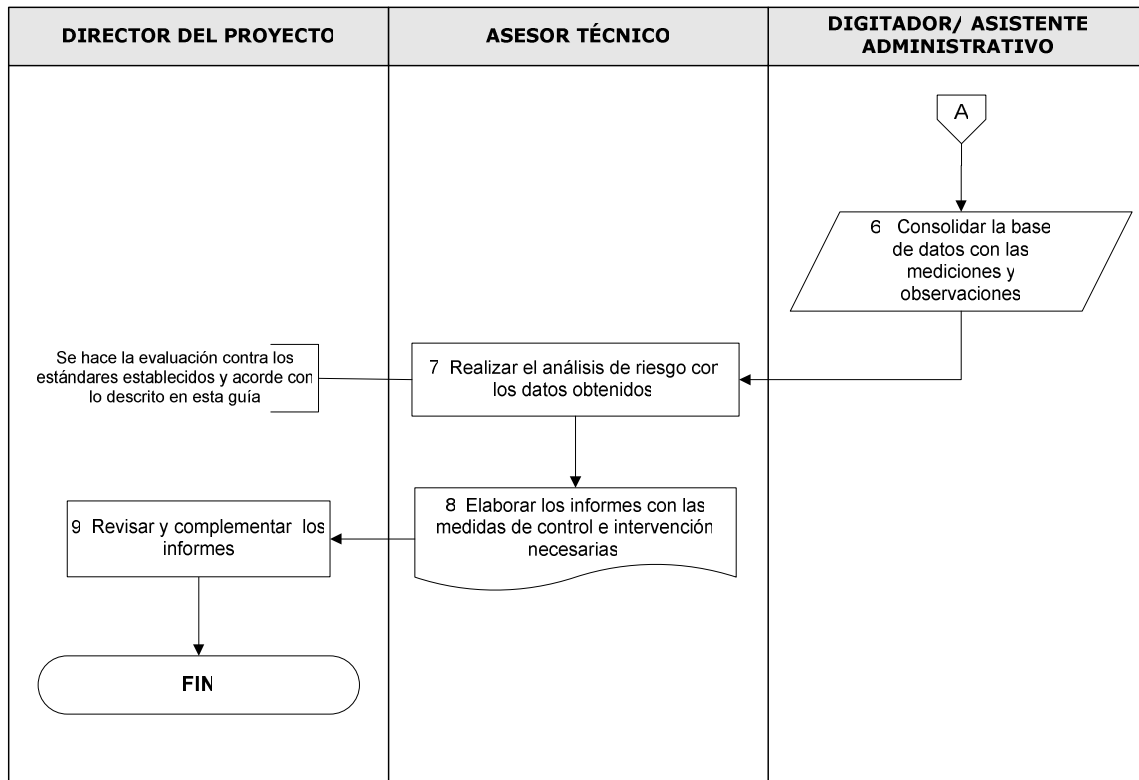
¹⁰ Comunidad Económica Europea (CEE). Directiva 86/188 y Real Decreto 1316/1986. Límites y Acciones Preventivas. Ruido. España. 1986

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 37 de 47

7.8. Diagrama de Flujo



	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 38 de 47




8. REGISTROS

- ECP-DRI-FXXGUIA Planeación de Muestreo.
- ECP-DRI-FYYY1 REPORTE DATOS DE DOSIMETRÍAS PERSONALES
- ECP-DRI-FYYY2 REPORTE DATOS DE SONOMETRÍAS DE AREA CON COORDENADAS MEDIDAS CON GPS
- ECP-DRI-FYYY4 REPORTE DATOS DE SONOMETRÍAS
- ECP-DRI-FYYY3 MEDICIÓN NIVELES DE RUIDO EN FUENTES

