

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**GESTIÓN DE RIESGOS POR RUIDO Y CONCENTRACIÓN DE
PARTÍCULAS DE POLVO EN LA SECCIÓN DE MOLIENDA DE LA
INDUSTRIA PLÁSTICA I.E.P.E.S.A.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGÍSTER EN SEGURIDAD
INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL**

**AUTOR:
DARÍO FRANCISCO MORENO GUERRÓN
dmoreno@iepesaplasticos.com**

**DIRECTOR: ING. ROQUE ANTONIO SANTOS TORRES, MSc.
rsantos@epn.edu.ec**

Quito, julio 2013

© Escuela Politécnica Nacional (2013)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Darío Francisco Moreno Guerrón, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Darío Francisco Moreno Guerrón

CERTIFICACIÓN

Certificó que el presente trabajo fue desarrollado por Darío Francisco Moreno Guerrón, bajo mi supervisión.

Ing. Roque Santos, MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

A Dios por sus bendiciones que día a día me las entrega con amor, a mis padres por guiarme en el camino de superación, esfuerzo y compromiso para culminar mis metas, a mi esposa y a mi hermosa hija por acompañarme y darme mucho aliento cuando lo necesitaba.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
GLOSARIO	xiii
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Generalidades sobre riesgos físicos y químicos	1
1.1.1 Actuación sobre los riesgos físicos y químicos cuando la fuente contaminante es el molino	3
1.1.1.1 Sustitución de materiales	3
1.1.1.2 Mantenimiento de molinos	4
1.1.1.3 Cuchillas de corte	4
1.1.1.4 Amortiguación del sonido en los molinos	6
1.1.1.5 Vibración en los molinos	7
1.1.1.6 Métodos húmedos aplicables a la materia prima	8
1.1.1.7 Extracción localizada	8
1.1.2 Actuación sobre los riesgos físicos y químicos en el medio de difusión del contaminante	9
1.1.2.1 Orden y limpieza	10
1.1.2.2 Ventilación por dilución o general	10
1.1.2.3 Aumento de distancia	11
1.1.3 Actuación sobre los riesgos físicos y químicos en el receptor	11
1.1.3.1 Formación y entrenamiento del riesgo al trabajador	11
1.1.3.2 Disminución del tiempo de exposición	11
1.1.3.3 Equipo de protección personal	12
1.1.4 Métodos para la evaluación de riesgos laborales	13
1.1.4.1 Método adoptado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSTH)	14
1.1.4.2 Método establecido por el Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y Salud (ISTAS)	15
1.1.4.3 Método determinado por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA)	16
1.1.4.4 Método adoptado por la Comisión Europea para la Seguridad y Salud	16
1.1.4.5 Método establecido en el Sistema de Administración Seguridad y Salud en el Trabajo (SASST)	17
1.2 Contaminación por ruido	18
1.2.1 El sonido	18
1.2.2 La frecuencia	19
1.2.3 Nivel diario equivalente (LAeq, d)	20
1.2.4 El oído	21

1.2.5	Efectos del ruido sobre la audición	23
1.2.6	Efectos fisiológicos del ruido sobre el trabajador	24
1.2.7	Efectos de las vibraciones sobre el ruido	25
1.2.8	Criterios de valoración del riesgo por ruido	26
1.2.9	Nivel de presión acústica diario equivalente ponderado A (LA,eq), inferior a 80 dB(A)	27
1.2.10	Nivel de presión acústica diario equivalente ponderado A (LA,eq), entre a 80 y 85 dB(A)	27
1.2.11	Nivel de presión acústica diario equivalente ponderado A. (LA,eq), entre a 85 y 87 dB(A)	27
1.2.12	Nivel de presión acústica diario equivalente ponderado A. (LA,eq), entre a 87 y 140 dB(A)	28
1.3	Contaminación por partículas de polvo	29
1.3.1	Clasificación de los polvos	29
1.3.1.1	Por su estado físico	29
1.3.1.2	Por el tamaño de partícula	29
1.3.1.3	Por su forma y características físico – químicas	32
1.3.1.4	Por su naturaleza y origen	32
1.3.2	Vías de entrada del polvo al organismo	33
1.3.2.1	Vía respiratoria	33
1.3.2.2	Vía dérmica	34
1.3.2.3	Vía digestiva	34
1.3.2.4	Vía de absorción mucosa	34
1.3.2.5	Vía parenteral	35
1.3.3	Criterios de valoración del riesgo por polvo	35
1.3.4	Concentración de partículas en el ambiente	36
2	METODOLOGÍA	38
2.1	Descripción del área de molinos de la empresa	38
2.1.1	Procedimiento de trabajo en el área des molinos	39
2.1.2	Personal expuesto	40
2.1.3	Materia prima utilizada	41
2.2	Evaluación del riesgo por ruido	42
2.2.1	Bandas de octava	43
2.2.2	Equipo utilizado para la medición del ruido	44
2.2.2.1	Especificaciones del sonómetro integrador	46
2.2.2.2	Especificaciones del calibrador acústico	47
2.3	Evaluación del riesgo por partículas de polvo plástico	47
2.3.1	Equipo utilizado para la medición del polvo	48
2.3.2	Principio de medición	49
2.3.3	Mediciones de la concentración de polvo en el área de molinos	50
2.3.3.1	En el interior del área de molinos	50
2.3.3.2	En el exterior del área de molinos	51
2.3.3.3	En la actividad de limpieza de los molinos	52

2.4	Propuestas y selección de medidas preliminares de prevención y control de riesgos en el molino	52
2.5	Implementación y evaluación de las medidas tomadas	54
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
3.1	Mediciones del ruido en el área de molinos antes de la gestión del riesgo	55
3.1.1	Medición en el centro del área de molinos	55
3.1.2	Medición en el molino junto al operador	57
3.1.3	Ingreso al área de molinos	58
3.1.4	Centro del área de molinos en operación el molino 1	59
3.1.5	Limpieza de los molinos	60
3.1.6	En la tarde en el centro del área de molinos	61
3.2	Análisis de resultados de la medición del ruido	62
3.3	Análisis de vibraciones en los molinos	63
3.4	Mediciones de concentraciones de polvo antes de gestionar el riesgo	67
3.4.1	Medición en el centro del área de molinos	67
3.4.2	Medición en el exterior del área de molinos	69
3.4.3	Medición en el proceso de limpieza de molinos	70
3.5	Análisis de resultados de la concentración de partículas de polvo	71
3.6	Implementación de medidas seleccionadas en la prevención y control de riesgos en la fuente, medio y receptor	72
3.6.1	Medidas de prevención y control de riesgos en la fuente	72
3.6.1.1	Cuchillas de corte	72
3.6.1.2	Ángulo de corte	72
3.6.1.3	Material de cuchillas	77
3.6.1.4	Afilado de cuchillas	77
3.6.1.5	Espaciamiento de cuchillas	78
3.6.1.6	Regulación de cuchillas	78
3.6.2	Mantenimiento de molinos	79
3.7	Implementación de medidas seleccionadas en la prevención y control de riesgos en el medio de transmisión	80
3.7.1	Orden y limpieza	80
3.7.2	Ventilación general del área de molinos	82
3.8	Diseño del sistema de ventilación en el área de molinos	83
3.8.1	Caída de presión	86
3.8.2	Selección del extractor de la cabina de molinos	87
3.8.3	Cálculo de ductos y accesorios	88
3.8.4	Velocidad de transporte por accesorios	88
3.8.5	Cálculo de rejillas	89

3.9	Apantallamiento absorbente del sonido y confinamiento del polvo	90
3.9.1	Selección del nivel de reducción (NR)	91
3.9.2	Selección de materiales y consideraciones de medición	92
3.9.3	Pérdida por transmisión de material (TLmat)	93
3.9.3.1	Cálculo del alfa promedio (α')	93
3.9.3.2	Cálculo de la pérdida por transmisión del material (TL mat)	94
3.10	Implementación de medidas seleccionadas en la prevención y control de riesgos en el receptor	96
3.10.1	Formación y entrenamiento al trabajador	97
3.10.2	Disminución de tiempos de exposición	97
3.10.3	Equipo de protección personal (EPI'S)	100
3.10.3.1	Protección auditiva	100
3.10.3.2	Protección respiratoria	102
3.11	Evaluación de medidas implementadas para reducir el riesgo por ruido	104
3.11.1	Medición centro del área de molinos	105
3.11.2	Medición en el molino junto al operador	106
3.11.3	Medición ingreso al área de molinos	107
3.11.4	Medición centro cuarto de molinos	108
3.11.5	Medición en el proceso de limpieza de los molinos	109
3.11.6	Medición en la tarde centro área de molinos	110
3.11.7	Análisis de resultados del riesgo por ruido	111
3.12	Evaluación de medidas implementadas para reducir el riesgo por polvo	112
3.12.1	Medición centro del área de molinos	112
3.12.2	Medición exterior del área de molinos	113
3.12.3	Medición en el proceso de limpieza de molinos	114
3.12.4	Análisis de resultados por concentración de partículas de polvo plástico	115
3.13	Análisis de la producción mensual en el proceso de molienda	116
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
4.1	Conclusiones	117
4.2	Recomendaciones	118
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
	ANEXOS	124

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1.1.	Límites máximos permisibles por tiempo de exposición	26
Tabla 1.2.	Valores numéricos de los convenios, como porcentajes para la fracción inhalable y del aerosol total	31
Tabla 1.3.	Porcentaje de partículas capaz de ingresar al aparato respiratorio según la ACGIH	36
Tabla 2.1.	Especificaciones de sonómetro empleado para la medición del ruido	46
Tabla 2.2.	Especificaciones del calibrador acústico	47
Tabla 2.3.	Especificaciones del medidor de concentración de polvo	49
Tabla 2.4.	Resumen de propuestas y selección de medidas de prevención y control de riesgos	53
Tabla 3.1.	Resultados de la medición $L_{Aeq, d}$ en el área de molinos	62
Tabla 3.2.	Valores de vibración en puntos de control del molino 1	64
Tabla 3.3.	Valores de vibración en puntos de control del molino 2	66
Tabla 3.4.	Resultados de la medición de concentración de partículas de polvo	71
Tabla 3.5.	Renovaciones de aire por hora en locales habitados	84
Tabla 3.6.	Caída de presión por accesorios área de molinos	86
Tabla 3.7.	Velocidad de transporte del aire en función del diámetro del conducto	89
Tabla 3.8.	Nivel de presión sonora en bandas de octava (dB)	91
Tabla 3.9.	Nivel diario equivalente para un NR 60	92
Tabla 3.10.	Secciones y áreas de la cabina de molinos	92
Tabla 3.11.	Cálculo del alfa promedio (α') en cada sección del área de molinos	93
Tabla 3.12.	Pérdida de transmisión por el material madera sólida enlucida con yeso (TL _{mat})	96
Tabla 3.13.	Valores de ruido en dB(A) medidos en la zona de molinos en función del material y tiempo de exposición máximo en la jornada laboral	98

Tabla 3.14.	Valores de concentración de polvo medidos en la zona de molinos en función del material y tiempo de exposición máximo en la jornada laboral	99
Tabla 3.15.	Variación del nivel de exposición diario equivalente (LAeq,d) en diferentes zonas de molinos en función de la utilización de EPI'S	101
Tabla 3.16.	Factores de protección nominal (UNE-CR 529)	103
Tabla 3.17.	Resultados de la medición LAeq, d en el área de molinos posteriores a la gestión del riesgo por ruido	111
Tabla 3.18.	Resultados de la medición de concentración de partículas de polvo	115

ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura 1.1.	Medios de actuación del riesgo sobre la fuente, medio o receptor	2
Figura 1.2.	Materias primas utilizadas para la fabricación de productos plásticos en IEPESA	3
Figura 1.3.	Descomposición de fuerzas en la cuña de corte	5
Figura 1.4	Círculo de Mohr que ilustra dos plano que sufren el máximo esfuerzo de cizalla a 45°	6
Figura 1.5.	Descomposición de la energía del sonido sobre una superficie	7
Figura 1.6.	Esquema general de un equipo de extracción localizada	9
Figura 1.7.	Equipos de protección personal para el riesgo por ruido y polvo	13
Figura 1.8.	Proceso de evaluación de riesgos según INSHT	14
Figura 1.9.	Representación gráfica de una longitud de onda sonora	18
Figura 1.10.	Representación de frecuencias no audibles y audibles para el ser humano	19
Figura 1.11.	Valores límites de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción	21
Figura 1.12.	Interior del oído humano con sus diferentes partes	22
Figura 1.13.	Curvas de sensibilidad del oído humano	24
Figura 1.14.	Efectos fisiológicos producidos por el ruido	25
Figura 1.15.	Criterio de fracción en el aire en función del tamaño de partícula	30
Figura 1.16.	Clasificación de polvos según su naturaleza y origen	32
Figura 1.17.	Sistema respiratorio, vías de entrada	33
Figura 1.18.	Vía dérmica de entrada al organismo del contaminante	34
Figura 1.19.	Criterio de valoración para distintas fracciones de polvo en suspensión aérea en función del diámetro de partícula	35
Figura 2.1.	Molino de plástico # 1 en el área de molienda en IEPESA	38

Figura 2.2.	Molino de plástico # 2 en el área de molienda en IEPESA	38
Figura 2.3.	Diagrama de procesos en el área de molinos IEPESA	40
Figura 2.4.	Sonómetro Cirrus modelo CR 260, tipo 2	45
Figura 2.5.	Calibración del sonómetro CR 260, tipo 2	45
Figura 2.6.	Microdust-pro, medidor de concentración de partículas	48
Figura 2.7	Medición de concentración de polvo en el área interna de los molinos	51
Figura 2.8	Medición de polvo en el área externa de los molinos	51
Figura 3.1.	Resultado gráfico de las mediciones Leq,t en el centro del área de molinos	56
Figura 3.2.	Resultado gráfico de las mediciones Leq,t junto al trabajador en el molino 1	57
Figura 3.3.	Resultado gráfico de las mediciones Leq,t entrada zona de molinos	58
Figura 3.4.	Variación en el tiempo de Leq,t en banda de octava con un molino en operación	59
Figura 3.5.	Variación en el tiempo de Leq,t en banda de octava en la actividad de limpieza	60
Figura 3.6.	Variación en el tiempo de Leq,t en el área de molinos en la tarde	61
Figura 3.7.	Gráfico del mapeo por vibraciones del molino 1	63
Figura 3.8.	Gráfico del mapeo de vibraciones del molino 2	65
Figura 3.9.	Fotografías del estado de las cuchillas molino 2	66
Figura 3.10.	Variación de la concentración de polvo y TLV-TWA en función del tiempo área interna molinos	68
Figura 3.11.	Variación de la concentración de polvo y TLV-TWA en función del tiempo área externa molinos	69
Figura 3.12.	Variación de la concentración de polvo y TLV-TWA en función del tiempo actividad de limpieza de molinos	70
Figura 3.13	Plano de cuchilla móvil a) vista frontal y b) vista lateral	73

Figura 3.14.	Fotografías de cuchillas móviles antes de ser afiladas al ángulo de 45 °	74
Figura 3.15.	Fotografías de cuchillas móviles después de ser afiladas al ángulo de 45 °	74
Figura 3.16.	Ángulo de corte entre cuchilla móvil y cuchilla estacionaria	75
Figura 3.17.	Fotografías de cuchillas móviles antes de ser afiladas al ángulo de 45 °	76
Figura 3.18.	Fotografías de cuchillas móviles después de ser afiladas al ángulo de 45 °	76
Figura 3.19.	Fotografías de la rectificación de cuchillas	77
Figura 3.20.	Espaciamiento de cuchillas móviles	78
Figura 3.21.	Espaciamiento de cuchillas estacionarias	78
Figura 3.22.	Fotografía de las diferencias en tamaño de grano de la materia prima	79
Figura 3.23.	Fotografías del orden y la limpieza antes de establecer normas y registros	81
Figura 3.24.	Fotografías del orden y la limpieza después de establecer normas y registros	81
Figura 3.25.	Fotografía de la limpieza molino 1	82
Figura 3.26.	Fotografía de la limpieza molino 2	82
Figura 3.27.	Representación esquemática de la cabina del cuarto de molinos	83
Figura 3.28.	Curvas características de los tres tipos de extractores de ventilación (P vs Q)	87
Figura 3.29.	Esquema del sistema de ventilación del área de molinos	88
Figura 3.30.	Esquema representativo del diseño para la cabina de molinos	90
Figura 3.31.	Protector auditivo 3M Peltor Optime 105 con NRR 30 dB (A)	102
Figura 3.32.	Filtro 3M 2091 P100 y mascarilla media cara silicón 3M	104
Figura 3.33.	Resultado gráfico de las mediciones Leq,t en el centro del área de molinos	105

Figura 3.34.	Resultado gráfico de las mediciones Leq,t junto al trabajador en el molino 1	106
Figura 3.35.	Resultado gráfico de las mediciones Leq,t entrada zona de molinos	107
Figura 3.36.	Variación en el tiempo de Leq,t en banda de octava con un molino funcionando	108
Figura 3.37.	Variación en el tiempo de Leq,t en la actividad de limpieza	109
Figura 3.38.	Variación en el tiempo de Leq,t en el área de molinos en la tarde	110
Figura 3.39.	Variación de la concentración de polvo y TLV-TWA en función del tiempo área interna molinos	113
Figura 3.40.	Variación de la concentración de polvo y TLV-TWA en función del tiempo actividad de limpieza de molinos	114
Figura 3.41.	Crecimiento de la producción del área de molinos debido a la gestión de riesgos por ruido y polvo	116

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I	
Matriz de identificación, estimación cualitativa y control de riesgos de Industrias I.E.P.E.S.A.	125
ANEXO II	
Hojas técnicas de seguridad de materiales termoplásticos	127
ANEXO III	
Valores de medición del ruido y concentración del polvo plástico antes de la gestión de los riesgos	138
ANEXO IV	
Planos cuchilla móvil y cuchilla estacionaria	148
ANEXO V	
Hojas técnicas de las cuchillas móviles y estacionarias	150
ANEXO VI	
Fotografías del estado de los molinos y registros del mantenimiento de los molinos	154
ANEXO VII	
Registros de orden y limpieza	159
ANEXO VIII	
Desarrollo para el diseño del sistema de extracción del área de molino	161
ANEXO IX	
Selección del diámetro de ductos y tamaño de las rejillas para la cabina de extracción según el caudal y velocidad del aire	166
ANEXO X	
Planos del sistema de ventilación de la cabina de molinos	171
ANEXO XI	
Planos del sistema de encapsulamiento de la cabina de molinos	174
ANEXO XII	
Plan de capacitación anual en seguridad y salud de Industrias IEPESA	177
ANEXO XIII	
Tablas de medición del ruido antes y después de la gestión del riesgo con la utilización de EPI'S	179

ANEXO XIV

Hojas técnicas de los filtros y mascarilla media cara utilizados en el área de molinos 166

ANEXO XV

Valores de medición de ruido y concentración de polvo plástico después de la gestión de los riesgos 167

GLOSARIO

Accidente de Trabajo: Se entiende por accidente laboral toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena (M.T.E, 2005, p.57).

Decibel: Es una unidad de medida del nivel o intensidad del sonido, es utilizada para evaluar la exposición al ruido de los trabajadores (Niebel, 1990, p.753).

Enfermedad Profesional: Todo estado patológico derivado de la acción continua de una causa que tenga origen o motivo en el trabajo o en el medio en el que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios (Cortés, 2006, p.32).

Equipo de Protección Personal: Cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado al trabajador para que lo proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud en el trabajo (Cortés, 2006, p.37)

Factores de Riesgo: Son contaminantes de naturaleza física, química, orgánica, psicológica, o social que hacen posible la presencia del riesgo en accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y otros efectos nocivos para la salud (Falagan, 2000, p.14).

Molido: Resulta de la transformación mecánica de un molino en una acción de molienda sobre una pieza plástica hasta reducirlo a materia prima de características similares al producto original (Richardson y Lokensgard, 1999, p. 441).

Plástico: Es una sustancia orgánica sintética o semisintética que por la acción del calor y la presión sobre el polímero toma su forma y la retiene, después de retirar las fuentes externas de transformación, su estado puede ser sólido o flexible de alta masa molecular (Richardson y Lokensgard, 1999, p. 443).

Polvo: Es toda partícula sólida de cualquier tamaño, naturaleza u origen, capaz de mantenerse suspendida en el aire que respiramos (Jungbauer, 2004, p. 245).

Riesgo: Es la posibilidad de que un trabajador sufra un accidente de trabajo o enfermedad profesional causada por la exposición a su actividad diaria en el lugar de trabajo (OHSAS 18001, 2007, p. 5).

Ruido: Es un sonido no deseado, molesto y desagradable, el cual se presenta como una vibración mecánica transmitida en forma de ondas (Niebel, 1990, p. 758).

TLV-TWA: Son los valores de concentración de contaminante promediados en el tiempo, para jornadas de 8 horas o 40 semanales, a los cuales la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos (Rodellar, 2002, p. 93).

Trabajador: Toda persona que se obliga a la prestación del servicio o a la ejecución de la obra se denomina trabajador y puede ser empleado u obrero (M.T.E, 2005, p. 6).

Sitio o lugar de Trabajo: Lugar físico en las que el trabajador realiza sus actividades diarias relacionadas con su trabajo bajo el control de la organización (OHSAS 18001, 2007, p. 6).

Salud: Es el grado que una persona o grupo de personas es capaz de realizar sus aspiraciones y satisfacer sus necesidades y enfrentarse adecuadamente al ambiente (Lopez, 2008, p.137).

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue disminuir los niveles de contaminación por ruido y por concentración de partículas de polvo plástico, a los que los trabajadores estaban expuestos en el área de molinos de Industrias IEPESA. Para esto, se realizaron varias mediciones de los 2 factores de riesgo presentes y se determinó que la contaminación se presenta en los procesos de molienda, con los 2 molinos en operación de trabajo normal y en el proceso de limpieza.

En especial, en la actividad de limpieza se obtuvieron los mayores niveles de concentración, el ruido alcanzó niveles de 102,5 dB(A) y una concentración de polvo en el ambiente de 22,43 mg/m³, convirtiéndose en la etapa de mayor riesgo en el lugar de trabajo. Cuando se comparó estas cantidades con los valores límites tolerables para el trabajador, se evidenció que el margen con el cual lo superaron fue amplio; debido a que, en el caso del ruido el límite aceptable es de 85 dB en escala A (Gobierno del Ecuador, 2010, p. 25) y para el material particulado es de 10,00 mg/m³ (ACGIH, 1995, p.25). Por ello, los contaminantes por polvo y el ruido fueron gestionados, primero sobre la fuente de contaminación que eran los molinos, luego en el medio de transmisión. Para finalizar se actuó sobre el trabajador; fue necesario gestionar el ruido y el polvo en las 3 instancias porque se requería combatir a los 2 factores al mismo tiempo, los cuales son de diferente naturaleza, mientras que el ruido es de carácter físico, el polvo tiene características químicas.

La eficacia de las diversas acciones tomadas para mejorar las condiciones de trabajo, se evaluaron mediante una segunda medición, en la que se determinó que en la actividad de limpieza, los niveles de ruido habían disminuido a 94,9 dB(A), pero al no alcanzar los 85,0 dB(A) establecidos por norma, se calculó el equipo de protección individual adecuado para resguardar la salud del trabajador; en el caso de la concentración de partículas de polvo, el valor medido fue de 9,88 mg/m³, el cual no superó el valor límite tolerable. Es así que se concluye que los riesgos por ruido y polvo fueron gestionados de manera adecuada en el área de molino de la empresa.

INTRODUCCIÓN

En la empresa, el continuo trabajo y la utilización de máquinas – herramientas para la transformación del plástico contribuyen al incremento de los niveles de presión sonora y la contaminación por partículas de polvo en el ambiente de trabajo, que en niveles superiores a los admisibles causan daños considerables a la salud del trabajador ya sea por un incidente laboral, accidente de trabajo o una enfermedad profesional. La presencia del ruido en el área de molinos se evidencia con mayor notoriedad que en otras áreas de la fábrica, motivo por el cual se ha realizado su medición y valoración en el lugar de trabajo; los valores obtenidos son superiores a los que El Código de Trabajo Ecuatoriano ha determinado como límite máximo de presión sonora, que es de 85 dB, en escala de ponderación A, para una jornada laboral de 8 h. El ruido es generado en el proceso de molienda al transformar piezas plásticas defectuosas a pellets plásticos, mediante la acción trituradora de los molinos. El nivel de presión sonora diaria equivalente (LAeq, d) medido en el área oscila entre 88,0 dB(A) a 102,5 dB(A), según la distancia de la medición.

Otro factor de riesgo importante a considerar en el área de molinos es la contaminación por partículas de polvo inorgánico en el ambiente, obtenido por la pulverización mecánica del material plástico en estado sólido, por acción de corte entre las cuchillas móviles y estacionarias del molino sobre el producto a moler. Las partículas se dispersan en el aire y contaminan el ambiente laboral en el que se encuentra el operador y, son las partículas más pequeñas las más peligrosas y de mayor cuidado, ya que permanecen más tiempo en el aire y pueden penetrar hasta los lugares profundos de los bronquios y causar problemas de salud en el aparato respiratorio de la persona.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 GENERALIDADES SOBRE RIESGOS FÍSICOS Y QUÍMICOS

Los contaminantes físicos y químicos se presentan como riesgos laborales cuando el trabajador sufre un deterioro de su salud como resultado de su actividad laboral y de las condiciones del medio ambiente en que ésta se realiza.

Cuando los factores de riesgo surgen como manifestaciones de energía, se determina que los riesgos son de origen físico, que según su carácter e intensidad provocan efectos biológicos, fisiológicos y psicológicos sobre las personas; si los factores de riesgo se originan debido a las condiciones medioambientales del lugar de trabajo, los riesgos son de origen químico y sus contaminantes ingresan a nuestro cuerpo por diferentes vías tales como la digestiva, absorción, mucosa, dérmica y respiratoria, esta última, constituye el camino más fácil y directo de entrada del contaminante, debido a su estrecha relación con el sistema circulatorio y a la constante necesidad de nuestro organismo de oxigenar los tejidos celulares (Cortés, 2006, pp. 371-378).

Si los niveles de riesgo exceden los valores permitidos, llamados también valores umbral límites (TLV'S), el trabajador padece quebrantos en su salud como consecuencia de una elevada exposición al contaminante, la cual es directamente proporcional al tiempo y concentración del riesgo presente en el lugar de trabajo. Como resultado de estas exposiciones permanentes se desarrollan las denominadas enfermedades profesionales.

Como se menciona, el peligro de exposición a los contaminantes depende principalmente de la concentración y del tiempo o período que interactúa el riesgo sobre el trabajador en el lugar de trabajo, al reducir una de estas 2 variables se disminuye la agresión presente, por ello las medidas operativas o de control que se toman dependen de la naturaleza del agente contaminante y de la vía de entrada al organismo.

Para eliminar o reducir los factores de riesgos hasta límites aceptables se puede actuar sobre los siguientes tres puntos foco, medio y receptor como se indican en la Figura 1.1 (Rubio, 2006, p. 207).

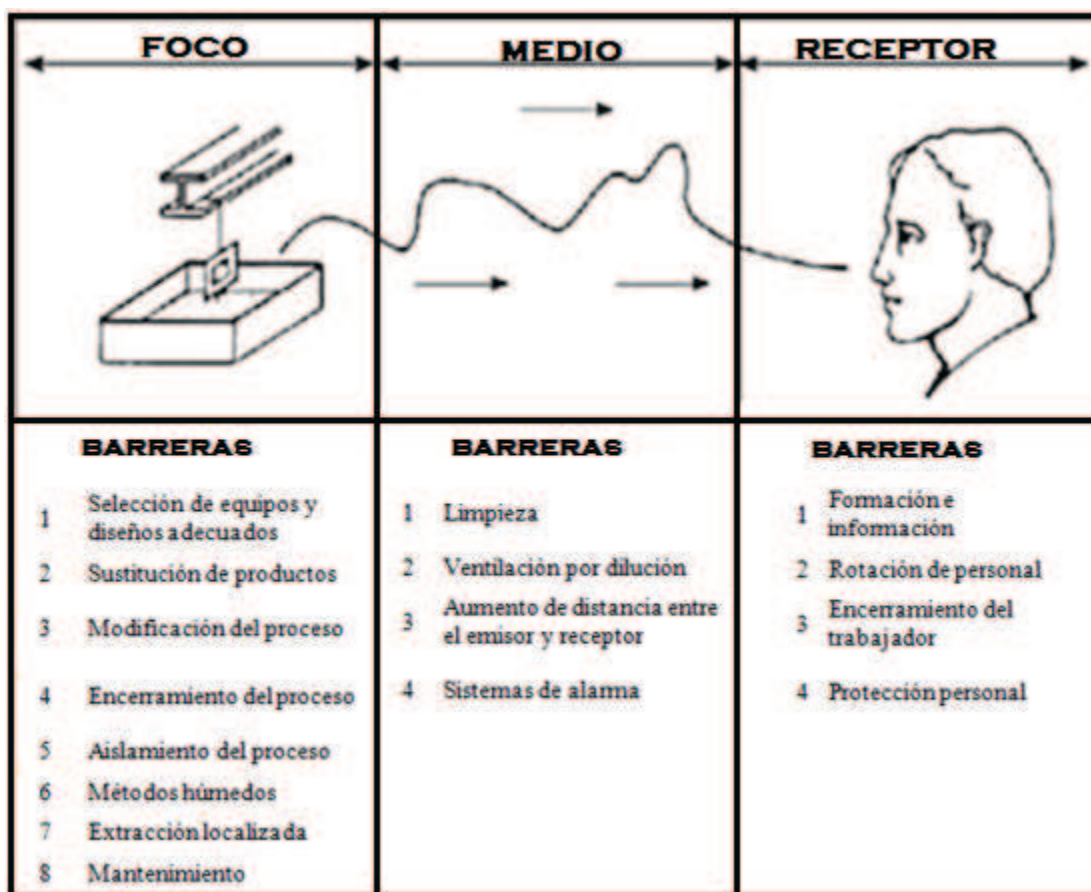


Figura 1.1. Medios de actuación del riesgo sobre la fuente, medio o receptor

(Menéndez, 2009, p. 255)

Los principales riesgos presentes en la empresa se muestran en la Matriz de identificación, estimación y control de riesgos, Anexo I, en la que se determina que los riesgos por ruido y por partículas de polvo son los más representativos en el lugar de trabajo y son generados por el molino, como resultado de la actividad laboral.

1.1.1 ACTUACIÓN SOBRE LOS RIESGOS FÍSICOS Y QUÍMICOS CUANDO LA FUENTE CONTAMINANTE ES EL MOLINO

Los métodos de control más significativos para reducir o disminuir los riesgos originados en la fuente son los siguientes:

1.1.1.1 Sustitución de materiales

La materia prima utilizada para el proceso de molienda son los termoplásticos, que son plásticos capaces de ablandarse y fluir cuando son calentados, solidificarse cuando son enfriados, y ablandarse nuevamente cuando son recalentados y, al ser la materia prima fundamental para la fabricación de piezas plásticas, no se lo puede reemplazar.

La Figura 1.2 indica ejemplos de productos fabricados según la materia prima procesada.

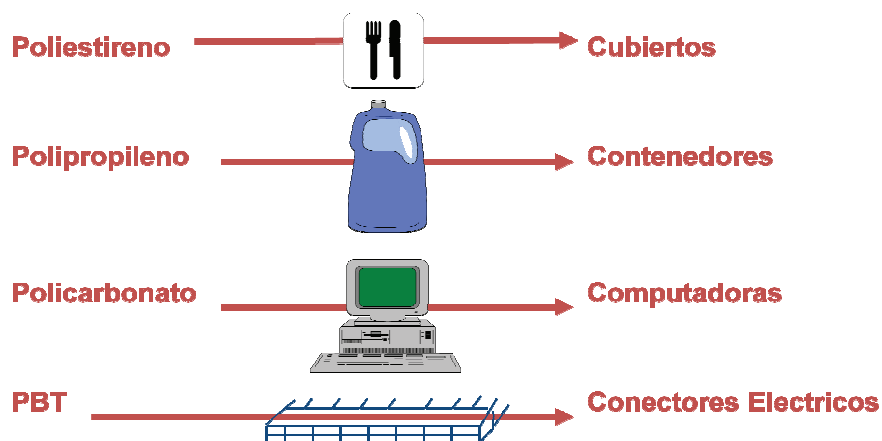


Figura 1.2. Materias primas utilizadas para la fabricación de productos plásticos en IEPESA

(General Electric Plásticos, 2003, p. 12)

En el proceso de molienda, los materiales suaves y flexibles absorben energía y generan un grano de partícula uniforme, los materiales rígidos y frágiles se fracturan por el corte de las cuchillas y producen grano de partícula menos

uniforme y, los materiales con carga o de ingeniería son frágiles y susceptibles a la fractura por impacto (Harrison, 1997, pp. 2-4).

Los materiales calientes son menos frágiles y se cortan más fácilmente en el proceso de molienda, como ejemplo se tiene las purgas y las tortas de arranque cuyo requerimiento de corte es menor, produce menos ruido y menos polvo si se los compara con el mismo material pero a temperatura del ambiente

1.1.1.2 Mantenimiento de molinos

En un molino existen tres componentes cuya selección afecta directamente la calidad del molido, estos son el rotor, las cuchillas rotatorias y estacionarias y la malla o criba, sin olvidar parámetros que influyen en la operación como la velocidad de las cuchillas y el espaciamiento entre ellas, es requerimiento primordial el mantenimiento periódico de los mismos a lo que se llama mantenimiento preventivo y no detener la producción por el mantenimiento correctivo.

1.1.1.3 Cuchillas de corte

El trabajo de cortar o moler el material lo hacen las cuchillas, que pueden ser giratorias o estacionarias. La presión del corte determina la calidad del molido, su calibración es esencial para obtener un molido uniforme. En la actualidad se prefieren cuchillas colocadas en forma sesgada, a manera de tijera, que se logra desviando en un ángulo pequeño al rotor o a la cama de las cuchillas, la Figura 1.3 muestra la variación del módulo de la fuerza en función del ángulo de corte al que se acomodan las cuchillas en el molino, se prefiere esta configuración ya que proporcionan mayor capacidad de producción, con menos consumo de potencia, se genera menos ruido y se reduce el polvo (Appol y Freiler, 1985, p. 144).

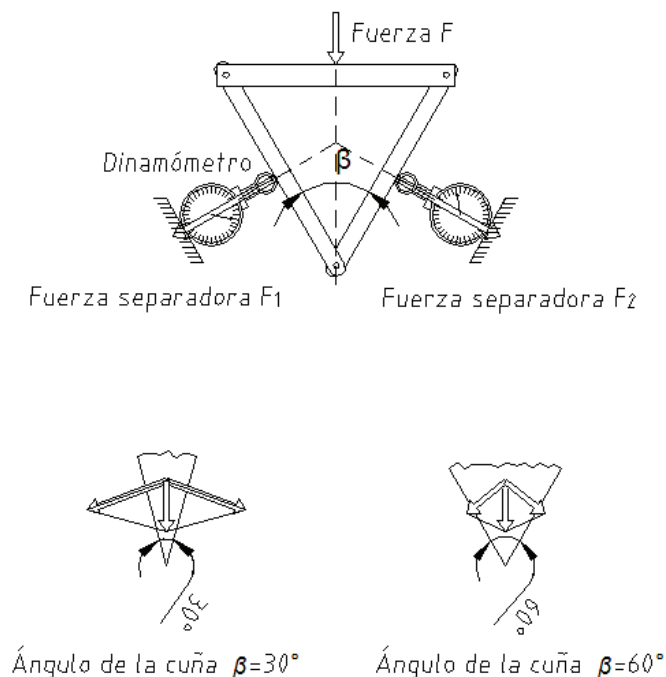


Figura 1.3. Descomposición de fuerzas en la cuña de corte

(Appol,1985, p. 144)

Las cuchillas cumplen el papel de corte en el molino, están colocadas de forma sesgada para realizar el efecto de tijeras cuando cortan. Este tipo de diseño produce una acción de corte por tajadas o por cizallamiento en un área de impacto más reducida que la que se encuentra en las cuchillas colocadas en su posición derecha; que corta a lo largo de todo el ancho de las cuchillas en un solo golpe.

Para entender el máximo cizallamiento o cizallamiento puro, se muestra el Círculo de Mohr en el cual se representa el esfuerzo cortante máximo σ_1 y la deformación máxima a la que es sometido un material antes de fracturarse o cizallarse, los esfuerzos son graficados como $\sigma_1 > \sigma_2$ en 2 planos diferentes P y Q. En la Figura 1.4 se ilustran los planos que sufren un esfuerzo de cizalla máximo y están representados por los puntos más alto y más bajo del círculo de Mohr, es decir, los que están a 45° de σ_1 ($2\alpha = \pm 90^\circ$) (Martínez, 2003, pp. 27-28).

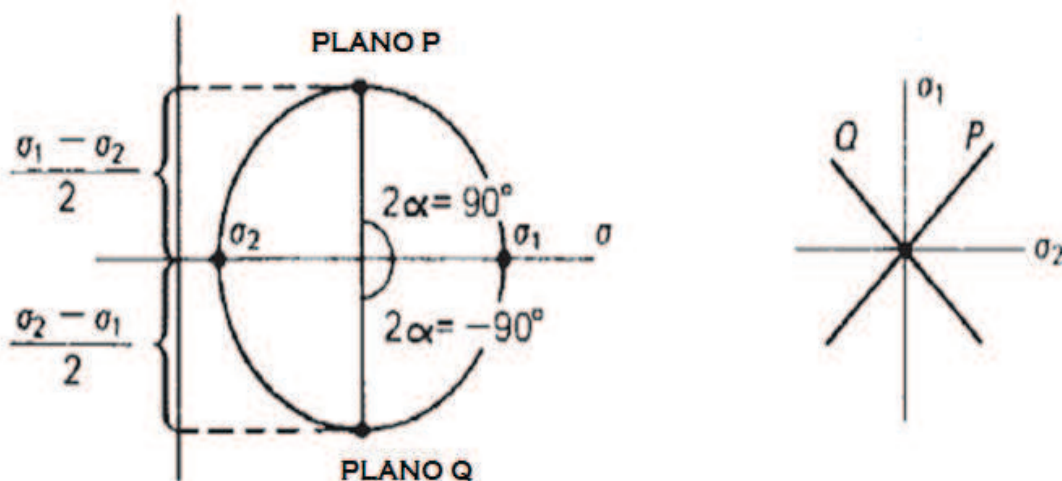


Figura 1.4. Círculo de Morh que ilustra dos planos que sufren el máximo esfuerzo de cizalla a 45°

(Martínez, 2003, p. 27)

A 45° se obtiene el máximo cizallamiento cuando se requiere realizar trabajo de corte directo como es en las cuchillas de corte rotatorias en los molinos.

1.1.1.4 Amortiguación del sonido en los molinos

Cuando las ondas sonoras chocan con un obstáculo, las presiones sonoras variables que actúan sobre él, hacen que éste vibre. Una parte de la energía vibratoria transportada por las ondas sonoras, se transmite a través del obstáculo y pone en movimiento el aire situado del otro lado, lo que genera el sonido. Otra parte de la energía de las ondas sonoras se disipa en el molino y reduce la energía irradiada al exterior de la carcasa del molino.

En la Figura 1.5 se muestra como la energía del sonido que incide (E_i) se descompone en la energía reflejada al medio emisor (E_r) y la energía absorbida (E_a), es decir, la energía no reflejada. A su vez, la energía absorbida se distribuye en energía disipada en el material (E_d) y energía transmitida al medio receptor (E_t).

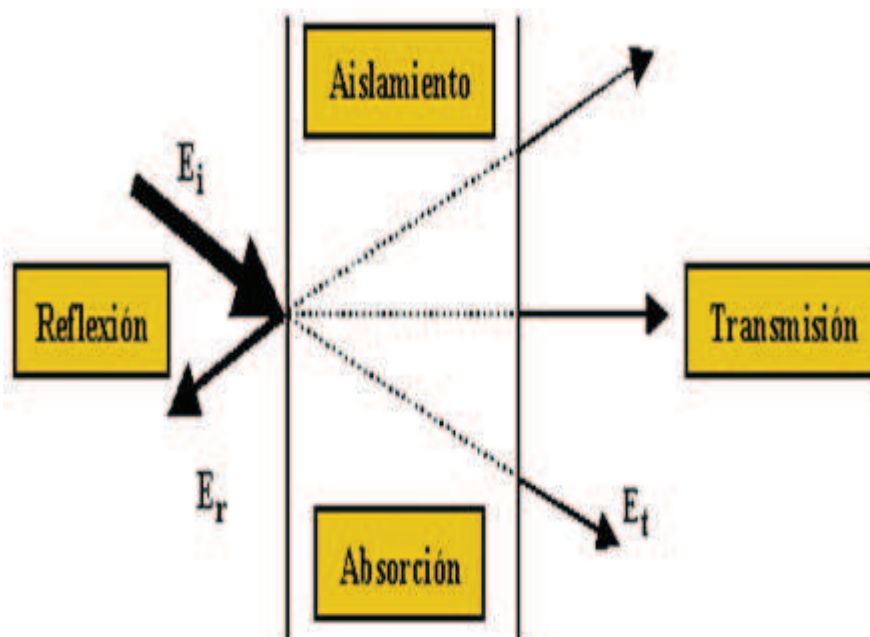


Figura 1.5. Descomposición de la energía del sonido sobre una superficie

(Appol, 1985, p. 147)

1.1.1.5 Vibraciones en los molinos

El continuo trabajo al que están sometidos los molinos producen el desgaste normal de los elementos mecánicos, lo que produce vibraciones y ruido. Ambas se originan por desplazamientos oscilatorios dentro del campo de las frecuencias infrasonoras y parcialmente sonoras, pero su naturaleza es diferente, por ello se asocia en muchas actividades de trabajo la generación de ruido con la presencia de vibraciones (Falagan, 2000, p. 150).

Por ello se entiende que si se elimina o disminuye la vibración en los molinos, el ruido decrecerá paralelamente. Existen varias medidas técnicas que se pueden adoptar para actuar sobre estos factores de riesgo, los cuales se mencionan a continuación:

- Actuación sobre los focos productores y/o activadores de las vibraciones mediante el mantenimiento y vigilancia del estado de los molinos (rozamientos, ataques, etc.)
- Utilización de materiales aislantes (soportes de caucho, corcho, resortes metálicos, etc.) y/o absorbentes de las vibraciones.

1.1.1.6 Métodos húmedos aplicables a la materia prima

Es uno de los métodos más sencillos de control de polvo. La molienda en húmedo funciona cuando los contaminantes de partícula fina son atraídos por el agua en la superficie del material molido e impiden su suspensión en el aire. Las resinas con las que trabaja la empresa para fabricar las piezas plásticas, denominadas commodities son Polietilenos, Polipropilenos y Poliestirenos, las cuales son clasificadas como resinas no higroscópicas, es decir que no absorben moléculas de agua en sus pellets e imposibilitan trabajar por medios húmedos.

Por el contrario en resinas de ingeniería, tales como el Acrilonitrilol Butadieno Estireno, Policarbonato, Polibutadieno Tereftalato y el Nylon son varios grados higroscópicos y requieren eliminar la mayor cantidad de agua de sus moléculas para ser procesados y asegurar que sus propiedades físicas y mecánicas no se vean afectadas en las piezas terminadas, por ello es necesario el secado para remover la humedad interna antes de ser procesados y no es viable la aplicación de métodos húmedos en el material como medida de actuación ante el riesgo (Menéndez, 2009, p. 313).

1.1.1.7 Extracción localizada

El sistema de ventilación local o por extracción localizada constituye uno de los métodos más eficaces utilizados por la higiene industrial, ya que consiste en la eliminación del aire contaminado en el puesto de trabajo mediante la sustitución de aire fresco.

En la Figura 1.6 se muestran los elementos básicos de un sistema de extracción localizada cuyos componentes son: campana de extracción, conducto de ventilación, purificador del aire y extractor de aire (Cortés, 2006, pp. 406-407).

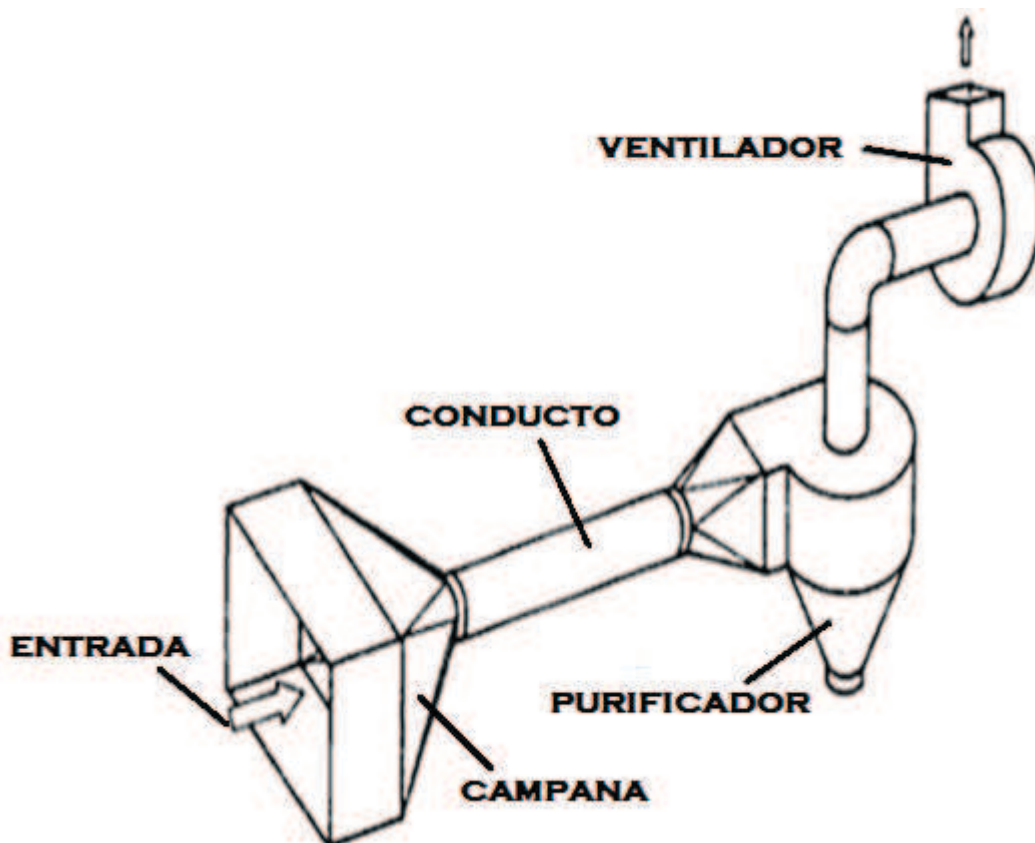


Figura 1.6. Esquema general de un equipo de extracción localizada
(Cortés, 2000, p. 406)

1.1.2 ACTUACIÓN SOBRE LOS RIESGOS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL MEDIO DE DIFUSIÓN DEL CONTAMINANTE

Cuando no es suficiente la actuación sobre la fuente de emisión de ruido y polvo, la actuación sobre el riesgo se la analiza sobre el medio de difusión del contaminante.

1.1.2.1 Orden y limpieza

El polvo que es generado de la actividad de limpieza, se acumula en el puesto de trabajo a lo largo de la jornada laboral, el cual no puede ser evacuado del área de molinos, no logra asentarse en el suelo y regresa al ambiente de trabajo por cualquier corriente de aire, incluso por el propio movimiento del operario, por ello es importante mantener un régimen de orden y limpieza constante en el área como parte del trabajo diario (Floría, 2006, p. 214).

1.1.2.2 Ventilación por dilución o general

En la práctica es aconsejable la ventilación por dilución cuando la contaminación es baja, es decir el contaminante no es tóxico, su emisión es uniforme, y está localizado durante el proceso, como ocurre en determinadas operaciones de la industria plástica como lo es la molienda.

El caudal volumétrico en ventilación por dilución se puede calcular por el método de renovaciones por hora, el cual está basado en la aceptación de valores establecidos por la ASHRAE, estos valores son medidos y establecidos en función de su actividad fabril. El caudal de aire que se debe evacuar de un espacio cerrado es una función directa del volumen a ser extraído y del número de veces que se estime renovar el aire en el lugar de trabajo. A continuación se indica la ecuación 1.1 usada por la ASHRAE para el cálculo del caudal volumétrico (ASHRAE, 1995, p. 40).

$$Q = V \times N \quad [1.1]$$

Donde:

Q: Caudal volumétrico (m³/ h)

V: Volumen del local (m³)

N: Número de renovaciones de aire por hora (renov/ h)

1.1.2.3 Aumento de distancia

Cuanto más alejado este un operario del foco de contaminación, menor es el riesgo al que está expuesto, para el caso de la concentración del contaminante en el aire, no es posible aplicarlo por la forma de trabajo que es manual (Cortés, 2006, pp. 408).

1.1.3 ACTUACIÓN SOBRE LOS RIESGOS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL RECEPTOR

Cuando no es suficiente la actuación sobre la fuente de emisión de ruido y polvo, la actuación sobre el riesgo se la analiza sobre el receptor, método considerado como último recurso para reducir los riesgos.

1.1.3.1 Formación y entrenamiento del riesgo al trabajador

La formación y entrenamiento en el lugar de trabajo es importante no solo para los trabajadores, sino también para los mandos de supervisión. Este método es fundamental y complementario de cualquier otro método, debido a que al educar al trabajador adquiere un grado de concientización del riesgo al que está expuesto (Menéndez, 2005, p. 298).

1.1.3.2 Disminución del tiempo de exposición

Por la forma de trabajo en el área de molinos los factores de riesgo por ruido y polvo dependen del material que se requiera procesar, además del tiempo que se trabaje con el mismo. A diario el trabajador realiza entre 6 a 8 cambios de materiales, si el material es suave, flexible y con capacidad para absorber energía generalmente no produce tanto polvo ni ruido como es el caso de Poliolefinas (PPH, PPC, PADI, y PADS) que constituyen el 50 % del material procesado.

Los materiales rígidos y frágiles tienden a fracturarse bajo el impacto de las cuchillas rotatorias y van a generar tamaños de partículas menos uniformes, más polvo y mayor cantidad de ruido que los materiales suaves y flexibles. Entre ellos se conoce los Poliestirenos como son el ABS, PGP, PAI y PAE, que aportan con el 30 % de carga en el área de molinos.

Los materiales de ingeniería que están cargados con vidrio o minerales son frecuentemente, frágiles y susceptibles a la fractura por impacto a esta clase pertenecen los PBT con carga y sin carga proporcionando el restante 20 % en volumen de material (Harrison, 1997, pp. 4,5).

1.1.3.3 Equipo de protección personal

El equipo de protección personal es considerado como el método de control menos adecuado y debe aplicarse sólo cuando no sea factible la utilización de ningún otro método de control, o bien en situaciones de exposiciones cortas o esporádicas.

El equipo de protección personal es indispensable cuando no se puede controlar por medios técnicos los riesgos presentes en el lugar de trabajo, y los recursos de actuación sobre los riesgos tanto en la fuente como en el medio se hayan agotado, solo entonces los equipos de protección son entregados al trabajador para realizar su actividad diaria.

Algunos de estos elementos son los respiradores de media cara o cara completa con sus respectivos filtros de carbono, las gafas de materiales anti-empañantes o ralladuras , los guantes protectores de cuero resistentes al desgaste, las pantallas de protección facial y los protectores auditivos que pueden ser orejeras de acuerdo al nivel de presión sonora presente (Cortés, 2007, p.489).

En la Figura 1.7 se muestran algunos equipos de protección individual para atenuar los riesgos por ruido y partículas de polvo en el área de molinos.

Equipo de protección	Descripción
	3MH9A OREJERA TIPO DIADEMA OPTIME 98 NRR 25 dB(A)
	3MH10A OREJERA TIPO DIADEMA OPTIME 105 NNR 29 dB(A)
	3MH11A ALTA EFICIENCIA OREJERA TIPO DIADEMA OPTIME 105 NNR 30 dB(A)
	RESPIRADOR DE CARA COMPLETA (FULL FACE) . SERIE 6000 MATERIAL TERMOPLÁSTICO, ELASTÓMERO DISEÑO ERGONÓMICO Y LIVIANO
	3M2091 DISCO FILTRANTE. P100 PARA PARTÍCULAS Y AEROSOL ACEITOSOS Y NO ACEITOSOS PRESENTACIÓN POR PARES
	RESPIRADOR LIBRE DE MANTENIMIENTO 3M8210 BRINDA UNA EFECTIVA, CONFORTABLE E HIGIÉNICA PROTECCIÓN RESPIRATORIA CONTRA PARTÍCULAS SÓLIDAS Y

Figura 1.7. Equipos de protección personal para el riesgo por ruido y polvo.

(3M, 2012, pp. 3-8)

1.1.4 MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES

Actualmente existen varios criterios de evaluación de riesgos laborales que son la base para una gestión activa de la seguridad y salud del trabajador, en adelante se describen los métodos de gestión más habituales y aplicados en la industria.

1.1.4.1 Método adoptado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT)

La evaluación de riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, se obtiene la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse, en la Figura 1.8 se muestra el flujograma para la evaluación de riesgos según el INSHT.

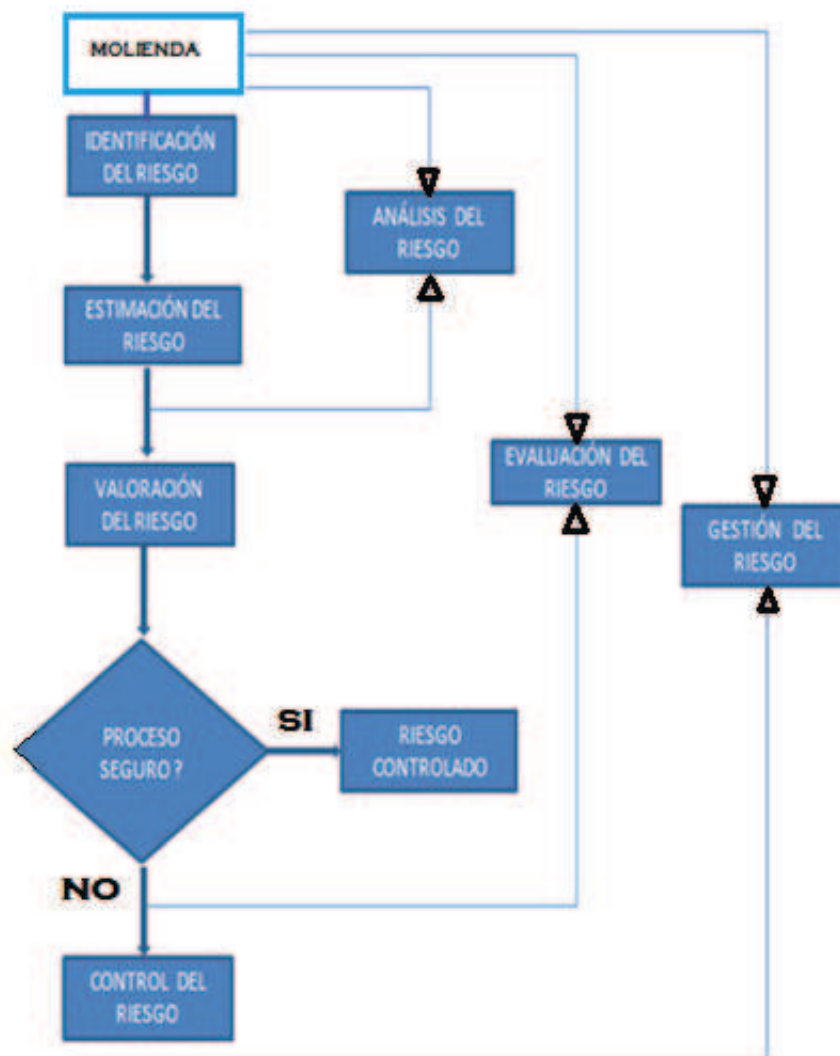


Figura 1.8. Proceso de evaluación de riesgos según INSHT
(Gómez y Cano, 1998, pp. 1, 3)

El proceso de evaluación de riesgos se compone de las siguientes etapas:

Análisis de riesgo: Se identifica el peligro y se estima el riesgo en relación al valor en conjunto de la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro, en esta etapa se proporciona el orden de magnitud del riesgo.

Valoración del riesgo: El valor obtenido de medir el riesgo presente, se compara con el valor de riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo y si el riesgo no es tolerable es necesario controlar el mismo.

Evaluación y control del riesgo: Llamado gestión del riesgo, en el cual se elimina o reduce el riesgo hasta niveles aceptables y controla periódicamente las condiciones, la organización, los métodos de trabajo y el estado de salud de los trabajadores (INSHT, 2006, pp. 40,41).

1.1.4.2 Método establecido por el Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y Salud (ISTAS)

La evaluación de riesgos laborales en el lugar de trabajo busca identificar y eliminar los riesgos en el entorno de trabajo así como la valoración de la urgencia de actuar (ISTAS, 2004, p. 3).

La evaluación de riesgos laborales engloba los siguientes pasos:

- Identificar los peligros presentes, por áreas y/o por puestos de trabajo.
- Identificar quien puede sufrir daños.
- Observar la posibilidad de que haya grupos de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.
- Evaluar los riesgos e identificar medidas que se han de adoptar.
- Documentar los hallazgos, detallando las medidas ya adoptadas y las pendientes.
- Planificar las medidas pendientes e implementarlas.
- Revisar la evaluación y actualizarla cuando sea necesario.

1.1.4.3 Método determinado por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA)

A continuación se presenta cinco pasos sencillos para realizar una adecuada gestión de riesgos.

- Identificación de riesgos y de los trabajadores expuestos
- Evaluación de riesgos y asignación de prioridades a los mismos
- Planificación de las medidas preventivas necesarias
- Adopción de medidas
- Seguimiento y medición

1.1.4.4 Método adoptado por la Comisión Europea para la Seguridad y Salud

En este proceso de evaluación de riesgos se incluyen los elementos de gestión de riesgos laborales propuestos por la European Commission, 1996, y se detallan a continuación:

- Poner en marcha un programa de evaluación de riesgos en el trabajo
- Identificar peligros y cuáles son los trabajadores expuestos a los riesgos
- Evaluar los riesgos la probabilidad y la gravedad del daño en situaciones reales.
- Investigar las posibilidades de eliminación y control de los riesgos de trabajo
- Dar prioridad a la adopción de medidas y planificación de las medidas de control
- Realizar controles
- Revisar documentos para la evaluación
- Medir la eficacia de las medidas
- Revisar si se producen cambios al proceso
- Hacer un seguimiento del programa de evaluación de riesgos.

1.1.4.5 Método establecido en el Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SASST)

La Gestión Integral de la Seguridad y Salud en el Trabajo, es el método establecido por el Departamento de Riesgos de Trabajo del IESS y será la metodología adoptada para la gestión de riesgos en la presente tesis, en el capítulo 2 se explica este método.

La Gestión Integral de la Seguridad y Salud en el Trabajo centra su objetivo en la prevención de riesgos tolerables, involucra a la gestión técnica, la administrativa y la del talento humano.

La Gestión Técnica indica etapas o pasos a seguir para valorar los riesgos asociados al trabajo con la finalidad de prevenirlos y evitar que actúen sobre el trabajador.

El método establece los siguientes pasos:

- Identificación objetiva cualitativa o cuantitativa del riesgo e identificación subjetiva del riesgo
- Medición del riesgo
- Evaluación del riesgo
- Control del riesgo
- Medidas preventivas para reducir el riesgo
- Vigilancia de las acciones tomadas

En nuestro país, el IESS por medio de la Dirección Nacional del Seguro General de Riesgos de Trabajo (SGRT), estipula el cumplimiento obligatorio del SASST, también llamado Modelo Ecuador para la prevención de riesgos laborales. En la presente tesis se aplica como metodología la gestión técnica, como herramienta medible y cuantificable para gestionar los riesgos asociados al trabajador.

1.2 CONTAMINACIÓN POR RUIDO

El ruido es un agente físico que se encuentra presente en la mayoría de los puestos de trabajo de cualquier actividad industrial, se considera como el conjunto de sonidos no coordinados que producen una sensación desagradable al ser humano. Se compone de una parte subjetiva, que es la molestia y una parte objetiva, que es el sonido y por lo tanto es cuantificable, (Rodellar, 2002 p.101; Álvarez, 2009, p. 105).

1.2.1 EL SONIDO

El ruido es un sonido no deseado, se origina por una perturbación inicial del medio elástico, el cual puede ser el aire, que se transmite mediante ondas, bajo la forma de una variación periódica sobre la presión atmosférica, caracterizadas principalmente por la intensidad medida en (dB), la frecuencia medida en (Hz) y además de la longitud de onda (λ). En la Figura 1.9 se muestra la representación gráfica de estas variables.

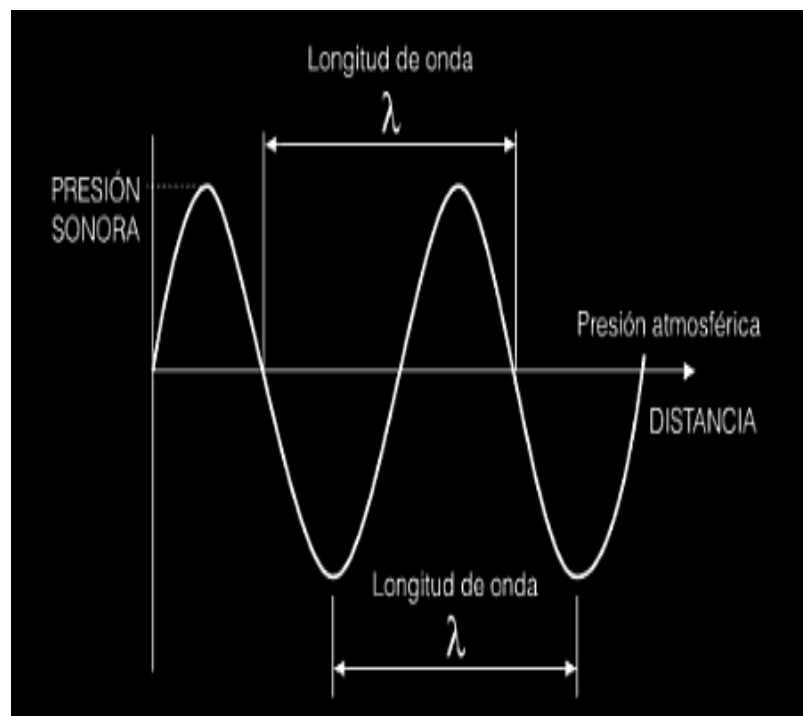


Figura 1.9. Representación gráfica de una longitud de onda sonora
(Cortés, 2006, p. 411)

1.2.2 LA FRECUENCIA

El oído humano es capaz de detectar variaciones de presión acústica comprendidas entre 20 y 20 000 Hz. Cuando la frecuencia sobre el sonido es inferior a 20 Hz no provoca ninguna sensación auditiva en el hombre a esto se conoce como infrasonidos. De la misma forma cuando el sonido es demasiado agudo, es decir por encima de 20 000 Hz es denominado ultrasonido, que no es percibido por el ser humano (Cortés, 2006, p. 410).

La designación del sonido en función del rango de frecuencias se muestra en la Figura 1.10 y además clasifica al sonido para las frecuencias audibles, en grave, medio y agudo.

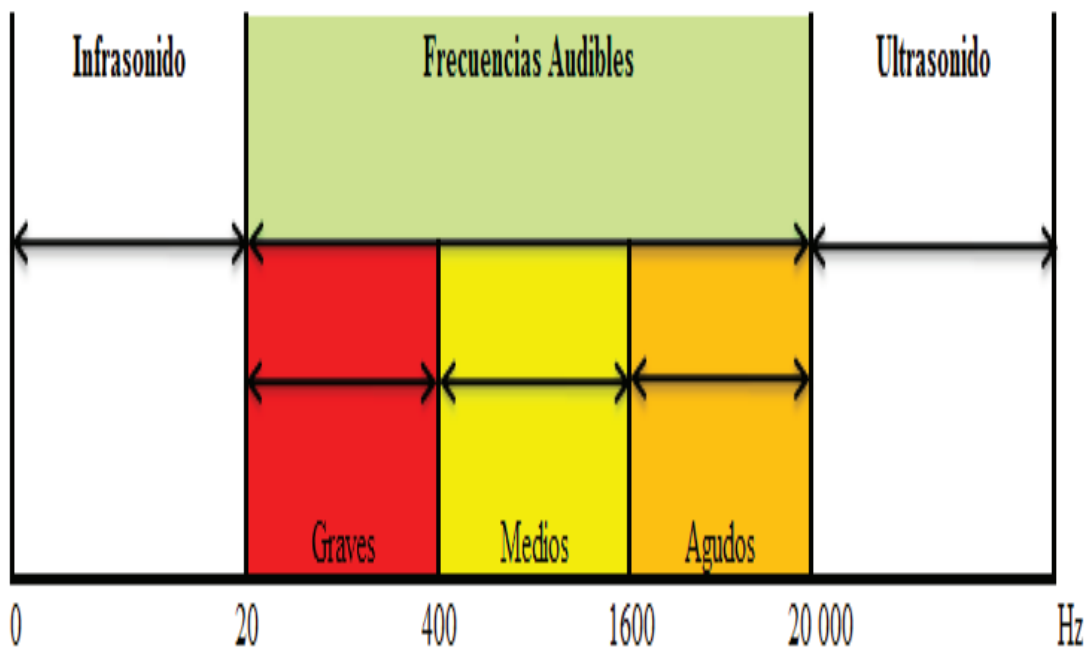


Figura 1.10. Representación de frecuencias no audibles y audibles para el ser humano
(Cortés, 2006, p.410)

Según el tipo de frecuencia, el sonido tendrá un tono grave de baja frecuencia como el que produce un compresor, un tono agudo de alta frecuencia como el de una sierra o un tono medio como el de la voz hablada.

El exceso de ruido puede conducir a una pérdida de la audición, inducida por la presión sonora, manifestada en una sordera profesional, que al inicio se presenta en estado de sordera parcial, caracterizada por lesiones primarias. Esta sordera es una enfermedad profesional que comienza sin síntomas y se presenta cuando el trabajador se expone a frecuencias comprendidas entre 3 000 y 6 000 Hz y, con mayor repetitividad a 4 000 Hz. Posterior a ello si la exposición permanece, el oído reduce su rango de audición a frecuencias comprendidas entre 2 000, 1 000 y 500 Hz, debido a ello el trabajador pasa a un estado de sordera manifiesta y revela un déficit auditivo entre 25 y 60 dB (Niebel, 1990, p. 244).

1.2.3 NIVEL DIARIO EQUIVALENTE (LAeq, d)

El nivel diario equivalente es el nivel de presión acústica continuo, equivalente en decibelios (dB) medido en escala A, cuando el tiempo de exposición se refiere a una jornada laboral de 8 h.

El LAeq o nivel equivalente continuo es el nivel de un ruido continuo que contiene la misma energía que el ruido medido, y consecuentemente también posee la misma capacidad de dañar el sistema auditivo.

Una de las utilidades por tanto de este parámetro es poder comparar el riesgo de daño auditivo ante la exposición a diferentes tipos de ruido. Este parámetro es básico para cualquier medida de ruido y su definición se encuentra en la mayoría de las normas de medida de ruido y de la legislación actual sobre protección acústica.

Es el parámetro más importante de la legislación española, que permite tener una serie de valores comparables a la hora de evaluar el ruido, las acciones a seguir según el nivel sobre el trabajador se muestra en la Figura 1.11.

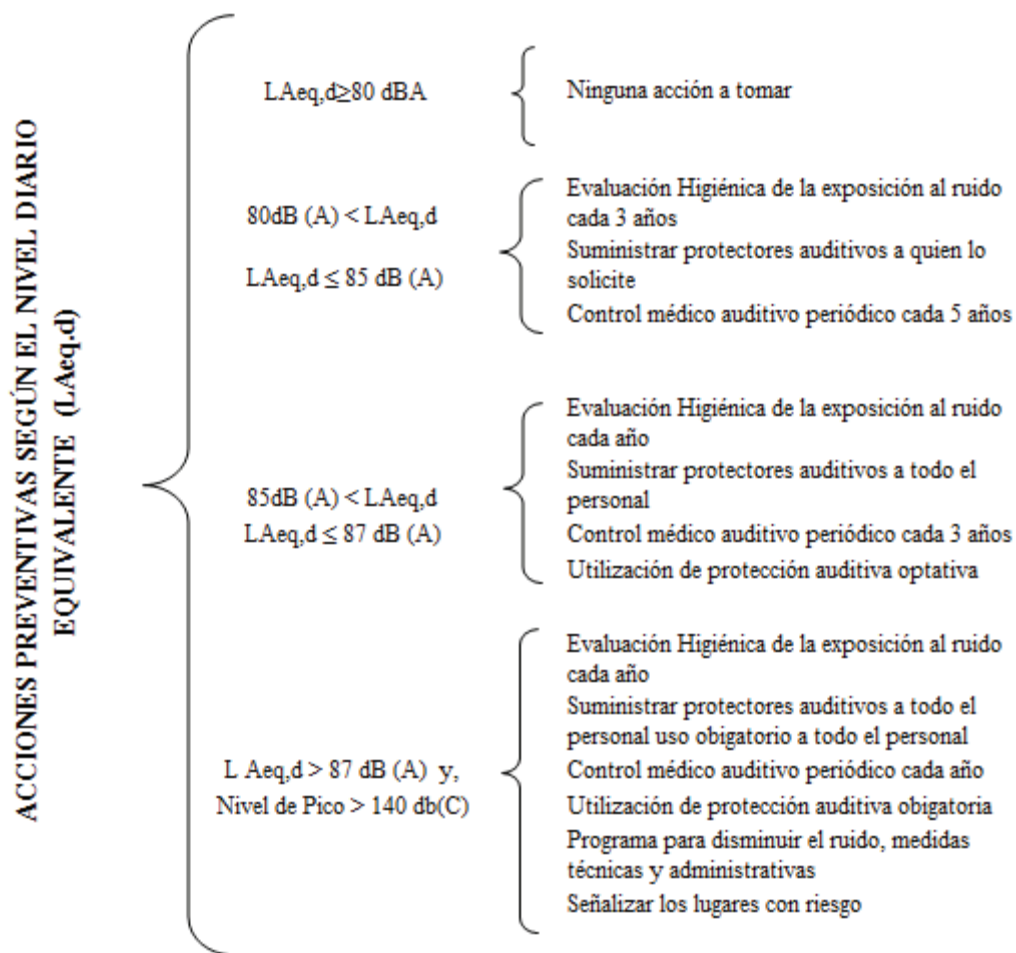


Figura 1.11. Valores límites de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción

(Ministerio de la Presidencia, 2006, pp. 3,4)

1.2.4 EL OÍDO

Está dividido en 3 diferentes partes:

- a) El oído externo tiene como misión fundamental servir de conducción del sonido y actúa mediante el pabellón auditivo y el conducto auditivo.
- b) El oído medio que comienza en la membrana del tímpano, es el encargado de recoger las variaciones de presión que se transmiten por una serie de huesillos (martillo, yunque y estribo). Dicha cadena al oscilar amplifica la vibración, es decir convierte un movimiento vibratorio gaseoso de poca

presión en uno de gran presión y lo trasmite mediante un líquido hasta el órgano receptor del oído interno.

- c) El oído interno que tiene apariencia de caracol, contiene el líquido linfático que trasmite las variaciones de presión al órgano de Corti, está constituido por un conjunto de células nerviosas receptoras (unas 25 000) de distintas longitudes, las cuales convierten las ondas vibratorias en impulsos nerviosos que serán transmitidos por el nervio acústico hasta la corteza cerebral, lo que causa la recepción del sonido. En la Figura 1.12 se representa esquemáticamente el interior del oído humano (Álvarez, 2009, pp. 106,108)

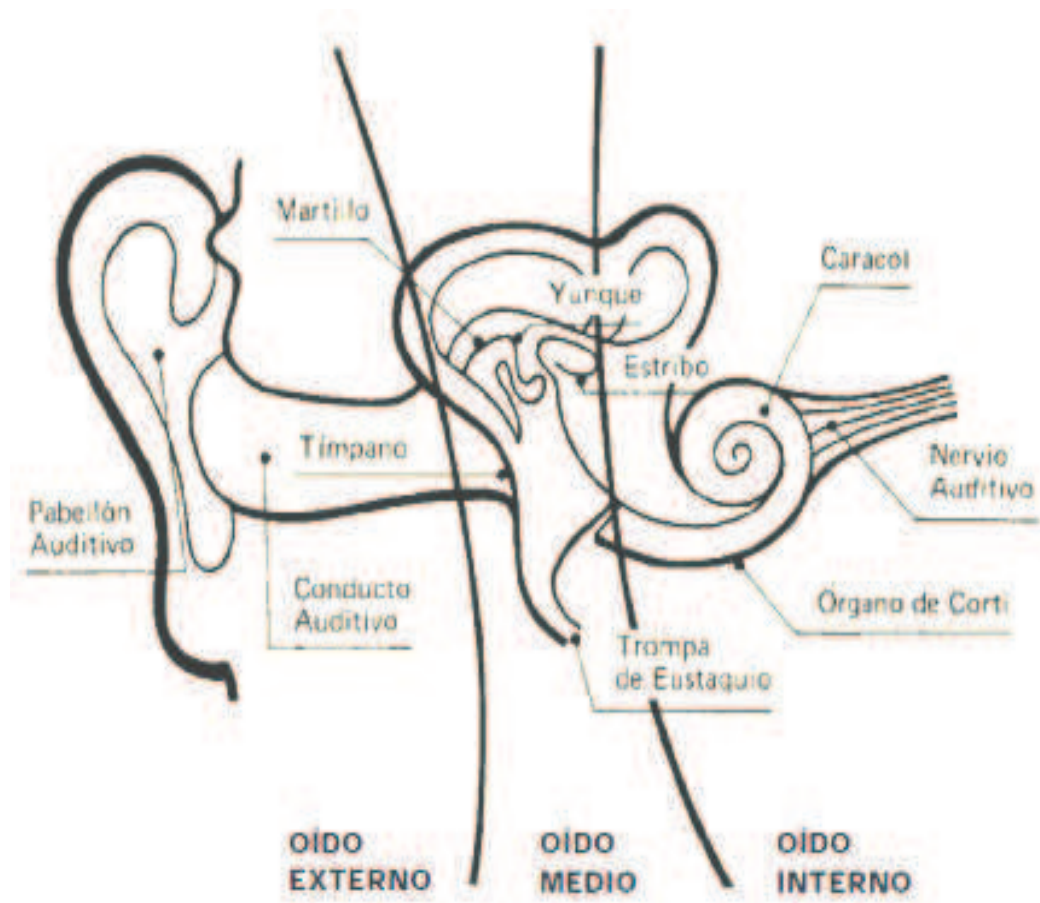


Figura 1.12. Interior del oído humano con sus diferentes partes (Álvarez, 2009, p. 106)

1.2.5 EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA AUDICIÓN

La lesión del órgano auditivo depende de dos factores fundamentales: la intensidad del ruido y el tiempo de exposición, el aumento de cualquiera de estos dos parámetros aumenta el riesgo de pérdida de la audición.

Inicialmente el ruido intenso produce fatiga auditiva, que es similar a una sensación de ensordecimiento que se recupera cuando el trabajador tiene reposo y es separado del riesgo. Si el trabajador no se recupera con descanso se produce el denominado “trauma acústico crónico”, el cual se caracteriza por la pérdida de la audición para las altas frecuencias, en especial se detecta que la frecuencia de 4 000 Hz es la más afectada. Cuando la exposición al ruido se mantiene, el oído pierde la capacidad de escuchar en las frecuencias adyacentes como son las conversacionales establecidas entre 500 a 2 000 Hz.

Así se llega a la hipoacusia o sordera permanente irreversible que, si es producida como consecuencia del trabajo se denomina sordera profesional (Cortés, 2006, p. 411).

Existen también efectos no auditivos sobre el trabajador cuando se lo expone a excesivos niveles de ruido, entre las consecuencias se encuentra principalmente un aumento de las hormonas relacionadas con el estrés, esta reacción va acompañada de un vertido de sustancias en sangre como la adrenalina, también se presenta la pérdida de sueño y el aumento del colesterol y de los triglicéridos, la aparición de problemas digestivos o el riesgo cardiovascular provocado por la exposición a niveles superiores a los 85 dB (Rodellar, 2002, p. 101).

La sensibilidad del oído humano en función de la frecuencia y el nivel de presión sonora se muestran en la Figura 1.13.

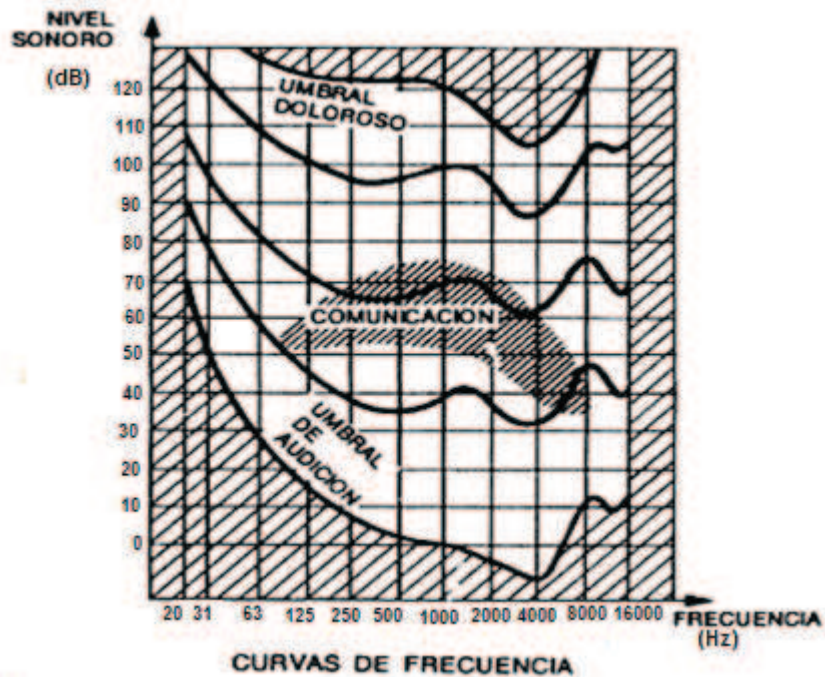


Figura 1.13. Curvas de sensibilidad del oído humano
(Cortés, 2006, p. 412)

1.2.6 EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL RUIDO SOBRE EL TRABAJADOR

El ruido afecta a otros órganos diferentes al oído, porque las vías auditivas del sistema nervioso central no solo están relacionadas con el centro nervioso de la audición, sino con otras como son el sistema nervioso autónomo, que regula el funcionamiento de otros órganos.

Los principales efectos fisiológicos del ruido se muestran en la Figura 1.14 y son en general:

- Aumento del ritmo cardiaco
- Vasoconstricción
- Aceleración del ritmo respiratorio
- Reducción de la actividad cerebral y por tanto el rendimiento laboral, etc.

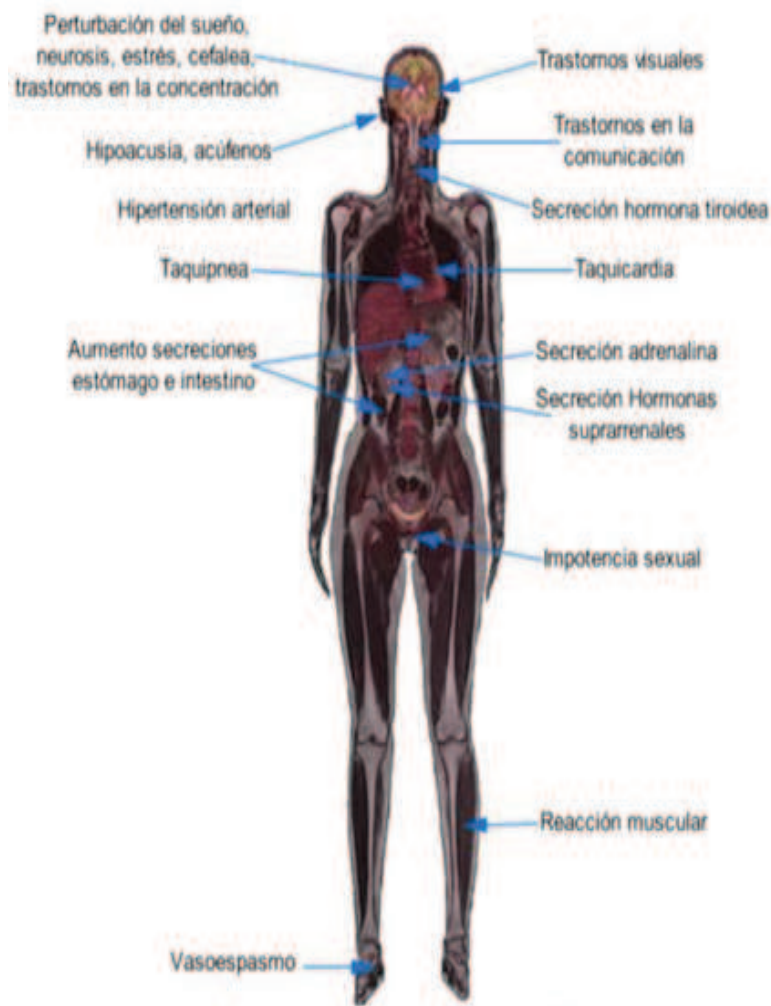


Figura 1.14. Efectos fisiológicos producidos por el ruido
(Corzo, 2004, p. 340)

1.2.7 EFECTOS DE LAS VIBRACIONES SOBRE EL RUIDO

En los procesos industriales, se trabaja con máquinas – herramientas, que disponen de elementos mecánicos, susceptibles al desgaste, se asocia las vibraciones con la exposición al ruido, ya que por lo general ambos se originan en la misma operación y se trata de desplazamientos oscilatorios dentro del campo de las frecuencias infrasonoras y sonoras. Sin embargo los efectos que se producen a raíz de una exposición al ruido y a las vibraciones son completamente diferentes en su naturaleza (Falagan, 2000, p.151).

1.2.8 CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL RIESGO POR RUIDO

El Código de Trabajo Ecuatoriano determina como límite máximo de presión sonora 85 dB en escala A del sonómetro en una jornada laboral de 8 h, en ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB(A) cualquiera que sea el tipo de trabajo (Gobierno del Ecuador, 1986, p. 25).

En la Tabla 1.1 se muestra los niveles permisivos de exposición al ruido con relación al tiempo de exposición, esta es la norma que deberá ser cumplida en el puesto de trabajo.

Tabla 1.1. Límites máximos permisibles por tiempo de exposición

Nivel sonoro dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada (h)
85	8,000
90	4,000
95	2,000
100	1,000
110	0,250
115	0,125

Fuente: Gobierno del Ecuador, 1986, p. 25

Además existen criterios internacionales para la valoración del ruido, como es el criterio utilizado por la ACGIH que fija como límite o valor máximo tolerable en 85 dB(A), para 8 h de trabajo diario (Rodellar, 2002, p.101).

Paralelamente, es importante considerar que la Normativa Española, consta el REAL DECRETO 286/2006, del 10 de marzo del año 2006, que señala criterios sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, que establece los siguientes criterios de exposición al ruido.

1.2.9 NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LA,eq), INFERIOR A 80 dB(A)

La Normativa Española, menciona que, en los puestos de trabajo, en los que se ha apreciado que el nivel diario equivalente se manifiesta inferior a 80 dB (A), LAeq menor a 80 dB(A), no es preciso efectuar ninguna evaluación de la medición ni tomar ninguna medida preventiva, siempre y cuando no se modifiquen las condiciones de trabajo actuales (Ministerio de la Presidencia, 2006, pp. 15 - 19).

1.2.10 NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LA,eq), ENTRE A 80 Y 85 dB(A)

El contenido de esta norma, establece en el artículo 5, que en los puestos de trabajo en los que el nivel de ruido diario equivalente, sea superior a los 80 dBA, se adoptarán las siguientes medidas:

Proporcionar al trabajador información del riesgo por ruido referido a:

- La evaluación de exposición al ruido y los riesgos potenciales para su audición
- Las medidas preventivas adoptadas con especificaciones de las que tengan que ser llevadas a cabo por los propios trabajadores
- Proporcionar protectores auditivos a los trabajadores que lo soliciten
- Los resultados del control médico de su audiometría

1.2.11 NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LA,eq), ENTRE A 85 Y 87 dB(A)

En los puestos de trabajo en los que el nivel de ruido diario equivalente supere los 85 dB(A), se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el artículo anterior, con las siguientes modificaciones:

- El control médico periódico de la función auditiva de los trabajadores deberá realizarse, como mínimo cada tres años
- Deberán suministrarse protectores auditivos a todos los trabajadores expuestos.

1.2.12 NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DIARIO EQUIVALENTE PONDERADO A (LA,eq), ENTRE A 87 Y 140 dB(A)

En los puestos de trabajo en los que el nivel diario equivalente o el nivel de pico superen los 87 dB(A) o 140 dB(C), respectivamente, se analizarán los motivos por los que se superan tales límites y se desarrollará un programa de medidas técnicas destinado a disminuir la generación del ruido, o medidas organizativas, encaminadas a reducir la exposición de los trabajadores al ruido. De todo ello se informará a los trabajadores afectados y sus representantes, así como a los órganos internos competentes en seguridad e higiene.

En los puestos de trabajo en los que no resulte técnica ni razonablemente posible reducir el nivel de ruido diario equivalente, o el nivel de pico, por debajo de los límites antes mencionados, deberán adoptarse las medidas preventivas indicadas en el literal a), con las siguientes modificaciones:

- Los controles médicos periódicos de la función auditiva de los trabajadores, deberán realizarse como mínimo anualmente.
- Todos los trabajadores deberán utilizar protectores auditivos, cuyo uso obligatorio, se señalará según lo dispuesto por la normativa española, sobre señalización de seguridad de los centros de trabajo (Ministerio de la Presidencia, 2006, pp. 15 - 19).

1.3 CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS DE POLVO

El aparato respiratorio posee una serie de barreras para hacer frente a la penetración de las partículas de polvo. La nariz es la primera barrera de ingreso, en las fosas nasales disponen de toda una serie de pelos, cavidades y moco capaces de capturar y retener las partículas de mayor tamaño. A partir de aquí viene la tráquea y los bronquios, este último está recubierto de una capa mucosa que se irrita al contacto con el polvo, produce mucosidades, que atrapan las partículas y las expulsan al exterior mediante el mecanismo de la tos.

La enfermedad más común por contaminación por partículas de polvo es la neumoconiosis, que se deriva de 2 vocablos neumo = aire y conios = polvo, es producida por la acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones tisulares provocadas por su presencia (López, 2008, p. 83).

1.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS POLVOS

El material particulado llamado polvo se clasifica por su estado físico en el que se encuentre en el ambiente y por su tamaño de partícula.

1.3.1.1 Por su estado físico

Cuando las partículas están suspendidas en el aire toman el nombre de aerosoles, y cuando las partículas se depositan en la superficie y la proporción de la fase gaseosa es pequeña se denominan aerogel.

1.3.1.2 Por el tamaño de partícula

Dependiendo de su forma, densidad, carga eléctrica, etc., tendrán un determinado comportamiento aerodinámico y una diferente capacidad de penetración al aparato respiratorio.

La Figura 1.15 muestra la denominación de la fracción de polvo particulado que ingresa al organismo según el diámetro aerodinámico de partícula a la que se expone el trabajador.

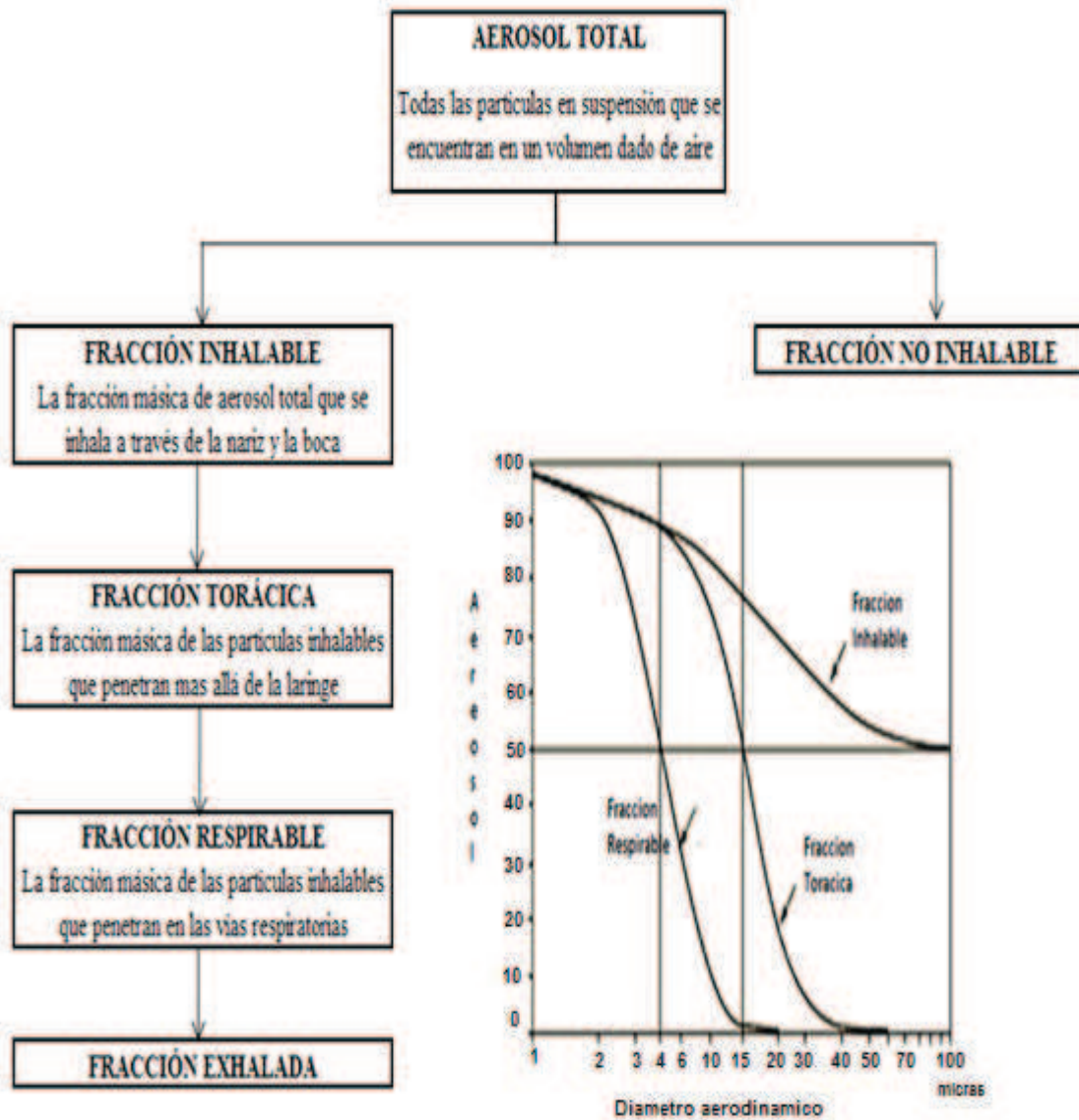


Figura 1.15. Criterio de fracción en el aire en función del tamaño de partícula (Martí, 2008, p. 12)

Existen 3 tipos de fracciones de polvo que pueden ingresar al organismo, y según el diámetro de partícula se clasifican en inhalable, torácica y respirable. El porcentaje de ingreso al organismo se muestra en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Valores numéricos de los convenios, como porcentajes para la fracción inhalable y del aerosol total

Diámetro aerodinámico D (µm)	Convenio inhalable EI (%)	Convenio torácico ET (%)	Convenio respirable ER (%)	Convenio inhalable EI (%)	Convenio torácico ET x EI (%)	Convenio respirable ER x EI (%)	Diámetro aerodinámico D (µm)
	Como porcentaje del inhalable			Como porcentaje del total			
0	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0
1	100	100,0	100,0	97,1	97,1	97,1	1
2	100	100,0	96,8	94,3	94,3	91,4	2
3	100	100,0	80,5	91,7	91,7	73,9	3
4	100	96,8	55,9	89,3	89,0	50,0	4
5	100	98,1	34,4	87,0	85,4	30,0	5
6	100	94,9	19,8	84,9	80,5	16,8	6
7	100	89,5	10,9	82,9	74,2	9,0	7
8	100	82,2	5,9	80,9	66,6	4,8	8
9	100	73,7	3,2	79,1	58,3	2,5	9
10	100	64,6	1,7	77,4	50,0	1,3	10
11	100	55,5	0,9	75,8	42,1	0,7	11
12	100	47,0	0,5	74,3	34,9	0,4	12
13	100	39,3	0,3	72,9	28,6	0,2	13
14	100	32,4	0,2	71,6	23,2	0,2	14
16	100	21,6	0,1	69,1	15,0	0,0	16
18	100	14,1	0,0	67,0	9,5		18
20	100	9,1	0,0	5,9			20
25	100	3,0	0,0	1,8			25
30	100	1,0	0,0	0,6			30
35	100	0,3	0,0	0,2			35
40	100	0,1	0,0	0,1			40
50	100	0,0	0,0	0,0			50
60	100	-	0,0	-			60
80	100	-	0,0	-			80
100	100	-	0,0	-			100

Fuente: INSHT, 2006, p. 9

Si el tamaño de material particulado es menor a 5 µm, se sitúa en la fracción respirable de polvo y representa un riesgo para el aparato respiratorio, debido a que al pasar por el árbol bronquial puede alcanzar al alveolo pulmonar interfiriendo con el intercambio gaseoso que en él se produce.

1.3.1.3 Por su forma y características físico – químicas

De la composición química del polvo depende la agresividad y la capacidad de afectar a la función pulmonar y se pueden clasificar en polvos fibrogénicos y polvos no fibrogénicos que interfieren en la respiración con signos evidentes de enfermedad.

1.3.1.4 Por su naturaleza y origen

La clasificación del material particulado según su naturaleza y origen se muestran en la Figura 1.16. El polvo puede ser natural o sintético, que a su vez según su naturaleza y origen se clasifica en orgánico e inorgánico.