9. CONTINGENCIAS

No aplica


	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 39 de 47


10. BIBLIOGRAFÍA

- ACGIH, Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants Ohio. 8th Ed. 1995
- ACGIH. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. 2001 Asociación Chilena de Seguridad (ACHS). Decreto Supremo No 594. Santiago de Chile. Abril 2001.
- Broch, J.T., Acoustic Noise Measurements. Bruel & Kjaer Denmar. Pág 90 a 93. 2th Ed. June 1973.
- Canadian Standards Association. Procedures for the Measurement of Occupational Noise Exposure. Diciembre 1986
- Comunidad Económica Europea (CEE). Directiva 86/188 y Real Decreto 1316/1986. Límites y Acciones Preventivas. Ruido. España. 1986
- Documento Técnico. Control del Ruido. Mediciones Acústicas. Cap 4. Argentina. 1998.
- Haddad. R. Curso de Higiene Industrial. Encuesta de Reconocimiento. Universidad Nacional-OPS-Ministerio de Salud. Bogotá, Colombia. 1968.
- Harris. C. M., Ph.D. Manual para el Control del Ruido. IEAL. Madrid. 1977
- ISO (ANSI S12.19 – 1996). Measurement of Occupational Noise Exposure. Marzo 1996
- ISS. Norma Básica sobre Ruido Industrial. Bogotá Colombia. 1984
- Minprotección Social. Reglamento Técnico de Ruido. Bogotá, Colombia. 2003.
- Moreno R. J. Fundamentos de Control del Ruido. Bruel kjaer. Denmark 1988
- NIOSH. Manual of Analytical Methods. Sampling Strategy. Pág. 24. 1994
- Puerta Jorge y Quinchía Rigoberto. Evaluación y Control de Ruido. Medellín. 1989.
- Resolución 001792. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Bogotá, Colombia. 1990
- Resolución No 08371. Ministerio de Salud. Bogotá, Colombia. 1983
- Resolución No 08371. Ministerio de Salud. Bogotá, Colombia. 1983
- Rock, J.C. Ph.D, Air Sampling Instruments Ch2. Occupational Air Sampling Strategies. Texas A&M University Texas. 9th Ed. 2000
- TALTY, J.T. P.E. Industrial Hygiene Engineering Recognition, Measurement, Evaluation and Control Ed. Ohio. 1985
- Universidad del Bosque. Salud Ocupacional. Procedimientos para el Reconocimiento. Bogotá, Colombia. 2000

11. ANEXOS

No.	Título
1	ECP-DRI-FXXGUIA Planeación de Muestreo.
2	ECP-DRI-FYYY1 REPORTE DATOS DE DOSIMETRÍAS PERSONALES
3	ECP-DRI-FYYY2 REPORTE DATOS DE SONOMETRÍAS DE AREA CON COORDENADAS MEDIDAS CON GPS
4	ECP-DRI-FYYY4 REPORTE DATOS DE SONOMETRÍAS
5	ECP-DRI-FYYY3 MEDICIÓN NIVELES DE RUIDO EN FUENTES

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 42 de 47


	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 05	ECP-DRI-FYYY1
	REPORTE DATOS DE DOSIMETRÍAS PERSONALES DE RUIDO	Fecha divulgación: 26/Abr/08	Página 2 de 2

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO Y LAS ACTIVIDADES GENERADORAS DE RUIDO
Empty space for description
OBSERVACIONES
Empty space for observations


NOTA: En caso de requerir mas espacio utilice el reverse de la hoja.

Higienista Responsable: _____

Licencia N°: _____

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 43 de 47

ANEXO 3. REPORTE DATOS DE SONOMETRÍAS (ECP-DRI-FYYY2)

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 05	ECP-DRI-FYYY2
	REPORTE DATOS DE SONOMETRÍAS	Fecha divulgación: 26/Abr/08	Página 1 de 2

EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN A RUIDO DE AREA

DATOS BÁSICOS DEL MUESTREO		
Gerencia:	Fecha: (DD/MM/AA)	Turno:
Planta:	Área:	
Sección:	Cuadrículas No:	
Equipo empleado:	Modelo:	
Serie:	Fecha calibración	
Verificación inicial:	Verificación final:	
Nombre del Archivo:		

REPORTE DATOS DE SONOMETRÍAS

No Cuadric	Nivel de Ruido dBA		Observaciones	No Cuadric	Nivel de Ruido dBA		Observaciones
	L _p ó L _{eq}	L _{Máx}			L _p ó L _{eq}	L _{Máx}	
1				21			
2				22			
3				23			
4				24			
5				25			
6				26			
7				27			
8				28			
9				29			
10				30			
11				31			
12				32			
13				33			
14				34			
15				35			
16				36			
17				37			
18				38			
19				39			
20				40			

NOTA: Si requiere más espacio para observaciones utilice el reverso de la hoja.