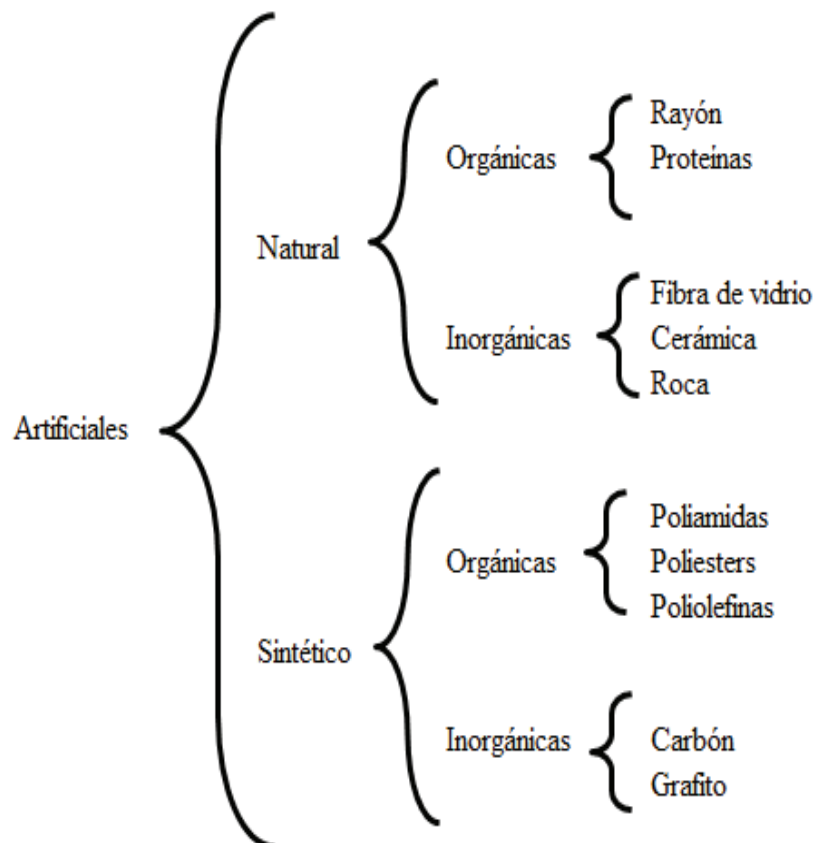


Figura 1.16. Clasificación de polvos según su naturaleza y origen
(Hernández, 2005, pp. 75,76)

1.3.2 VÍAS DE ENTRADA DEL POLVO AL ORGANISMO

1.3.2.1 Vía respiratoria

Constituye la vía de entrada más importante de los contaminantes. La Figura 1.17 ilustra el sistema respiratorio, que está constituido por la nariz, la boca, la laringe, los bronquios, los bronquiolos y los alveolos pulmonares.

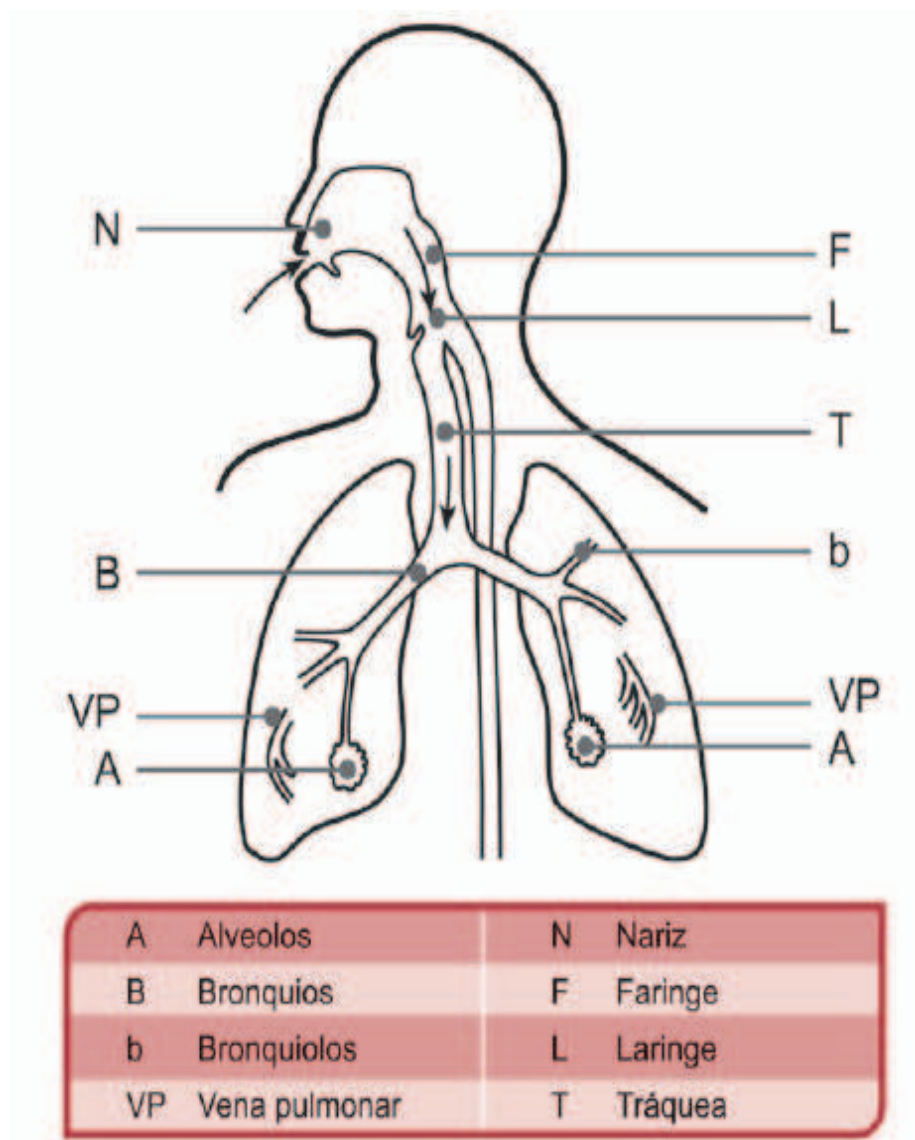


Figura 1.17. Sistema respiratorio, vías de entrada.
(Cortés, 2006, p. 374)

1.3.2.2 Vía dérmica

Es la segunda vía de entrada al cuerpo humano. El ingreso puede ser directamente a través de toda la superficie epidérmica de la piel o vehiculizados por otras sustancias tales como aceites o cremas, en la Figura 1.18 se representa partes que conforman de piel humana (Cortés, 2006, pp. 374-375).

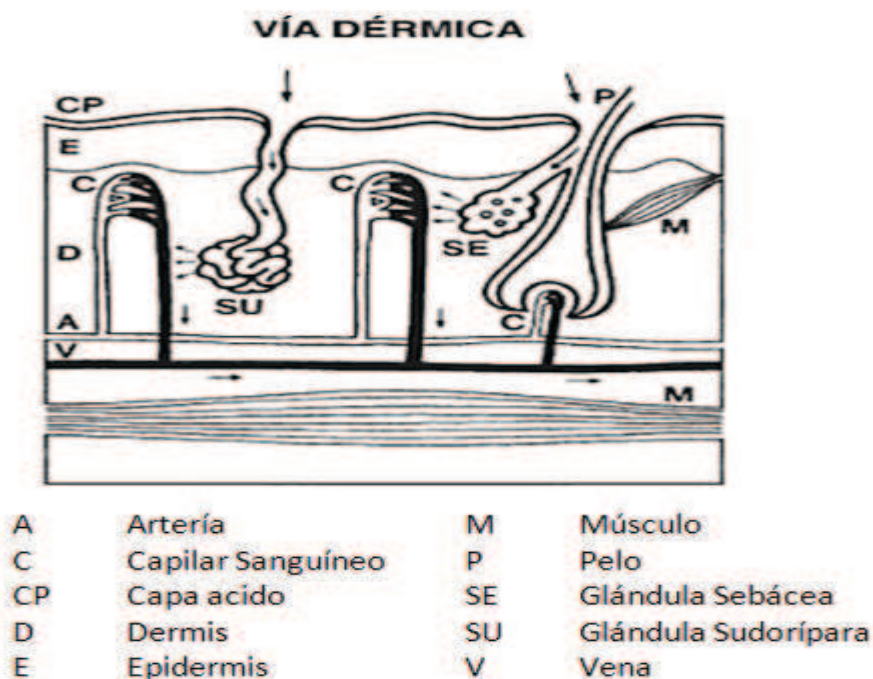


Figura 1.18. Vía dérmica de entrada al organismo del contaminante
(Cortés, 2006, p. 374)

1.3.2.3 Vía digestiva

Esta vía comprende además del sistema digestivo la boca, el esófago, el estómago y los intestinos las mucosidades del sistema respiratorio.

1.3.2.4 Vía de Absorción Mucosa

Constituida por las paredes internas de órganos que están en comunicación con el exterior del cuerpo. (Cortés, 2006, p. 376).

1.3.2.5 Vía Parenteral

Constituye la vía más grave e importante de ingreso para los contaminantes, es causada por la penetración directa del contaminante al organismo, a través de las discontinuidades de la piel.

1.3.3 CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL RIESGO POR POLVO

Los riesgos por contaminación por partículas de polvo plástico han sido valorados en la Matriz de identificación, estimación cualitativa y control de riesgos de la empresa, en la cual el riesgo químico por polvo es calificado como riesgo intolerable para la salud del trabajador. Su valoración se muestra en el Anexo I, a los cuales se pretenden disminuirlos a riesgos moderados o guiarlos dentro de norma para evitar multas o sanciones futuras.

Como criterio para valorar el riesgo por concentración de polvo al que está expuesto el trabajador se recurre al estudio y análisis del diámetro de partículas suspendidas en el aire. Según el tamaño de partícula se distinguen varias fracciones presentes en el ambiente laboral, esta clasificación se esquematiza en la Figura 1.19.

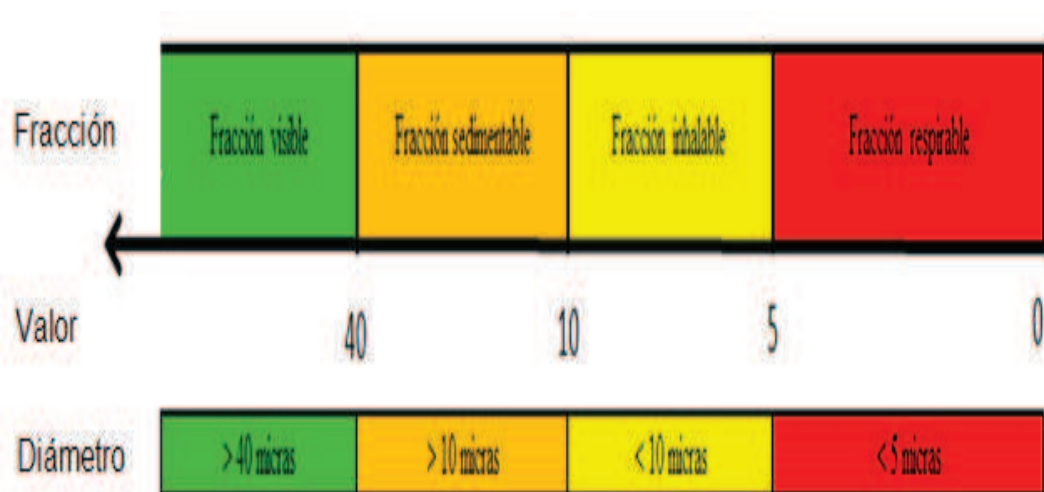


Figura 1.19. Criterio de valoración para distintas fracciones de polvo en suspensión aérea en función del diámetro de partícula

(Espeso y Fernández, 2005, p. 691)

Otro criterio para la valoración del riesgo por material particulado es el que indica la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) que presenta el porcentaje de partículas capaces de ingresar hasta los alveolos, en función de su diámetro, dichos porcentajes se presentan en la Tabla 1.3 (ACGIH, 1998, p. 403).

Tabla 1.3. Porcentaje de partículas capaz de ingresar al aparato respiratorio según la ACGIH

Diámetro aerodinámico de la partícula µm	Porcentaje de partículas respirables (RPM) (%)
1	100
2	97
3	71
4	74
5	50
6	30
7	17
8	9
9	5
10	1

Fuente: ACGIH, 1998, p. 403

1.3.4 CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS EN EL AMBIENTE

Existen 2 criterios de valoración del riesgo ocupacional por concentración de partículas en el ambiente que son más representativos a nivel mundial, los propuestos por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) y por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Mientras el criterio de valoración de la NIOSH se basa en valores límites de exposición recomendados denominados REL por sus siglas en ingles; la ACGIH se basa en los valores umbrales limites denominados TLV'S (TLV-TWA, TLV-C, TLV-STEL). Se considera este último como el criterio de valoración técnica más ampliamente conocido y aplicado a nivel mundial, será el criterio que se aplica para la determinación del riesgo en el área de molinos.

La ACGIH ha publicado los TLV'S, los cuales están referidos a una persona estadísticamente media, con una carga laboral de 8 h/día, 40 h/semanales y un periodo de exposición comprendido entre 30 y 40 años, es importante considerar características fisiológicas del trabajador y su capacidad de respuesta ante el riesgo.

LA ACGIH cree que las partículas, aún siendo biológicamente inertes, insolubles o poco solubles, pueden tener efectos adversos para la salud y recomienda que la concentración en el medio laboral se mantenga por debajo de 3 mg/m³ para partículas respirables, y 10 mg/m³ para partículas inhalables. (ACGIH, 1995, p. 25).

Otro criterio a considerar es el establecido por la División de Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental de 3M, que detalla en la Guía para la Selección de Respiradores, los valores de TLV'S aceptables para la realización del trabajo en atmósferas contaminadas por polvo y recomienda como límite de exposición al material particulado de 10 mg/m³ (3M, 2008, p. 75).

En el Anexo II se muestran hojas técnicas de seguridad denominadas material safety data sheet de los materiales de trabajo comunes que indican el valor del TLV máximo permitido en el lugar de trabajo.

2. METODOLOGÍA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MOLINOS DE LA EMPRESA

El área de trabajo en estudio consta de 2 molinos, una balanza con capacidad para 50 Kg y un compresor para suministrar aire comprimido para realizar la limpieza, el producto ingresa por la tolva y cámara de corte de la máquina en caída directa y perpendicularmente al círculo de corte, en el interior del molino existen 3 componentes que afectan directamente la calidad de la molienda es decir a la geometría del mismo, a la generación del ruido y polvo. Estos son el rotor, las cuchillas rotatorias y estacionarias y la malla o criba que determinan el tamaño del pellet.

Las Figuras 2.1 y 2.2 muestran fotografías de los 2 molinos que trabajan en el área de molienda.



Figura 2.1. Molino de plástico # 1 en el área de molienda en IEPESA



Figura 2.2. Molino de plástico # 2 en el área de molienda en IEPESA

2.1.1 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO EN EL ÁREA DE MOLINOS

El procedimiento en el área de molinos para la realización de la molienda de productos defectuosos es el siguiente:

- a) Retirar de las máquinas de inyección los productos defectuosos e ingresar al área de molinos para el reproceso.
- b) Verificar que el molino esté apto para el trabajo en caso de no estarlo se comunica a mantenimiento para su arreglo.
- c) Moler los materiales por acción trituradora de 2 molinos ubicados en la zona de trabajo.
- d) Clasificar el material de acuerdo al nombre del producto del cual se obtuvo el material de reproceso.
- e) Registrar la cantidad de molido por cada máquina en el sistema.
- f) Almacenar el material en fundas plásticas e identificar con los siguientes datos: tipo de material, color, peso de la funda llena y referencia del producto del cual se obtuvo.
- g) Realizar la limpieza completa de los molinos antes de iniciar con un nuevo material.

El diagrama del proceso de molienda se muestra en la Figura 2.3, en el cual se observa las actividades que se deben realizar para transformar el producto defectuoso en material molido reutilizable.

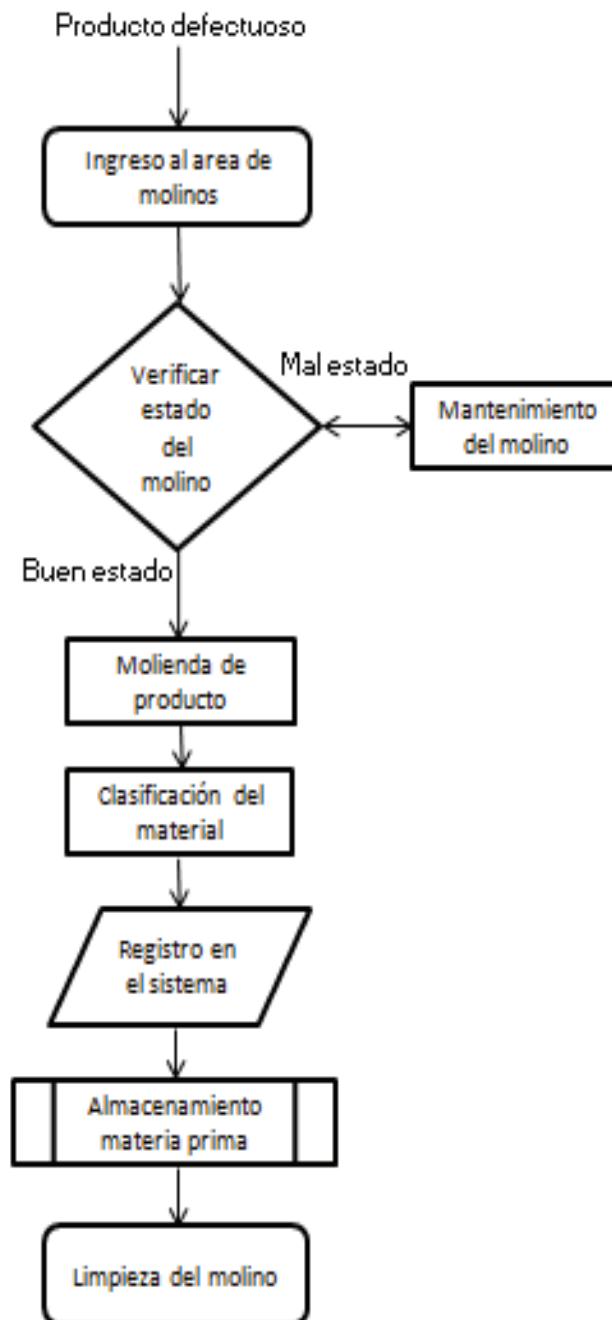


Figura 2.3. Diagrama de procesos en el área de molinos IEPESA

2.1.2 PERSONAL EXPUESTO

En el área de molinos trabajan dos personas a tiempo completo de lunes a sábado con experiencia superior a los de 10 años en el puesto de trabajo, quienes se ven afectadas directamente por los riesgos de ruido y contaminación por polvo, adicionalmente a ellos hay que considerar a los trabajadores que interactúan con

esta área e indirectamente también son afectados por los riesgos presentes totalizando entre 12 a 15 personas.

El perfil del personal está sujeto a ciertas habilidades específicas para el puesto de trabajo como son: comunicación, planificación, trabajo en equipo, flexibilidad, solución de problemas, etc. Además es necesario que cuente con buen estado físico y buena concentración para evitar riesgos inherentes al proceso.

2.1.3 MATERIA PRIMA UTILIZADA

Los materiales termoplásticos que se usan para la fabricación de piezas plásticas en la empresa no son tóxicos y son aprobados por la FDA (Food and Drug Administration) que es la agencia de los Estados Unidos responsable de la regulación de alimentos y medicamentos para seres humanos y animales. (Jungbauer, 2004, p.18).

Los materiales termoplásticos que la empresa utiliza para la fabricación de sus productos se citan a continuación en orden de volumen de producción e importancia para el negocio

a) Plásticos de gran volumen de producción:

- Polietilenos (PE)
- Polipropilenos (PP)
- Poli (cloruro de vinilo) (PVC)
- Estirénos (PS)

b) Plásticos técnicos, para requerimientos especiales del producto:

- Poliésteres saturados (PET, PBT)
- Acrilonitrilo Butadieno Estireno o ABS
- Poliamidas (Nylons)

Muchos tipos de diseño de molino dependen del material que se quiere procesar, se pueden mencionar los siguientes según el tipo de material:

- Materiales suaves, flexibles y con capacidad para absorber energía que generalmente producen las partículas más uniformes.
- Materiales rígidos y frágiles que tienden a fracturarse bajo el impacto de las cuchillas rotatorias y van a generar tamaños de partículas menos uniformes y,
- Materiales de ingeniería que están cargados con vidrio o minerales que son, frecuentemente, frágiles y susceptibles a la fractura por impacto

2.2 EVALUACIÓN DEL RIESGO POR RUIDO

La evaluación del riesgo por ruido se fundamenta en realizar la medición de los niveles de exposición al ruido, la cual se basa en lo exigido en el Real Decreto 286/2006 de la normativa española, "Medición del ruido" que establece los criterios básicos para la medición del riesgo.

- Las mediciones se realizaron en presencia del trabajador afectado para que sus resultados simulen condiciones reales de trabajo, se colocó el micrófono frente al oído a unos 10 cm de distancia.
- El tiempo establecido para cada medición fue de 5 a 15 min para que resulten estadísticamente significativas en cada ciclo de trabajo, a fin de obtener el nivel diario equivalente ponderado en A (LAeq, d). Los valores obtenidos en escala Leq (Hz) y unidades dB(A), representaron la exposición media ponderada, en condiciones de trabajo normales, registrada en cada punto estudiado
- Se realizaron seis mediciones en el área de molinos, cada una de ellas representó diferentes posibilidades de trabajo que se presentaron en la jornada laboral diaria, los escenarios más frecuentes fueron:

- 1) Centro del cuarto de molinos
- 2) En el molino junto al operador
- 3) Ingreso del cuarto de molinos
- 4) En operación solo el molino # 1
- 5) En la actividad de limpieza de los molinos
- 6) En la tarde en el centro del cuarto de molinos

El número, la duración y el momento de realización de las mediciones fueron elegidos para cumplir el objetivo básico que es el de posibilitar la toma de decisión sobre el tipo de actuación preventiva. Por ello, cuando uno de los límites o niveles establecidos en el mismo se sitúe dentro del intervalo de incertidumbre del resultado de la medición se optó por: a) suponer que se supera dicho límite o nivel, ó b) incrementar, según el instrumental utilizado, el número de mediciones.

La medición se hizo en banda de octava y el tiempo de medición fue de una media de 10 min en cada escenario de trabajo. El cuarto de molinos no es completamente cerrado lo que ayuda a la pérdida del ruido.

La escala de ponderación A en frecuencia, simula la atenuación parecida a la del oído humano y es la que se utiliza para evaluar el ruido en el lugar de trabajo según lo establecido en el Real Decreto 1316/1989 de la normativa española, las otras escalas se utilizan para otros tipos de ruidos y análisis.

2.2.1 BANDAS DE OCTAVA

A nivel industrial, el ruido está compuesto de varios sonidos complejos que en su mayoría se distribuyen en las frecuencias comprendidas en el espectro audible. Estas frecuencias por su importancia en la medición del ruido que afecta al trabajador, se dividen en bandas de ancho proporcionales con sus respectivos límites máximos y mínimos. Las bandas más utilizadas son las bandas de octava y tercio de octava.

Las bandas de octava son establecidas para realizar el estudio del ruido, debido a que no es posible analizar las frecuencias una por una, el espectro audible se divide en 10 bandas más pequeñas llamadas octavas que se denominan y conocen por sus frecuencias centrales: 16, 31.5, 63, 125, 250, 500, 1 000, 2 000, 4 000, 8 000 y 16 000 Hz estandarizadas según norma ISO 266. Cuando se requiere estudios de mayor precisión se definen bandas de menor ancho denominadas tercio de octava (Carrión, 1998, p. 42).

Para que la medida del ruido sea lo más semejante a la percepción del oído, los instrumentos de medida, el sonómetro o dosímetro son adaptados con filtros o redes de compensación que determinan las escalas A, B o D. La escala más utilizada es la escala A, por ello se dan los resultados de medidas de ruido industrial en decibelios ponderación A.

2.2.2 EQUIPO UTILIZADO PARA LA MEDICIÓN DEL RUIDO

El equipo utilizado para la medición de riesgo por ruido se basa en lo especificado en la International Electrotechnical Commission (CEI) Norma 651 y lo exigido en el R.D 286/2006, "Instrumentos de medición y condiciones de aplicación" que establece un sonómetro integrador y promediador, tipo II y en ponderación frecuencial designada A, calibrado en el origen y programado previamente para dar directamente el nivel sonoro continuo equivalente Leq (A).

El sonómetro mide el nivel equivalente diario de ruido estable, denominado equivalente por ser el promedio de una serie de mediciones realizadas en un determinado periodo de tiempo al día, considera un tipo de ruido continuo de nivel constante con ligeras diferencias inferiores a 5 dB(A) entre un pico máximo y un pico mínimo. Además establece que la medición debe realizarse con ponderación temporal S, "SLOW" (Menéndez, 2010, pp. 299,300).

El sonómetro integrador y promediador modelo CR:260, tiene la capacidad de realizar hasta 100 mediciones guardadas en la memoria con historial de tiempo de 1 seg, en ponderación de frecuencia en A, C o Z y Ponderación de tiempo F, S o I. En la Figura 2.4 se observa los elementos que intervienen en la medición del ruido que son el sonómetro, el calibrador acústico y un protector contra el viento, además la Figura 2.5 muestra la calibración del sonómetro en el lugar de trabajo.



Figura 2.4. Sonómetro Cirrus modelo CR 260, tipo 2
(Cirrus research plc, (2009), p.1, 3)



Figura 2.5. Calibración del sonómetro CR 260, tipo 2

2.2.2.1 Especificaciones del sonómetro integrador

En la Tabla 2.1 se indican las principales características del sonómetro utilizado en las mediciones del riesgo por ruido.

Tabla 2.1. Especificaciones de sonómetro empleado para la medición del ruido

Nombre	Sonómetro
Marca	Cirrus
Modelo	822B
Estándares	ANSI S1.4-1983,IEC 61672-1:2002
	IEC 60651-1979,IEC 61260:1995
	IEC 60804-2001,IEC 60942:1997
	IEC 61252:1993, ANSI 1.43-1997
	ANSI S1.11-1986
Calibración	Calibración de Origen. Número de certificado: 183142
Nº de Serie	C16279FB

El calibrador acústico permite calibrar a los instrumentos de medida de ruido, en su interior está situado un pequeño altavoz, que emite un sonido uniforme cuya presión acústica es de 94 dB a una frecuencia de 1 000 Hz, al poner en contacto el calibrador con el sonómetro, éste deberá indicar el valor del sonido emitido por el calibrador, este sonido sirve para verificar que la lectura del instrumento es correcta o caso contrario para ajustar el equipo de lectura (Floría y González, 2006, p. 820).

Antes de las mediciones, se verificó el instrumento de medida mediante el calibrador acústico indicado en la Tabla 2.2. El proceso fue conforme con lo exigido en el R.D. 286/2006.

2.2.2.2 Especificaciones del calibrador acústico

El calibrador acústico asegura la fiabilidad de los sonómetros, genera un tono estable de nivel a una frecuencia predeterminada y se ajusta la lectura del sonómetro haciéndola coincidir con el nivel patrón generado por el calibrador.

Tabla 2.2. Especificaciones del calibrador acústico

Nombre	Calibrador Acústico
Marca	CIRRUS
Modelo	511E
Estándares	IEC 60942:2003, IEC 60942:1997
	BS EN 60942:1998 - 60942:2003
Calibración	Calibración de origen. Número de certificado: 183143
Nº de Serie	36785

2.3 EVALUACIÓN DEL RIESGO POR PARTÍCULAS DE POLVO PLÁSTICO

La exposición diaria al polvo en el área de molinos es la concentración media del agente químico, en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada de forma ponderada, con respecto a la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de 8 h diarias y 40 h semanales.

El método para la medición de partículas utiliza la dispersión de la luz infrarroja, para la detección de cualquier tipo de partícula, el valor límite para el material particulado no fibrosa denominado polvo se expresa en mg/m^3 (M.A,T,S, 2007, pp. 12,13).

2.3.1 EQUIPO UTILIZADO PARA LA MEDICIÓN DEL POLVO

El equipo utilizado para la medición del riesgo por concentración de polvo plástico en el ambiente es el medidor CASELLA MICRODUST-PRO, ideal para mediciones de campo precisas y repetibles de la concentración de partículas en mg/m^3 . Es un medidor portátil de partículas en tiempo real que representa en pantalla los resultados de las mediciones sin necesidad de esperar el análisis de los resultados en el PC, en la Figura 2.6 se observa el medidor casella microdust-pro.

Utiliza la tecnología de dispersión de la luz infrarroja para la detección de cualquier tipo de partícula, con máximo grado de sensibilidad para tamaños de partícula dentro de la fracción respirable PM 2,5 y PM 10. El rango de medición se puede seleccionar entre cuatro opciones: 0-2,5 / 0-25 / 0-250 / 0-2 500 mg/m^3 .



Figura 2.6. Microdust-pro, medidor de concentración de partículas

Las especificaciones del medidor de concentración de partículas de polvo se muestran en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Especificaciones del medidor de concentración de polvo

Nombre	Medidor de concentración de partículas
Marca	CASELLA
Modelo	MICRODUST-PRO
Calibración	Calibración dado por el fabricante, tiempo de validez 1 año
Muestreo	PM2,5 y PM10
Rango	0 a 2 500 mg/m ³
Nº de Serie	601274

2.3.2 PRINCIPIO DE MEDICIÓN

El **Microdust pro** midió la concentración de partículas por difracción directa de la luz infrarroja, con longitud de onda de 880nm, pasa a través de la cámara de medición donde impacta con las partículas provocando el efecto de dispersión de la luz (Difracción – Reflexión-Refracción).

La cantidad de luz dispersada es proporcional a la concentración y se mide en el foto-detector. Al utilizar un ángulo de dispersión estrecho (12 - 20°), la mayoría de la luz dispersa se debe a la difracción y refracción, así se minimiza la inexactitud asociada con el color, forma e índice de refracción de las partículas.

El equipo fue calibrado en la fábrica, gravimétricamente, mediante la muestra de partículas que se recogió después de pasar a través de la cámara de medición. Así, se obtienen dos valores promedio para el tiempo de exposición. Uno desde el filtro, y otro por la función interna del monitor.

Para realizar la medición en el área de molinos se realizaron los siguientes pasos:

- Limpiar el equipo de medición
- Calibrar el equipo en el lugar de trabajo
- Medir condiciones de presión en el lugar de trabajo, que puedan afectar la medición.
- Medir las condiciones de humedad en el lugar de trabajo, que puedan afectar la medición.
- Mover lentamente y completamente la sonda, confiando en el movimiento natural del aire.
- El tiempo de la medición en el punto de evaluación es 10 min

Las mediciones pueden realizarse con la sonda acoplada o separada de la unidad de control, para nuestro caso las mediciones se realizaron con la sonda separada al instrumento, en 3 puntos determinados como fuentes de mayor contaminación'

2.3.3 MEDICIONES DE LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS DE POLVO PLÁSTICO EN EL ÁREA DE TRABAJO

La medición de la concentración de partículas de polvo en el área de molinos se realizó en 3 puntos referenciales del lugar de trabajo, se considero las zonas en donde se acumula la mayor cantidad del contaminante, además se observo que el área no está completamente cerrada, lo que coadyuva a la ventilación natural del polvo, el número de trabajadores es de dos por cada turno y se trabaja en un periodo de 8 h diarias.

2.3.3.1 En el interior del área de molinos

Con los dos molinos en funcionamiento se realizó la medición en un tiempo de 10 min, la Figura 2.7 muestra la medición del polvo en el interior del área, cerca al trabajador.



Figura 2.7. Medición de concentración de polvo en el área interna de los molinos

2.3.3.2 En el exterior del área de molinos

Con los dos molinos en funcionamiento, se realizó la medición del polvo en el exterior de los molinos, en un tiempo de 10 min, la Figura 2.8 muestra como se efectuaron las mediciones de la contaminación por polvo a una altura media de 1,70 m medidos desde el suelo.



Figura 2.8 Medición de polvo en el área externa de los molinos

2.3.3.3 En la actividad de limpieza de los molinos

El proceso de molienda de productos defectuosos requiere de varios cambios de materia prima al día en los molinos, en cada cambio de material es necesario proceder con una limpieza estricta de los molinos para no contaminar un material con el otro, por ello la actividad de limpieza es fundamental en la calidad del molido y requiere de un ordenado trabajo para ser realizado, la medición se realizó junto al trabajador en un tiempo de 8 min.

2.4 PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE MEDIDAS PRELIMINARES DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN EL MOLINO

La Tabla 2.4 indica la selección de medidas preliminares de actuación sobre los riesgos por ruido y por concentración de partículas de polvo, cada una de ellas ha sido explicada en el capítulo 1.1 en el que se expuso las diferentes razones por las cuales el medio de actuación sobre el riesgo es viable en el área de trabajo, ya sea en la fuente, medio o receptor.

Tabla 2.4. Resumen de propuestas y selección de medidas de prevención y control de riesgos

PROPUESTAS		APLICABLE AL RIESGO		Selección	MOTIVO	
		RUIDO	POLVO			
EN LA FUENTE	Sustitución de materiales		SI	SI	NO	Trabajo con materiales estándares en la empresa
	Mantenimiento adecuado de Molinos	Cuchillas de corte	SI	SI	SI	Mejora niveles de ruido y polvo
		Aislamiento carcasa	SI	NO	SI	Disminución del ruido por pared aislante
		Vibraciones de molinos	SI	NO	SI	Disminución del ruido por amortiguación de elementos mecánicos
	Métodos húmedos		SI	SI	NO	La presencia de humedad disminuye propiedades físicas y mecánicas en el material
	Extracción localizada		NO	SI	NO	Actuación general y no localizada por el proceso
EN EL MEDIO	Orden y limpieza		SI	SI	SI	Mejora condiciones de trabajo
	Ventilación general		NO	SI	SI	Presencia de polvo esencial en la trasmisión del riesgo
	Aumento de distancias		NO	NO	NO	Proceso y área de trabajo definida
EN EL RECEPTOR	Formación, información y adiestramiento de los trabajadores		SI	SI	SI	Mejora condiciones de trabajo
	Disminución del tiempo de exposición		SI	SI	SI	Cambio de materiales en periodos de tiempo definidos
	Equipo de protección personal		SI	SI	SI	Cuando los métodos anteriores sean insuficientes

2.5 IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS TOMADAS

A continuación se detallan las acciones que se implementaron y evaluaron para la actuación de los riesgos por ruido y concentración de polvo en el área de molinos.

Se clasifican en 3 grupos, de acuerdo a lo indicado en el capítulo 1.1 y las medidas técnicas seleccionadas y evaluadas en la Tabla 2.4, tanto en la fuente, medio o receptor.

Cuando no sea posible eliminar o reducir significativamente los riesgos en la fuente, se debe intentar interrumpir el medio de transmisión entre la fuente y el trabajador. Por último, si no se logra la eficacia necesaria, se debe reducir el riesgo que llega al receptor, actuado en este caso sobre el propio trabajador.

CONTROL EN LA FUENTE

- Cuchillas de corte
- Aislamiento carcasa
- Vibraciones de molinos

CONTROL EN EL MEDIO DE TRANSMISIÓN

- Orden y limpieza
- Ventilación general

CONTROL EN EL RECEPTOR

- Formación, información y adiestramiento de los trabajadores
- Disminución del tiempo de exposición
- Equipo de protección personal

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.13 MEDICIONES DEL RUIDO EN EL ÁREA DE MOLINOS ANTES DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

Para conocer la situación actual del riesgo por ruido en el área de molinos, se realizaron seis mediciones, cada una de ellas pretende simular diferentes escenarios de trabajo diario; a continuación se indican las siguientes operaciones más repetitivas en el trabajo diario.

- Centro del área de molinos
- En el molino junto al operador
- Ingreso al área de molinos
- En operación solo el molino 1
- En la actividad de limpieza de los molinos
- En la tarde en el centro del área de molinos

Para los escenarios seleccionados se considero las operaciones que son habituales y repetitivas en la jornada laboral, debido a que en el proceso de molienda el trabajador se traslada en el exterior, en el interior y en la parte media del área de molinos, los valores medidos se muestran en el Anexo III.

3.13.1 MEDICIÓN EN EL CENTRO DEL ÁREA DE MOLINOS

La medición se realizó en la parte media del lugar de trabajo, con los 2 molinos en operación normal, para un tiempo determinado de 10 min, con la utilización de un sonómetro calibrado previamente.

Los valores obtenidos del nivel diario equivalente (dB) en función de las frecuencias (Hz) se representan en la Figura 3.1, en la cual se gráfica el valor de 85 dB(A), que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador, además se indica que para la frecuencia de 4 000 Hz la presión sonora tiene un valor pico de 87,3 dB(A).

Los análisis de resultados no se compararon con el valor pico antes mencionado, sino se comparó entre el TLV de 85 dB(A) y el nivel diario equivalente (LAeq, d), que es 88 dB(A), el cual fue superior al aceptado por la norma, por lo que existe riesgo para la salud del trabajador y debe ser gestionado. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AIII.1.

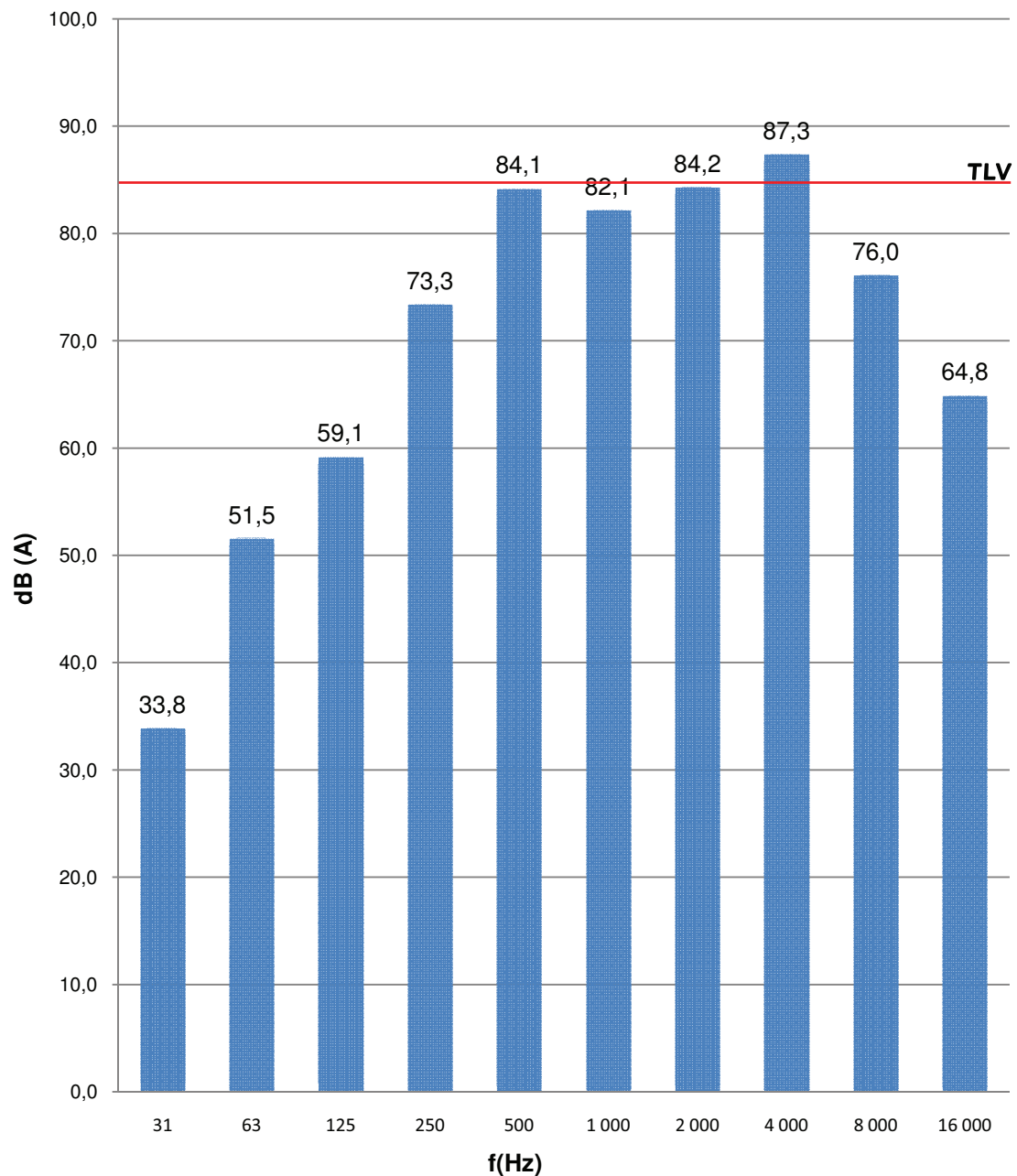


Figura 3.1. Resultado gráfico de las mediciones Leq,t en el centro del área de molinos

3.13.2 MEDICIÓN EN EL MOLINO JUNTO AL OPERADOR

La medición se realizó en el área de trabajo junto al operador del molino 1, con carga de trabajo normal, para un tiempo determinado de 10 min, con la utilización de un sonómetro calibrado previamente. Los valores obtenidos de la presión sonora en función de las frecuencias se representan en la Figura 3.2, en la cual se gráfica el valor de 85 dB(A), además se indica que para las frecuencias 500, 1 000, 2 000 y 4 000 Hz la presión sonora es superior al límite máximo tolerable.

Los análisis de resultados no se analizan con el valor pico de 93,4 dB(A) que se indica en la Figura 3.2, sino son comparados entre el TLV de 85 dB(A) y el nivel diario equivalente (LAeq, d), que es 88,5 dB(A), el cual es superior al aceptado por la norma, por lo que existe riesgo para la salud del trabajador y debe ser gestionado. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AIII.2.

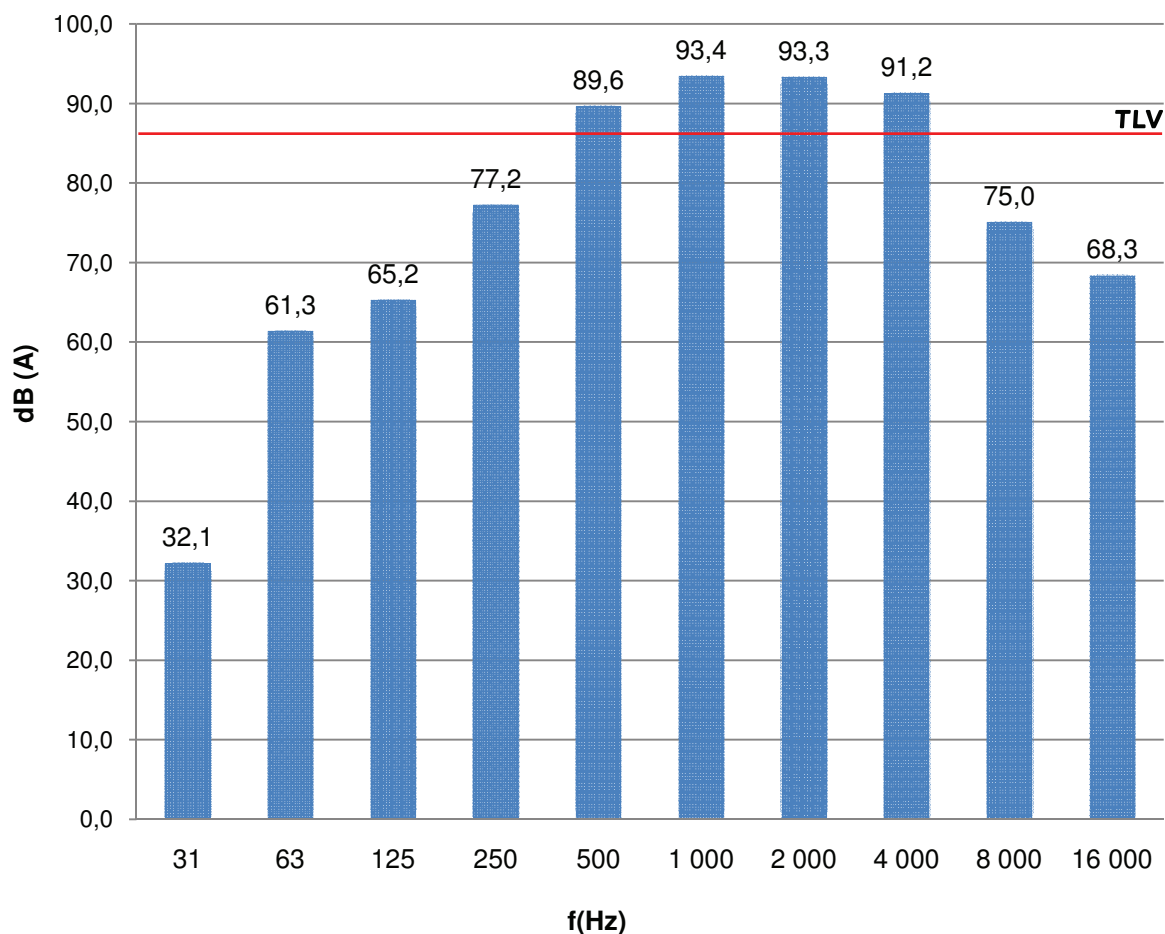


Figura 3.2. Resultado gráfico de las mediciones Leq,t junto al trabajador en el molino 1

3.13.3 INGRESO AL ÁREA DE MOLINOS

La medición se realizó en el ingreso al área de trabajo con los 2 molinos en operación normal, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la presión sonora en función de las frecuencias se representan en la Figura 3.3, en la cual se gráfica el valor de 85 dB(A), además se indica que para ninguna de las frecuencias, la presión sonora es superior al límite máximo tolerable.

Los análisis de resultados no se analizan con el valor pico de 79,3 dB(A) que se indica en la Figura 3.3, sino son comparados entre el TLV de 85 dB(A) y el nivel diario equivalente (LAeq, d), que es 82,5 dB(A), el cual es superior al aceptado por la norma, por lo que no existe ningún riesgo para la salud del trabajador. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AIII.3.

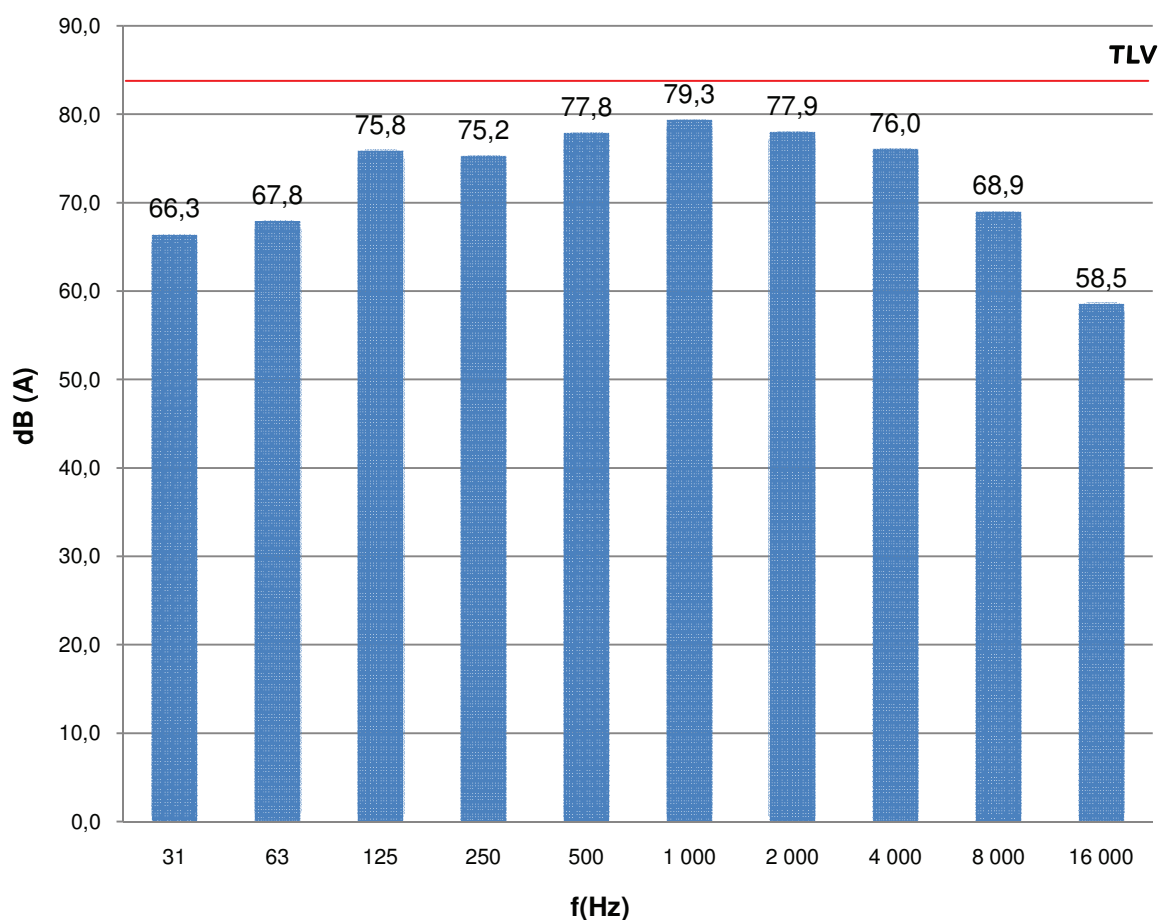


Figura 3.3. Resultado gráfico de las mediciones Leq,t entrada zona de molinos

3.13.4 CENTRO DEL ÁREA DE MOLINOS EN OPERACIÓN EL MOLINO 1

La medición se realizó en el centro del área de trabajo, en operación solo el molino 1, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la presión sonora en función de las frecuencias se representan en la Figura 3.4, en la cual se grafica el valor de 85 dB(A), además se indica que para ninguna de las frecuencias, la presión sonora es superior al límite máximo tolerable.

Los análisis de resultados no se analizan con el valor pico de 81,2 dB(A) que se indica en la Figura 3.4, sino son comparados entre el TLV de 85 dB(A) y el nivel diario equivalente (LAeq, d), que es 83,8 dB (A), el cual es superior al aceptado por la norma, por lo que no existe ningún riesgo para la salud del trabajador. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AIII.4.

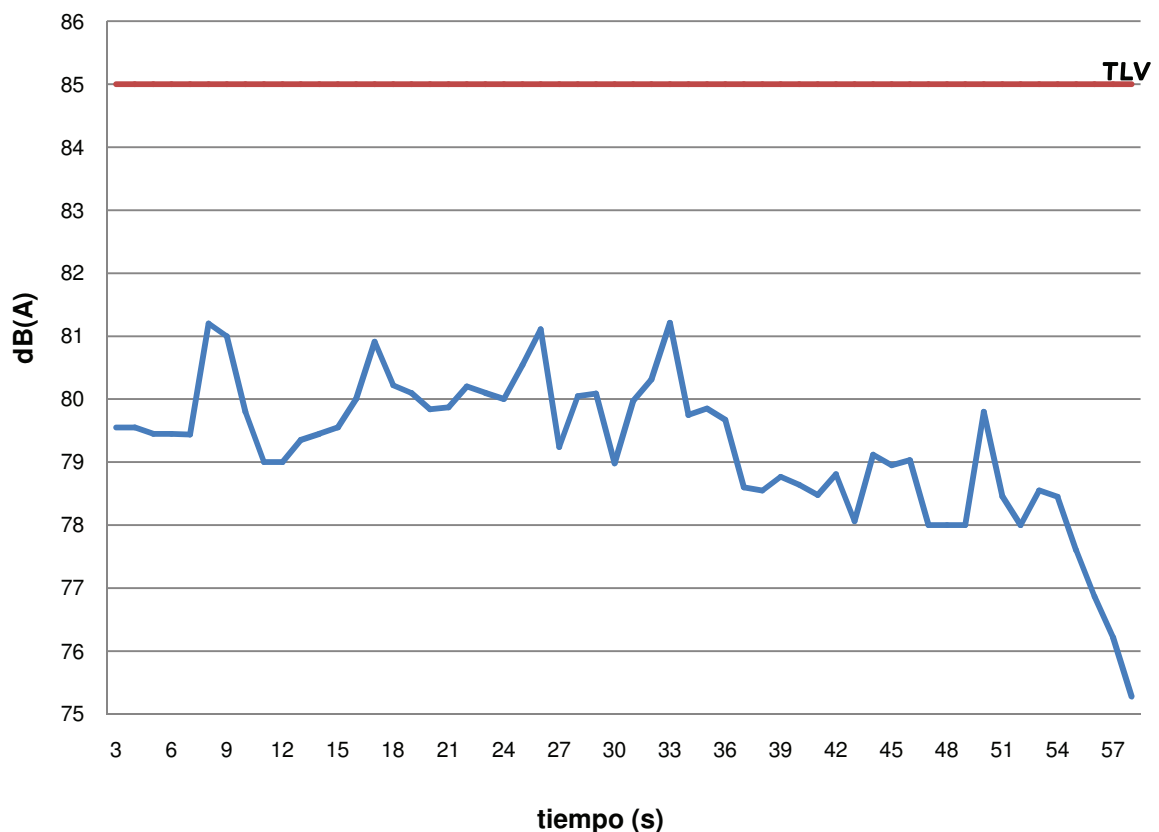


Figura 3.4. Variación en el tiempo de Leq,t en banda de octava con un molino en operación

3.13.5 LIMPIEZA DE LOS MOLINOS

La medición se realizó en la actividad de limpieza que ejecutan los operadores en la jornada laboral, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la presión sonora en función de las frecuencias se representan en la Figura 3.5, en la cual se grafica el valor de 85 dB(A), que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador, al cual se lo denomina TLV y, además se indica que para todas las frecuencias medidas, la presión sonora es superior al límite máximo tolerable.

Los análisis de resultados no se analizan con el valor pico de 103,2 dB(A) que se indica en la Figura 3.5, sino son comparados entre el TLV de 85 dB(A) y el nivel diario equivalente (LAeq, d), que es 102,5 dB(A), el cual es superior al aceptado por la norma, por lo que existe alto riesgo para la salud del trabajador y debe ser gestionado. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AIII.5.

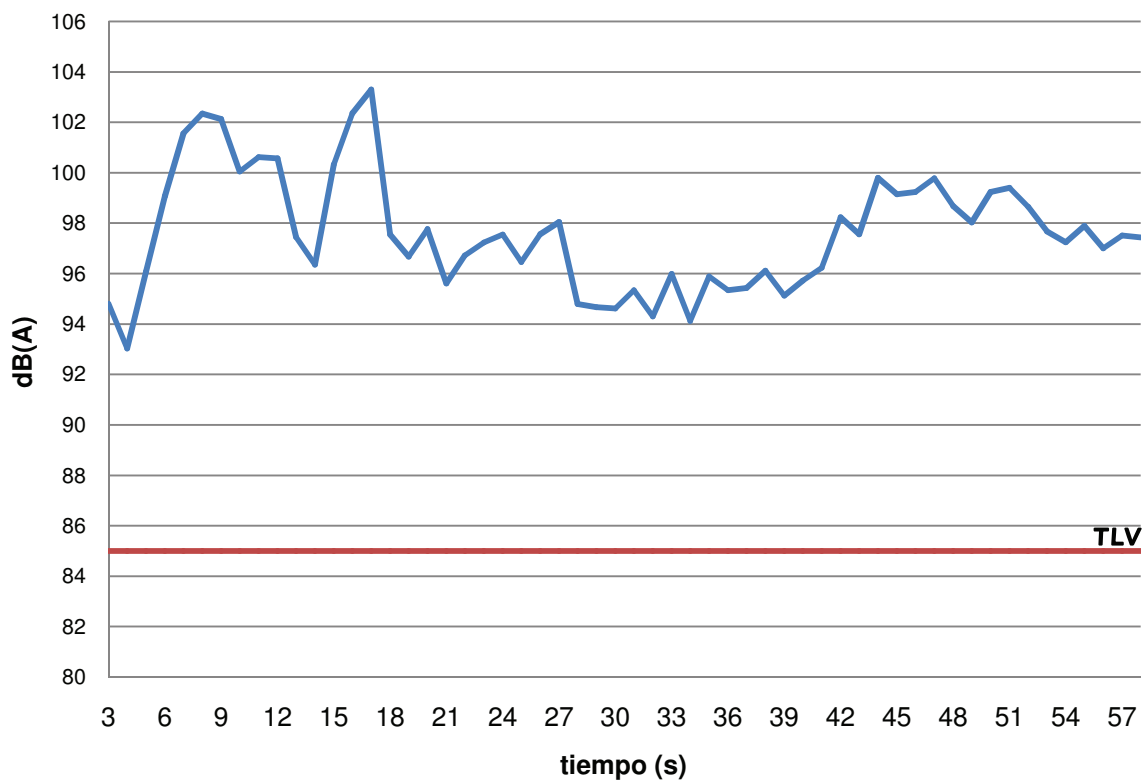


Figura 3.5. Variación en el tiempo de Leq,t en la actividad de limpieza

3.13.6 EN LA TARDE EN EL CENTRO DEL ÁREA DE MOLINOS

La medición se realizó en la tarde en el centro del área de molinos, para un tiempo determinado de 10 min, los valores obtenidos de la presión sonora en función de las frecuencias se representan en la Figura 3.6, en la cual se grafica el valor de 85 dB(A), que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador, al cual se lo denomina TLV y, además se indica que para las frecuencias 1 000 y 2 000 Hz la presión sonora es superior al límite máximo tolerable.

Los análisis de resultados no se analizan con el valor pico de 88,1 dB(A) que se indica en la Figura 3.6, sino son comparados entre el TLV de 85 dB(A) y el nivel diario equivalente (LAeq, d), que es 85,8 dB(A), el cual es superior al aceptado por la norma, por lo que existe riesgo para la salud del trabajador y debe ser gestionado. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AIII.6.

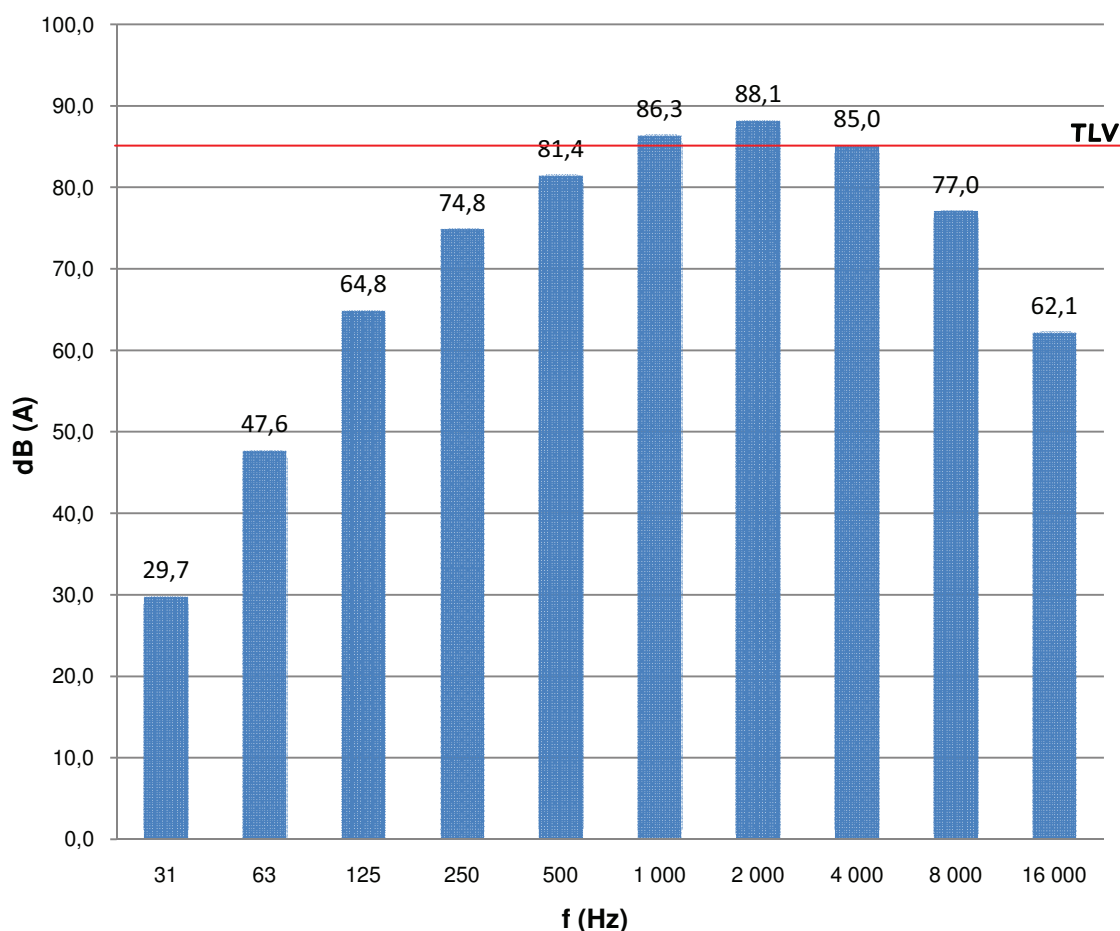


Figura 3.6. Resultado gráfico de la variación en el tiempo de Leq,t en el área de molinos en la tarde

3.14 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL RUIDO

La Tabla 3.1 muestra en resumen los valores del nivel diario equivalente (LAeq,d) obtenidos en las 6 mediciones de ruido que se realizaron en el área de molinos, como se puede observar en cuatro de los seis escenarios de trabajo se supera el valor límite de exposición diario de 85 dB(A), en especial en el proceso de limpieza este valor es intolerable para el trabajador, debido a que causa graves problemas de salud en el aparato auditivo y puede llegar hasta la sordera profesional.

El valor LCPeak, que es el valor pico máximo de presión sonora, el cual es de carácter informativo y no es el valor diario equivalente (LAeq,d) con el que se realiza el análisis del riesgo, sino el valor máximo que se dio en el transcurso de la medición en banda ancha en un tiempo instantáneo que fue medido por el sonómetro.

Tabla 3.1. Resultados de la medición L Aeq, d en el área de molinos

MOLINOS				
MEDICIÓN (punto)	LAeq dB(A)	LCPeak	TIEMPO DE MEDICIÓN (min)	TLV dB(A)
Centro del área de molinos	88,0	94,7	10	85
En el molino junto al operador	88,5	91,1	10	
Ingreso al área de molinos	82,2	83,2	10	
Centro del área de molinos funcionando solo el molino 1	83,8	108,5	10	
En la actividad de limpieza de los molinos	102,5	114,4	10	
En la tarde en el centro del área de molinos	85,8	86,7	10	

3.15 ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN LOS MOLINOS

El continuo trabajo en los molinos produce el desgaste normal de los elementos mecánicos que lo constituyen, este desgaste origina vibraciones que se transmiten por el interior de los cuerpos y de un cuerpo a otro a través de sus puntos de contacto, la transmisión de esta energía en cuerpos metálicos se transforma energía sonora que se denomina ruido.

Las mediciones de vibraciones en los molinos son importantes para conocer el nivel de vibración en el que se encuentran el equipo de trabajo y los operadores del mismo, en la Figura 3.7 y 3.8 se indican los puntos donde se realizó la medición las vibraciones, estos puntos fueron seleccionados debido a que son elementos mecánicos comunes de desgaste, según la norma DIN ISO 10816-3, Grupo 3, el nivel admisible de vibración para instalaciones sólidas es 4,50 mm/s.

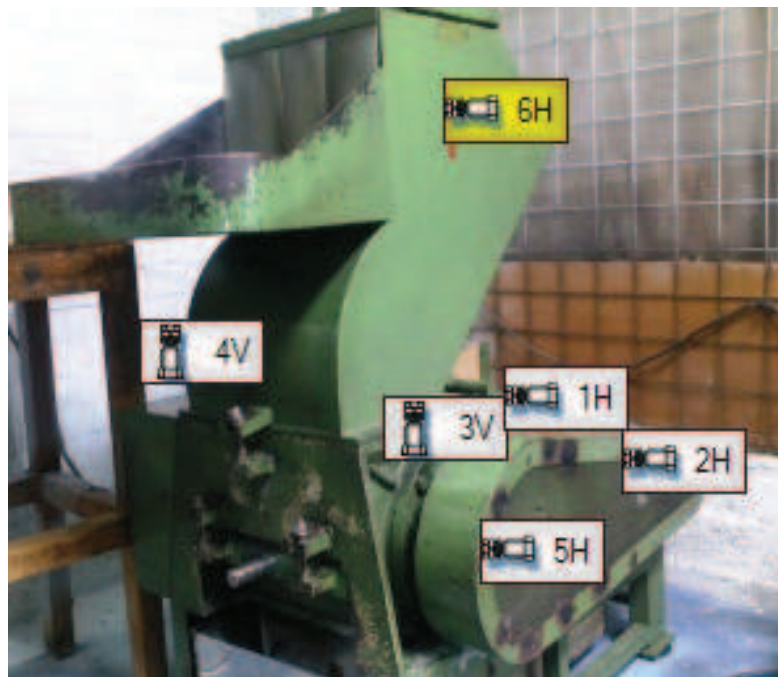


Figura 3.7. Gráfico del mapeo por vibraciones del molino 1

Los mediciones de vibración del molino 1 se muestran en la Tabla 3.2, en la cual se indica que los valores del equipo en condiciones de vacío están debajo del nivel admisible a excepción del punto P2 (6H), que corresponde a la parte alta del molino en el sector de la entrada del material, esto se debe a que el movimiento se intensifica mientras más se aleja de la fuente de trasmisión de fuerza.

En condiciones de carga los valores de vibración están debajo del nivel admisible a excepción de los puntos RLL (4V) del molino y P1 (5H), P2 (6H), que corresponde al lugar que se encuentran las chichillas de corte y en la parte de los rodamientos del molino, esto se debe a que cuando el equipo trabaja genera transmisión de fuerza desde los rodamientos a las cuchillas de corte.

Tabla 3.2. Valores de vibración en puntos de control del equipo molino 1

Puntos de medición	Simbología		Vibración (mm/s) En vacío	Vibración (mm/s) Con carga
Carcasa del motor	MLNA	1H	1,29	1,68
Rodamiento engranaje inferior	MLA	2H	1,25	2,63
Bandeja de almacenamiento	RLP	3V	0,97	3,37
Posición de cuchillas	RLL	4V	0,85	5,92
Rodamiento engranaje superior	P1	5H	3,07	16,09
Boca del molino	P2	6H	5,00	16,60

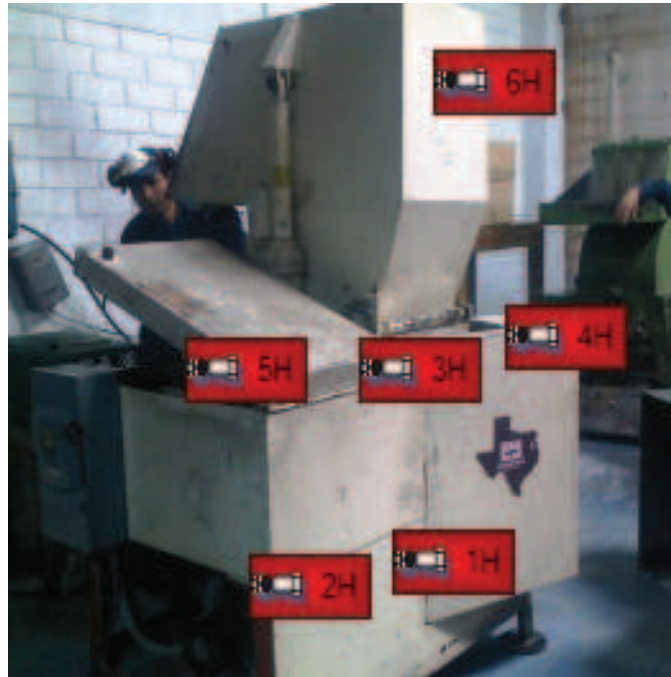


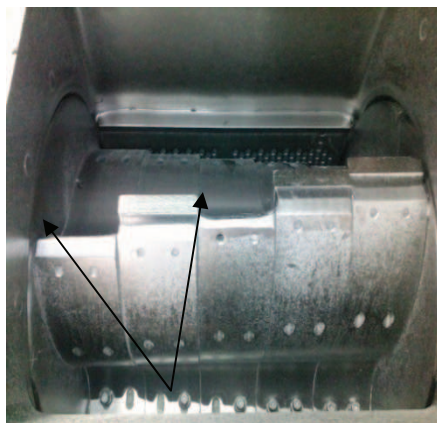
Figura 3.8. Gráfico del mapeo de vibraciones del molino 2

Los valores de la vibración del molino 2 en vacío y a plena carga se muestran en la Tabla 3.3, en la que se indica que los niveles de vibración del equipo en condiciones de vacío están sobre el nivel admisible de 4,50 mm/s. Bajo condiciones de carga los valores de vibración del equipo también están sobre el nivel admisible y disminuyen ligeramente en todos los puntos de control del equipo a excepción del punto RLL (4H) que corresponde al rodamiento del lado libre del cuerpo del molino, por lo que se requiere reemplazar los elementos mecánicos desgastados y realizar el mantenimiento correctivo y preventivo.

Tabla 3.3. Valores de vibración en puntos de control del molino 2

Puntos	Simbología		Vibración (mm/s) En vacío	Vibración (mm/s) Con carga
Rodamiento engranaje superior	MLNA	1H	14,14	8,67
Bandeja de almacenamiento	MLA	2H	12,99	8,50
Posición de cuchillas	RLP	3H	19,47	12,16
Rodamiento engranaje inferior	RLL	4H	19,76	23,00
Carcasa del motor	P1	5H	28,28	16,96
Boca del molino	P2	6H	23,16	11,14

En el proceso de medición de vibraciones se pudo observar que dos cuchillas se encuentran rotas, éstas producen gran parte del desbalanceo del molino, es decir vibraciones, que a la final son fuentes de generación de ruido. Las fotografías del estado de las cuchillas se muestran en la Figura 3.9.

**CUCHILLAS ROTAS****CUCHILLAS COMPLETAS****Figura 3.9.** Fotografías del estado de las cuchillas molino 2

3.16 MEDICIONES DE CONCENTRACIONES DE POLVO ANTES DE GESTIONAR EL RIESGO

Para conocer la situación actual del riesgo por concentración de partículas de polvo plástico en el área de los molinos, se realizaron tres mediciones en las zonas de mayor trabajo y de exposición al riesgo para los trabajadores, las cuales son las siguientes:

- Centro del área de molinos, en trabajo normal con los 2 molinos en operación.
- Exterior del área de molinos, en trabajo normal con los 2 molinos en operación.
- Centro del área de trabajo, en la actividad de limpieza de los molinos.

Además, como se explicó en la sección 1.3.3, existen 2 criterios para la valoración del riesgo ocupacional por concentración de partículas de polvo en el ambiente, de estas se establece, como criterio para los cálculos y resultados lo establecido por la ACGIH que recomienda como TLV igual a 10 mg/m^3 de concentración en el medio laboral para partículas inhalables, también admitido por la División de Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental 3M y las hojas técnicas de seguridad denominadas material safety data sheet de los materiales de trabajo.

3.16.1 MEDICIÓN EN EL CENTRO DEL ÁREA DE MOLINOS

La medición se realizó en el centro del área de trabajo con los dos molinos en operación normal de trabajo, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la concentración de partículas de polvo en función del tiempo se representan en la Figura 3.10, en la cual se gráfica el valor de 10 mg/m^3 , que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador, al cual se lo denomina TLV y, además se muestran los valores de concentración de polvo plástico en el lugar de trabajo.

Para el análisis de resultados se comparó el valor 10 mg/m^3 establecido como TLV, con el valor promedio de concentración de material particulado que es de $11,20 \text{ mg/m}^3$, el cual es superior al valor aceptado por la norma, por lo que puede existir riesgo para la salud del trabajador y debe ser gestionado. El valor promedio de concentración de polvo para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AIII.7.

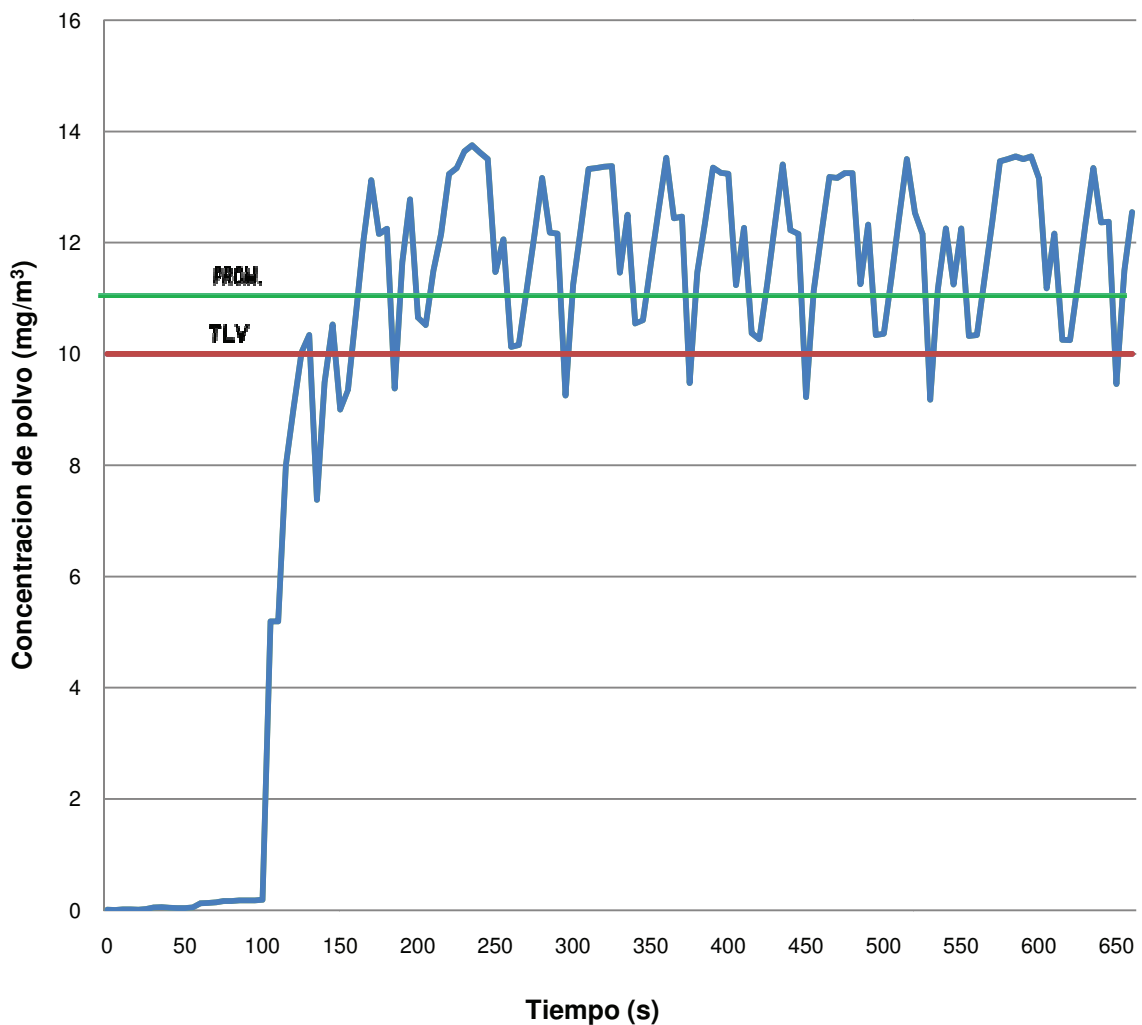


Figura 3.10. Variación de la concentración de polvo y TLV-TWA en función del tiempo área interna molinos

3.16.2 MEDICIÓN EN EL EXTERIOR DEL ÁREA DE MOLINOS

La medición se realizó en el exterior del área de trabajo con los dos molinos en operación normal de trabajo, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la concentración de partículas de polvo en función del tiempo se representan en la Figura 3.11, en la cual se grafica el valor de 10 mg/m^3 , que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador, al cual se lo denomina TLV y, además se muestran los valores de concentración de polvo plástico en el lugar de trabajo.

Para el análisis de resultados se comparo el valor de 10 mg/m^3 establecido como TLV, con el valor promedio de concentración de material particulado que es de $6,94 \text{ mg/m}^3$, el cual no es superior al valor aceptado por la norma, por lo que no existe riesgo para la salud del trabajador. El valor promedio de concentración de polvo para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AIII.8.

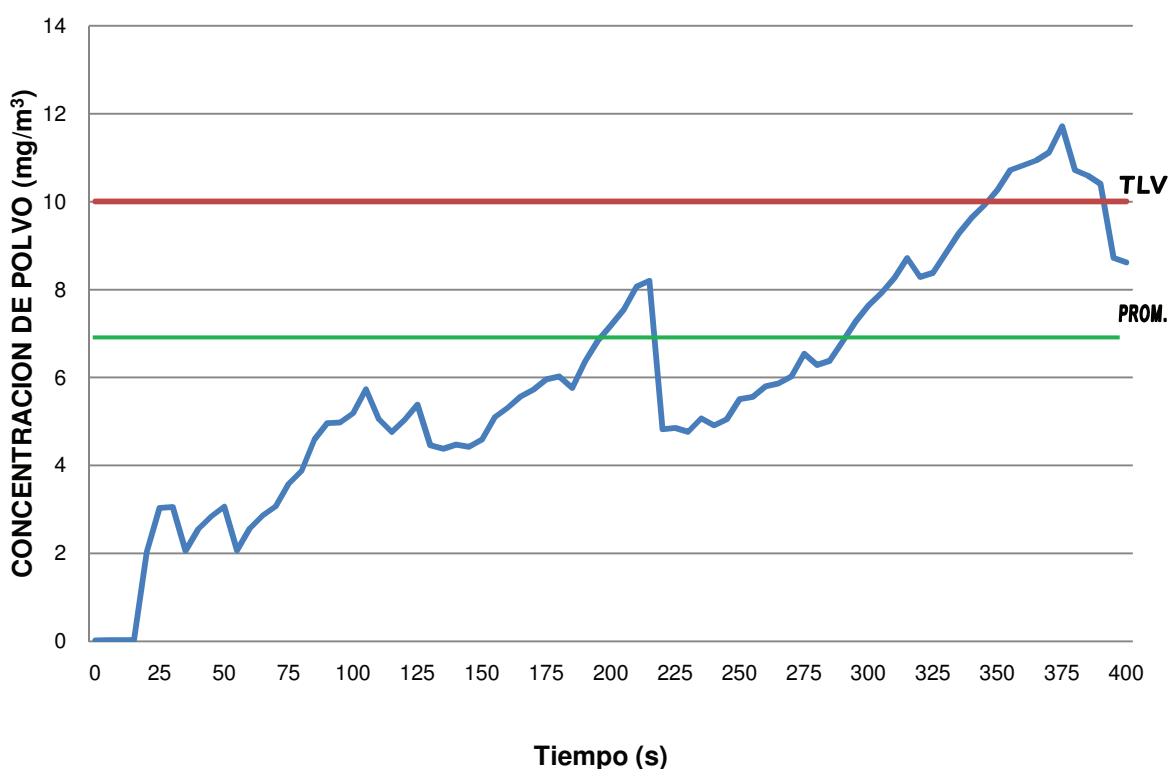


Figura 3.11. Variación de la concentración de polvo y TLV-TWA en función del tiempo área externa molinos

3.16.3 MEDICIÓN EN EL PROCESO DE LIMPIEZA DE MOLINOS

La medición se realizó en el centro del área de molinos en la actividad de limpieza, para un tiempo determinado de 10 min, se obtuvieron los mayores valores de concentraciones, debido al gran movimiento de partículas, los 2 valores picos de concentración de polvo se dan cuando se mide frente a cada molino, luego la concentración baja, es importante recalcar que esta actividad la realizan cada 2 o 3 h por unos 15 min.

Los valores obtenidos de la concentración de partículas de polvo en función del tiempo se representan en la Figura 3.12, en la cual se grafica el valor de 10 mg/m^3 , que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador, al cual se lo denomina TLV y, además se muestran los valores de concentración de polvo plástico en el lugar de trabajo.

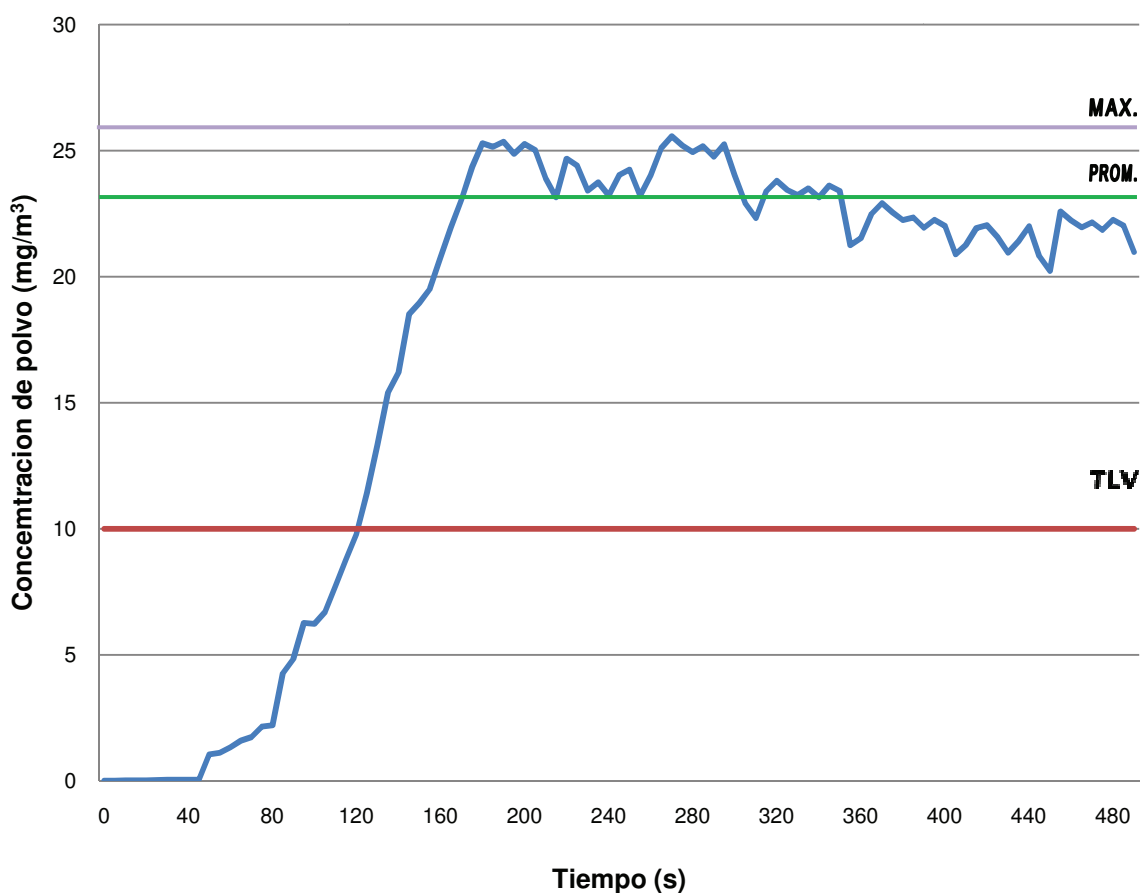


Figura 3.12. Variación de la concentración de polvo y TLV-TWA en función del tiempo actividad de limpieza de molinos

Para el análisis de resultados se comparó los 10 mg/m^3 establecido como TLV, con el valor promedio de concentración de material particulado que es de $22,43 \text{ mg/m}^3$ y como el máximo o pico de $25,35 \text{ mg/m}^3$, el cual fue superior al aceptado por la norma, por lo que existe riesgo para la salud del trabajador y debe ser gestionado. El valor promedio de concentración de polvo para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AIII.9.

3.17 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS DE POLVO

La Tabla 3.4 muestra en resumen los valores de concentración de partículas de polvo plástico, obtenidos en las 3 mediciones que se realizaron en el área de molinos, como se puede observar el valor promedio de $6,94 \text{ mg/m}^3$ medido en el área externa de molinos no excede el TLV, a diferencia de las otras 2 mediciones, por lo tanto la gestión por riesgo químico por concentración de polvo se concentró en el área interna de los molinos y en especial en el proceso de limpieza que supera ampliamente los 10 mg/m^3 de concentración establecidos por norma.

Tabla 3.4. Resultados de la medición de concentración de partículas de polvo

En el interior de los molinos	VALOR MÁXIMO	13,88	mg/m^3
	VALOR PROMEDIO	11,20	mg/m^3
	VALOR TLV-TWA	10,00	mg/m^3
En el exterior de los molinos	VALOR MÁXIMO	11,71	mg/m^3
	VALOR PROMEDIO	6,94	mg/m^3
	VALOR TLV-TWA	10,00	mg/m^3
En el proceso de limpieza	VALOR MÁXIMO	25,35	mg/m^3
	VALOR PROMEDIO	22,43	mg/m^3
	VALOR TLV-TWA	10,00	mg/m^3

3.18 IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS SELECCIONADAS EN LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN LA FUENTE, MEDIO Y RECEPTOR

Las medidas técnicas de actuación para el control de riesgos laborales se clasifican en 3 grupos:

- Control en la fuente
- Control en el medio de transmisión
- Control en el receptor

Cuando no sea posible eliminar o reducir significativamente los riesgos en la fuente, se debe intentar interrumpir el medio de transmisión entre la fuente y el trabajador. Por último, si no se logra la eficacia necesaria, debemos reducir el riesgo que llega al receptor, actuado en este caso sobre el propio trabajador.

3.18.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN LA FUENTE

A continuación se detallan varias acciones en las cuchillas de corte para mejorar las condiciones de trabajo y disminuir los riesgos.

3.18.1.1 Cuchillas de corte

En los molinos de plástico, las cuchillas de corte rotativas y estacionarias realizan la acción cortante sobre las piezas, su labor es convertir el producto defectuoso en materia prima molida, esta transformación genera altos niveles de ruido y elevadas concentraciones de partículas plásticas en el área de molinos.

3.18.1.2 Ángulo de de corte

Como se explicó en la sección la 1.1 el máximo cizallamiento según el Círculo de Mohr se produce en un ángulo a 45°, por lo cual las cuchillas de corte móviles fueron fabricadas con dicho ángulo y su montaje fue realizado en forma sesgada,

a manera de tijera, que se logra desviando en un ángulo pequeño al rotor o a la cama de las cuchillas estacionarias.

El ángulo a 45° permite que el corte sea directo sobre la pieza, mejore la capacidad de producción, mitigue la generación de ruido y reduzca la obtención de y polvos finos.

La Figura 3.13 muestra un bosquejo de las principales dimensiones de las cuchillas de corte estacionarias, se establece un ángulo de corte de 45 grados, debido a que se tiene el mayor cizallamiento sobre la pieza.

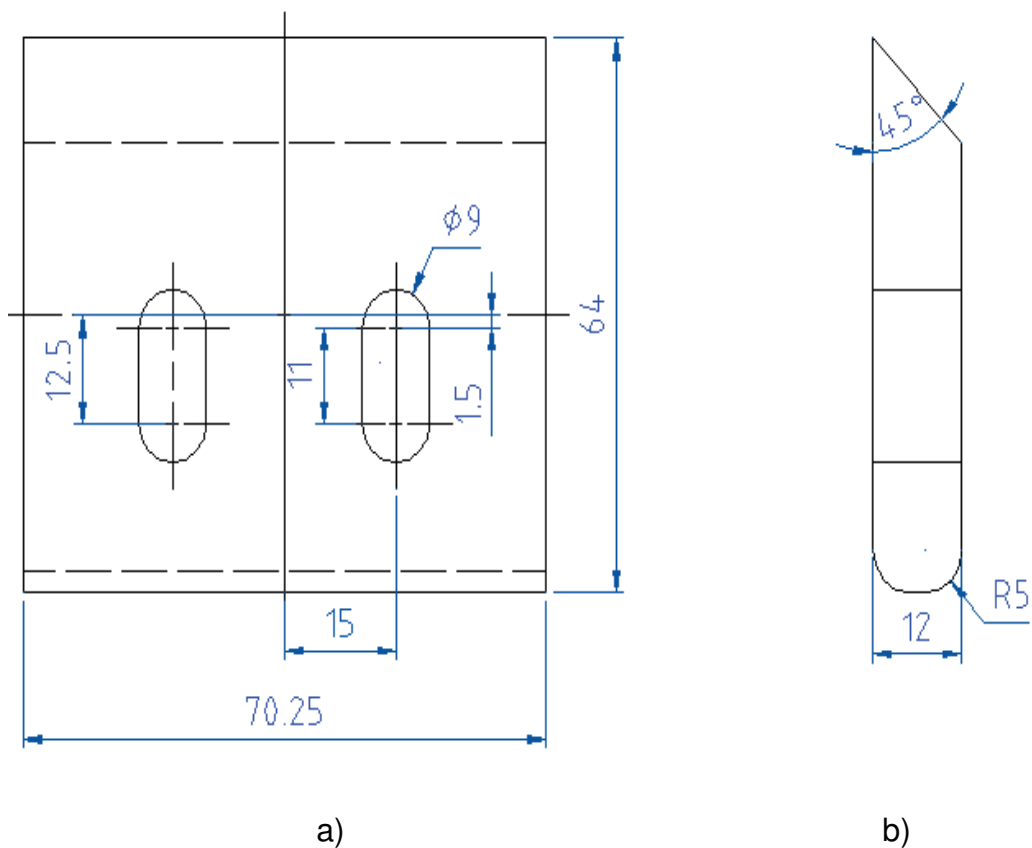


Figura 3.13 Plano de cuchilla móvil a) vista frontal y b) vista lateral

En las Figuras 3.14 y 3.15 se muestran fotografías de las cuchillas móviles, antes y después de ser afiladas a 45 grados respectivamente.

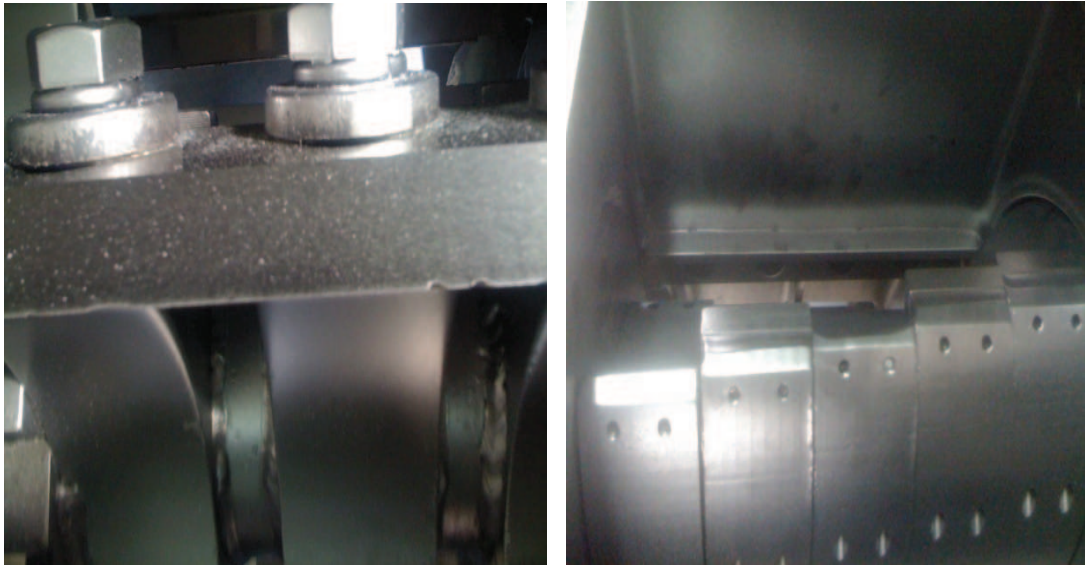


Figura 3.14. Fotografías de cuchillas móviles antes de ser afiladas al ángulo de 45°

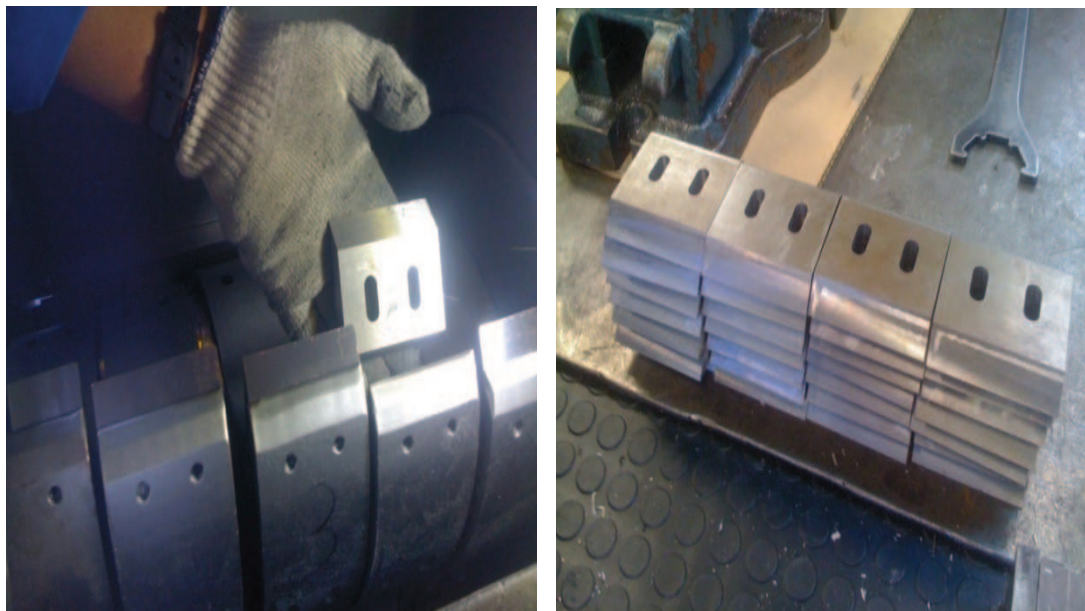


Figura 3.15. Fotografías de cuchillas móviles después de ser afiladas al ángulo de 45°

La cuchilla estacionaria se sitúa horizontalmente debido a su posicionamiento de fábrica en el molino, forma un ángulo de 30° a 45° con la cuchilla móvil que esta acoplado al rotor para realizar el trabajo de corte, en la Figura 3.16 se muestra el posicionamiento establecido por el fabricante de la cuchilla móvil respecto a la cuchilla estacionaria.

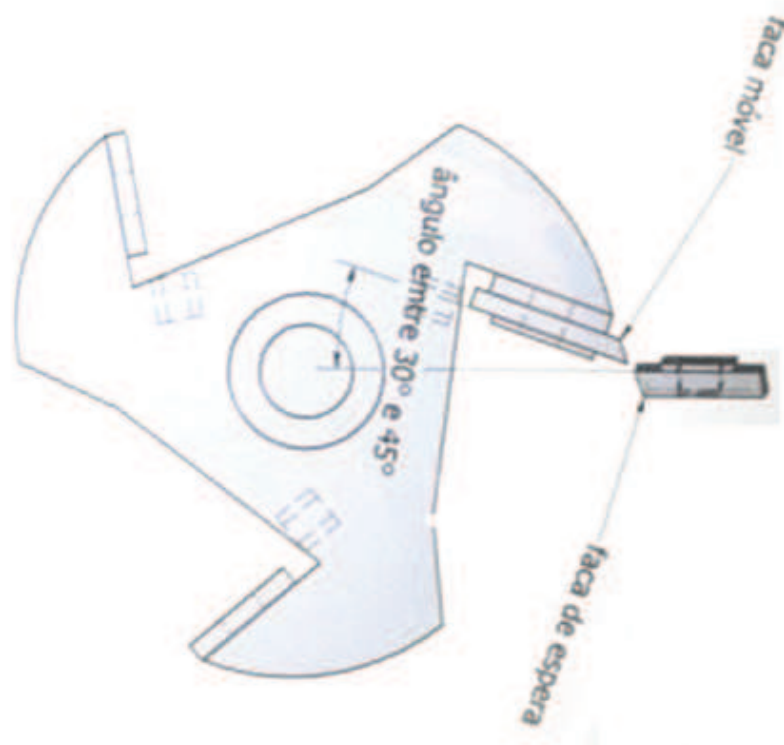


Figura 3.16. Ángulo de corte entre cuchilla móvil y cuchilla estacionaria

(Loja, 1990, p. 14)

El trabajo diario del molino desgasta las cuchillas y pierden el ángulo de corte, razón por la cual es necesario disponer de los planos de las cuchillas móviles y estacionarias para garantizar su repetitividad, el detalle de los planos se muestran en el Anexo IV.