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 44 de 47

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 05	ECP-DRI-FYYY2
	REPORTE DATOS DE SONOMETRIAS	Fecha divulgación: 26/Abr/08	Página 2 de 2

TABLA DE ANALISIS DE FRECUENCIA PARA SELECCIÓN DE PROTECCION AUDITIVA


No Cuad	dBA	Análisis de Frecuencias En Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

Higienista Responsable:

Licencia N°: _____

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 45 de 47

ANEXO 4. REPORTE DATOS DE SONOMETRÍAS CON COORDENADAS MEDIDAS CON GPS (ECP-DRI-FYYY4)

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 03	ECP-DRI-FYYY4
	REPORTE DATOS DE SONOMETRÍAS	Fecha divulgación: 26/Abr/08	Página 1 de 2

EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN A RUIDO DE AREA


DATOS BÁSICOS DEL MUESTREO			
Gerencia:	Planta:	Área:	Fecha: (DD/MM/AA)
Sección:	Cuadrículas No:	Turno:	Equipo empleado:
Modelo:	Serie:	Fecha calibración:	
Nombre del Archivo:	Verificación inicial:	Verificación final:	

REPORTE DATOS DE SONOMETRÍAS


No Cuadríc	Coordenadas	Distancia	Hora	Nivel de Ruido dBA		Observaciones	No Cuadríc	Coordenadas	Distancia	Hora	Nivel de Ruido dBA		Observaciones
				L _p ó L _{eq}	L _{Máx}						L _p ó L _{eq}	L _{Máx}	

NOTA: Si requiere más espacio para observaciones utilice el reverso de la hoja.

ECP-DRI-FYYY4 Hoja: 1 de: 2

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 46 de 47

ANEXO 5. MEDICIÓN NIVELES DE RUIDO EN FUENTES (ECP-DRI-FYYY3)

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 05	ECP-DRI-FYYY3
	MEDICIÓN NIVELES DE RUIDO EN FUENTES	Fecha divulgación: 26/Abr/08	Página 1 de 1


MEDICIÓN NIVELES DE RUIDO EN FUENTES

DATOS BÁSICOS DEL MUESTREO

Gerencia:	Fecha:
Planta:	Área:
Sección:	Fuente(s):
Equipo empleado:	Modelo:
Serie:	Fecha calibración:
Verificación Inicial:	Verificación final:

Fuente	Hora	Nivel Ruido dB(A)	Análisis de Frecuencias en Hz								Observaciones
			63	125	250	600	1K	2K	4K	8K	
		1									
		2									
		3									
		4									
		1									
		2									
		3									
		4									
		1									
		2									
		3									
		4									
		1									
		2									
		3									
		4									
		1									
		2									
		3									
		4									

Higienista Responsable:	Licencia N°:
-------------------------	--------------

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 02	ECP-DRI-G-005
	GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO RUIDO	Fecha divulgación: 19/09/08	Página 47 de 47

Para mayor información sobre este documento dirigirse a quien lo elaboró, en nombre de la dependencia responsable:

EQUIPO TÉCNICO PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

CÉSAR GERMÁN LIZARAZO S.

DIRECTOR PROYECTO CONSULTORÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EL MONITOREO DE HIGIENE INDUSTRIAL PARA ECOPETROL S.A. Y ELABORACIÓN DE PLANES DE INTERVENCIÓN, EN LOS ASPECTOS DE RIESGOS FÍSICOS Y AGENTES QUÍMICOS
 Tel: 3208320 Ext 5545

DEPENDENCIA RESPONSABLE	NOMBRE DEL JEFE DE LA DEPENDENCIA RESPONSABLE Nombre del cargo
REVISÓ	NOMBRES DE LOS JEFES DE LAS DEPENDENCIAS QUE REVISARON Nombre de los cargos
APROBÓ	NOMBRE DE QUIEN APRUEBA Nombre del cargo