En las Figuras 3.17 y 3.18 se muestran fotografías de las cuchillas estacionarias, el antes y después de ser fabricadas a 45° respectivamente.



Figura 3.17. Fotografías de cuchillas móviles antes de ser afiladas al ángulo de 45°

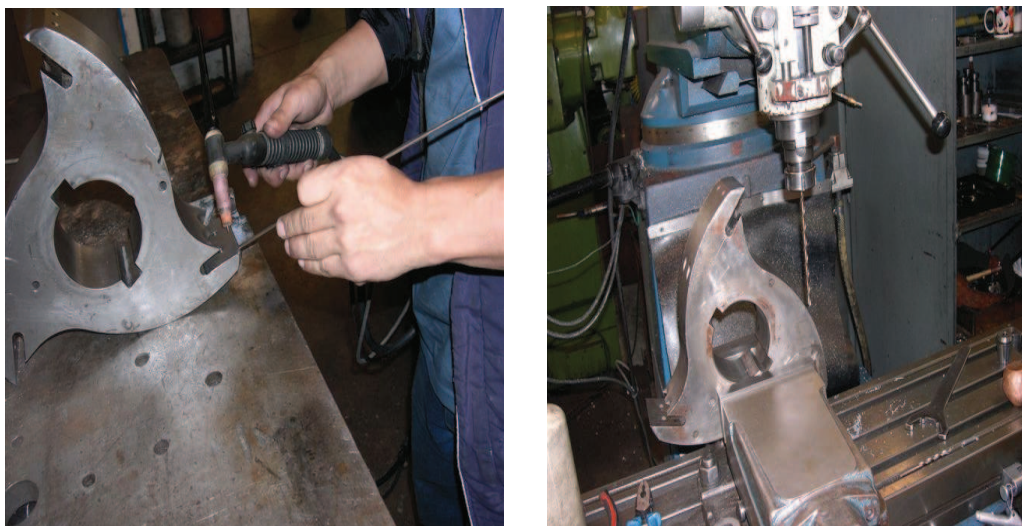


Figura 3.18. Fotografías de cuchillas móviles después de ser afiladas al ángulo de 45°

3.18.1.3 Material de cuchillas

El material utilizado para la fabricación de cuchillas es el es K110 o llamado D2 según norma AISI. Este acero al carbono fue seleccionado por su aceptabilidad para realizar tratamientos térmicos, como el temple para aumentar su dureza y tenacidad hasta HRC 64, necesarios para que las cuchillas aumenten su resistencia al desgaste y que el molino conserve el ángulo de corte el mayor tiempo posible, en el Anexo V se especifica la composición y características del material utilizado.

3.18.1.4 Afilado de las cuchillas

Se realizó el afilado de las cuchillas móviles debido a que el filo se pierde o disminuye por acción del trabajo, el afilado influye en la proliferación del ruido y polvo en el área de trabajo, si el afilado en la punta es pequeño se puede trabajar con materiales frágiles, sin que produzca tanto ruido y, si el afilado en la punta es grande se emplea para cortar materiales suaves y tenaces, por lo general se utiliza un afilado estándar promedio que evita el desgaste de la herramienta y es aplicable a la mayoría de los materiales, en la Figura 3.19 se muestran las fotografías del afilado de las cuchillas mediante una rectificadora automática.



Figura 3.19. Fotografías de rectificación de cuchillas

3.18.1.5 Espaciamiento de cuchillas

El ajuste del espaciamiento entre cuchilla fija y móvil es importante, porque en la mayoría de los casos, cuando se saca filo a las cuchillas de los rotores, su tamaño se reduce y, por lo tanto, se acorta el ángulo de corte. Para mantener un espaciamiento entre cuchillas óptimo normalmente de 1 a 2 decimas de milímetro, es necesario ajustar la cama de cuchillas estacionaria acercándolas al rotor.

Las piezas de material molido grandes pueden obstruir los huecos de la malla, reduciendo así la capacidad del molino y aumentando la generación de finos y polvo porque una menor área de la malla esta operativa, la Figura 3.20 y Figura 3.21 se muestran fotografías del espaciamiento que existe entre la cuchilla móvil y la estacionaria.



Figura 3.20. Espaciamiento de cuchillas móviles



Figura 3.21. Espaciamiento de cuchillas estacionarias

3.18.1.6 Regulación de cuchillas

Las cuchillas regulables en el rotor permiten mantener los espaciamientos entre ellas, debido a esto se logra que el tamaño de material molido sea regulable en tamaño y forma, que al re-utilizarlo en el proceso de inyección no de problemas de operación.

La Figura 3.22 muestra las diferencias del tamaño de grano de la materia prima, la cual depende de la regulación de las cuchillas, en a) el tamaño de partícula molida es uniforme, sin polvos finos y, en b) la partícula molida es irregular con formación de polvos finos

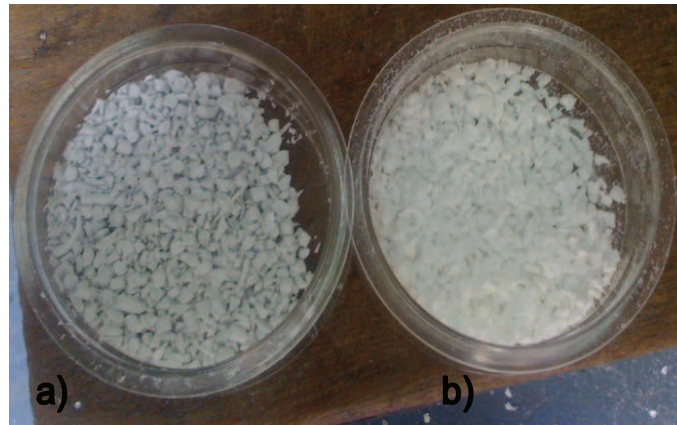


Figura 3.22. Fotografía de las diferencias en tamaño de grano de la materia prima

3.18.2 MANTENIMIENTO DE MOLINOS

Muchos de los accidentes o incidentes que ponen en riesgo la seguridad en el trabajo son provocados por la falta de mantenimiento preventivo en los herramientas y equipos utilizados. Además el mantenimiento preventivo prolonga la vida útil y el buen funcionamiento de los molinos, en el Anexo VI se muestran fotografías que ilustran el antes y después de realizar el mantenimiento de los elementos mecánicos que forman parte de los molinos.

El mantenimiento tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento del equipo, con lo que se evita el desgaste de los elementos mecánicos y la revisión de las seguridades del equipo.

El Plan de Mantenimiento Preventivo de los molinos se muestra en el Anexo VI, el cual constituye una acción, o serie de acciones necesarias, para alargar su vida útil.

3.19 IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS SELECCIONADAS EN LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN EL MEDIO DE TRANSMISIÓN

Cuando las medidas de prevención de riesgos no son suficientes para la eliminación o reducción del riesgo, la segunda medida de actuación sobre el riesgo es en el medio de transmisión, a continuación se detallan algunas acciones tomadas.

3.19.1 ORDEN Y LIMPIEZA

Se lo realizaba mediante la acción que ejerce la fuerza neumática de un chorro de aire a elevada presión, que al limpiar los molinos choca contra las paredes del área de trabajo, lo cual genera excesivo ruido y una nube de polvo en el ambiente.

El orden y la limpieza se implantó como actividad diaria en el área de molinos al término de cada jornada laboral. Además se tomaron dos acciones, las cuales fueron, colocar racores o silenciadores de mangueras neumáticas para disminuir el ruido en 30 dB(A) y se sustituyó el soplado por la aspiración del material particulado, así se evitó que se transmita el riesgo en el ambiente. Las Figuras 3.23 y 3.24 ilustran el antes y el después de establecer normas de orden y limpieza, además se cambió el método recolección del polvo plástico.

El seguimiento de estas acciones se lo realiza mediante el Reporte de Calificación de orden y limpieza que se muestra en el Anexo VII.



Figura 3.23. Fotografías del orden y la limpieza antes de establecer normas y registros



Figura 3.24. Fotografías del orden y la limpieza después de establecer normas y registros

3.19.2 VENTILACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE MOLINOS

En el proceso de molienda de materiales plásticos el riesgo por concentración de partículas de polvo se generaba principalmente en las actividades de limpieza, con un valor promedio de $22,43 \text{ mg/m}^3$ superior al límite aceptable de 10 mg/m^3 , esta actividad se realizaba en cada cambio de materia prima a ser procesada, la actividad de limpieza contaminaba el ambiente de trabajo, por lo cual era necesario sustituir por medio de la ventilación general el aire contaminado por aire fresco.

En la Figura 3.25 y Figura 3.26 se indican fotografías de las mejoras que tiene el área de molino en la actividad de limpieza.

MOLINO 1



Figura 3.25. Fotografía de la limpieza
molino 1

MOLINO 2



Figura 3.26. Fotografía de la limpieza
molinos 2

3.20 DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN EL ÁREA DE MOLINOS

Como se estableció en la sección 1.9.2 el medio para la extracción del contaminante en el área de molinos es por ventilación general, debido a que el polvo plástico no es tóxico y su emisión es uniforme, además se encuentra localizado durante el proceso de la molienda, en la Figura 3.27 se esquematiza el sistema de ventilación de la cabina de molinos.

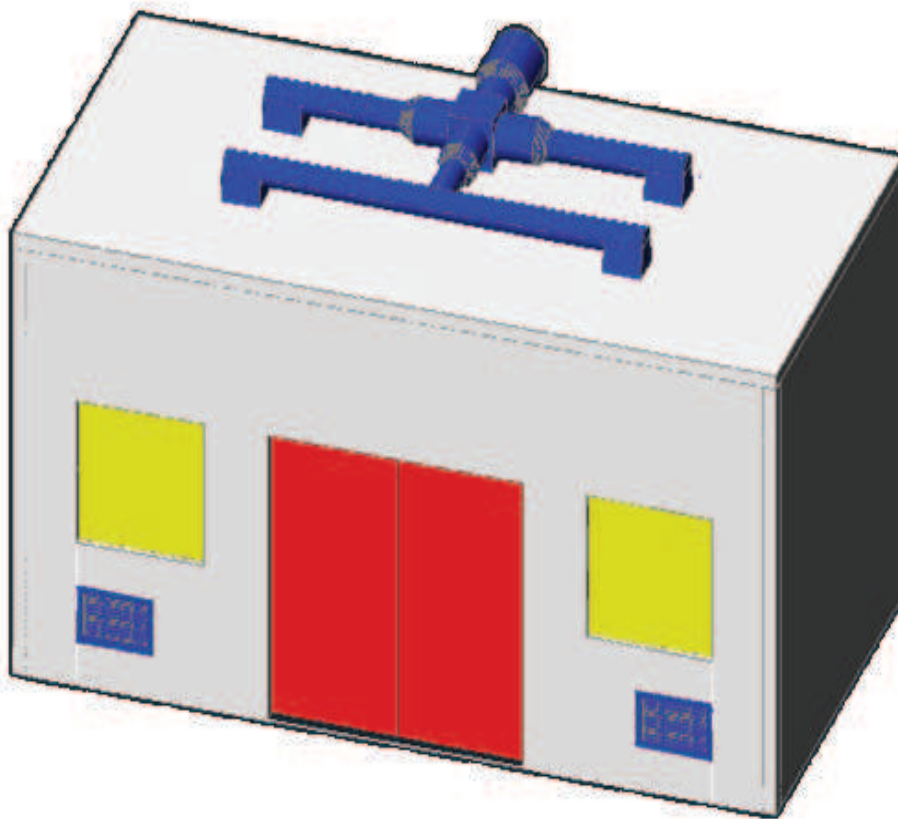


Figura 3.27 Representación esquemática de la cabina del cuarto de molinos

Para renovar el aire en el cuarto de molinos por ventilación general se recurrió al cálculo basado en la "Tasa de Renovación" que es el número de renovaciones o cambio de aire en el área de trabajo por hora, el método sustituye el aire contaminado por aire limpio. Este valor numérico se encuentra establecido en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Renovaciones de aire por hora en locales habitados

RENOVACIÓN DEL AIRE EN LOCALES HABITADOS	Renov./hora (N)
Catedrales	0,5
Iglesias modernas (techos bajos)	1 - 2
Escuelas, aulas	2 - 3
Oficinas de Bancos	3 - 4
Cantinas (de fábricas o militares)	4 - 5
Hospitales	5 - 6
Oficinas generales	5 - 6
Bar de hotel	6 - 8
Restaurantes lujosos (espaciosos)	5 - 6
Laboratorios (con campanas localizadas)	6 - 8
Talleres de mecanizado	5 - 10
Tabernas (con cubas de vinos presentes)	10 - 12
Fábricas en general	5 - 10
Salas de juntas	5 - 8
Aparcamientos subterráneos	6 - 8
Salas de baile clásico	6 - 8
Discotecas	10 - 12
Clubs privados (con fumadores)	8 - 10
Cafés	10 - 12
Cocinas domésticas (mejor instalar campanas)	10 - 15
Teatros	10 - 12
Lavabos	13 - 15
Sala de juego (con fumadores)	15 - 18
Cines	10 - 15
Cafeterías y Comidas rápidas	15 - 18
Cocinas industriales (indispensable usar campana)	15 - 20
Lavanderías	20 - 30
Fundiciones (sin extracciones localizadas)	20 - 30
Tintorerías	20 - 30
Obradores de panadería	25 - 35
Naves industriales con hornos y baños (sin campanas)	30 - 60
Talleres de pintura (mejor instalar cabinas o campanas)	40 - 60

Fuente: ASHRAE, 1995, p.45

Para realizar el cálculo se determinó primero el volumen del área de molinos, multiplicando el largo por el ancho y por el alto como se indica en la ecuación 3.1.

$$V = L \times A \times H \quad [3.1]$$

$$V = 6\text{m} \times 3\text{m} \times 3\text{m}$$

$$V = 54 \text{ m}^3 = 1\,906,99 \text{ ft}^3$$

Donde:

V: Volumen del área en ft^3

L: Largo (m)

A: Ancho (m) y,

H: Alto (m).

Se seleccionó de la Tabla 3.5 la tasa de renovación de aire (N), que indica para espacios industriales una renovación de 30 a 60 renovaciones por hora, estos valores se multiplicaron por el volumen y se obtuvo el caudal (Q) máximo y mínimo necesario para la extracción del aire contaminado, mediante la ecuación 3.2.

- Mínimo caudal para extraer el aire contaminado

$$Q_{\min} = V \times N \quad [3.2]$$

$$Q_{\min} = 1\,906,99\text{ft}^3 \times 30 \frac{\text{rev}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$Q_{\min} = 953,49 \text{ cfm}$$

- Máximo caudal para extraer el aire contaminado

$$Q_{\max} = V \times N$$

$$Q_{\max} = 1\,906,99 \text{ ft}^3 \times 60 \frac{\text{rev}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$Q_{\max} = 1\,906,99 \text{ cfm}$$

Donde:

Q_{\max} : Caudal máximo de aire en CFM

Q_{\min} : Caudal mínimo de aire en CFM

Se seleccionó el caudal máximo por seguridad de que el contaminante por polvo sea extraído el área de trabajo y se aproximó a 2 000 CFM para efectos del cálculo.

3.8.1 CAÍDA DE PRESIÓN

Para conocer en qué condiciones funciona el ventilador es necesario identificar las pérdidas por caída de presión que se generan en el sistema de extracción, en la Tabla 3.6 se determina la caída de presión total que en el sistema de extracción se tiene.

Tabla 3.6. Caída de presión por accesorios área de molinos

ACCESORIO	CFM	FPM	Vp	V _{c,s,b;} C	dP
TRANSICIÓN R (16" A 12")	2 000	1 351,59	0,11	0,24	0,03
CODO90 (16")	2 000	1 351,59	0,11	0,20	0,02
TEE	2 000	1 351,59	0,11	0,01	0,01
TEE	2 000	1 351,59	0,11	0,01	0,01
TRANSICIÓN .R (12" A 8")	1 000	1 138,03	0,08	0,01	0,01
TEE	1 000	1 138,3	0,08	0,01	0,01
REJILLA	500	958,21	0,06		0,00
DUCTO				0,12	0,02
DESCARGA					0,00
Filtro	2 000	1 147,66	0,08		1,00
				SUMA	1,10
FACTOR SEGURIDAD	10%				0,11
				TOTAL	1,21

3.8.2 SELECCIÓN DEL EXTRACTOR DE LA CABINA DE MOLINOS

El ventilador de extracción del polvo plástico fue seleccionado por medio de la Figura 3.28, en la cual se observó que el tipo de ventilador adecuado para el área de molinos son los ventiladores centrífugos que se caracterizan por mover caudales bajos pero a elevada presión.

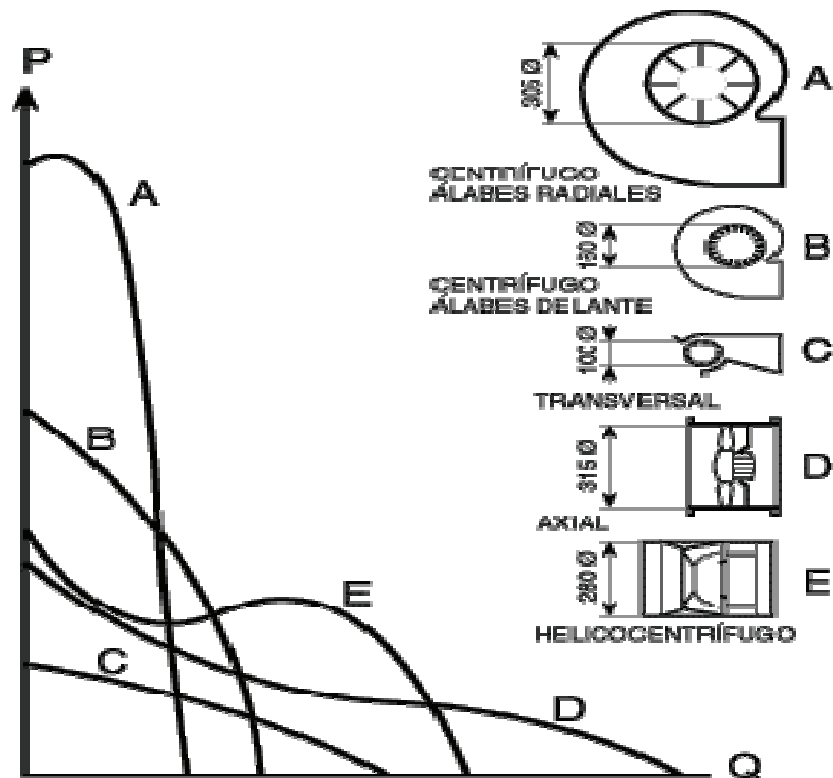


Figura 3.28. Curvas características de los tres tipos de extractores de ventilación (P vs Q)

(Soler & Palau, 2002, p.5)

Mediante el programa EASYVENT 1.8 de la empresa Soler&Palau uno de los mayores fabricantes en el ámbito de la ventilación, se seleccionó el extractor centrífugo con la aplicación de parámetros como caudal, pérdidas por caídas de presión y altura de la ciudad de Quito respecto al nivel del mar.

En el anexo VIII se indica el desarrollo para la selección del extractor centrifugo modelo CET- 4 000 por su potencia de 1,5 HP, sus dimensiones y disponibilidad en el mercado nacional.

3.8.3 CÁLCULO DE DUCTOS Y ACCESORIOS

Con la selección de caudal máximo de 2 000 CFM para la extracción del polvo y el volumen de conducto constante de 1 500 FPM, se obtuvo para la sección A un ducto circular de 8" de diámetro, para la sección B ducto circular de 12" y para la sección C ducto circular de 16". La selección del diámetro de ductos, transiciones y codos se muestra en el Anexo IX según su caudal y velocidad de conducto se obtuvo los siguientes resultados.

En la Figura 3.29 se muestran las diferentes secciones A, B y C seleccionadas para el sistema de ventilación de los molinos.

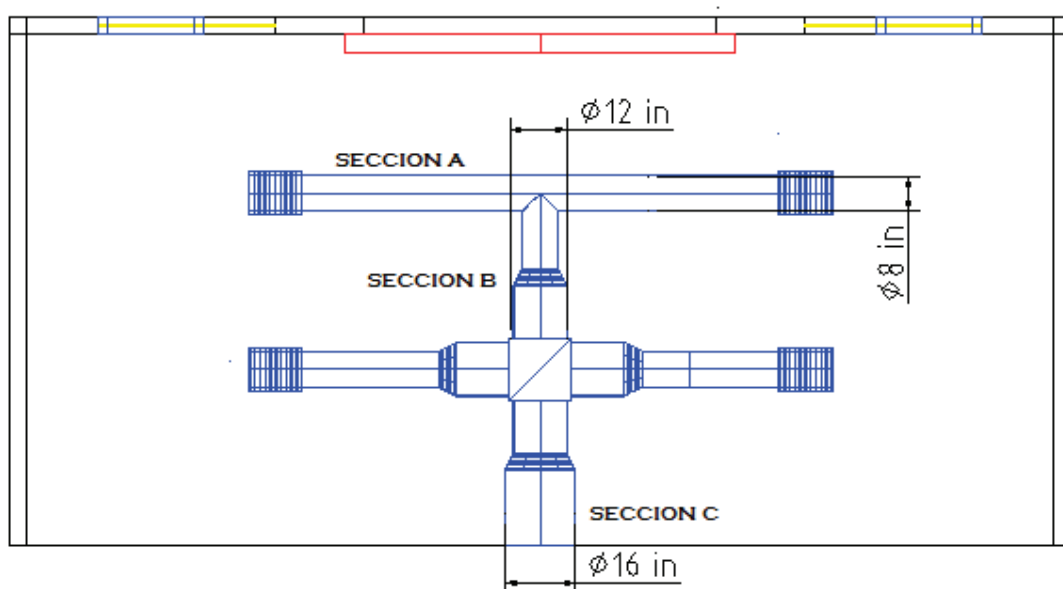


Figura 3.29. Esquema del sistema de ventilación del área de molinos

3.8.4 VELOCIDAD DE TRANSPORTE POR ACCESORIOS

En la Tabla 3.7 se indican las velocidades a la que se transporta el aire en las diferentes secciones A, B y C de las tuberías del sistema de ventilación, se establecieron los valores de diámetro de ductos de la sección 3.8.3, que dio como resultado que la velocidad promedio de transporte constante es de 1 500 FPM.

Tabla 3.7. Velocidad de transporte del aire en función del diámetro del conducto

Diámetro	Radio	Radio	Área	Caudal	Volumen
(pulg)	(pulg)	(ft)	(ft²)	(CFM)	(FPM)
8	4	0,3300	0,3491	500	1 432
12	6	0,5000	0,7854	1 000	1 273
16	8	0,6700	1,3963	2 000	1 432

En el Anexo X se incluyen los planos para la construcción del sistema de ventilación.

3.8.5 CÁLCULO DE REJILLAS

La selección de las rejillas se determinó por el caudal y la velocidad de transporte que circule sobre ellas, el diseño muestra cuatro rejillas en las que se distribuyen el caudal máximo del ventilador centrífugo que es de 2 000 CFM, es decir que en cada rejilla circula un caudal medio de 500 CFM.

El Manual Return Air Grille recomienda velocidad del transporte en relación a la actividad que se trabaje y lo clasifica por el nivel de ruido que genere el roce del aire con las rejillas.

Para fábricas la velocidad de transporte en las rejillas tiene un mínimo de 700 FPM (la operación no produce ruido) y tiene un valor promedio de 1 500 FPM que es aconsejable para la mayoría de las instalaciones, en el anexo de los ductos se muestra el tamaño de rejillas en relación al caudal y velocidad de transporte.

3.9 APANTALLAMIENTO ABSORBENTE DEL SONIDO Y CONFINAMIENTO DEL POLVO

El área de molinos es un espacio abierto en el interior de planta productiva, debió a ello los riesgos por contaminación de polvo y ruido son transmitidos al ambiente en general de la empresa y afectan al personal de otras secciones que circulan por los alrededores del molino. En la Figura 3.30 se muestra el diseño de la cabina de pintura, conforme al espacio que ocupan los 2 molinos. Se consideró las siguientes dimensiones para la cabina de molinos:

- Altura de 3 m,
- Largo de 6 m y,
- Profundidad 3 m

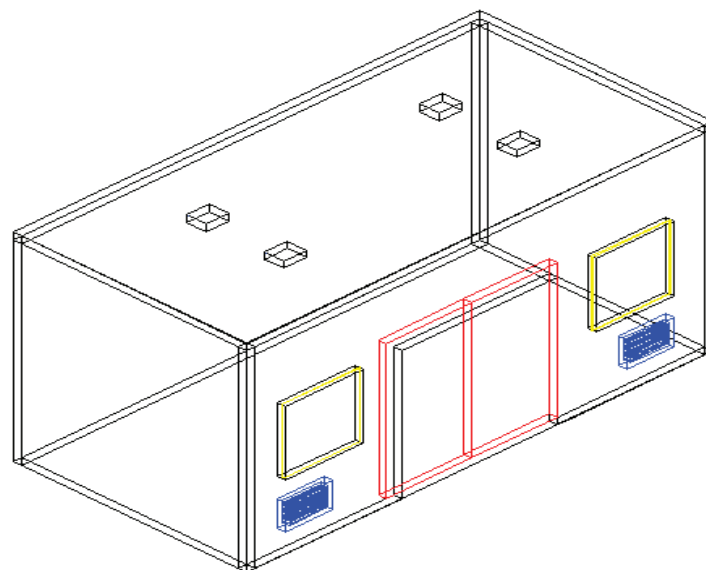


Figura 3.30. Esquema representativo del diseño para la cabina de molinos

Además de las dimensiones de la cabina de molinos fue necesario determinar los materiales y sus espesores que garanticen la atenuación de presión sonora a niveles inferior al límite máximo aceptable de 85 dB(A), para ello se determinó el nivel de reducción de ruido requerido (NR) y la pérdida de transmisión de ruido por el material (TL_{mat}).

3.9.1 SELECCIÓN DEL NIVEL DE REDUCCIÓN (NR)

El nivel de reducción de ruido (NR) se seleccionó en función del mayor nivel de exposición diario equivalente de ruido que fue 102,5 dB(A) medido en el proceso de limpieza. Además se consideró un factor de seguridad mediante la selección de un (NR) más alto del que se necesitaba. En la Tabla 3.8 se seleccionó el (NR) de 60 requerido por la empresa.

Tabla 3.8. Nivel de presión sonora en bandas de octava (dB)

NR	Frecuencias centrales (Hz)								
	31,5	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
45	86,0	71,0	61,1	53,6	48,6	45	42,2	40,0	38,3
50	92,9	75,0	65,5	58,5	53,5	50	47,2	45,2	43,5
55	89,4	78,9	69,8	63,1	58,4	55	52,3	50,3	48,6
60	96,6	82,9	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	103,1	90,8	82,9	77,1	73,0	70	67,5	65,7	64,1
75	106,5	94,7	87,2	81,7	77,9	75	72,6	70,8	69,2
80	109,9	98,7	91,6	86,4	82,7	80	77,7	75,9	74,4
85	113,3	102,6	95,9	91,0	87,6	85	83,8	81,0	79,5
90	116,7	106,6	100,3	95,7	90,5	90	87,8	86,2	84,7
95	120,1	110,5	104,6	100,3	97,3	95	92,9	91,3	89,8
100	123,5	114,5	109,0	105,0	102,2	100	98,0	96,4	95,0

Fuente: Palácio, 2007, p. 20

Con estos valores de presión sonora para cada establecidos para el NR de 60, se calculó el valor de presión sonora diario equivalente (LAeq, d) requerido en el interior de la cabina de molinos, el cual fue de 66,1 dB(A), como se muestra a continuación en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9. Nivel diario equivalente para un NR 60

f(Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Lp	74,20	67,80	63,20	60,00	57,40	55,40
Atenuación	-16,10	-8,90	-3,20	0,00	1,10	1,00
Leq	58,10	58,90	60,00	60,00	58,50	56,40
LAeq s. dB (A)	66,16					

El valor obtenido de 66,1 dB(A) de presión sonora diaria equivalente, es mucho menor al valor inicial determinado en la sección 3.1.5 que fue en la actividad de limpieza de 102,5 dB(A), por lo cual el NR se encuentra bien seleccionado y con un factor amplio de seguridad.

3.9.2 SELECCIÓN DE MATERIALES Y CONSIDERACIONES DE MEDICIÓN

Como material base para el encerramiento de paredes y techo se seleccionó madera sólida enlucida con yeso con un peso aproximado 7 kg/m², materiales disponibles en el mercado, maquinables y de bajo costo. En la Tabla 3.10 se muestra el área de cada sección de la cabina de molinos según su largo, ancho y profundidad.

Tabla 3.10. Secciones y áreas de la cabina de molinos

Sección	Material	Área (m²)
Suelo	Hormigón	18
Techo	Madera sólida y enlucida con Yeso	18
Paredes	Madera sólida y enlucida con Yeso	45
Ventanas y puerta	Vidrio	7
Total		88

3.9.3 PÉRDIDA POR TRASMISIÓN DE MATERIAL (TL_{mat})

Los materiales aislantes tienen un valor máximo de atenuación al ruido, que depende principalmente del tipo de material que se utilizó, así como de sus espesores. Por ello se calculó cual es esa pérdida de transmisión de la presión sonora a través de las paredes y techo en la cabina de molinos. La efectividad de los materiales seleccionados se determina si la pérdida de transmisión por el material (TL material) es mayor a la pérdida de transmisión de lo requerido (TL requerido).

3.9.3.1 Cálculo del alfa promedio (α')

Se midió el nivel de presión sonora reducida en el área de trabajo recubierto con material acústico y con la determinación de las áreas de cada uno de las estructuras que componen el sistema de insonorización, con su respectivo α' promedio de acuerdo a cada una las frecuencias con el uso de la ecuación 3.3 (Palácio, 2007, p. 20).

$$\alpha' = \frac{A_i}{S_t} = \frac{\sum S_i \alpha_i}{S_t} \quad [3.3]$$

Donde:

A_i: Es el área de cada superficie del cuarto de molinos

Tabla 3.11. Cálculo del alfa promedio (α') en cada sección del área de molinos

Frecuencias	f(Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
SUELO	α_s	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
	$A_s * \alpha_s$	0,18	0,18	0,36	0,36	0,54	0,54	0,54
TECHO	α_t	0,04	0,06	0,06	0,08	0,05	0,06	0,06
	$A_t * \alpha_t$	0,72	1,08	1,08	1,44	0,9	1,08	1,08
PAREDES	α_p	0,04	0,06	0,06	0,08	0,05	0,06	0,06
	$A_p * \alpha_p$	1,80	2,70	2,70	3,60	2,25	2,70	2,70
Vidrio	α_v	0,17	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
	$A_v * \alpha_v$	1,19	0,49	0,28	0,21	0,21	0,14	0,14
	α'	0,04	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05

Con el α' promedio se calculó la pérdida de transmisión del material escogido vs la pérdida de transmisión necesaria para cumplir con los niveles de reducción deseados. Se determinó que la pérdida de transmisión del ruido por material fue mayor que la pérdida de transmisión deseada, por lo cual el material seleccionado fue el adecuado para el encerramiento, en los siguientes literales se exponen los cálculos para las pérdidas de transmisión de ruido por el material.

3.9.3.2 Cálculo de la pérdida por transmisión del material (TL mat)

En Palácio, 2007, pp. 20-23, se citan expresiones de la 3.3 a 3.8, que se utilizaron para encontrar las pérdidas de transmisión de ruido por el material a diferentes frecuencias.

La ecuación 3.4 se utilizó para calcular la potencia sonora en el centro del cuarto de molinos a partir de los valores de la medición antes de gestionar el riesgo, los cuales se indican en la TABLA AIII.1.

$$L_w = L_p + 20 \log(r) - 2,3 \quad [3.4]$$

La constante de salón es la relación entre la energía absorbida y la energía reflejada por los materiales de la cabina de molinos, se indica con la expresión 3.5.

$$R = \frac{St \alpha'}{1 - \alpha'} \quad [3.5]$$

El nivel de presión en encerramiento interno de la cabina de molinos se establece con la ecuación 3.6.

$$L_{enc} = L_w + 10 \log\left(\frac{Q}{4 * \pi * r^2} + \frac{4}{R}\right) - T \quad [3.6]$$

Donde:

- El factor de direccionalidad es $Q = 2$
- La distancia a la fuente de ruido es $r = 1\text{m}$ (3,28 ft)
- El factor de corrección $T = -1,2$ ($B=595\text{ mmHg}$ y $^{\circ}T = 18^{\circ}\text{C}$)

El nivel de reducción de ruido en el interior de los molinos se obtuvo mediante la ecuación 3.7.

$$NR = L_{enc} - NR \text{ (figura 3.31)} + 5 \quad \mathbf{[3.7]}$$

Para el cálculo de la pérdida por transmisión requerida (TL requerido) en el interior de los molinos se utilizó la ecuación 3.8.

$$TL_{req} = NR + 10 \log(0,25) \quad \mathbf{[3.8]}$$

La expresión 3.9 se utilizó para el cálculo de la pérdida por transmisión del material (TL material) como es la madera sólida enlucida con yeso.

$$TL_{material} = 20 \log(M * F) - 47 \quad \mathbf{[3.9]}$$

Donde:

M = Masa del material y,

F= Frecuencia

El desarrollo de estas ecuaciones con los valores anteriormente señalados se compiló la siguiente Tabla 3.12 con los siguientes resultados:

Tabla 3.12. Pérdida de transmisión por el material madera sólida enlucida con yeso
(TL_{mat})

f(Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
L _p dB (A)	59,100	73,300	84,100	82,100	84,200	87,300	76,000
L _w	67,117	81,317	92,117	90,117	92,217	95,317	84,017
α'	0,044	0,051	0,050	0,064	0,044	0,051	0,051
R	4,070	4,687	4,654	5,992	4,081	4,698	4,698
L _p encerr	68,307	81,904	92,734	89,658	93,396	95,894	84,594
NR 60	74,200	67,800	63,200	60,000	57,400	55,400	53,800
NR	-0,893	19,104	34,534	34,658	40,996	45,494	35,794
TL req	-6,913	13,083	28,514	28,637	34,975	39,473	29,773
TL material	11,840	17,861	23,881	29,902	35,923	41,943	47,964

De acuerdo a lo expuesto en la tabla 3.10 el recubrimiento es efectivo para garantizar el control de emisión de ruido de la planta, puesto que el TL material es mayor en todas las frecuencias que el TL requerido.

En el Anexo XI se indican los planos para la construcción de la cabina de molinos, incluyendo los materiales a ser usados como la pared de madera sólida enlucida con yeso, seleccionada por su buen coeficiente de absorción del ruido y adecuadas para la limpieza.

3.10 IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS SELECCIONADAS EN LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN EL RECEPTOR

Debido a que las medidas de prevención de riesgos no fueron suficientes para la eliminación o reducción de los contaminantes en la fuente y/o en el medio, se adoptó medidas en el trabajador, como último recurso de atenuación del ruido y del contaminante químico.

3.10.1 FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO AL TRABAJADOR

Proveer la formación sistemática a todo el personal que labore en el área en función de los factores de riesgo presentes. La capacitación debe tener secuencia lógica y progresiva, además debe proporcionar herramientas para desarrollar la práctica necesaria para realizar correctamente el trabajo, en el Anexo XII se muestra el Plan de Capacitación Anual de la empresa, e incluye la formación en seguridad y salud de los trabajadores en el área de molinos.

Como resultado de la capacitación el personal tuvo menos paras de trabajo por permisos atribuibles a su salud auditiva, disminuyeron los errores de producción en el área de molinos, lo que provocó el aumento de producción entre un 15% al 18 % del material procesado al mes.

3.10.2 DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE EXPOSICIÓN

Basados en la sección 1.1, se tomaron acciones preventivas para disminuir los tiempos de exposición a los contaminantes de polvo y ruido en el lugar de trabajo. Por ello se establecieron las Tablas 3.13 y 3.14, que indican el tipo de material y el tiempo máximo de trabajo en los molinos, al que pueden ser procesados los diferentes materiales según el tipo riesgo por ruido o polvo para una jornada laboral de 8 h.

En referencia a los riesgos de ruido y contaminación por material particulado, tal como se muestran en las Tablas 3.13 y 3.14. Los materiales termoplásticos denominados poliolefinas solo pueden ser procesados durante 4 h al día, para los poliestirenos el trabajo se lo hará por 2 h y para los materiales de ingeniería la molienda se reduce a 2 h diarias, estos tiempos se establecieron para proteger la salud del trabajador cuando la jornada laboral es de 8 horas como se lo realiza en la empresa.

Tabla 3.13. Valores de ruido en dB(A) medidos en la zona de molinos en función del material y tiempo de exposición máximo en la jornada laboral

AREA DE TRABAJO	FAMILIA	MATERIAL	ABV.	CARACTERISTICA	RIESGO	MEDIDO	TIEMPO DE TRABAJO MAX. HORAS	TLV					
					RUIDO	DB (A)		DB (A)	Hr				
ZONA INTERNA DE MOLINOS	POLECETINAS	POLIPROPILENO COPOLIMERO	PPC	SUAVE FLEXIBLE	MEDIO	86	4	90	4				
			PPH										
			PAD										
		POLIETILENO ALTA DENSIDAD	POLIETILENO BAJA DENSIDAD					IBD		SUAVE FLEXIBLE	BAJO	82	90
								PVC					
								ABS					
	POLIESTIRENOS	ALTO IMPACTO EXTRUSION	PAI	RIGIDO FRAGIL	ALTO	88	2	90	2				
			PAE										
			PQP										
	MATERIALES DE INGENIERIA	POLIBUTILENO TEREFTALATO SIN FIBRA	PBT 325	RIGIDO FIBROSO	ALTO	91	2	95	2				
			POLIBUTILENO TEREFTALATO CONFIBRA										
			BPT 815										
LIMPIEZA	TODOS LOS MATERIALES				ALTO	94,9	2	95	2				

Tabla 3.14. Valores de concentración de polvo medidos en la zona de molinos en función del material y tiempo de exposición máximo en la jornada laboral

AREA DE TRABAJO	FAMILIA	MATERIAL	ABV.	CARACTERÍSTICA	RIESGO		MEDIDO mg/m ³	TIEMPO DE TRABAJO MAX HORAS	TLV	
					RUIDO				mg/m ³	Hr
ZONA INTERNA DE MOLINOS	POLIOLEFINAS	POLIPROPILENO	PPC	SUAVE FLEXIBLE	BAJO	9,08	8	10	8	
		COPOLIMERO								
		POLIPROPILENO	PPH							
		HOMO/POLIMERO								
		POLIETILENO ALTA DENSIDAD	PAD							
		POLIETILENO BAJA DENSIDAD	IBD							
		CLORURO DE POLIVINILO	PVC	SUAVE FLEXIBLE	N/A	0		10		
		ACRIL/OBTADIENO ESTIRENO	ABS							
		POLIESTIRENOS	PAI PAE PEP	RIGIDO FRAGIL	MEDIO	5,94	8	10	8	
		MATERIALES DE INGENIERIA	POLIETILENO TEREFTALATO SIN FIBRA	PBT 325	RIGIDO	ALTO	13,58	4	10	8
			POLIETILENO TEREFTALATO CON FIBRA	BPT 815	RIGIDO FIBROSO					
LIMPIEZA	TODOS LOS MATERIALES				ALTO	PROM: 8,81 MAX: 14,57	2	10	8	

3.10.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPI'S)

El equipo de protección individual debe ser destinado para que proteja al trabajador de varios riesgos que pueden amenazar a su seguridad o salud en el ambiente laboral; su selección fue determinada en las siguientes secciones mediante cálculos y selección técnica, considerando los valores admisibles o tolerables para el trabajador, establecidos por norma denominados TLV'S.

3.10.3.1 Protección auditiva

La selección del Equipo de Protección Individual (EPI), para el riesgo por ruido fue en base al método de atenuación de bandas de octava y con el nivel de exposición diario equivalente. Si un trabajador está expuesto a "m" distintos tipos de ruido y, a efectos de la evaluación del riesgo, se analizó cada uno de ellos separadamente, el nivel de exposición diario equivalente fue calculado con la expresión 3.10 (Floría, 2006, p. 87).

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \sum_{i=1}^{i=m} 10^{\frac{(L_{Aeq,d})_i}{10}}$$

[3.10]

La Tabla 3.15 muestra como resumen los valores del nivel diario equivalente ($L_{Aeq, d}$) obtenidos en las 6 mediciones de ruido. Como se puede observar en 4 de los escenarios de trabajo se supera el valor límite de exposición diario de 85 dB(A), en especial en el proceso de limpieza cuyo valor fue de 102,5 dB(A), este valor es intolerable para el trabajador. Además en la tabla se indica la variación del nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq, d}$) en diferentes zonas de molinos cuando se utiliza el equipo de protección personal, el cual es menor a los valores medidos sin el uso del equipo.

Tabla 3.15. Variación del nivel de exposición diario equivalente (LAeq,d) en diferentes zonas de molinos en función de la utilización de EPI'S

MOLINOS						
LUGAR DE MEDICIÓN	ANTES DE GESTIONAR LOS RIESGOS		DESPUÉS DE GESTIONAR LOS RIESGOS		TLV	Tiempo exposición max.
	sin EPI'S	con EPI'S	sin EPI'S	con EPI'S		
	ago-11	sep-11	sep-12	oct-12		
	LAeq dB(A)	LAeq dB(A)	LAeq dB(A)	LAeq dB(A)	LAeq dB(A)	Horas
Ruido en la parte media del cuarto de molinos	88,00	50,83	86,00	45,83	85,00	8
En el molino junto al operador	88,50	69,38	85,10	64,17	85,00	
Ingreso al cuarto de molinos	82,20	70,52	80,20	67,58	85,00	
Funcionando molino 1	83,80	64,80	81,10	54,20	85,00	
Limpieza de molinos	102,50	79,67	94,90	68,84	85,00	
Medición en la tarde	85,80	62,67	84,50	57,55	85,00	

Los cálculos para obtener el nivel de exposición diario equivalente (LAeq,d) en diferentes áreas del molino se incluyen en el Anexo XIII, además las cartas de atenuación del protector.

El protector auditivo fue seleccionado en función de los valores medidos en la Tabla 3.1, en la cual se indicó que el mayor nivel de riesgo al que el trabajador está expuesto fue en la actividad de limpieza, que tuvo el valor de 102,5 dB(A) y conforme a la normativa nacional el TLV es de 85 dB (A), por lo que fue necesario escoger el equipo de protección individual mostrado en la Figura 3.31 que tiene un nivel de reducción de ruido de 30 dB(A) con las siguientes características:

- Orejeras auditivas 3M Peltor Optime 105, Modelo H10A
- NRR: 30 dB (A). Datos de atenuación según ANSI S3.19-1974



Figura 3.31. Protector auditivo 3M Peltor Optime 105 con NRR 30 dB (A)
(3M Venezuela, 2012, p.5)

3.10.3.2 Protección respiratoria

La eficacia del equipo de protección respiratoria viene expresada de manera general por su factor de protección nominal, derivado de normas europeas que garantiza un equipo de protección individual adecuado en relación a la máxima concentración de uso y su valor límite de concentración (Menéndez, 2009, p.192).

La ecuación 3.11 indica la fórmula para el cálculo del factor de protección nominal.

$$FPN = \frac{\text{Máxima concentración}}{VLA}$$

[3.11]

Donde:

VLA: Es el valor umbral límite de exposición para el trabajador

FPN: Factor de protección nominal definido UNE-CR 529: 2003

Si la mayor concentración de material particulado es 25,35 mg/m³ obtenido en el proceso de limpieza, descrito en la Tabla 3.4 y el valor umbral limite es 10 mg/m³ para partículas inhalables entonces dividiendo estos valores el FPN es igual a 2,5.

Por otro lado se consideró las características de resistencia a la respiración del EPI, las cuales son definidas por el filtro que es utilizado, analizados los valores y ensayos para los filtros de polvo descritos, se determina que el filtro P3 es el que tiene la máxima resistencia a la inhalación y está disponible en el mercado nacional para su uso en la industria (Menéndez, 2009, p.189).

En la Tabla 3.16 se muestran varios equipos filtrantes y se selecciona un filtro para partículas con un factor de protección superior a 2,5.

Tabla 3.16. Factores de protección nominal (UNE-CR 529)

Equipo	Identificación	FPN
Mascarillas autofiltrantes para partículas	FFP1	4
	FFP2	12
	FFP3	50
Filtro de partículas con media mascara	P1	4
	P2	12
	P3	50
Filtro de partículas con mascara completa	P1	5
	P2	20
	P3	1 000
Equipo filtrante con ventilación asistida para partículas con casco o con capucha	THP1	10
	THP2	20
	THP3	500
Equipo filtrante de ventilación asistida para partículas con mascara completa	TMP1	20
	TMP2	100
	TMP3	2 000
Equipos autónomos de circuito abierto de aire comprimido con mascara completa y con presión positiva		50 000

Fuente: Menéndez, 2009, p.192

Se seleccionó el filtro de partículas con media máscara P3, Aprobado por la National for Occupational Safety And Health (NIOSH) de los Estados Unidos bajo especificación P100 de la norma 42CFR84 que es un filtro 3M 2091 diseñado para el máximo nivel de eficiencia del 99,97 % contra todas las partículas en aerosol, en la Figura 3.32 se observa el filtro P3 y respirador media cara seleccionados.



Figura 3.32. Filtro 3M 2091 P100 y respirador media cara silicón 3M
(3M Ecuador, 2012, p.5)

Las hojas técnicas de los filtros y respirador media cara se incluyen en el Anexo XIV.

3.11 EVALUACIÓN DE MEDIDAS IMPLEMENTADAS PARA REDUCIR EL RIESGO POR RUIDO

La eficacia de las medidas implementadas referidas a la revisión, ajuste y mantenimiento de equipos, barreras de protección, dotación de EPI'S entre otras, se realizó mediante una nueva medición de los niveles de ruido en el lugar de trabajo, se midió, evaluó y comparó los valores actuales con los determinados en la medición inicial. El propósito es evidenciar si las acciones tomadas en la fuente, medio y/o receptor han disminuido el riesgo de exposición ruido y, si estos valores no superan los valores límites tolerables que afectan al trabajador, valores que se muestran en el Anexo XV.

3.11.1 MEDICIÓN EN EL CENTRO DEL ÁREA DE MOLINOS

La medición se realizó en la parte media del cuarto de molinos, con los 2 molinos en operación normal, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la presión sonora en función de las frecuencias se representan en la Figura 3.33, en la cual se grafica el valor de 85 dB(A), que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador.

Para el análisis de resultados se comparó el valor de 85 dB(A) establecido como TLV, con valor actual del nivel diario equivalente (LAeq, d) que es 86 dB(A), el cual es superior al aceptado por la norma, pero es menor a los 88 dB(A) medidos para este escenario en la sección 3.1.1. Por los valores que se indican en la Figura 3.33 se demuestra que la implementación de las medidas de prevención y control fue efectiva para minimizar el riesgo por ruido. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AXV.1.

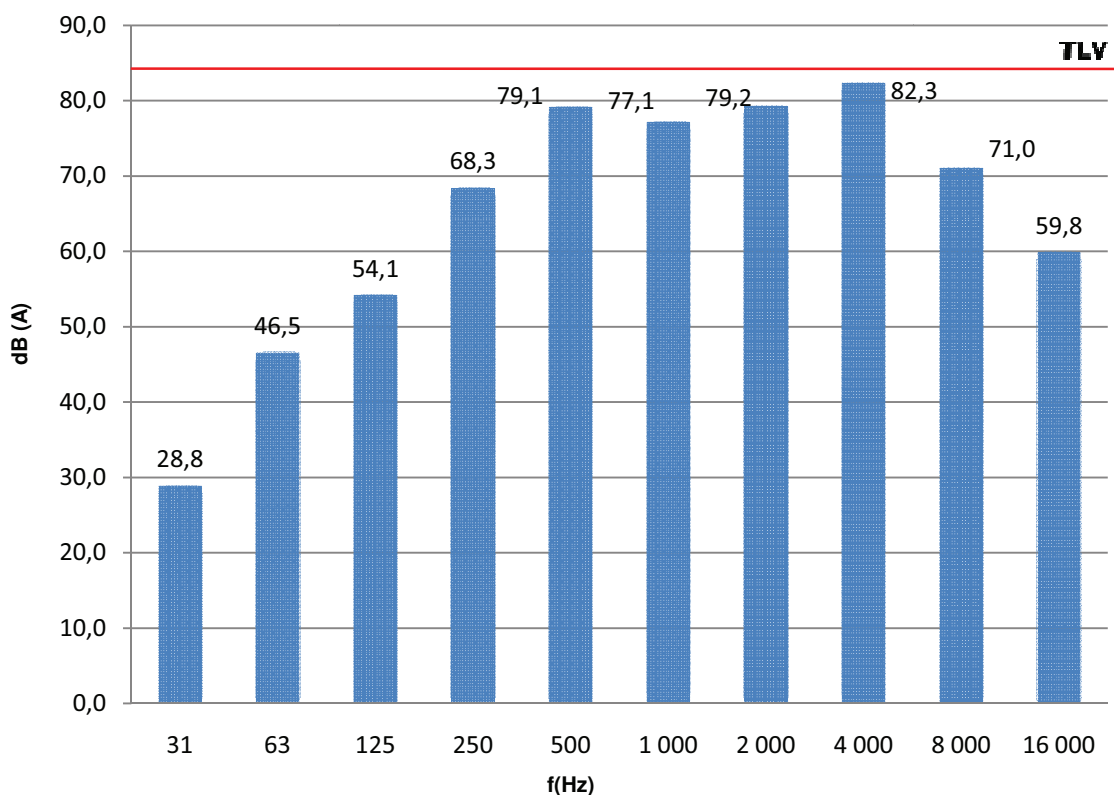


Figura 3.33. Resultado gráfico de las mediciones Leq,t en el centro del área de molinos

3.11.2 MEDICIÓN EN EL MOLINO JUNTO AL OPERADOR

La medición se realizó junto al operador en el área de trabajo, con los 2 molinos en operación normal, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la presión sonora en función de las frecuencias se representan en la Figura 3.34, en la cual se grafica el valor de 85 dB(A), que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador, al cual se lo denomina TLV.

Para el análisis de resultados se comparó el valor de 85 dB(A) establecido como TLV, con valor actual del nivel diario equivalente (LAeq, d) que es 85,1 dB(A), el cual es similar al aceptado por la norma y es menor a los 88,5 dB(A) medidos para este escenario en la sección 3.1.2. Por los valores que se indican en la Figura 3.34 se demuestra que la implementación de las medidas de prevención y control fue efectiva para minimizar el riesgo por ruido. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AXV.2.

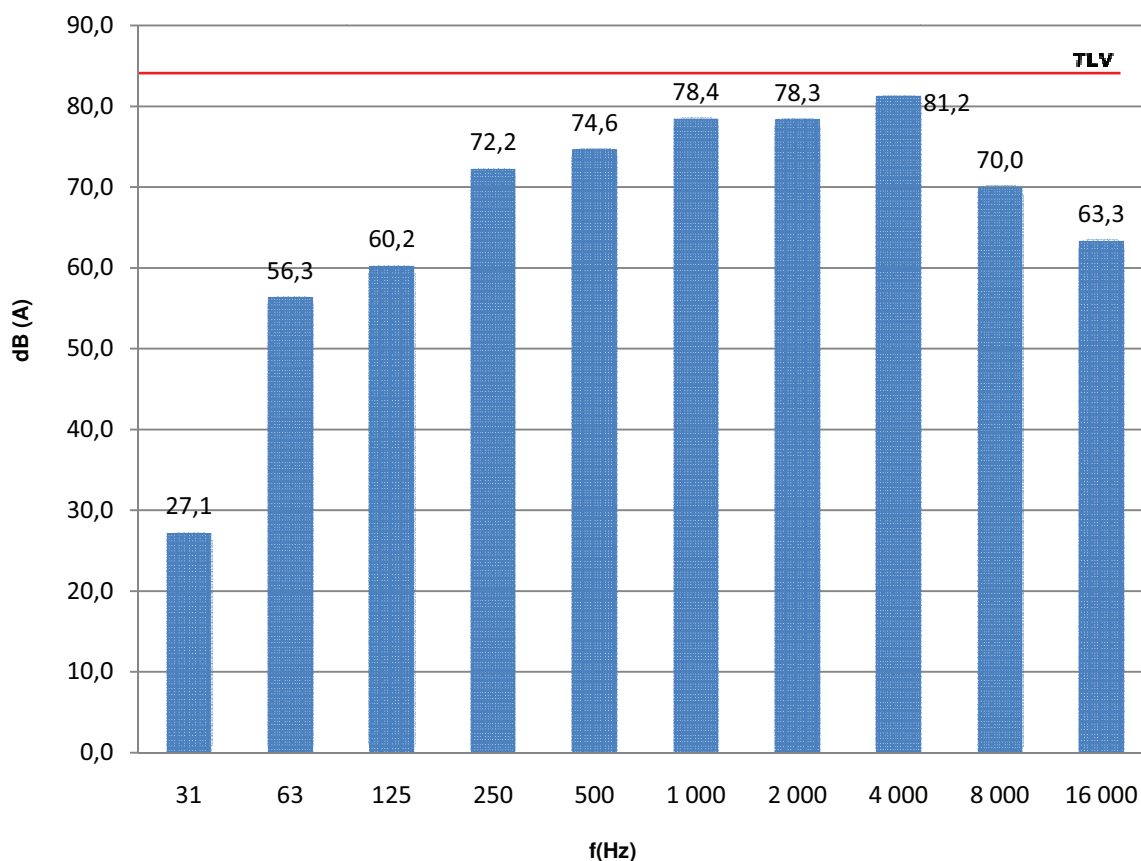


Figura 3.34. Resultado gráfico de las mediciones Leq,t junto al trabajador en el molino 1

3.11.3 MEDICIÓN INGRESO AL ÁREA DE MOLINOS

La medición se realizó en el ingreso del área de trabajo con los 2 molinos en operación normal, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la presión sonora en función de las frecuencias se representan en la Figura 3.35.

Para el análisis de resultados se comparó el valor de 85 dB(A) establecido como TLV, con valor actual del nivel diario equivalente (LAeq,d) que es 80,2 dB(A), el cual es inferior al aceptado por la norma y es menor a los 82,2 dB(A) medidos para este escenario en la sección 3.1.3. Por los valores que se indican en la Figura 3.35 se demuestra que la implementación de las medidas de prevención y control fue efectiva para minimizar el riesgo por ruido. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AXV.3.

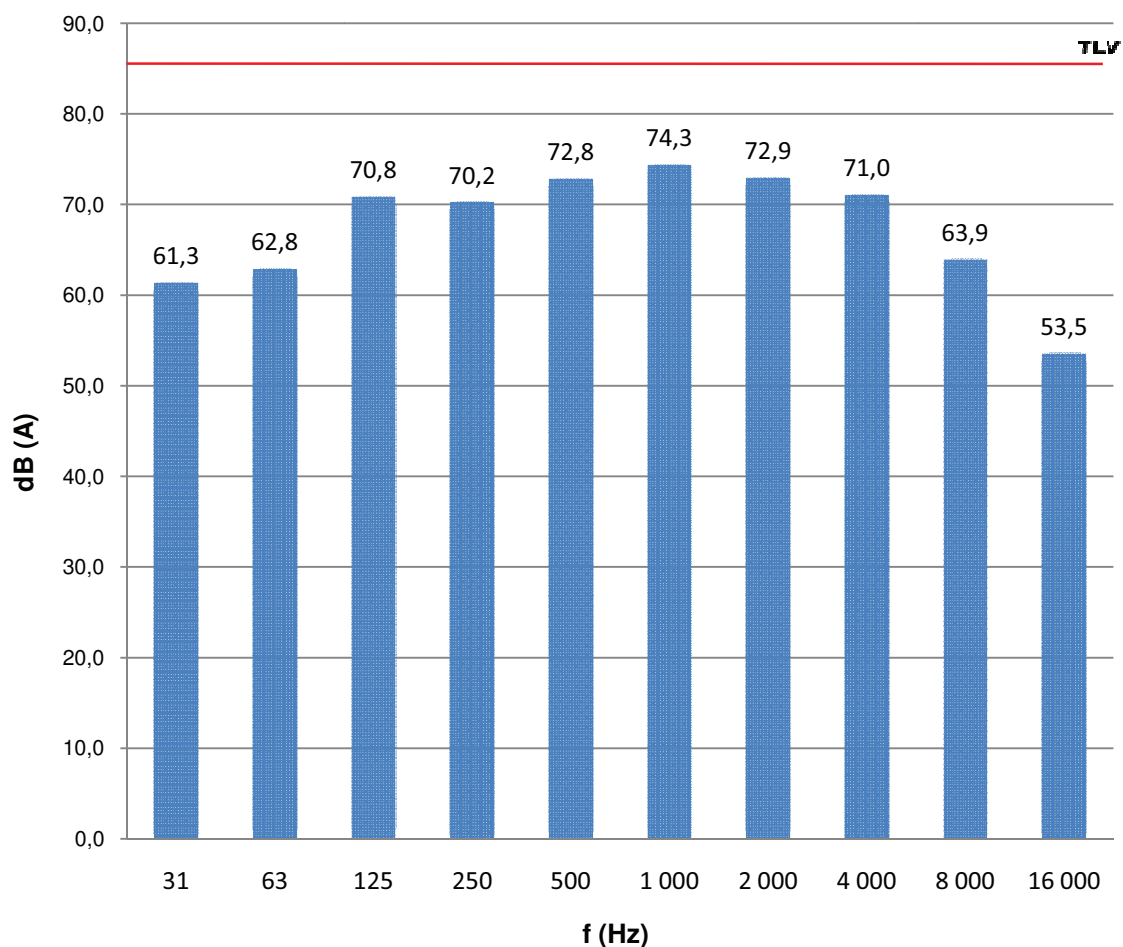


Figura 3.35. Resultado gráfico de las mediciones Leq,t entrada zona de molinos

3.11.4 MEDICIÓN CENTRO CUARTO DE MOLINOS

La medición se realizó en el centro del área de trabajo en operación solo el molino 1, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la presión sonora en función de las frecuencias se representan en la Figura 3.36, en la cual se grafica el valor de 85 dB(A), que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador.

Para el análisis de resultados se comparó el valor de 85 dB(A) establecido como TLV, con valor actual del nivel diario equivalente (LAeq,d) que es 81,1 dB(A), el cual es inferior al aceptado por la norma y es menor a los 83,8 dB(A) medidos para este escenario en la sección 3.1.4. Por los valores que se indican en la Figura 3.35 se demuestra que la implementación de las medidas de prevención y control fue efectiva para minimizar el riesgo por ruido. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AXV.4.

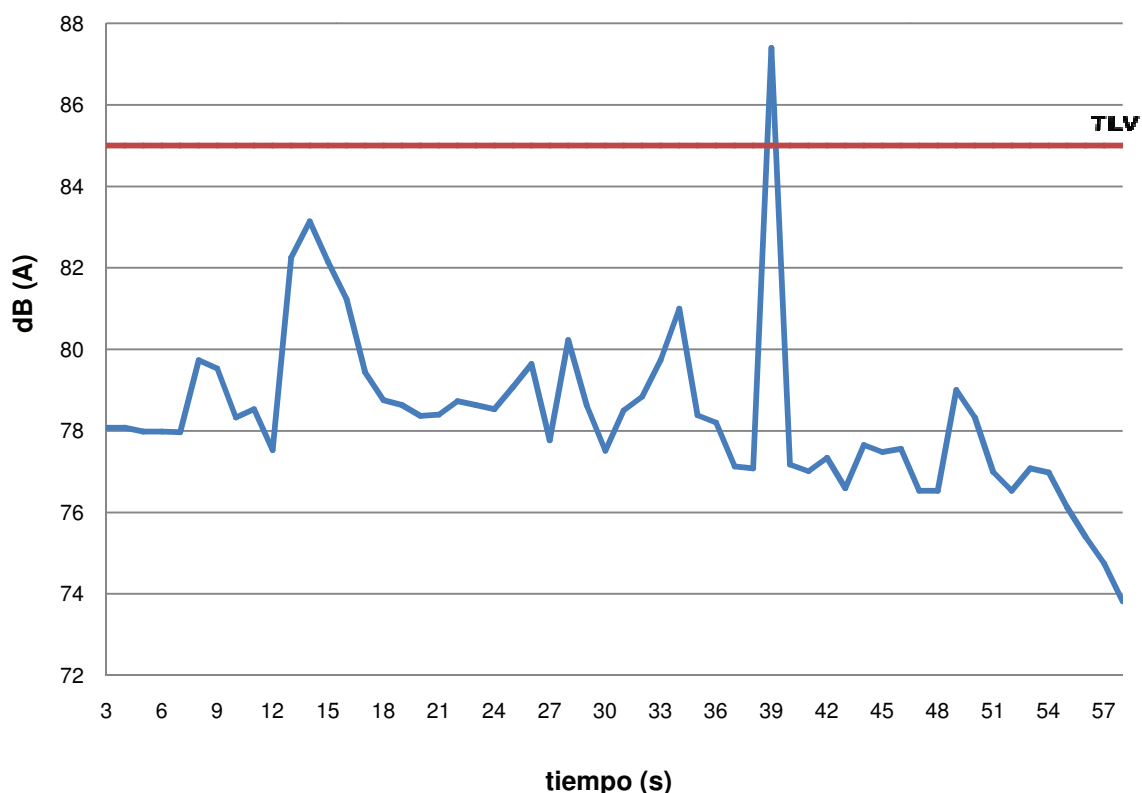


Figura 3.36. Variación en el tiempo de Leq,t en banda de octava con un molino funcionando

3.11.5 MEDICIÓN EN EL PROCESO DE LIMPIEZA DE LOS MOLINOS

La medición se realizó en la actividad de limpieza que realizan los operadores en la jornada laboral, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la presión sonora en función de las frecuencias se representan en la Figura 3.37, en la cual se gráfica el valor de 85 dB(A), que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador, al cual se lo denomina TLV y, además se indica que para todas las frecuencias medidas la presión sonora es superior al límite máximo tolerable.

Los análisis de resultados no se analizan con el valor pico de 96,8 dB(A) que se indica en el gráfico, sino son comparados entre el TLV de 85 dB(A) y el nivel diario equivalente (LAeq, d), que es 94,9 dB (A), el cual es superior al aceptado por la norma, persiste el riesgo para la salud del trabajador, por ello para esta actividad es obligatorio el uso de EPI'S. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AXV.5.

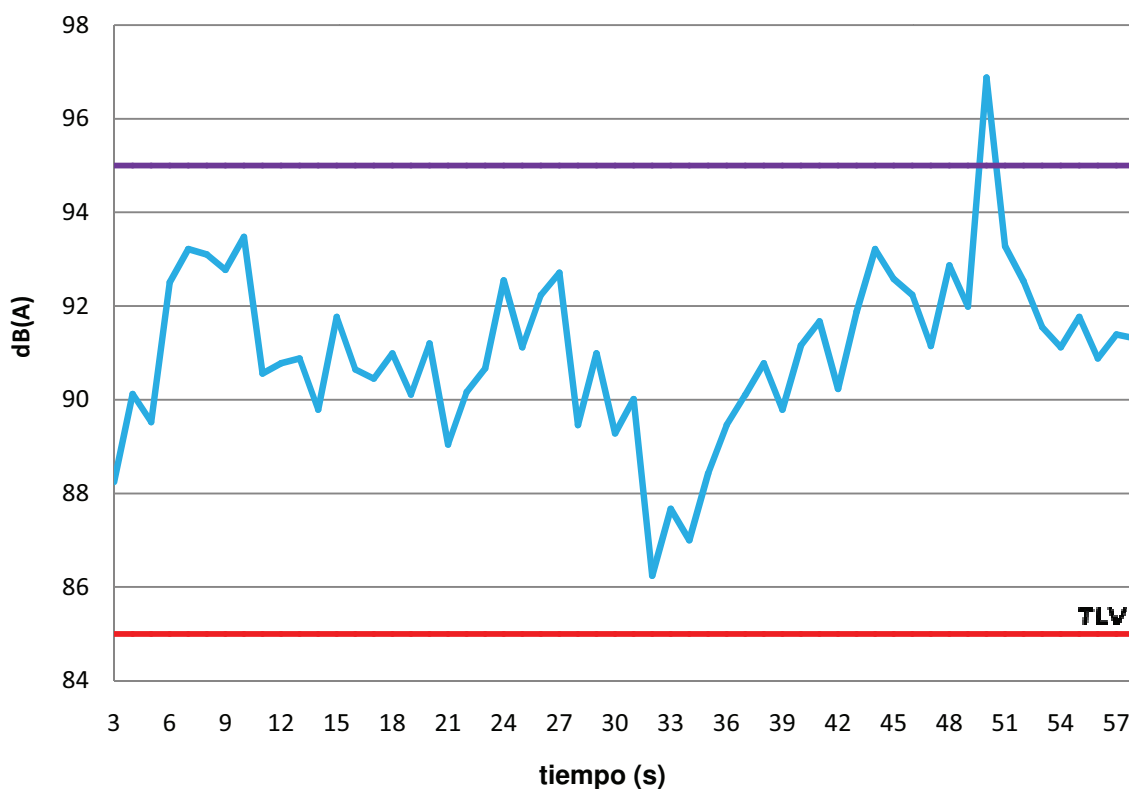


Figura 3.37. Variación en el tiempo del Leq,t en la actividad de limpieza

3.11.6 MEDICIÓN EN LA TARDE CENTRO ÁREA DE MOLINOS

La medición se realizó en la tarde en el centro del área de trabajo en operación solo el molino 1, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la presión sonora en función de las frecuencias se representan en la Figura 3.38, en la cual se grafica el valor de 85 dB(A), que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador, al cual se lo denomina TLV.

Para el análisis de resultados se comparó el valor de 85 dB(A) establecido como TLV, con valor actual del nivel diario equivalente (LAeq, d) que es 84,5 dB(A), el cual es inferior al aceptado por la norma y es menor a los 85,8 dB(A) medidos para este escenario en la sección 3.1.6. Por los valores que se indican en la Figura 3.38 se demuestra que la implementación de las medidas de prevención y control fue efectiva para minimizar el riesgo por ruido. El valor de LAeq, d para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AXV.6.

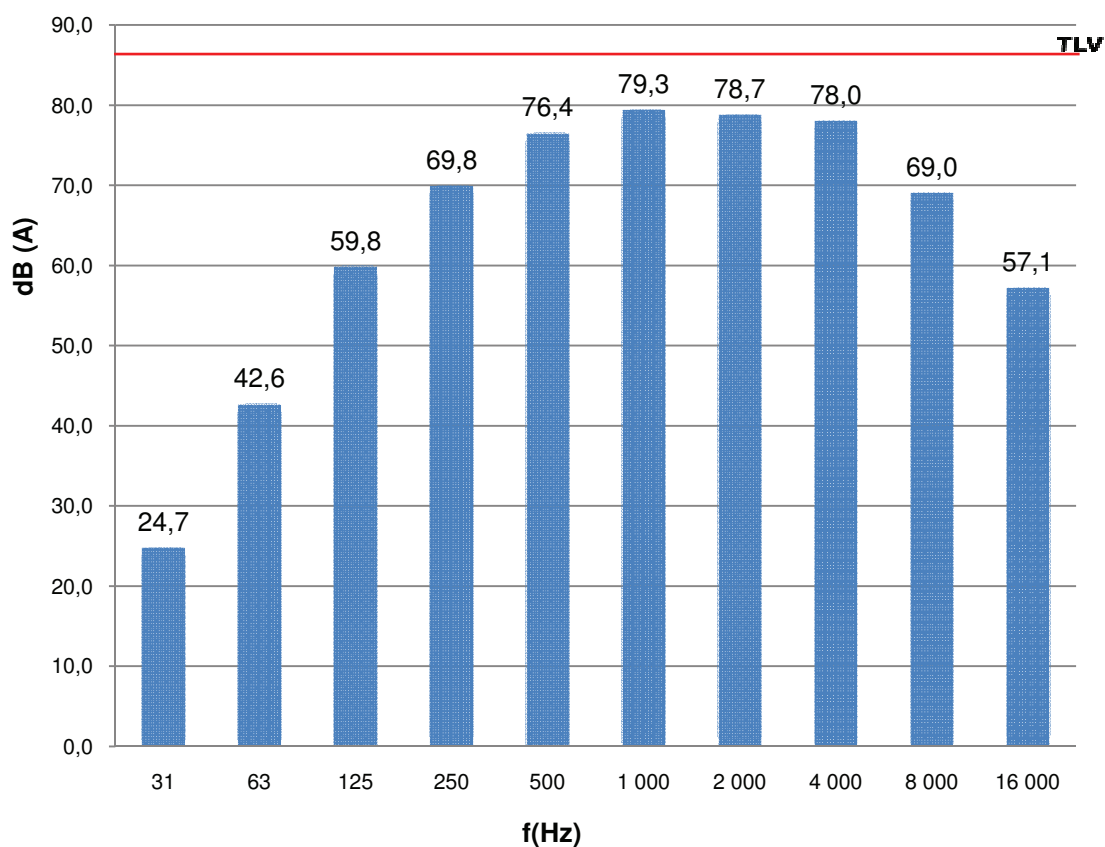


Figura 3.38. Variación en el tiempo de Leq,t en el área de molinos en la tarde

3.11.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL RIESGO POR RUIDO

En la Tabla 3.17 se observa que los valores del nivel diario equivalente (LAeq, d) han disminuido de forma importante, comparados con los valores iniciales de la Tabla 3.1, además los valores medidos en la parte media del área de molinos de 86 dB(A) y el valor de 94,9 dB(A) en el proceso de limpieza superan el valor límite de exposición de 85 dB (A), se instituye un régimen de trabajo diario según la Tabla 3.13, que establece disminución de tiempos de exposición en función del material procesado, por ello se implantó como política de trabajo que la jornada laboral diaria de 8 horas se divida en:

- 4 h para trabajar con materiales clasificados como Poleolefinas
- 2 h para trabajar con materiales clasificados como Poliestirenos y,
- 2 h para trabajar con Materiales de Ingeniería

Tabla 3.17. Resultados de la medición LAeq, d en el área de molinos posteriores a la gestión del riesgo por ruido

MOLINOS					
PUNTOS DE MEDICIÓN	ago-11		sep-12		TIEMPO DE MEDICIÓN (min)
	Antes gestión		Después gestión		
	LAeq dB(A)	LCPeak dB(C)	LAeq dB(A)	LCPeak dB(C)	
Centro del área de molinos	88,0	94,7	86,0	92,6	10
En el molino junto al operador	88,5	91,1	85	88,4	
Ingreso al área de molinos	82,2	83,2	80,2	81,5	
Centro del área de molinos funcionado solo el molino 1	83,8	108,5	81,1	87,4	
En la actividad de limpieza de los molinos	102,5	114,4	94,9	96,8	
En la tarde en el centro del área de molinos	85,8	86,7	84,5	84,9	

Sobre la base de lo mencionado en la sección 1.2 criterios de valoración del riesgo por ruido, Tabla 1.1, el límite máximo permisible de exposición en una jornada laboral, puede variar si el tiempo al que está expuesto el trabajador

también es variable, es así que el TLV cambia de 85 dB(A) a 90 dB(A), si el trabajo se lo realiza en la jornada laboral por 4 horas.

En el proceso de limpieza se estableció en 2 horas como tiempo máximo para la realización de esta actividad, por ello cambia el TLV de 85 dB(A) a 95 dB(A) como tiempo máximo de exposición indicado en la Tabla 1.1, y se asegura que el trabajador del área de molinos, no esté expuesto a valores de ruido superiores a lo establecido por la norma ecuatoriana.

3.12 EVALUACIÓN DE MEDIDAS IMPLEMENTADAS PARA REDUCIR EL RIESGO POR POLVO

En el área de molinos trabajan 2 personas por turno de 8 horas, las mediciones se realizaron en los puntos referenciales de operación tomados en la sección 3.3 para poder compararlos con los valores iniciales de la Tabla 3.4,

El propósito es evidenciar si las acciones tomadas en la fuente, medio y/o receptor han disminuido el riesgo de exposición al contaminante por polvo plástico y, si estos valores no superan los Valores Límites Tolerables (TLV) que afectan al trabajador.

3.12.1 MEDICIÓN CENTRO DEL ÁREA DE MOLINOS

La medición se realizó en el centro del área de molinos con los dos molinos en operación normal de trabajo, para un tiempo determinado de 10 min. Los valores obtenidos de la concentración de partículas de polvo en función del tiempo se representan en la Figura 3.39, en la cual se grafica el valor de 10 mg/m^3 , que es el valor límite máximo tolerable para el trabajador, al cual se lo denomina TLV y, además se muestran los valores de concentración de polvo plástico en el lugar de trabajo.

Para el análisis de resultados se comparó el valor de 10 mg/m^3 establecido como TLV, con el valor promedio de concentración de material particulado que es de

9,18 mg/m³, el cual es inferior al aceptado por la norma y es menor a los 11,20 mg/m³ medidos para este escenario en la sección 3.4.1. Por los valores que se indican en la Figura 3.39 se demuestra que la implementación de las medidas de prevención y control fue efectiva para minimizar el riesgo por polvo. La concentración de polvo para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AXV.7.

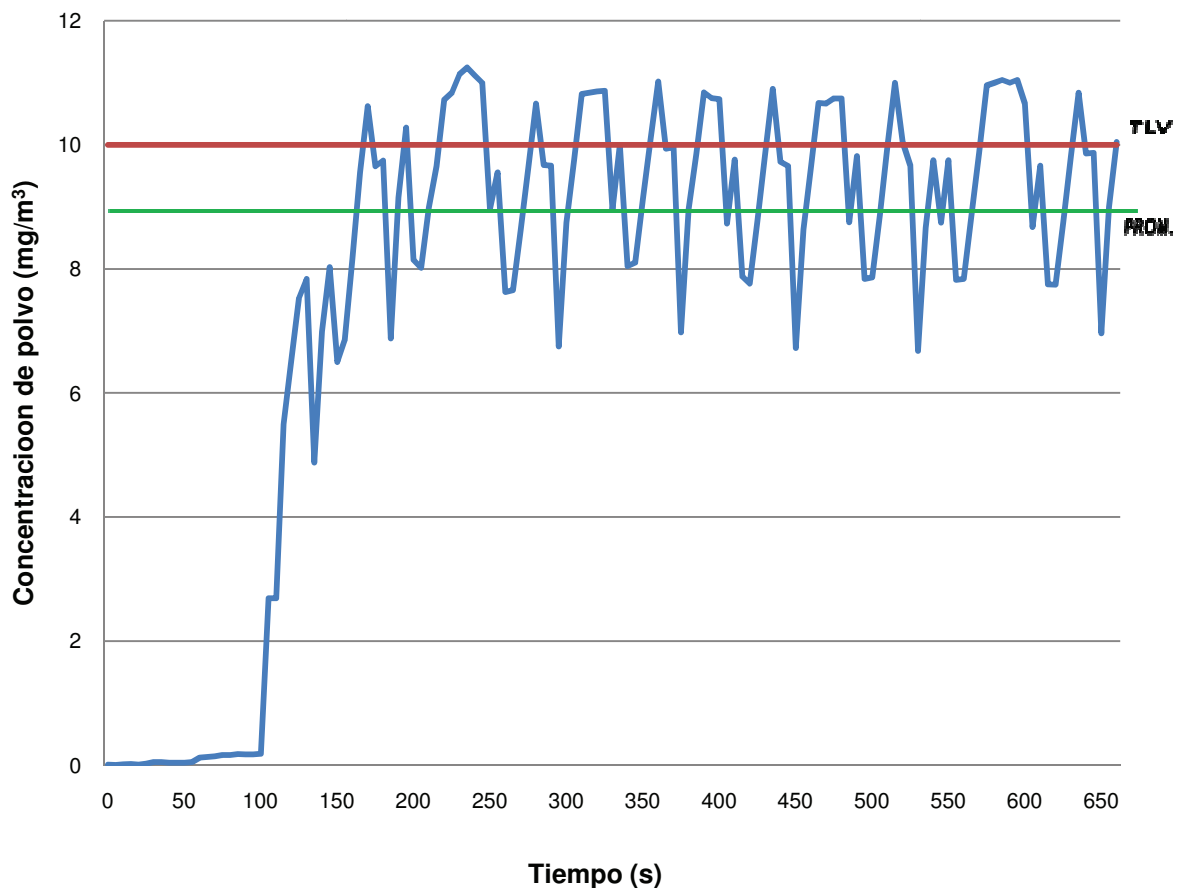


Figura 3.39. Variación de la concentración de polvo y TLV-TWA en función del tiempo área interna molinos

3.12.2 MEDICIÓN EXTERIOR DEL ÁREA DE MOLINOS

Es esta área no se considero una nueva medición, su valor promedio medido de 6,94 mg/m³ que no excede el valor TLV estandarizado por norma.

3.12.3 MEDICIÓN EN EL PROCESO DE LIMPIEZA DE MOLINOS

La medición se realizó en el centro del área de molinos en la actividad de limpieza, para un tiempo determinado de 10 min, se obtuvieron los mayores valores de concentraciones, debido al gran movimiento de partículas, los 2 valores picos de concentración de polvo se dan cuando se mide frente a cada molino, luego la concentración baja, es importante recalcar que esta actividad la realizan cada 2 ó 3 h por unos 15 min al día.

Para el análisis de resultados se comparó el valor de 10 mg/m^3 establecido como TLV, con el valor promedio de concentración de material particulado que es de $9,88 \text{ mg/m}^3$, el cual es inferior al aceptado por la norma y es menor a los $22,43 \text{ mg/m}^3$ medidos para este escenario en la sección 3.4.3. Por los valores que se indican en la Figura 3.40 se demuestra que la implementación de las medidas de prevención y control fue efectiva para minimizar el riesgo por polvo. La concentración de polvo para este escenario fue medido y calculado según lo que se indica en la Tabla AXV.8.

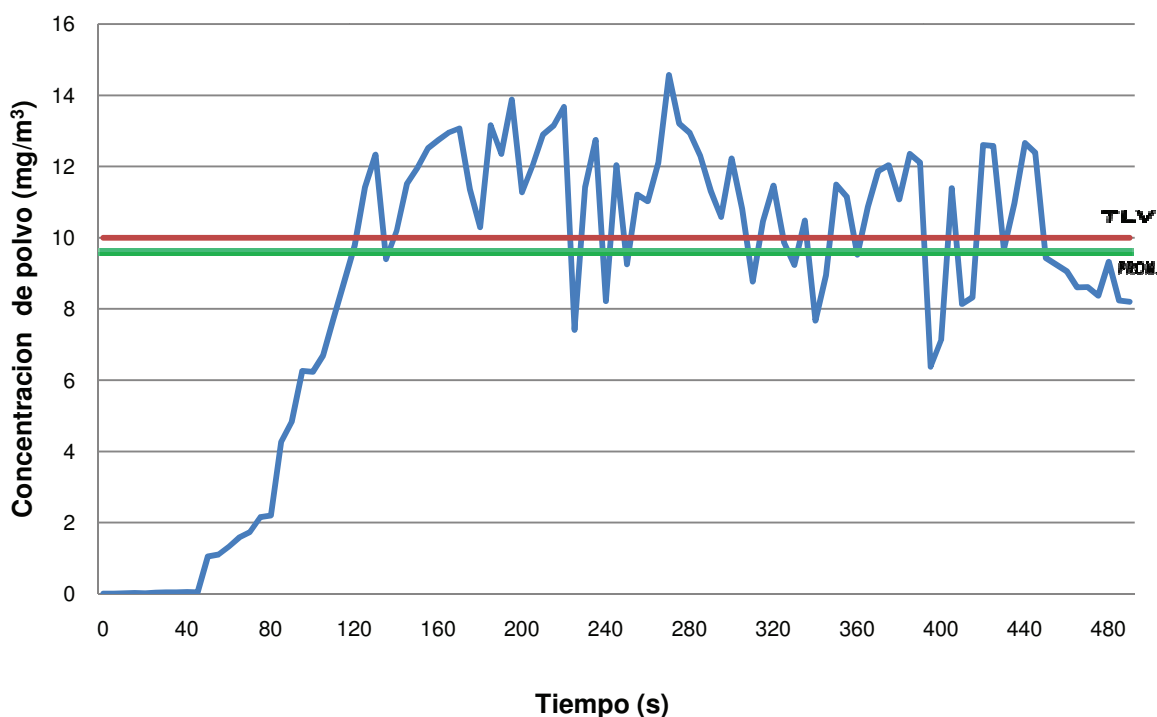


Figura 3.40. Variación de la concentración de polvo y TLV-TWA en función del tiempo actividad de limpieza de molinos

3.12.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS POR CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS DE POLVO PLÁSTICO

En la Tabla 3.18 se observa que los valores promedio de concentración de partículas han disminuido, en comparación con los valores iniciales de medición según la Tabla 3.4, además si se considera los valores promedios de concentración medidos en la parte media del cuarto de molinos y en el momento de la limpieza no superan el TLV de 10 mg/m³. Los valores máximos de concentración superan el TLV, para lo cual se establece un régimen de trabajo diario, mostrado en la Tabla 3.14, que indica que para todas las materias primas es posible trabajar 8 h diarias excepto para los materiales de ingeniería que se podrá trabajar 4 h al día.

Caso especial es la limpieza que tiene el mayor valor de concentración del contaminante químico, la Tabla 3.14 lo establece en 2 h de trabajo máximo al día.

Tabla 3.18. Resultados de la medición de concentración de partículas de polvo

LUGAR	VALOR	ago-11	sep-12
		Antes gestión	Después gestión
		mg/m ³	mg/m ³
En el interior de los molinos	MÁXIMO	13,88	11,65
	PROMEDIO	11,20	9,18
	TLV-TWA:	10,00	10,00
En el exterior de los molinos	MÁXIMO	11,71	11,71
	PROMEDIO	6,94	6,94
	TLV-TWA:	10,00	10,00
En el proceso de limpieza	MÁXIMO	25,35	14,57
	PROMEDIO	22,43	9,88
	TLV-TWA:	10,00	10,00

3.13 ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN MENSUAL EN EL PROCESO DE MOLIENDA

En la actualidad en el área de molinos se procesan alrededor de 10 000 kg de productos defectuosos que se transforman en materia prima reutilizable, esta cantidad es insuficiente para lo que se requiere moler mensualmente.

La Figura 3.41 indica el crecimiento de la producción en el área de molinos entre un 15% a 18 %, este aumento se debe a la gestión realizada en minimizar los riesgos por ruido y polvo en la molienda, el trabajador realiza sus actividades en un ambiente de trabajo favorable para su salud, reduce los errores en sus operaciones, aumenta su concentración y disminuye los tiempos de paras por ausentismo y limpieza.

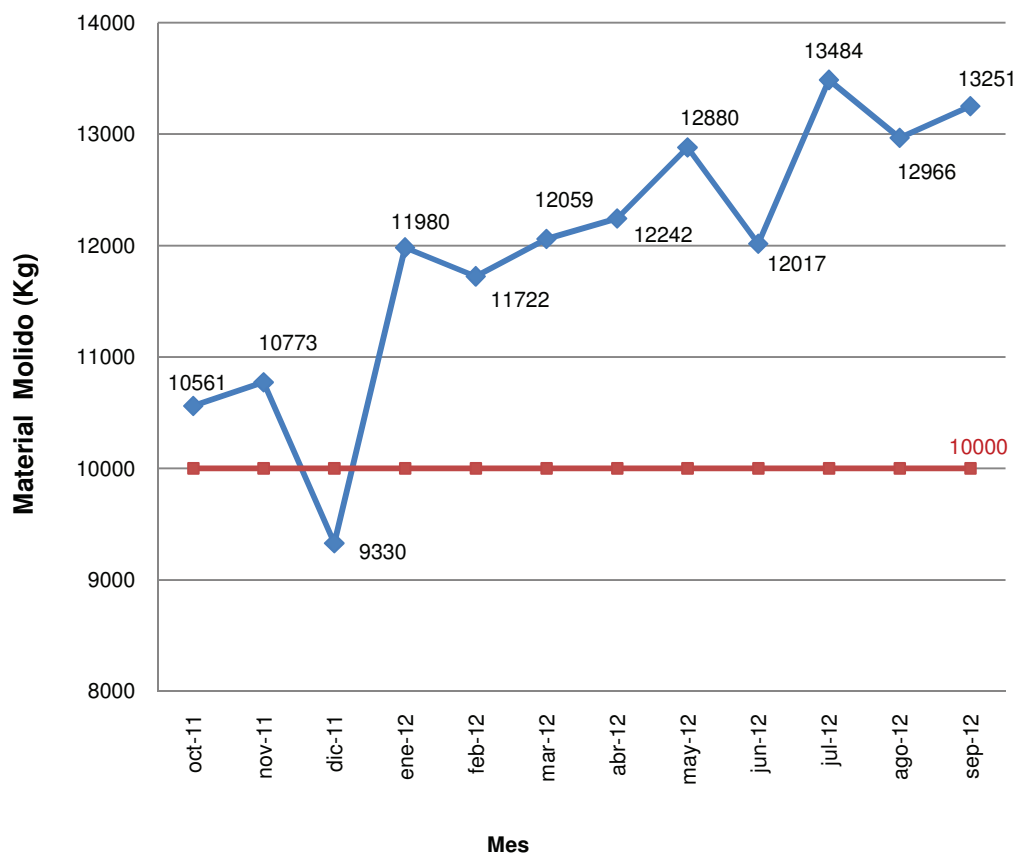


Figura 3.41. Crecimiento de la producción del área de molinos debido a la gestión de riesgos por ruido y polvo

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. La medición de los factores de riesgo por ruido y concentración de partículas de polvo, estableció que los mayores niveles de contaminación se alcanzan en el proceso de limpieza de los molinos, para el ruido el valor se ubicó en 102,5 dB(A) y para el polvo fue de 22,43 mg/m³, superiores a los valores límites tolerables para el trabajador.
2. Al gestionar los factores de riesgos por ruido y polvo en la fuente, medio y receptor, los contaminantes fueron reducidos a niveles tolerables para el trabajador; los niveles de ruido fueron de 94,9 dB(A), pero al no alcanzar los 85 dB(A) establecidos por norma, se calculó el equipo de protección individual adecuado para resguardar la salud del trabajador; en el caso de la concentración de partículas de polvo, el valor medido de 9,88 mg/m³ no superó el valor límite tolerable.
3. En los molinos, las cuchillas móviles y estacionarias fueron uno de los elementos más importantes para la generación del ruido y polvo, sus características dimensionales, mecánicas y físicas determinan el incremento o disminución de los factores de riesgo.
4. El mantenimiento continuo y preventivo de los molinos ayudó al crecimiento de la producción del área de molinos entre un 15% a 18 %, debido al ambiente favorable de trabajo, el operador cometió menos errores en sus actividades, aumento su concentración y disminuyó los tiempos de paras por ausentismo y limpieza.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Construir una cabina de molinos para el encapsulamiento de las partículas de polvo en el ambiente y la transmisión del ruido, que coadyuvará a mejorar el medio ambiente laboral del trabajador en el interior del área de molinos así como los trabajadores de las secciones vecinas.
2. Construir un sistema de extracción de polvo inhalable en la cabina de molinos, para renovar el aire contaminado por aire limpio, el mismo que beneficiará a mantener la salud del trabajador, se reducirán los errores de trabajo debido a que el operador podrá estar más concentrado y aumentará el porcentaje de molienda en el proceso productivo.
3. Adquirir molinos pequeños que puedan ser trasladados junto a las máquinas inyectoras, con la finalidad de realizar el trabajo de molienda de piezas pequeñas en caliente, esto ayudará a reprocesar inmediatamente el material sin traslado del mismo.
4. No exceder el tiempo máximo de trabajo con un mismo material termoplástico en el área de molinos, 4 horas para poliolefinas, 2 horas para poliestirenos y 2 horas para los materiales de ingeniería, en la actividad de limpieza no superar las 2 horas al día.
5. Considerar la compra de un molino granulador desmontable, para el fácil mantenimiento periódico de las cuchillas fijas y móviles, un nuevo molino puede sustituir a los 2 que actualmente están trabajando y mejorar su productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (1995). Threshold Limit Values for Chemical Substances (TLV®-S). Houston, USA: ACGIH.
2. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (1998). Particle Size-Selective Sampling in the Workplace: Rationale and Recommended Techniques. Cincinnati, USA: ACGIH.
3. Álvarez, F. J. (2009). Ergonomía y Psicología Aplicada: Manual para la Formación del Especialista. Valladolid, España: Lex Nova.
4. Appold, H. y Freiler, K. (1985). Tecnología de los Metales. Barcelona, España: Reverté.
5. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. (1995). Handbook for the Mechanical Designer. (2da ed.), Springfield, MO, USA.: ASHRAE.
6. Carrión, A. (1998). Diseño acústico de espacios arquitectónicos. (1ra ed.). Catalunya, España, Ediciones UPC.
7. Cirrus research plc, (2009). Sonómetros, Serie CR:260. Recuperado de http://pdf.directindustry.es/pdf/incat/sonometro-integrador-21537-094-_3.html, (Septiembre, 2012).
8. Cortés, J. (2006). Técnicas de prevención de riesgos laborales. (3ra ed.). México D.F., México: Alfaomega grupo editor.
9. Cortés, J. (2007). Seguridad e higiene del Trabajo. (2da ed.). México D.F., México: Alfaomega grupo editor.

10. Corzo, G. (2004). Efectos de la Exposición a Ruido Industrial. Maracaibo, Venezuela: Editorial. Zulía.
11. Decreto Ejecutivo 2393. (2010). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Quito, Ecuador: Talleres de la Corporación de Estudios.
12. Espeso, J, Fernandez, F. y Paramio A. (2005). Coordinadores de Seguridad y Salud en el Sector de la Construcción. (2da ed.). Valladolid, España: Lex Nova.
13. European Commission. (1996). Technical Guidance Document in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for New Substances and Commission Regulation (EC) No. 1488/94 on Risk Assessment for Existing Substances, in 4 parts. Luxemburgo: Comisión Europea.
14. Falagan, M. (2000). Manual Básico de Prevención de riesgos Laborales. Oviedo, España: Edita Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.
15. Floría, M. (2006). La Prevención Del Ruido en la Empresa, (3ra ed.). Madrid, España: Editorial. FC.
16. Floría, M. y González, D. (2006). Manual para el técnico en prevención de riesgos laborales. (5ta ed.). Madrid, España: Editorial. FC.
17. General Electric Plásticos. (2003). Química de Polímeros. Buenos Aires, Argentina: GE Plastics.
18. Gómez-Cano, A. y Hernández, M. (1998). Evaluación de Riesgos Laborales (2da. ed.). Madrid, España: INSHT.

19. Gobierno del Ecuador, L. (1986). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Quito, Ecuador: Talleres de la Corporación de Estudios.
20. Harrison, B. (1997). Plastics Technology Magazine, Guía para seleccionar molinos. Recuperado de:
http://www.plastico.com/tp/secciones/TP/ES/MAIN/GL/GL16/seccion_HTML.html#, (Junio, 2012).
21. Hernández, A. (2005). Seguridad e Higiene Industria. México DF, México: Ed. Limusa.
22. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2006). Toma de muestras de aerosoles: Muestreadores de la fracción inhalable de materia particulada. Protección. Madrid, España: INSHT.
23. Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y Salud (ISTAS) (2004). Evaluación de Riesgos Laborales. Recuperado de:
<http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=1130>, (Mayo 2011).
24. Jungbauer, A. (2004). Reciclaje de Plásticos Industriales. México DF, México: Ed. Costa Nogal.
25. López, R. (2008). Neumoconiosis en trabajadores expuestos a polvos inorgánicos. (4ta ed.). México D.F., México: Ed. Revisiones Médicas.
26. Martí Veciana, A. (2008). Evaluación de la Exposición Laboral a Aerosoles. Madrid, España: INSHT.
27. Loja, J. (1990). Reciclegem para Plásticos. Recuperado de
<http://webserviceempresarial.blogspot.com/2011/03/como-hacer-molino-para-plasticos.html> (Agosto, 2012).

28. Martínez, J. (2003). Estructural y Dinámica Global. Salamanca, España.
29. Menéndez, F. (2005). Formación Superior en Prevención de Riesgos Laborales. (4ta ed.). Valladolid, España: Lex Nova.
30. Menéndez, F. (2009). Higiene Industrial: Manual para la Formación del Especialista. (9na ed.). Valladolid, España: Lex Nova.
31. Menéndez, F. (2010). Higiene Industrial: Manual para la Formación del Especialista. (10ma ed.). Valladolid, España: Lex Nova.
32. Ministerio de la Presidencia. (2006). Real Decreto 286: Sobre la Protección de la Salud y la Seguridad de los Trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición al Ruido. Madrid, España: Editado BOE 60.
33. M.T.A.S (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales). (2007). Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos. Barcelona, España: Osalan.
34. M.T.E (Ministerio de Trabajo y Empleo), 2005, Código del Trabajo. Codificación del Código del Trabajo, Quito, Ecuador: M.T.E.
35. Niebel, B. (1990). Manual de Seguridad Industrial y Métodos de Trabajo. (Tomo I). Bogotá, Colombia: Ediciones PC.
36. OHSAS 18001 (Serie de Requisitos de Seguridad y Salud Ocupacional), (2007), "Requisitos – Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional", FC EDITORIAL, Ginebra, Suiza.
37. Palácio, L. (2007). Diseño de Sistema de Insonorización para la Planta Eléctrica Caterpillar de la Industria Licorera de Caldas. (Proyecto de

Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental Área Sanitaria. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.

38. Richardson, L. y Lokensgard, N. (1999). *Industria del Plástico* (1ra ed.). Madrid, España: Paraninfo. S.A.
39. Rodellar, A. (2002). *Seguridad e Higiene en el Trabajo*. Bogotá, Colombia: Alfaomega grupo editor.
40. Rubio, J. (2006). *Métodos de Evaluación de Riesgos Laborales*. Madrid, España Ediciones Díaz de Santos, S.A.
41. Soler & Palau. (2002). *Manual Práctico de Ventilación*. Barcelona, España: Ediciones Rossello.
42. 3M Manufacturera de Venezuela, S.A. (2012). *División de Seguridad Ocupacional y Salud Ambiental*. Recuperado de: http://solutions.3m.com.ve/wps/portal/3M/es_VE/Health/Safety/Products/Catalog/, (Julio, 2012).

ANEXOS

ANEXO I

**MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y
CONTROL DE RIESGOS DE INDUSTRIAS I.E.P.E.S.A.**

TABLA A1.1. Matriz de identificación, estimación cualitativa y control de riesgos

CORPORA ACTIVA CONFIN COMUN				INDUSTRIA ESPECIAL CORPORA IVA DE DESARROLLO ELECTRONICO DE SAU INVESTICION DE DESARROLLO DE SOFTWARE ACTIVIDADES DE INFORMATICA Y SERVICIOS TI				TECNOLOGIA PARA LA CONSTRUCCION COMERCIO ELECTRONICO COMERCIO DE PRODUCTOS				SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO COMERCIO DE PRODUCTOS			
CORPORA				INDUSTRIA ESPECIAL CORPORA IVA DE DESARROLLO ELECTRONICO DE SAU				TECNOLOGIA PARA LA CONSTRUCCION				SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO			
ACTIVIDAD	RIESGO IDENTIFICADO	IMPACTO	SEVERIDAD	ACTIVIDAD	RIESGO IDENTIFICADO	IMPACTO	SEVERIDAD	ACTIVIDAD	RIESGO IDENTIFICADO	IMPACTO	SEVERIDAD	ACTIVIDAD	RIESGO IDENTIFICADO	IMPACTO	SEVERIDAD
CORPORA	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	INDUSTRIA ESPECIAL CORPORA IVA DE DESARROLLO ELECTRONICO DE SAU	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	TECNOLOGIA PARA LA CONSTRUCCION	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto
	RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto		RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto		RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto				
INDUSTRIA ESPECIAL CORPORA IVA DE DESARROLLO ELECTRONICO DE SAU	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	TECNOLOGIA PARA LA CONSTRUCCION	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto
	RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto		RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto		RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto				
TECNOLOGIA PARA LA CONSTRUCCION	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto
	RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto		RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto		RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto				
SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto	SERVICIOS COMERCIO ELECTRONICO	RIESGO DE FURTO	RIESGO DE FURTO	Alto
	RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto		RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto		RIESGO DE INCENDIO	RIESGO DE INCENDIO	Alto				

ANEXO II

**HOJAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD DE MATERIALES
TERMOPLÁSTICOS**

سابك
sabic

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

Print date: 02-Aug-2011

Revision Number: 1

Revision date: 02-Aug-2011

1. IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE AND COMPANY

Trademark: CYCOLAC*
Product Name: MG38U -WH8B277
Product Description: Modified Poly (acrylonitrile-butadiene-styrene)
 [CASRN 9010-94-0]/Poly (styrene-acrylonitrile)
 [CASRN 9003-54-7] blend

Product Type: Commercial Product

Recommended use: May be used to produce molded or extruded articles or as a component of other industrial products.

Company: SABIC Innovative Plastics
 One Plastics Avenue
 Pittsfield, MA 01201 USA
 (413) 448-5800
 www.sabic-ip.com

Manufacturer: SABIC Innovative Plastics
 2148 North 2753rd Road
 Ottawa, Illinois 61350
 United States

Emergency Telephone Number: 800/447-4545
 Chemtrec 800-424-9300

Emergency Transportation/CHEMTREC (24 HOUR): 800/424-9300

E-mail: productinquiries@sabic-ip.com

2. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

HAZARDOUS COMPONENTS:

Chemical Name	CAS Number	Weight %
Titanium dioxide	13463-67-7	5 - 10

If present, components listed above are physical or health hazards as defined in the Hazard Communication Standard. The quantities represent typical or average values for the materials shown. Additional compositional data are provided in Section 15, REGULATORY INFORMATION.

سابك
sabic

7. HANDLING AND STORAGE

Handling:

Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practices. Provide for appropriate exhaust ventilation and dust collection at machinery. Avoid dust formation. All metal parts of the mixing and processing equipment must be earthed.

Storage:

Store in closed container in a dry and cool area. Keep away from heat sources and sources of ignition.

8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

Exposure limits:

No components with information, unless noted below

Chemical Name	US OSHA PEL (8 Hr)	ACGIH	Canada - Alberta (8 Hr)	Mexico OEL Data	SABIC Recom.(8 Hr)*
Titanium dioxide 13463-67-7	FRL_TWA: 5 mg/m ³ Respirable fraction, 10 mg/m ³ Total dust ; TL_PEL: 5 mg/m ³ Respirable fraction, 15 mg/m ³ Total dust	TWA: 10 mg/m ³ ; Notations: Not Classifiable as a Human Carcinogen ; Crit Eff: Lower respiratory tract irritation	OEL_8 hr: 10 mg/m ³ ; Substance interaction: SI_3	LMPE-PPT: 10 mg/m ³ como Ti; LMPE-CT: 20 mg/m ³ como Ti; CONN: A4	No Information

*SABIC Innovative Plastics Recommended Exposure Limits have been established for certain chemicals.

Engineering Measures to Reduce Exposure:

Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Provide for appropriate exhaust ventilation at machinery. Processing fume condensate may be a fire hazard and toxic; remove periodically from exhaust hoods, ductwork, and other surfaces using appropriate personal protection.

Hand Protection:

Protective gloves should be worn

Eye Protection:

Safety glasses with side-shields or chemical goggles. In addition, use full-face shield when cleaning processing vapor condensates from hood, ducts, and other surfaces.

Respiratory Protection:

When using this product at elevated temperatures, implement engineering systems, administrative controls or a respiratory protection program (including a respirator approved for protection from organic vapors, acid, gases, and particulate matter) if processing vapors are not adequately controlled or operators experience symptoms of overexposure. If dust or powder are produced from secondary operations such as sawing or grinding, use a respirator approved for protection from dust.

Body Protection:

Long sleeved clothing

Hygiene Measures:

When using, do not eat, drink or smoke.

INNOVATIVE
Plastics

سابك
sabic

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

Print date: 10-Jul-2008

Revision Number: 1

Revision date: 10-Jul-2008

1. IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE AND COMPANY

Trade Name: VALOX*

Product ID: CS815 -BK1A250

Product Description: Poly (butylene terephthalate) [CASRN 30965-26-5]

Product Type: Commercial Product

Recommended use: May be used to produce molded or extruded articles or as a component of other industrial products.

Company: SABIC Innovative Plastics
One Plastics Avenue
Pittsfield, MA 01201 USA
(413) 448-5800
www.sabic-ip.com

Emergency Telephone Number: 800/447-4545

Emergency Transportation/CHEMTREC (24 HOUR): 800/424-9300

2. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

HAZARDOUS COMPONENTS:

Chemical Name	CAS Number	Weight %
Fibrous Glass	65997-17-3	10 - 30
Carbon black	1333-86-4	0.1 - 1.0
Tetrahydrofuran	109-99-9	0.1 - 1.0

If present, components listed above are physical or health hazards as defined in the Hazard Communication Standard. The quantities represent typical or average values for the materials shown. Additional compositional data are provided in Section 15, REGULATORY INFORMATION, subject to supplier notification requirements.

3. HAZARDS IDENTIFICATION

EMERGENCY OVERVIEW:

- Pellets with slight or no odor.
- Spilled material may create slipping hazard.
- Can burn in a fire creating dense toxic smoke.
- Molten plastic can cause severe thermal burns.
- Fumes produced during melt processing may cause eye, skin, and respiratory tract irritation. Severe over-exposure may result in nausea, headache, chills, and fever.
- Secondary operations, such as grinding, sanding, or sawing can produce dust which may present an explosion or respiratory hazard.

HMIS Rating Health: 0 Flammability: 1 Reactivity: 0

Skin Contact:	Pellets not likely to cause skin irritation.
Eye Contact:	Resin particles, like other inert materials, are mechanically irritating to eyes.
Inhalation:	Pellet inhalation unlikely due to physical form. Processing fumes evolved at recommended processing conditions may contain trace amounts of tetrahydrofuran (typically less than 1 ppm). NTP has listed tetrahydrofuran as a carcinogen. Extreme processing conditions or temperatures may result in higher levels. See section 8 for appropriate exposure controls and personal protection.
Ingestion:	Pellet ingestion unlikely due to physical form.
Sensitization:	No information available
Other Information:	OSHA, IARC and/or NTP have listed carbon, titanium dioxide, crystalline silica (quartz), respirable glass and certain heavy metals, present in some colorants and fillers, as carcinogens. If these materials are present in this product at significant quantities, they are shown in Section 2. These materials are essentially bound to the plastic matrix and are unlikely to contribute to workplace exposure under recommended processing conditions.

Chronic Information

Chronic Toxicity:	No information available
Resin Issues:	Processing fumes may cause irritation to the eyes, skin, and respiratory tract. In cases of severe exposure, nausea and headache can also occur. Grease-like processing fume condensates on ventilation ductwork, molds, and other surfaces can cause irritation and injury to skin.
Aggravated Medical Conditions:	MEDICAL RESTRICTIONS: There are no known health effects aggravated by exposure to this product. However, certain sensitive individuals and individuals with respiratory impairments may be affected by exposure to components in the processing vapors

4. FIRST AID MEASURES

Inhalation:	Move to fresh air in case of accidental inhalation of fumes from overheating or combustion. If symptoms persist, call a physician.
Skin Contact:	Cool skin rapidly with cold water after contact with hot polymer. Wash off immediately with soap and plenty of water. Consult a physician.
Eye Contact:	Immediately flush with plenty of water. After initial flushing, remove any contact lenses and continue flushing for at least 15 minutes. If eye irritation persists, consult a specialist.
Ingestion:	No hazards which require special first aid measures.
Precautions:	Processing fumes inhalation may be irritating to the respiratory tract. If symptoms are experienced remove victim from the source of contamination or move victim to fresh air and obtain medical advice.

5. FIRE-FIGHTING MEASURES

Autoignition Temperature:	360°C (680°F), estimated
Explosive Limits	
upper:	Not determined
lower:	Not determined
Suitable Extinguishing Media:	Water spray mist or foam.
Extinguishing media which must not be used for safety reasons:	Carbon dioxide and dry chemical are not recommended because their lack of cooling capacity may permit re-ignition
Hazards from Combustion Products:	Fire will produce dense black smoke containing hazardous combustion products, carbon oxides, hydrocarbon fragments.
Special Protective Equipment for Firefighters:	Do not enter fire area without proper protection including self-contained breathing apparatus and full protective equipment. Fight fire from a safe distance and a protected location due to the potential of hazardous vapors and decomposition products
Specific Hazards:	Take precautionary measures against static discharges. During processing, dust may form explosive mixture in air. Thermal decomposition can lead to release of irritating gases and vapors.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Clean up:	Sweep up and shovel into suitable containers for disposal. Do not create a powder cloud by using a brush or compressed air.
Personal Precautions:	See section 8.
Environmental Precautions:	Do not flush into surface water or sanitary sewer system. Should not be released into the environment.

7. HANDLING AND STORAGE

Handling: Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Provide for appropriate exhaust ventilation and dust collection at machinery. Avoid dust formation. All metal parts of the mixing and processing equipment must be earthed.

Storage: Keep tightly closed in a dry and cool place. Keep away from heat and sources of ignition.

8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

Exposure limits: No components with information, unless noted below

Chemical Name	OSHA	ACGIH	Canada - Alberta - 8 Hr Exposure Limits	Mexico OEL Data	SABIC-IP Recommended Exposure Limits*
Fibrous Glass 65997-17-3	No Information	1 FIBERS/CM3 Fiber. 5 mg/m ³ Inhalable fraction. 0.2 FIBERS/CM3 Fiber.	1 FIBERS/CM3 Fiber. 5 mg/m ³ Fiber, total 0.5 FIBERS/CM3 Fiber.	10 mg/m ³ Dust.	No Information
Carbon black 1333-86-4	3.5 mg/m ³	3.5 mg/m ³	3.5 mg/m ³	3.5 mg/m ³	No Information
Tetrahydrofuran 109-99-9	590 mg/m ³ 200 ppm	TWA: 50 ppm Skin	590 mg/m ³ 200 ppm	590 mg/m ³ 200 ppm	50 ppm TWA

*SABIC Innovative Plastics Recommended Exposure Limits have been established for certain chemicals.

Engineering Measures to Reduce Exposure: Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Provide for appropriate exhaust ventilation at machinery. Processing fume condensate may be a fire hazard and toxic; remove periodically from exhaust hoods, ductwork, and other surfaces using appropriate personal protection. Polybutyleneterephthalate fumes and condensates may contain trace quantities of tetrahydrofuran (typically less than 1 ppm, see section 2, 3 and 11).

Hand Protection: Protective gloves

Eye Protection: Safety glasses with side-shields or chemical goggles. In addition, use full-face shield when cleaning processing fume condensates from hood, ducts, and other surfaces.

Respiratory Protection: When using this product at elevated temperatures, implement engineering systems, administrative controls or a respiratory protection program (including a respirator approved for protection from organic vapors, acid gases and particulate matter) if processing fumes are not adequately controlled or operators experience symptoms of overexposure. If dust of powder are produced from secondary operations such as sawing or grinding, use a respirator approved for protection from dust.

Skin and Body Protection: Long sleeved clothing

Hygiene Measures: When using, do not eat, drink or smoke.



POLIPROPILENO

HOJA DE SEGURIDAD (HDS)

NCh 2245 Of.93

1. IDENTIFICACION DE PRODUCTO Y PROVEEDOR

Nombre del producto(comercial): Polipropileno
 Proveedor: Petroquim S.A.
 Teléfono de Emergencia: 56-41- 440400

2. NOMBRE DEL PRODUCTO / COMPOSICION E INFORMACION DE INGREDIENTES

Nombre químico : Polipropileno
 Fórmula química : (C₃H₆)_n
 Sinónimos : Polímero de propano
 N° CAS : 9003-07-0 (Chemical Abstract Service Register)
 N° NU : no disponible (Naciones Unidas)

3. IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS

Marca en la etiqueta: no corresponde

Señales de seguridad para la identificación de riesgos de materiales NCh 1411/4-2001(clasificación conocida también como norma americana NFPA 704)

Rombo:

Salud(azul): 1 Inflamabilidad(rojo): 1 Reactividad(amarillo): 0 Agua: -

0 = Insignificante 1= Leve 2= Moderado 3= Alto 4= Extremo

Peligro para la salud de las personas:

El polipropileno no es tóxico.

Inhalación: El polvo puede provocar irritación en el sistema respiratorio.

Contacto con la piel: Exposición repetida puede causar irritación leve.

Absorción por la piel: No existe evidencia de efectos sistémicos.

Contacto con los ojos: El polvo puede provocar leve irritación.

Ingestión: No aplica.

Efectos de sobreexposición: La inhalación de altas concentraciones de polvo pueden provocar irritación el tracto respiratorio superior y daño a los pulmones debido a la acumulación..

Peligro para el medio ambiente: Plástico inerte.



4. MEDIDAS DE EMERGENCIA EN SITUACIONES DE RIESGO PARA LA SALUD

Inhalación: Saque a la persona de inmediato al aire fresco, si existe irritación en el tracto respiratorio y esta persiste solicite atención médica.

Contacto con la piel: Lave con agua y jabón.

Contacto con los ojos: Lave con agua.

Ingestión: No aplica

5. MEDIDAS CONTRA EL FUEGO

Agentes de extinción: Espuma, químico seco, agua, CO₂

Procedimientos especiales para combatir el fuego: No requiere procedimientos especiales. Utilice agua en forma de neblina.

Equipo de protección personal para combate de fuego: No requiere uso de equipo especial.

Riesgos inusuales: El producto es combustible y el polvo puede formar mezcla explosiva.

6. MEDIDAS PARA CONTROLAR DERRAMES O FUGAS

Equipo de protección personal para atacar la emergencia: Mascara de polvo.

Precauciones a tomar para evitar daños al medio ambiente: Evite que el material ingrese a curso de agua o alcantarillado, el material flota..

Método de limpieza: Barrer y recuperar el material para su reuso o recicló

Método de eliminación de desechos: En depósito autorizado de residuos domiciliario o industrial.

7. MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

Recomendaciones técnicas para un manejo seguro: Debe utilizarse una atmósfera inerte para evitar la explosión en los sistema de transferencia neumática cuando se trata de polvo de polipropileno. Debe proporcionarse una conexión a tierra adecuada del equipo para evitar la acumulación de electricidad estática. Los siguientes valores dependerán de la característica del polvo: presión máx. de explosión = 3,1 –5.3 bar; velocidad máx. del aumento de presión = 21-380 bar/seg.; energía mínima de ignición = 25-43 mJ.

Recomendaciones para un almacenamiento seguro: Proteja los envases de daño físico y exposición al sol, el material almacenado puede caer al perder la forma de almacenamiento. El pellet escurre con facilidad



8. CONTROL DE EXPOSICION / PROTECCION ESPECIAL

Límites permisible ponderado(LPP) y Temporal(LPT)de exposición a material:
 Como guía puede utilizarse el valor de 8mg/m3 total, 2,4mg/m3 fracción respirable DS 594/1999.

Protección respiratoria: Máscara para polvo, en caso de polipropileno en polvo..

Protección para manos: Guantes cuero o genero.

Protección de la vista: Lentes de seguridad.

Ventilación: Ventilación natural adecuada.

9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Estado físico	: Sólido.
Apariencia y olor	: sin ni olor
Concentración	: 100%
pH	: no aplica
Temperatura de descomposición	: > 300°C.
Punto de inflamación:	: 440 °C.
Temperatura de autoignición:	: 380-460 °C
Propiedades explosivas	: El producto es combustible y puede formar mezcla explosiva con el aire cuando es polvo. Se carga con electricidad estática.
Peligro de fuego o explosión	: al mezclarse polvo en aire puede formar mezcla explosiva.
Densidad	: 0.90 – 0.92 g/cm3
Punto de fusión	: 260 °C.
Punto de congelamiento	: -168 - 171°C.
Punto de ebullición	: se descompone
Veloc. de propagación de la llama	: no conocida
Presión de vapor a 20°C.	: no se aplica.
Límite inflamable en aire, inferior	: 20 – 30 gr/m3(como polvo)
Límite inflamable en aire, superior	: no aplicable
Densidad de vapor(aire=1)	: 0.965 a 21.1 °C.
Gravedad específica(agua=1)	: 0,90 – 0.92
% Volátiles por volumen	: no se aplica
Solubilidad en agua /solvente	: Insoluble/ soluble en solventes orgánicos caliente.

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química: Estable

Incompatibilidad química: El producto es atacado por el cloro y oxidantes fuertes.

Condiciones que deben evitarse: Degradado por el calor y la luz del sol al menos que esté protegido por antioxidantes.

Productos peligrosos de la combustión: No disponible.

Polimerización peligrosa: imposible.



11. INFORMACION TOXICOLOGICA

Toxicidad aguda : ninguno sugerido.
Toxicidad crónica o de largo plazo: No disponible.
Efectos locales: irritación local por abrasión
Sensibilización alérgica: no disponible

12. INFORMACION ECOLOGICA

Inestabilidad: no aplica
Persistencia / Degradabilidad: como plástico en el largo plazo
Precauciones ambientales: Debe ser descartado en vía incineración o depósito de residuo autorizado.

13. CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICIÓN FINAL

Método de eliminación del producto en los residuos: reuso, recicló, incineración o vertedero autorizado.
Eliminación de envases / embalajes: Reuso recicló, vertedero autorizado

14. INFORMACION DE TRANSPORTE

NCh 2120, marca aplicable: no aplica
 N° NU : no aplica

15. INFORMACION LEGAL

Este producto debe ser transportado de acuerdo a la legislación ambiental vigente para el transporte de sustancias no peligrosas.

16. OTRA INFORMACION

Los datos consignados en esta Hoja informativa fueron obtenidos de fuentes confiables. La información que se entrega es la conocida actualmente sobre el producto. Se considera que el uso de esta información y de los productos está fuera del control del proveedor. Determinar las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario.

El diseño de esta HDS se basa en el modelo establecido por la NCh 2245 Of.93 ,Hoja de Seguridad del Producto.

Revisión:	01	Julio 2005	Creado por:	JSMA
Descripción:	Primera Publicación		Revisado por:	JSMA

ANEXO III

VALORES DE MEDICIÓN DE RUIDO Y CONCENTRACIÓN DE POLVO PLÁSTICO ANTES DE LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS

TABLA AIII.1. Valores de la medición del ruido en el centro del área de molinos antes de gestionar el riesgo

Frecuencia	Leq,t	TLV	Tiempo	Overload
Band (Hz)	dB(A)	dB(A)	(s)	
31 Hz	33,8	85	45	SI
63 Hz	51,5	85	46	
125 Hz	59,1	85	45	
250 Hz	73,3	85	45	
500 Hz	84,1	85	45	
1 kHz	82,1	85	45	
2 kHz	84,2	85	45	
4 kHz	87,3	85	45	
8 kHz	76	85	45	
16 Kz	64,8	85	45	
LAeq dBA	88	85	45	
Lceq dBC	94,7	85	45	
LZeq dBZ	95,3	85	45	

Measurement Details

Date and Time: 30/08/2011
11:31:00
Medidor Nivel de Ruido Cirrus Research plc
Recalibration Due: 31/01/2013
Run Duration: 0:09:46
Range: 40-110

Lugar: PARTE MEDIA CUARTO DE MOLINOS

Notas:

Parte media del cuarto de molinos

TABLA AIII.2. Valores de la medición del ruido junto al trabajador molino 1 antes de gestionar el riesgo

Frecuencia Band (Hz)	Leq,t dB(A)	Tiempo	Overload
		(s)	
31 Hz	32,1	45	SI
63 Hz	61,3	46	
125 Hz	65,2	45	
250 Hz	77,2	45	
500 Hz	89,6	45	
1 kHz	93,4	45	
2 kHz	93,3	45	
4 kHz	91,2	45	
8 kHz	75	45	
16 Kz	68,3	45	
LAeq dBA	88,5	45	
LCeq dBC	91,1	45	
LZeq dBZ	88,2	45	

Measurement

Details

Date and Time: 30/08/2011
11:42:00

Medidor Nivel de Ruido Cirrus Research plc
Recalibration Due: 31/01/2013
Run Duration: 0:09:45

Range: 40-110

Lugar: JUNTO AL TRABAJADOR,
MOLINO 1

Notas: Junto al
trabajador

TABLA AIII.3. Valores de la medición del ruido al ingreso del área de molinos antes de gestionar el riesgo

Frecuencia Band (Hz)	LZeq,t dB(A)	Tiempo	Overload
		(s)	
31 Hz	66,3	45	SI
63 Hz	67,8	45	
125 Hz	75,8	45	
250 Hz	75,2	45	
500 Hz	77,8	47	
1 kHz	79,3	45	
2 kHz	77,9	46	
4 kHz	76,0	45	
8 kHz	68,9	45	
16 Kz	58,5	45	
LAeq dBA	82,2	45	
LCeq dBC	83,2	45	
LZeq dBZ	87,5	45	

Reporte de Medicion
Measurement Details

Date and Time: 30/08/2011
11:55:00

Medidor Nivel de Ruido Cirrus Research plc
Recalibration Due: 31/01/2013
Run Duration: 0:09:48

Range: 40-110 dB

Lugar: Puerta de molinos

Notas:
Ingreso puerta de molinos con los 2 molinos funcionando

TABLA AIII.4. Valores de la medición del ruido funcionando solo el molino 1 antes de gestionar el riesgo

Data	LZeq,t	unid.	f(Hz)	LZeq,t	unid.
Leq	83,8	dB(A)	125	87,4	dB(A)
Lepd	53,2	dB(A)	250	80,8	dB(A)
LAE	97,7	dB(A)	500	80,6	dB(A)
LASma	89,8	dB(A)	1000	79,2	dB(A)
Peak	108,5	dB(C)	2000	77,6	dB(A)
			Lmin	73,4	dB(A)

f(Hz)	125	250	500	1000	2000
Lp	87,40	80,80	80,60	79,20	77,60
Atenuación	-16,1	-8,9	-3,2	0	1,2
Leq	71,30	71,90	77,40	79,20	78,80

Leq res.	83,86	dB(A)
----------	-------	-------

Reporte de Medición

Measurement Details

Date and

Time:

30/08/2011

14:05:00

Medidor Nivel de Ruido

Cirrus Research plc

Recalibration Due:

31/01/2013

Run Duration:

0:09:48

Range:

40-
110 dB

Lugar:

Medición funcionando el molino 1

TABLA AIII.5. Valores de la medición del ruido en el proceso de limpieza de los molinos antes de gestionar el riesgo

Data	LZeq,t	unid.	f(Hz)	LZeq,t	unid.
Leq	102,5	dB(A)	125	101,5	dB(A)
Lepd	71,3	dB(A)	250	100,9	dB(A)
LAE	115,8	dB(A)	500	100,2	dB(A)
LASma	102,1	dB(A)	1000	97,5	dB(A)
Peak	114,4	dB(C)	2000	96,2	dB(A)
			Lmin	94,5	dB(A)

f(Hz)	125	250	500	1000	2000
Lp	101,50	100,90	100,20	97,50	96,20
Atenuación	-16,1	-8,9	-3,2	0	1,2
Leq	85,40	92,00	97,00	97,50	97,40

Leq res.	102,5677364	dB(A)
----------	-------------	-------

Reporte de medición

Reporte de Medición Measurement Details

Date and Time: 30/08/2011
14:05:00

Medidor Nivel de Ruido Cirrus Research plc
Recalibration Due: 31/01/2013

Run
Duration: 0:09:48

Range: 40-110 dB

Lugar: Limpieza de molinos

TABLA AIII.6. Valores de la medición del ruido en el area de molinos en la tarde antes de gestionar el riesgo

Frecuencia	Leq,t	Tiempo	Overload
Band (Hz)	dB(A)	(s)	
31 Hz	29,7	45	SI
63 Hz	47,6	45	
125 Hz	64,8	45	
250 Hz	74,8	45	
500 Hz	81,4	45	
1 kHz	86,3	45	
2 kHz	88,1	45	
4 kHz	85,0	45	
8 kHz	77,0	45	
16 Kz	62,1	45	
LAeq dBA	85,8	45	
LCeq dBC	86,7	45	
LZeq dBZ	86	45	

Reporte de medición

Reporte de Medición Measurement Details

Date and Time: 30/08/2011
13:53:00
Medidor Nivel de Ruido Cirrus Research plc
Recalibration Due: 31/01/2013
Run Duration: 0:09:45

Range: 40-110

Lugar: MEDICIÓN EN LA TARDE

Notas:
MEDICIÓN EN LA TARDE ÁREA DE MOLINOS

TABLA AIII.7. Valores de la medición de la concentración polvo en el interior del área de molinos antes de gestionar el riesgo

RUN,30/08/2011,11:15:06,30/08/2011,11:25:15
 Calibration details,0,0,Unmodified
 data

TIEMPO	Valor	TLV-TWA	Valor	INTERVALO
(s)	mg/m³	mg/m³	mg/m³	INTERVALO
11:15:06	0,011	10	0,011	0:00:05
11:15:11	0,005	10	0,005	0:00:05
11:15:16	0,014	10	0,014	0:00:05
11:15:21	0,018	10	0,018	0:00:05
11:15:26	0,012	10	0,012	0:00:05
11:15:31	0,025	10	0,025	0:00:05
11:15:36	0,051	10	0,051	0:00:05
11:15:41	0,054	10	0,054	0:00:05
11:15:46	0,043	10	0,043	0:00:05
11:15:51	0,042	10	0,042	0:00:05
11:15:56	0,040	10	0,04	0:00:05
11:16:01	0,052	10	0,052	0:00:05
.....
11:25:26	10,249	10	3,249	0:00:05
11:25:31	11,254	10	3,254	0:00:05
11:25:36	12,323	10	3,323	0:00:05
11:25:41	13,342	10	3,342	0:00:05
11:25:46	12,364	10	3,364	0:00:05
11:25:51	12,375	10	3,375	0:00:05
11:25:56	9,462	10	3,462	0:00:05
11:26:01	11,500	10	3,5	0:00:05
11:26:06	12,547	10	3,547	0:00:05
PROM	11,20			

TABLA AIII.8. Valores de la medición de la concentración polvo en el exterior del área de molinos antes de gestionar el riesgo

RUN,30/08/2011,11:15:06,30/08/2011,11:25:15

Calibration details,0,0,Unmodified data

TIEMPO	Valor	TLV-TWA	Valor		INTERVALO
(s)	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³		INTERVALO
11:33:05	0,019	10	0,019		5,78704E-05
11:33:10	0,024	10	0,024		5,78704E-05
11:33:15	0,025	10	0,025		5,78704E-05
11:33:20	0,028	10	0,028		5,78704E-05
11:33:25	2,032	10	0,032	2	5,78704E-05
11:33:30	3,035	10	0,035	3	5,78704E-05
11:33:35	3,051	10	0,051	3	5,78704E-05
11:33:40	2,054	10	0,054	2	5,78704E-05
11:33:45	2,553	10	0,053	2,5	5,78704E-05
11:33:50	2,842	10	0,042	2,8	5,78704E-05
11:33:55	3,058	10	0,058	3	5,78704E-05
11:34:00	2,062	10	0,062	2	5,78704E-05
11:34:05	2,565	10	0,065	2,5	5,78704E-05
11:34:10	2,864	10	0,064	2,8	5,78704E-05
11:34:15	3,07	10	0,07	3	5,78704E-05
11:34:20	3,575	10	0,075	3,5	5,78704E-05
11:34:25	3,878	10	0,078	3,8	5,78704E-05
...
11:38:55	10,263	10	0,923	9,34	5,78704E-05
11:39:00	10,712	10	0,842	9,87	5,78704E-05
11:39:05	10,822	10	0,842	9,98	5,78704E-05
11:39:10	10,932	10	0,842	10,09	5,78704E-05
11:39:15	11,112	10	0,842	10,27	5,78704E-05
11:39:20	11,712	10	0,842	10,87	5,78704E-05
11:39:25	10,712	10	0,842	9,87	5,78704E-05
11:39:30	10,592	10	0,842	9,75	5,78704E-05
11:39:35	10,402	10	0,842	9,56	5,78704E-05
11:39:40	8,712	10	0,842	7,87	5,78704E-05
11:39:45	8,612	10	0,842	7,77	5,78704E-05
PROM	6,94185185				

TABLA AIII.9. Valores de la medición de la concentración polvo en la actividad de limpieza antes de gestionar el riesgo

RUN,30/08/2011,13:42:06,30/08/2011,13:50:15

Calibration details,0,0,Unmodified data

TIEMPO	Valor	TLV-TWA	Valor		INTERVALO
(s)	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³		INTERVALO
0,570902778	0,002	10	0,002		5,78704E-05
0,570960648	0,005	10	0,005		5,78704E-05
0,571018519	0,015	10	0,015		5,78704E-05
0,571076389	0,017	10	0,017		5,78704E-05
0,571134259	0,012	10	0,012		5,78704E-05
0,57119213	0,028	10	0,028		5,78704E-05
0,57125	0,035	10	0,035		5,78704E-05
0,57130787	0,042	10	0,042		5,78704E-05
0,571365741	0,043	10	0,043		5,78704E-05
0,571423611	0,042	10	0,042		5,78704E-05
0,571481481	1,048	10	0,048	1	5,78704E-05
0,571539352	1,102	10	0,052	1,05	5,78704E-05
0,571597222	1,328	10	0,098	1,23	5,78704E-05
...
0,57599537	22,007	10	2,227	19,78	5,78704E-05
0,576053241	20,809	10	2,159	18,65	5,78704E-05
0,576111111	20,225	10	1,225	19	5,78704E-05
0,576168981	22,588	10	2,138	20,45	5,78704E-05
0,576226852	25,355	10	2,165	20,07	5,78704E-05
0,576284722	21,958	10	2,178	19,78	5,78704E-05
0,576342593	22,165	10	2,165	20	5,78704E-05
0,576400463	21,852	10	2,252	19,6	5,78704E-05
0,576458333	22,259	10	2,249	20,01	5,78704E-05
0,576516204	22,034	10	2,254	19,78	5,78704E-05
0,576574074	20,973	10	2,323	18,65	5,78704E-05
				19	
				20,05	
PROM	22,43475758			20,45	

ANEXO IV

PLANOS CUCHILLA MÓVIL Y CUCHILLA ESTACIONARIA

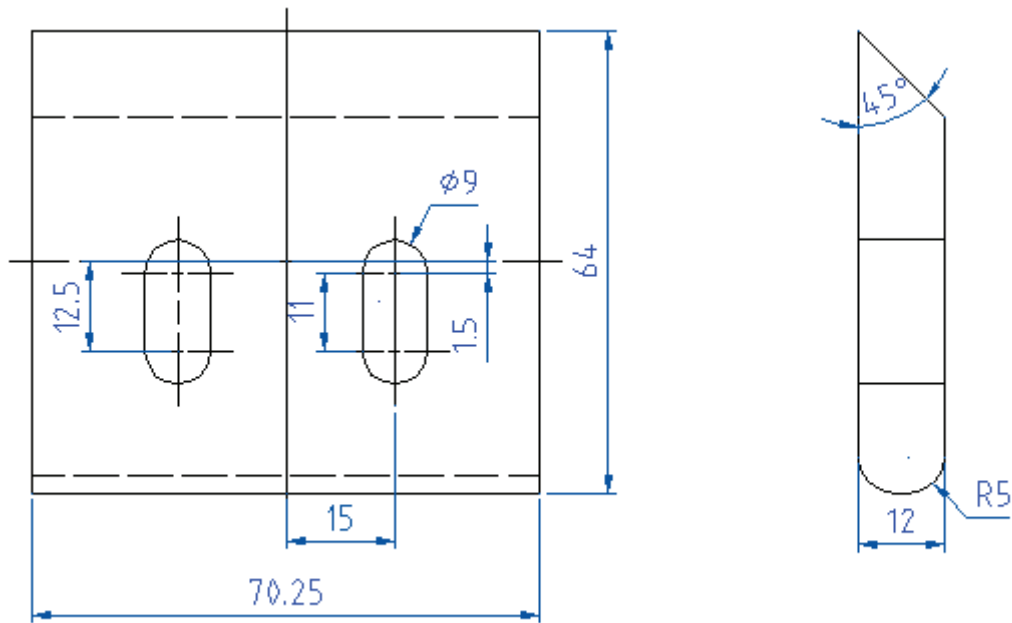


Figura AIV.1. Planos vista frontal y lateral de las cuchillas móviles

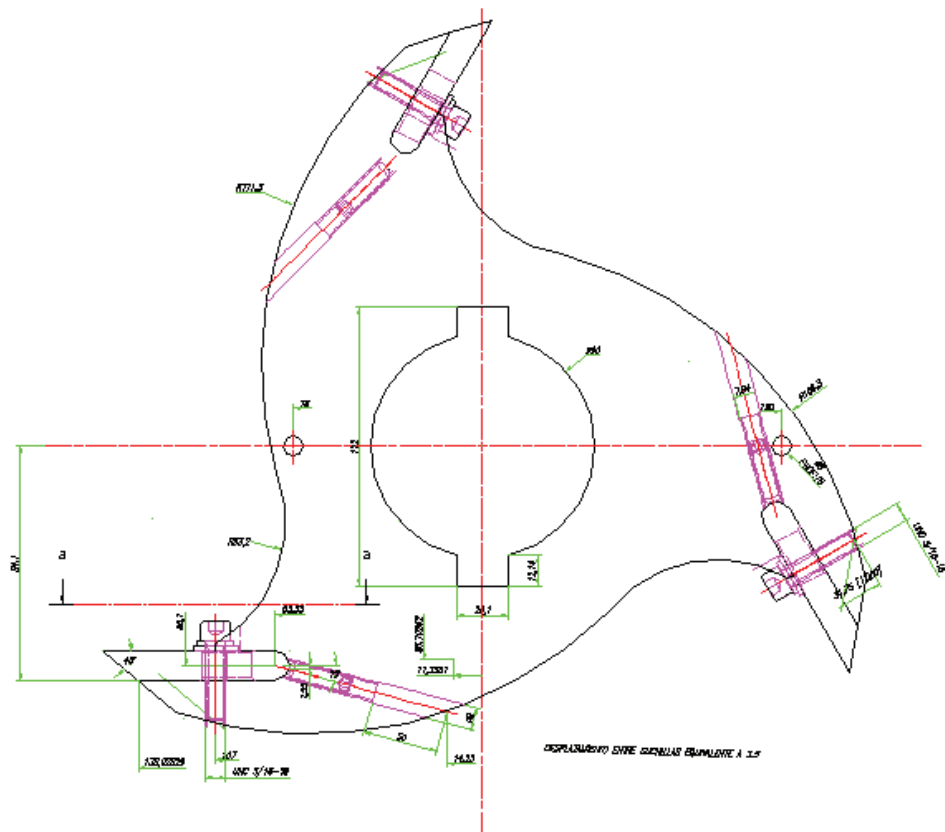
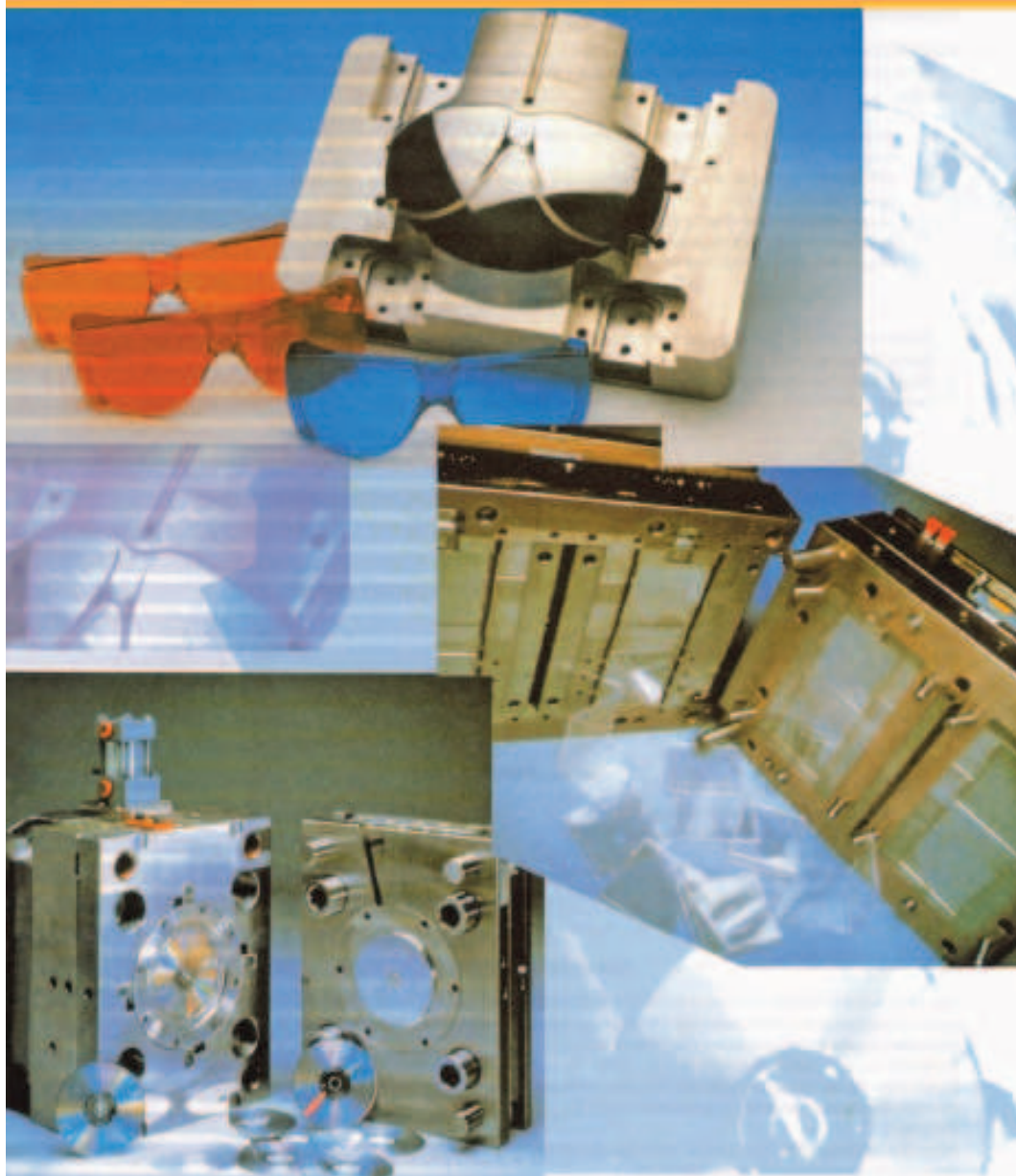


Figura AIV.2. Planos vista frontal las cuchilla estacionaria

ANEXO V

**HOJAS TÉCNICOS DE LAS CUCHILLAS MÓVILES Y
ESTACIONARIAS**

ACEROS PARA MOLDES DE PLÁSTICO





ARNE-DF2-AISI 01

Acero para trabajo en frío

GENERALIDADES: Acero al manganeso-cromo-tungsteno, templable en aceite para uso general. Apto para una gran variedad de aplicaciones de trabajo en frío. Buena maquinabilidad, estabilidad dimensional en el temple y buena combinación de dureza y tenacidad tras temple y revenido. Suministrado a 190 HB aproximadamente.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	Cr	W	V
ASSAB DF2	0.90	—	1.20	0.50	0.50	0.10
AISI/SAE 01	0.85-0.95	0.20-0.40	1.00-1.30	0.40-0.60	0.40-0.60	0.20

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	01
DIN	100MnCrW4
W.Nr	1.2510
UNE	F-5220
UDDEHOLM	ARNE

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS A 62 HRC

Temperatura °C	20	200	400
Densidad kg/m ³	7800	7750	7700
Módulo de elasticidad N/mm ²	190000	185000	170000
Coefficiente de dilatación térmica por °C a partir de 20 °C	—	11.7x10 ⁻⁶	11.4x10 ⁻⁶

APLICACIONES:

HERRAMIENTAS PARA:	ESPESOR DE MATERIAL	HRC
Comes	hasta 3 mm	60-62
Cizallado, punzonado, troquelado, desbastado trozado	3-6 mm	54-60
	6-10 mm	54-56
Cuchillas para trabajar en frío		54-60
Herramientas de trozado y desbastado para piezas de forja	caliente	58-60
	frío	56-58
Conformado		
Doblar, acuar, embutición profunda, repujado y conformado por estrado		56-62
Troqueles pequeños de acuar sin filo, espaldones, bocas y ranfos de rozar de tamaño pequeño y mediano.		50-60



TRATAMIENTO TÉRMICO

Recocido blando: Proteger al acero y calentarlo en toda su masa a 780 °C. Luego enfriarlo en el horno a 15°C/h hasta 650 °C y por último libremente al aire.

Eliminación de tensiones: Después del desbastado en máquina, calentar la herramienta a 650 °C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500 °C y después libremente al aire.

Temple:

Temperatura de precalentamiento: 600-700 °C

Temperatura de austenización: 790-830 °C

Agentes de enfriamiento:

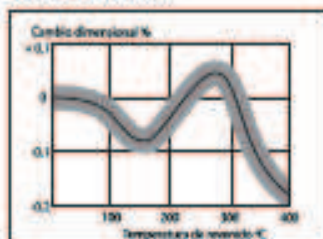
- Aceite
- Temple escalonado martensítico a 180-225 °C, después enfriar al aire

Cambios dimensionales durante el temple y revenido

Durante el temple: (Plancha de muestra: 100x100x25 mm)

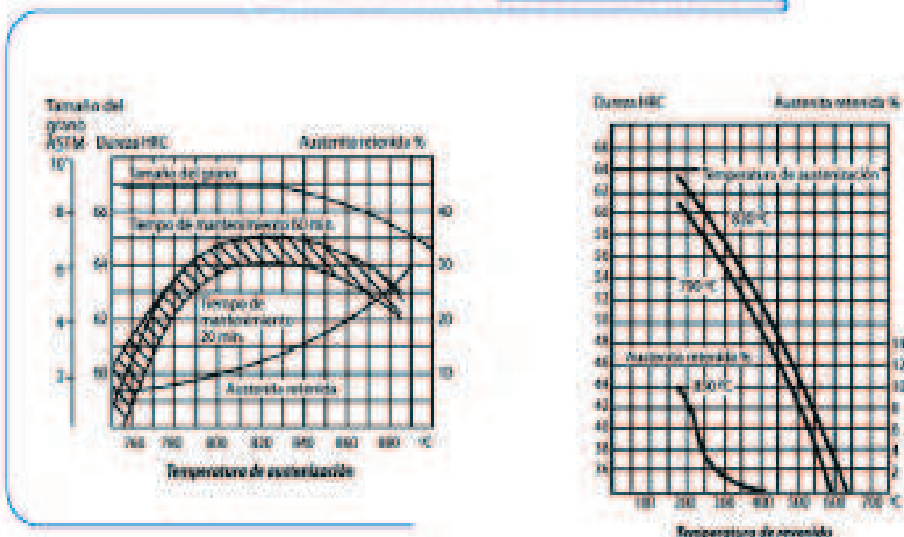
	Ancho %	Longitud %	Espesor %
Temple en aceite desde 830 °C	min.	+0.04	—
	máx.	+0.10	+0.02
Temple escalonado martensítico desde 830 °C	min.	+0.06	—
	máx.	+0.12	+0.02

Durante el revenido:



EL ACERO

CURVAS PARA TEMPLE Y REVENIDO (2h+2h)



MEDIDAS EN STOCK

REDONDO

Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
12,7	1,0
14	1,2
16	1,6
18	2,0
20	2,5
22	3,0
25,4	4,0
28	5,8
30	6,5
32	6,5
35	7,6
38	8,9
41	10,4
45	12,5
50,8	15,0
55	18,7
60	22,7
63,5	24,9
70	30,2
76,2	35,8
80	39,5

Diámetro (mm)	Peso (kg/m)
85	44,5
90	49,9
95	55,6
102	61,7
108	67,9
115	74,3
120	80,8
127	88,4
135	112,4
140	120,8
150	138,7
155	144,3
160	151,8
170	178,2
180	199,8
200	254,7
225	312,7
230	320,7
250	385,3
280	481,4
305	571,3

ANEXO VI

**FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO DE LOS MOLINOS Y REGISTROS
DEL MANTENIMIENTO DE LOS MOLINOS**



Figura AVI.1. Fotografías antes y después de la reparación de la criba o malla



Figura AVI.2. Fotografía antes y después de la reparación de la tuerca de sujeción.



Figura AVI.3. Fotografías antes y después del cambio de rodamientos del molino.



Figura AVI.4. Fotografías antes y después del mantenimiento del motor del ventilador

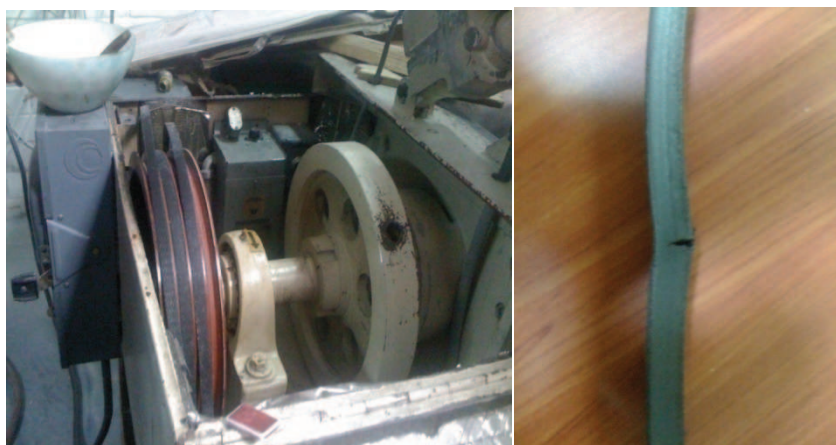



Figura AVI.5. Fotografías antes y después del cambio de banda del molino




Figura AVI.6. Fotografías que muestra el uso de cauchos de amortiguación para mitigar las vibraciones molino – suelo

TABLA AVI.1. Registro de mantenimiento preventivo de las cuchillas móviles y estacionarias del molino 1

			REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE CUCHILLAS MOLINO I (SC 200)		COD: REIN-630-01 PAGINA: 1 REV: 1
Actividades			Observación		Frecuencia
1) <i>Ángulo de corte</i>			Ángulo de corte fija 81° y móvil 51°		Trimestral
2) <i>Afilado de las cuchillas</i>			Uso de rectificadora		
3) <i>Espaciamiento de cuchillas</i>			Forma escalonada tipo tijeras		
4) <i>Regulación de cuchillas</i>			Máximo 2 mm		
5) <i>Ajuste de cuchillas</i>			Revisar pernos y tuercas		
6) <i>Tratamiento Térmico</i>			Templado 60 RC		
Fecha	MC	MP	Actividad Realizada	Técnico/ Responsable	Observaciones

MC: Mantenimiento Correctivo.
 MP: Mantenimiento Preventivo.

TABLA AVI.2. Registro de mantenimiento preventivo de las cuchillas móviles y estacionarias del molino 2

		REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE CUCHILLAS MOLINO II (WORT-TEX)			COD: REIN-630-01 PAGINA: 1 REV: 1	
Actividades		Observación			Frecuencia	
1) <i>Ángulo de corte</i>		<i>Ángulo de corte fija 81° y móvil 51°</i>			Trimestral	
2) <i>Afilado de las cuchillas</i>		<i>Uso de rectificadora</i>				
3) <i>Espaciamiento de cuchillas</i>		<i>Forma escalonada tipo tijeras</i>				
4) <i>Regulación de cuchillas</i>		<i>Máximo 2 mm</i>				
5) <i>Ajuste de cuchillas</i>		<i>Revisar pernos y tuercas</i>				
6) <i>Tratamiento Térmico</i>		<i>Templado 60 RC</i>				
Fecha	MC	MP	Actividad Realizada	Técnico/ Responsable	Observaciones	

MC: Mantenimiento Correctivo.

MP: Mantenimiento Preventivo.

ANEXO VII
REGISTROS DE ORDEN Y LIMPIEZA

ANEXO VIII

**DESARROLLO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE
EXTRACCIÓN DEL ÁREA DE MOLINO**

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

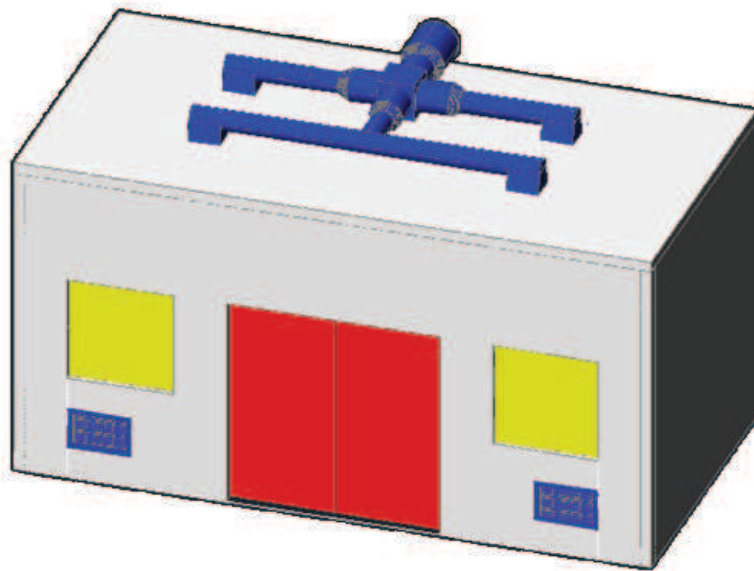


Figura AVIII.1. Representación esquemática del cuarto de molinos

SELECCIÓN DEL VENTILADOR

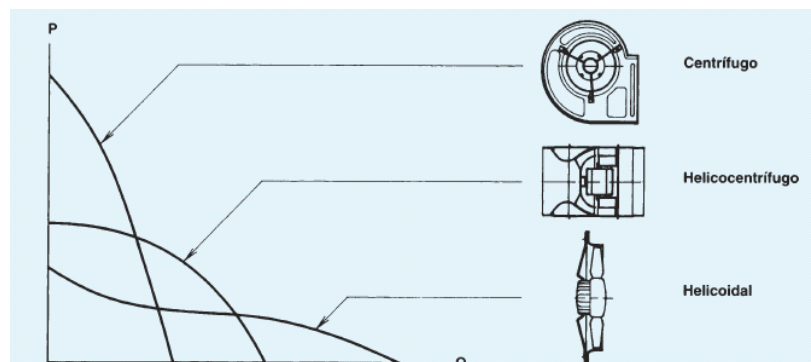


Figura AVIII.2. Curvas características de los tipos de ventilación (P vs Q)
(S&P, 2002)

Como muestra la figura AVIII.2 los ventiladores adecuados para el área de molinos son los ventiladores centrífugos que se caracterizan por mover caudales bajos pero a elevada presión.

Mediante el programa EASYVENT 1.8 de la empresa **Soler&Palau** uno de los mayores fabricantes en el ámbito de la ventilación, se seleccionó el ventilador adecuado con la aplicación de parámetros como caudal, perdidas por caídas de presión y altura de la ciudad respecto al nivel del mar.



Figura AVIII.3. Selección del extractor centrífugo para centros comerciales o procesos industriales según Soler&Palau

Punto de Trabajo

Caudal C.F.M.

Tolerancia Inferior Tolerancia Superior

Presión in W.G.

Estática

Tolerancia Inferior Tolerancia Superior

Temperatura °C

Altura m.

Punto de trabajo a 20°C y nivel del mar.

Caudal C.F.M.

Presión in W.G.

Densidad kg/m³

Temperatura °C

Densidad kg/m³

Márgenes de tolerancias

Soluciones sólo por encima del punto requerido

Soluciones según los márgenes indicados

RESET Menu

Figura AVIII.4. Parámetros de diseño para la selección del extractor cabina de molinos



Figura AVIII.5. Selección del extractor para el área de molinos por su disponibilidad en el mercado local

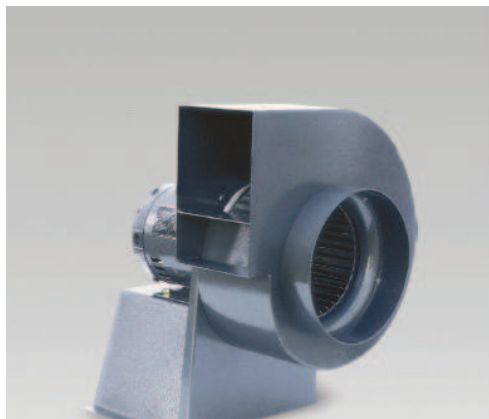


Figura AVIII.6. Fotografía del extractor centrífugo seleccionado para el sistema de ventilación cabina de molinos

TABLA AVIII.1. Características técnicas del motor seleccionado para la extracción de polvo en el área de molinos

CARACTERISTICAS TECNICAS

Modelo	Velocidad R.P.M.	Potencia H.P.	Intensidad máxima (A)			Caudal descarga libre m ³ /hr	Nivel Sonoro dB(A)*	Peso aprox. Kg
			440 V	220 V	127 V			
CEB-800	1550	1/20	-	-	0.9	800	53	5.5
CEB-1200	1625	1/10	-	-	1.35	1200	56	6.0
CET-B 2000	1725	1/2	1.0	2.0 / 5.0	11.0	1900	60	10.5
CET-B 2600	1725	3/4	1.6	3.3 / 6.3	13.1	2600	63	25.0
CET-4000	1725	1 1/2	2.9	5.8	-	3950	72	28.0
CET-5000	1725	2	3.7	7.4	-	5200	75	32.0
CET-6000	1725	3	5.1	10.2	-	6500	80	33.5

*Nivel sonoro medido de acuerdo a norma 300/96 AMCA y 301/96.

ANEXO IX**SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE DUCTOS Y TAMAÑO DE LAS
REJILLAS PARA LA CABINA DE EXTRACCIÓN SEGÚN EL
CAUDAL Y VELOCIDAD DEL AIRE**



COOK

DUCT DESIGNER



INSTRUCTIONS:

- A Establish air quantity (CFM) and friction loss.
- B Set air quantity (CFM) opposite of friction loss.
- C Read velocity (FPM) opposite of air quantity (CFM).
- D Read round duct diameter opposite of arrow.
- E Read equivalent rectangular duct dimensions.

EXAMPLE:

Given: 1,500 CFM @ .08 inches of water per 100 ft. of duct.
 Find: Velocity, size of round duct;
 Solution:
 Read velocity @ 950 FPM;
 Read duct diameter @ 17 inches;
 Read duct dimensions @ 20"x12" or 18"x15".

LOREN COOK COMPANY
 MANUFACTURERS OF AIR MOVING EQUIPMENT



www.lorencook.com



COOK

DUCT DESIGNER



INSTRUCTIONS:
 A Establish air quantity (CFM) and friction loss.
 B Set air quantity (CFM) opposite of friction loss.
 C Read velocity (FPM) opposite of air quantity (CFM).
 D Read round duct diameter opposite of arrow.
 E Read equivalent rectangular duct dimensions.

EXAMPLE:
 Given: 1,500 CFM @ .08 inches of water per 100 ft. of duct.
 Find: Velocity, size of round duct, equivalent duct dimensions.
Solution:
 Read velocity @ 950 FPM;
 Read duct diameter @ 17 inches;
 Read duct dimensions @ 20"x12" or 16"x15".

LOREN COOK COMPANY
 MANUFACTURERS OF AIR MOVING EQUIPMENT



www.lorencook.com

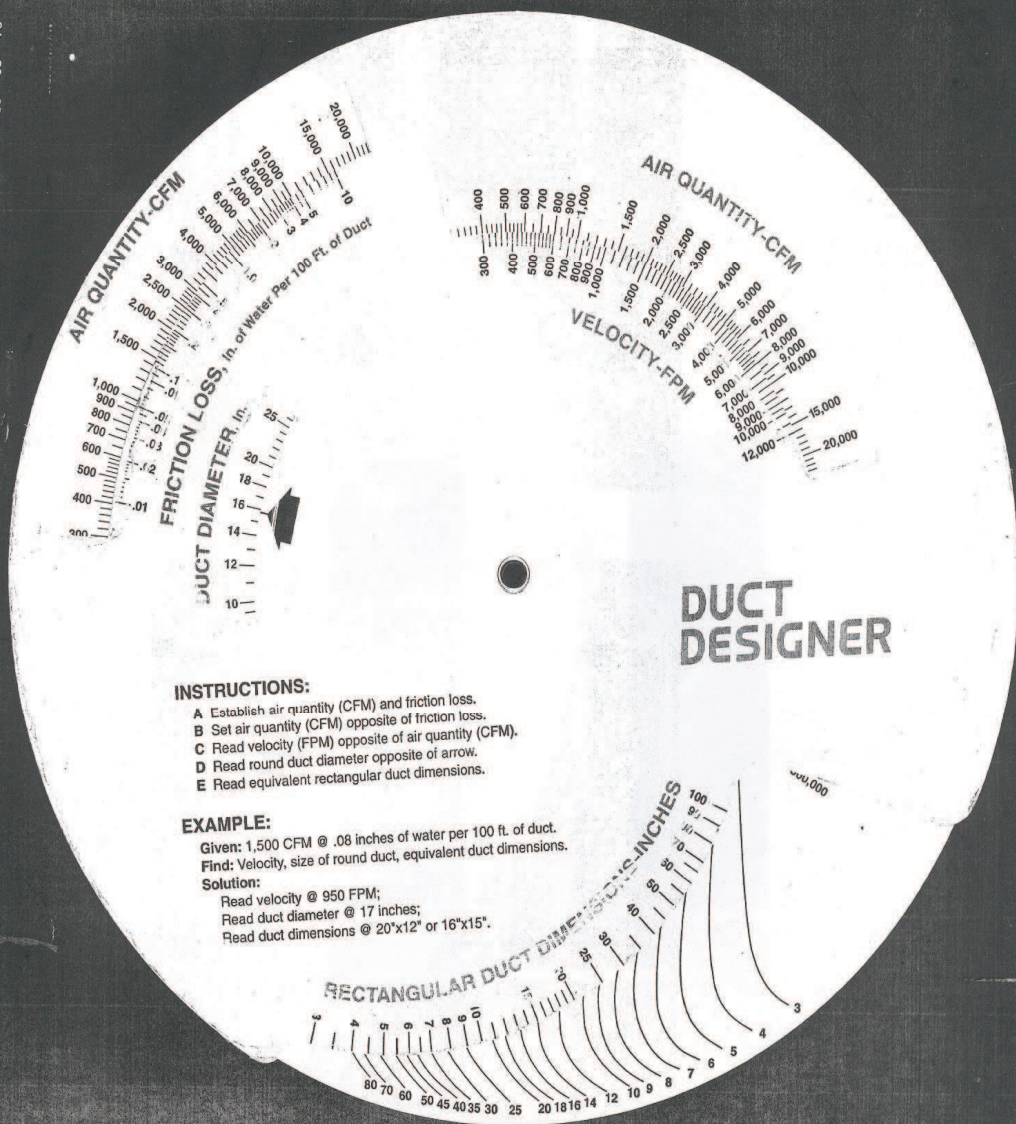
©1994 Datalizer Slide Charts, Inc., Addison, IL 60101



COOK

DUCT DESIGNER

81
78
76
74
72
70
68
66
64
62
60
58
56
54
52
50
48
46
44
42
40
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2



DUCT DESIGNER

INSTRUCTIONS:

- A Establish air quantity (CFM) and friction loss.
- B Set air quantity (CFM) opposite of friction loss.
- C Read velocity (FPM) opposite of air quantity (CFM).
- D Read round duct diameter opposite of arrow.
- E Read equivalent rectangular duct dimensions.

EXAMPLE:

Given: 1,500 CFM @ .08 inches of water per 100 ft. of duct.
 Find: Velocity, size of round duct, equivalent duct dimensions.
 Solution:
 Read velocity @ 950 FPM;
 Read duct diameter @ 17 inches;
 Read duct dimensions @ 20"x12" or 16"x15".

LOREN COOK COMPANY
 MANUFACTURERS OF AIR MOVING EQUIPMENT



www.lorencook.com

©1994 Datalizer Slide Charts, Inc., Addison, IL 60101

Return Air Grille

Performance Data

RA RA-CB RAP RA-FB RF-2 RA-AG RA-PG



RECOMMENDED ANEMOMETER VELOCITIES, FPM OR NC LEVEL

APPLICATION	MIN.	AVG.	MAX.	NC
Broadcast Studios, Legitimate Theaters, Concert Halls, Music Rooms.	200	250	300	Below NC 25
Conference Rooms, Libraries, Museums.	250	300	375	NC 25-30
Private Offices, Hospitals, Hotel Rooms, Movie Theaters, Churches, Residences, Court Rooms.	300	380	450	NC 30-35
Restaurants, General Office Spaces, Small Stores	500	600	800	NC 35-40
Public Buildings, Post Offices, General Stores, Department Stores, Cafeterias.	600	750	1050	NC 40-45
Factories	700	1000	1500	NC 45-50 or Over

MIN. - For extremely quiet operation. AVG. - Satisfactory for most installations. MAX. - Higher velocity where air noise is not objectionable.

IMPORTANT NOTE: Where selections are made for capacities between the charted numbers, always select the next larger size return air grille for better noise level performance.

Select "Listed Size" Based on (NOISE LEVEL) "Application" Chart Above

LISTED SIZE	ANEM. FREE EFFECTIVE AREA (SQ. FT.)	AIR CAPACITIES IN CFM							
		300 FPM	400 FPM	500 FPM	600 FPM	700 FPM	800 FPM	900 FPM	1000 FPM
10 x 6	.291	87	116	146	175	204	233	262	291
12 x 6	.356	107	142	178	214	249	285	320	356
10 x 8	.398	119	159	199	239	279	318	358	398
12 x 8	.485	146	194	243	291	340	388	437	485
14 x 8	.574	172	230	287	344	402	459	517	574
12 x 12	.750	225	300	375	450	525	600	675	750
20 x 10	1.04	312	416	520	624	728	832	936	1040
18 x 12	1.13	339	452	565	678	791	904	1017	1130
30 x 8	1.26	378	504	630	756	882	1008	1134	1260
24 x 12	1.55	465	620	775	930	1085	1240	1395	1550
18 x 18	1.73	519	692	865	1038	1211	1384	1557	1730
24 x 14	1.81	543	724	905	1086	1267	1448	1629	1810
30 x 12	1.96	588	784	980	1176	1372	1568	1764	1960
24 x 18	2.40	720	960	1200	1440	1680	1920	2160	2400
30 x 18	3.01	903	1204	1505	1806	2107	2408	2709	3010
24 x 24	3.20	960	1280	1600	1920	2240	2560	2880	3200
36 x 18	3.61	1083	1444	1805	2166	2527	2888	3249	3610
30 x 24	4.05	1215	1620	2025	2430	2835	3240	3645	4050
36 x 24	4.83	1449	1932	2415	2898	3381	3864	4347	4830
30 x 30	5.10	1530	2040	2550	3060	3570	4080	4590	5100
36 x 30	6.09	1827	2436	3045	3654	4263	4872	5481	6090
48 x 24	6.50	1950	2600	3250	3900	4550	5200	5850	6500
48 x 30	8.14	2442	3256	4070	4884	5698	6512	7326	8140
48 x 36	9.84	2952	3936	4920	5904	6888	7872	8856	9840
Negative Static Pressure (in H ₂ O)		.014	.023	.038	.060	.083	.115	.147	.188

Add .05 to the static pressure shown when using a model RF-2 or RA-FB with filters.
 When aluminum egg crate is used, increase listed air capacities by 50%.
 When plastic egg crate is used, increase listed air capacities by 33%.
 When perforated core is used, decrease listed air capacities by 10%.

D-12

AIR GUIDE CORPORATION, 76 WEST 206 STREET, MIAMI, FLORIDA 33135 - PHONE (305) 598-1624 - TELE. (305) 598-1624

ANEXO X

**PLANOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA CABINA DE
MOLINOS**

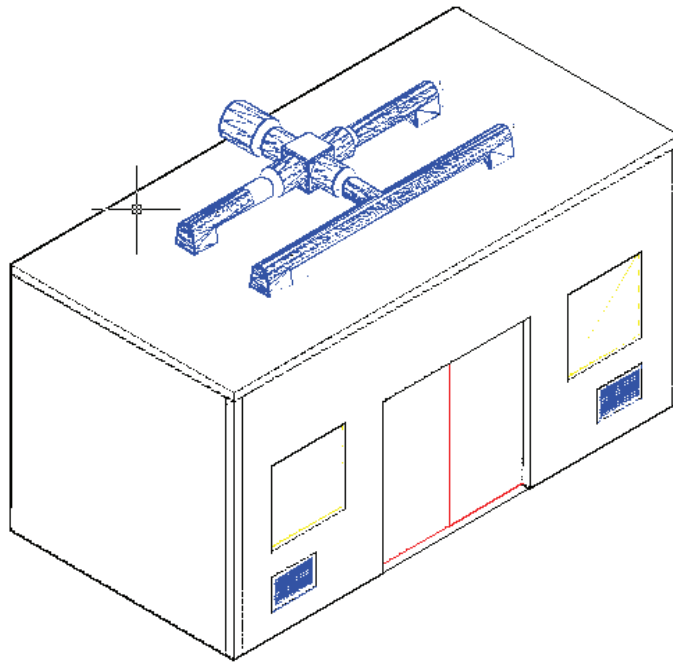


Figura AX.1. Vista tridimensional del sistema de ventilación de la cabina de molinos

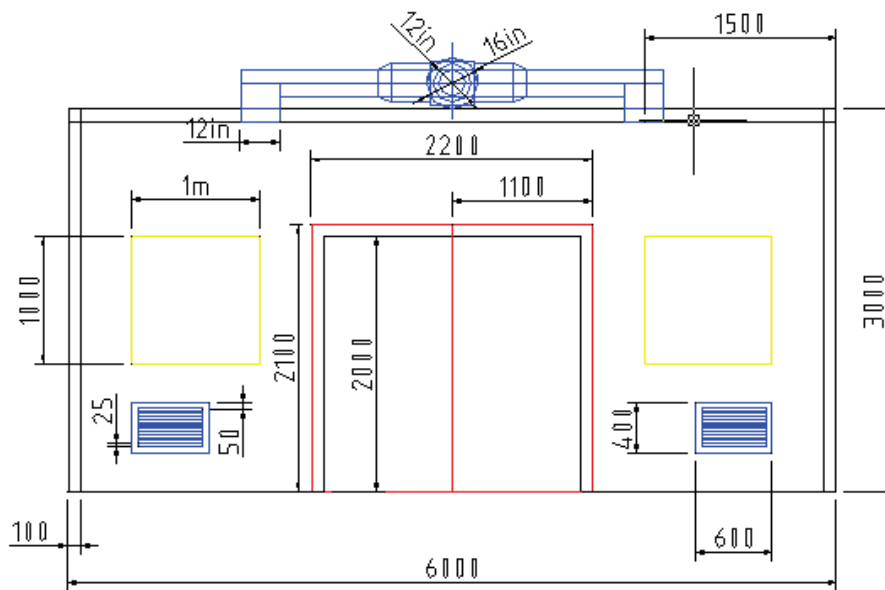


Figura AX.2. Vista frontal del sistema de ventilación de la cabina de molinos

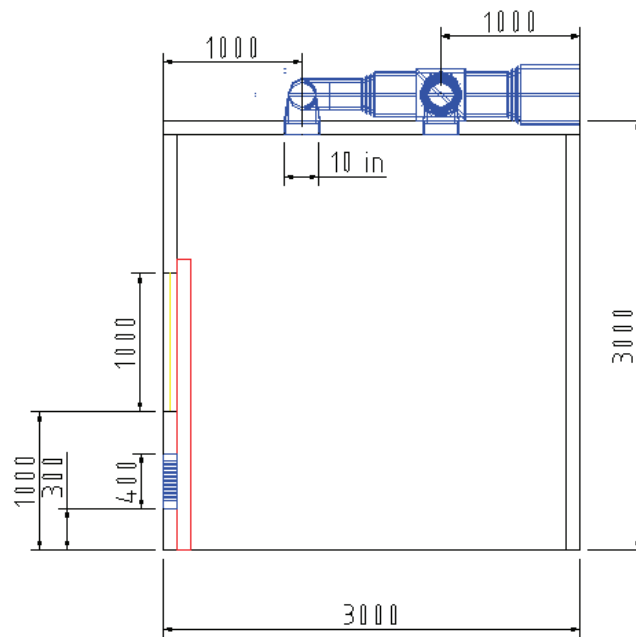


Figura AX.3. Vista lateral del sistema de ventilación de la cabina de molinos

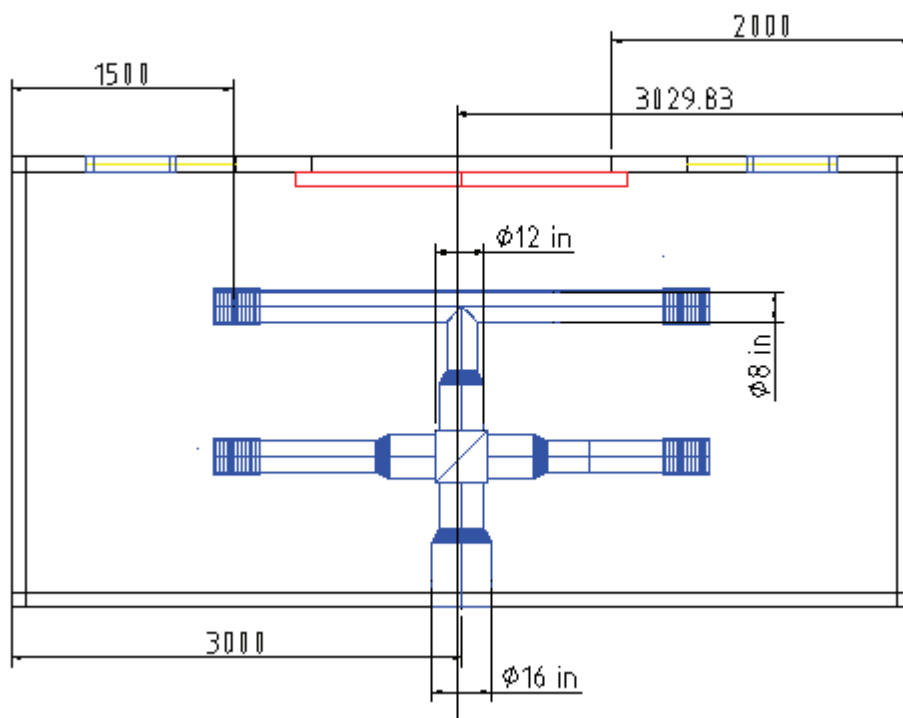


Figura AX.4. Vista superior del sistema de ventilación de la cabina de molinos

ANEXO XI

**PLANOS DEL SISTEMA DE ENCAPSULAMIENTO DE LA CABINA
DE MOLINOS**

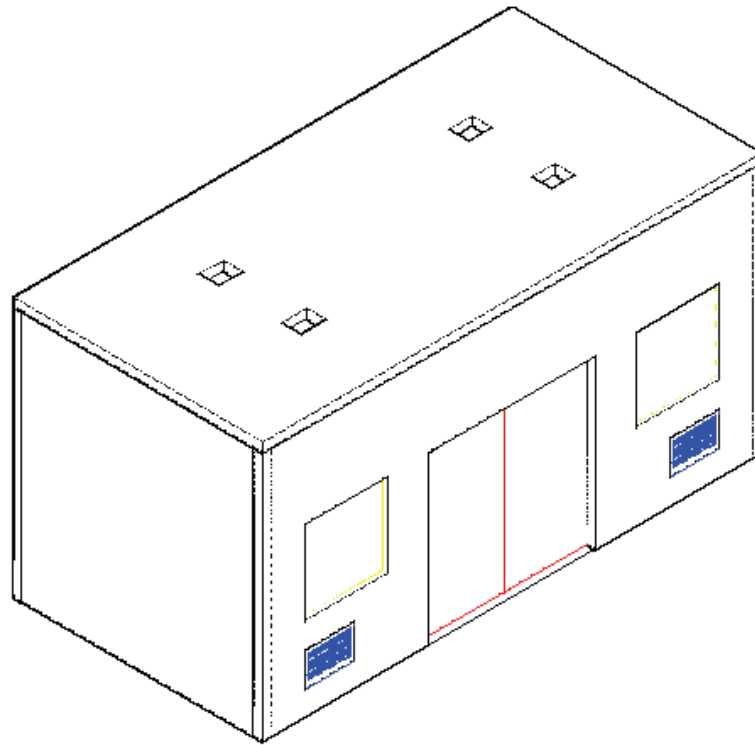


Figura AXI.1. Vista tridimensional del sistema de encapsulamiento de la cabina de molinos

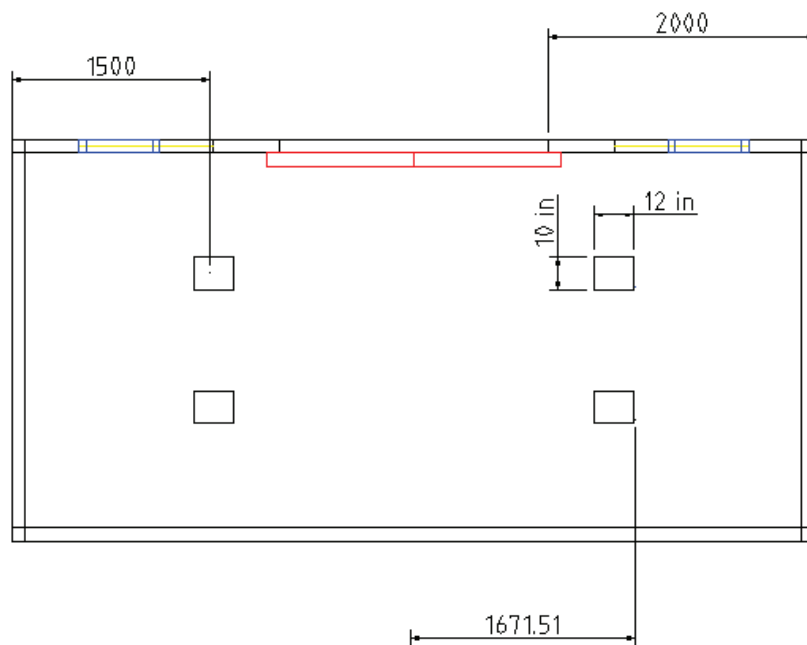


Figura AXI.2. Vista superior del sistema de encapsulamiento de la cabina de molinos

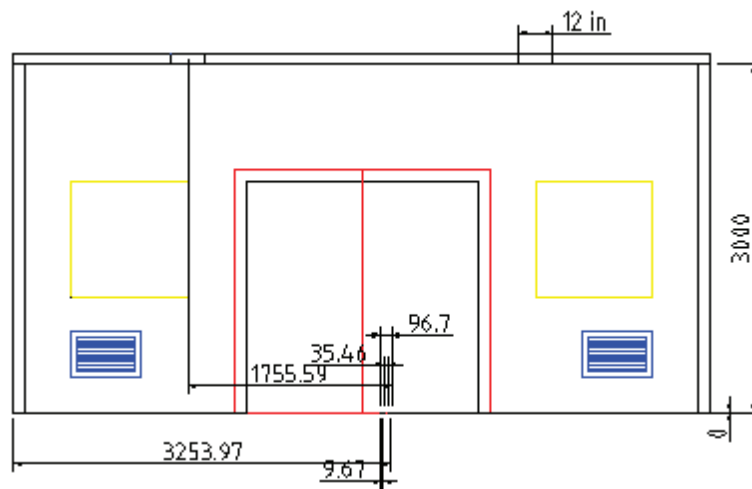


Figura AXI.3. Vista frontal del sistema de encapsulamiento de la cabina de molinos

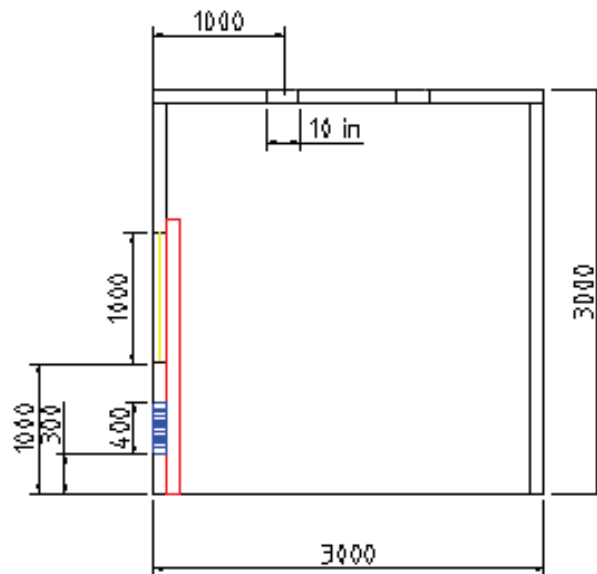


Figura AXI.4. Vista lateral del sistema de encapsulamiento de la cabina de molinos

ANEXO XII

**PLAN DE CAPACITACION ANUAL EN SEGURIDAD Y SALUD DE
INDUSTRIAS IEPESA**

TABLA AXIII.1. Plan de capacitación anual en seguridad y salud de Industrias IEPESA.

INDUSTRIAS IEPESA S.A.			UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCCUPACIONAL																				
TEMA		DIRIGIDO A	PERIODO 2011 - 2012												RESPONSABLE	IMPESA	ENVAPL	AST	TOTAL PERSONA	TOTAL	% DE CUMPLIMIENTO	CAPACITACIÓN REALIZADA POR	MEDIO DE VERIFICACIÓN
			ENERO	FEBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE	OCTUBR	NOVIEM	DICIEM									
INDUCCIÓN EN SST	PERSONAL NUEVO	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1												USSO	4	5	10	20	200	100%	TECNICO DE SST MEDICO OCCUPACIONAL	REGISTRO	
ORGANIZACION DE BRIGADAS IDENTIFICACION DE RIESGOS EN EL TRABAJO	JEFS DE BRIGADAS TODAS LAS PERSONAS DE LA EMPRESA.				1									TECNICO DE SST	6	4	10	20	200	100%	CNA	CERTIFICADOS	
CONTROL OPERACIONAL CONTROL DE RIESGOS	JEFS SUPERVISORES, LIDERES, COORDINADOR PARITARIO BRIGADAS					1 1								TECNICO DE SST	129	25	157	20	2740	100%	CNA	CERTIFICADOS	
POLITICAS Y CONCEPTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.	JEFS SUPERVISORES, LIDERES, COORDINADOR PARITARIO BRIGADAS						1 1							TECNICO DE SST	32	16	51	20	1020	100%	CNA	CERTIFICADOS	
INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE GESTION EN LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	JEFS SUPERVISORES, LIDERES, COORDINADOR PARITARIO BRIGADAS							1 1						TECNICO DE SST	36	22	58	20	1160	100%	CNA	CERTIFICADOS	
DIFUSION DE PLANES DE EMERGENCIA FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE BRIGADAS DE EMERGENCIA	JEFS COORDINADOR PARITARIO, INTEGRANTES DE LAS BRIGADAS						1 1							TECNICO DE SST	26	20	45	20	660	100%	CNA	CERTIFICADOS	
PRIMEROS AUXILIOS	INTEGRANTES DE LA BRIGADA DE PRIMEROS AUXILIOS									1 1				TECNICO DE SST	48	28	76	20	1520	100%	TECNICO DE SST MEDICO OCCUPACIONAL	REGISTRO	
SISTEMAS DE ADMINISTRACION EN SST EN LAS INDUSTRIAS DEL SECTOR ELASTICO	PERSONAL DE LA OCCUNA	2 1 2												TECNICO DE SST	7	5	12	4	22	100%	TECNICO DE SST MEDICO OCCUPACIONAL	FOTOS, REGISTRO	
MANEJO DE ALIMENTOS	PERSONAL DE LA OCCUNA													TECNICO DE SST	1	1	2	165	356	100%	ASERIAS	CERTIFICADOS	
ENFERMEDADES DE TRANSMISION SEXUAL	TODAS LAS PERSONAS DE LA EMPRESA													TECNICO DE SST	3	3	6	40	240	100%	TECNICO DE SST MEDICO OCCUPACIONAL	FOTOS, REGISTRO	
USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL	PERSONAL CABENAS (PINTURA, PULIDO, TRABAJO)													TECNICO DE SST	145	77	222	4	666	100%	TECNICO DE SST MEDICO OCCUPACIONAL	FOTOS, REGISTRO	
ERGONOMIA EN TU PUESTO DE TRABAJO PREVENIR ES MEJOR QUE CURAR	TODAS LAS PERSONAS DE LA EMPRESA TODAS LAS PERSONAS DE LA EMPRESA.												2	TECNICO DE SST	9	12	24	4	96	100%	TECNICO DE SST MEDICO OCCUPACIONAL	FOTOS, REGISTRO	
													2	TECNICO DE SST	145	77	222	4	666	100%	TECNICO DE SST MEDICO OCCUPACIONAL	FOTOS, REGISTRO	
													2	TECNICO DE SST	145	77	222	4	666	100%	TECNICO DE SST MEDICO OCCUPACIONAL	FOTOS, REGISTRO	

ANEXO XIII**TABLAS DE MEDICIÓN DEL RUIDO ANTES Y DESPUÉS DE LA
GESTIÓN DEL RIESGO CON LA UTILIZACIÓN DE EPI'S**

TABLA AXIII.1. Valores de la medición del ruido en el centro del área de molinos antes de gestionar el riesgo con EPI'S

Frecuencia	(Hz)	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	16 Kz
Leq,t	dB(A)	33,8	51,5	59,1	73,3	84,1	82,1	84,2	87,3	76	64,8
Atenuación media	dB(A)	0	0	21	26	36,6	40,6	38	42,7	41,3	0
		33,8	51,5	38,1	47,3	47,5	41,5	46,2	44,6	34,7	64,8
Desviación media	dB(A)	0	0	1,9	2,3	2,3	2,4	2,5	1,8	2,5	0
		33,8	51,5	36,2	45	45,2	39,1	43,7	42,8	32,2	64,8
LAeqdB(A)	50,8346										

TABLA AXIII.2. Valores de la medición del ruido junto al operador molino 1 antes de gestionar el riesgo con EPI'S

Frecuencia	(Hz)	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	16 Kz
Leq,t	dB(A)	32,1	61,3	65,2	77,2	89,6	93,4	93,3	91,2	75	68,3
Atenuación media	dB(A)	0	0	21	26	36,6	40,6	38	42,7	41,3	0
		32,1	61,3	44,2	51,2	53	52,8	55,3	48,5	33,7	68,3
Desviación media	dB(A)	0	0	1,9	2,3	2,3	2,4	2,5	1,8	2,5	0
		32,1	61,3	42,3	48,9	50,7	50,4	52,8	46,7	31,2	68,3
LAeqdB(A)	69,38										

TABLA AXIII.3. Valores de la medición del ruido en el ingreso a los molinos antes de gestionar el riesgo con EPI'S

Frecuencia	(Hz)	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	16 Kz
Leq,t	dB(A)	66,3	67,8	75,8	75,2	77,8	79,3	77,9	76	68,9	58,5
Atenuación media	dB(A)	0	0	21	26	36,6	40,6	38	42,7	41,3	0
		66,3	67,8	54,8	49,2	41,2	38,7	39,9	33,3	27,6	58,5
Desviación media	dB(A)	0	0	1,9	2,3	2,3	2,4	2,5	1,8	2,5	0
		66,3	67,8	52,9	46,9	38,9	36,3	37,4	31,5	25,1	58,5
LAeqdB(A)	70,52										

TABLA AXIII.7. Valores de la medición del ruido en el centro del área de molinos después de gestionar el riesgo con EPI'S

Frecuencia	(Hz)	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	16 Kz
Leq,t	dB(A)	28,8	46,5	54,1	68,3	79,1	77,1	79,2	82,3	71	59,8
Atenuación media	dB(A)	0	0	21	26	36,6	40,6	38	42,7	41,3	0
		28,8	46,5	33,1	42,3	42,5	36,5	41,2	39,6	29,7	59,8
Desviación media	dB(A)	0	0	1,9	2,3	2,3	2,4	2,5	1,8	2,5	0
		28,8	46,5	31,2	40	40,2	34,1	38,7	37,8	27,2	59,8
LAeqdB(A)	45,835										

TABLA AXIII.8. Valores de la medición del ruido junto al operador molino 1 después de gestionar el riesgo con EPI'S

Frecuencia	(Hz)	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	16 Kz
Leq,t	dB(A)	27,1	56,3	60,2	72,2	74,6	78,4	78,3	81,2	70	63,3
Atenuación media	dB(A)	0	0	21	26	36,6	40,6	38	42,7	41,3	0
		27,1	56,3	39,2	46,2	38	37,8	40,3	38,5	28,7	63,3
Desviación media	dB(A)	0	0	1,9	2,3	2,3	2,4	2,5	1,8	2,5	0
		27,1	56,3	37,3	43,9	35,7	35,4	37,8	36,7	26,2	63,3
LAeqdB(A)	64,172										

TABLA AXIII.9. Valores de la medición del ruido en el ingreso a los molinos después de gestionar el riesgo con EPI'S

Frecuencia	(Hz)	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	16 Kz
Leq,t	dB(A)	61,3	62,8		70,8	70,2	72,8	74,3	72,9	71	63,9
Atenuación media	dB(A)	0	0	21	26	36,6	40,6	38	42,7	41,3	0
		61,3	62,8	-21	44,8	33,6	32,2	36,3	30,2	29,7	63,9
Desviación media	dB(A)	0	0	1,9	2,3	2,3	2,4	2,5	1,8	2,5	0
		61,3	62,8	-22,9	42,5	31,3	29,8	33,8	28,4	27,2	63,9
LAeqdB(A)	67,584										

ANEXO XIV**HOJAS TÉCNICAS DE LOS FILTROS Y MASCARILLA MEDIA
CARA UTILIZADOS EN EL ÁREA DE MOLINOS**



3M Peltor® Optime 105

Modelos H10A y H10P3A

Características Principales

La línea de orejeras auditivas OPTIME de Peltor incorpora toda la ingeniería acústica, el diseño concentrado en la comodidad del usuario, y la versatilidad del desempeño que ha transformado a Peltor en la marca líder en orejeras durante más de 50 años. Característica a característica, es lo mejor de lo mejor.

Las copas gemelas están acopladas acústicamente lo que minimiza la resonancia y resulta en una atenuación superior que brinda protección efectiva contra ruido extremo, así como óptimo confort con el menor peso.

ALMOHADILLAS RELLENAS DE LÍQUIDO Y ESPUMA y anillos suaves son lo último para un mejor sellado (aún con gafas) y una mayor comodidad.

BANDA SUPERIOR AMPLIA Y ACOLCHADA CON CUATRO PUNTOS DE SUSPENSIÓN DE ACERO acojinamiento superior a la vez que distribuye la presión para una mayor comodidad, y se adapta a la mayoría de los perfiles faciales. La fabricación de acero inoxidable resiste torceduras y deformaciones.

COPAS DE PUNTOS PIVOTEANTES permiten a los usuarios inclinar y ajustar las copas de los oídos para comodidad y eficiencia óptima.

Modo de uso

- Maneje los protectores siempre con las manos limpias
- Colóquese los protectores antes de entrar al área de trabajo
- No se retire los protectores en el área de trabajo
- Siga las instrucciones de uso impresas, para lograr un buen ajuste
- Guarde los protectores en la bolsa, en lugar seco y libre de contaminantes

Materiales

- Copas: ABS
- Cubiertas de las almohadilla: PVC
- Medio absorbente: Poluretano

Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica.

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal pérdida o daños ya sean directos o consecuentes del uso de este producto.

Antes de ser usado, debe determinarse si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.

Tabla de Atenuación (ANSI S3. 19-1974)

Equipo	Clase	Prueba de frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRR
H10A Protector auditivo con diadema superior	N	Atenuación media (dB A)	21	25	36.8	40.8	38.0	41.8	42.7	41.7	41.3	30 dB
		Desviación estándar (dB A)	1.9	2.3	2.3	2.4	2.5	2.7	1.8	2.1	2.5	
H10P3E Protector auditivo para adaptarse al casco	N	Atenuación media (dB A)	20.7	25.5	36.2	38.3	35.7	39.3	41.3	42.1	41.3	27 dB
		Desviación estándar (dB A)	3.0	3.3	3.9	3.4	2.9	3.5	3.4	2.5	3.1	

*La tasa de reducción de ruido (NRR) podría sobrestimarse durante el uso típico. 3M recomienda que se reduzca el NRR a un 50% para estimar el nivel de reducción previsto. Esto debido a que el factor de protección viene dado por el buen ajuste. Véase el empaque para más detalles.



3M

Respirador 8210 (N95)

Hoja Técnica



Descripción

El respirador libre de mantenimiento 3M 8210 brinda una efectiva, confortable e higiénica protección respiratoria contra polvos y partículas líquidas sin aceite. Es fabricado con un *Medio Filtrante Electrónico Avanzado*, novedoso sistema de retención de partículas que permite mayor eficiencia del filtro con menor caída de presión. Su forma convexa, el diseño de sus bandas elásticas, la espuma de sellado y el clip de aluminio para el ajuste a la nariz aseguran un excelente sello adaptándose a un amplio rango de tamaños de cara.

Aplicaciones

- Triturado
- Lijado
- Aserrado
- Carpintería
- Empacado
- Cementos
- Construcción
- Agroquímicos
- Minería
- Alimenticia

Aprobaciones

Aprobado por la National Institute for Occupational Safety And Health (NIOSH) de Estados Unidos bajo la especificación N95 de la norma 42CFR84.

Características

- Cintas elásticas: Elastómero color amarillo
- Clip metálico: Aluminio
- Espuma interna: Poliuretano
- Elemento filtrante: Tela no tejida de polipropileno y poliéster.
- Peso aprox.: 10g
- Color: Blanco

Concentraciones Límites

- No usar cuando las concentraciones sean mayores a 10 veces el límite de exposición o menor de 0,05 mg/m³

- No usar en atmósferas cuyo contenido de oxígeno sea menor a 19,5 %.

- No usar en atmósferas en las que el contaminante esté en concentraciones IDLH (inmediatamente peligrosas para la vida y la salud).

Limitaciones de Uso

Aprobado para protección respiratoria contra polvos (incluyendo carbón, algodón, aluminio, trigo, hierro y sílice libre producidos principalmente por la desintegración de sólidos durante procesos industriales tales como: esmerilado, lijado, trituración y procesamiento de minerales y otros materiales) y neblinas a base de líquidos no acetosos.

- No usar en atmósferas que contengan vapores y gases tóxicos, Asbestos o polvo proveniente de lavado con chorro de arena (granallado - sandblasting).

Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se prueba ser defectuoso de fábrica.

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal, pérdida o daños ya sean directos o consecuentes del mal uso de este producto.

Antes de ser usado, se debe determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.

Empaque

Unidad/Funda	Fundas / Caja	Unidad/Caja
20	8	160

Para mayor información:

3M ECUADOR C.A.
División de Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental
Teléfono 252-6437 Fax 250-4406 Quito
Teléfono (04) 280-0777 Fax (04) 280-2254 Guayaquil



Filtro 2091 (P100) Con Media Cara o Cara Completa

Hoja Técnica



Descripción

Los filtros 3M 2091 usados en la pieza facial Serie 6000 ó 7000 están aprobados para la protección contra polvos y neblinas con o sin aceites. Es fabricado con un **Medio Filtro Electrostático Avanzado**, novedoso sistema de retención de partículas que permite mayor eficiencia del filtro con menor caída de presión. Los tres diferentes tamaños de los respiradores permiten un buen ajuste en distintas configuraciones faciales, su diseño de bajo perfil le permite ser usado con otros implementos de seguridad, sus válvulas de exhalación e inhalación extra grandes permiten tener una menor resistencia a la respiración, el diseño de estos filtros le atribuyen una mejor distribución del peso unido al respirador, con lo que se incrementa su comodidad. El filtro 3M 2091 está diseñado para una máxima eficiencia de filtrado.

Aplicaciones

- Exposición a partículas de sustancias especificadas por OSHA
- Reducción de Plomo
- Cadmio
- Arsénico
- Industria farmacéutica

Aprobaciones

Aprobado por la National Institute for Occupational Safety And Health (NIOSH) de Estados Unidos bajo la especificación **P100** de la norma **42CFR84**.

Características

- Pieza Facial: Polímero sintético.
- Color: Gris.
- Elemento filtrante: Tela no tejida de polipropileno y poliéster.
- Color: Facial.
- Peso aproximado: 10 g.

Concentraciones límites

- No usar cuando las concentraciones sean mayores a 10 veces el límite de exposición (media cara) ó 100 veces (cara

• No usar en atmósferas cuyo contenido de oxígeno sea menor a 19,5 %.

• No usar en atmósferas en las que el contaminante esté en concentraciones IDLH (inmediatamente peligrosas para la vida y la salud).

Limitaciones de Uso

Aprobado para protección respiratoria contra polvos (incluyendo carbón, algodón, aluminio, trigo, hierro y sílice libre producidos principalmente por la desintegración de sólidos durante procesos industriales tales como: esmerilado, lijado, trituración y procesamiento de minerales y otros materiales) y neblinas a base de líquidos con o sin aceites.

• No usar en atmósferas que contengan vapores y gases tóxicos o polvo proveniente de lavado con chorro de arena.

Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica.

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal, pérdida o daños ya sean directos o consecuentes del mal uso de este producto.

Antes de ser usado, se debe determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.

Empaque

Unid. / Funda	Funda / Caja	Unid. / Caja
2	50	100

Para mayor información:

3M ECUADOR C.A.
División Salud Ocupacional y Protección Ambiental
Teléfono: 593-437-1100 Fax: 593-437-1101

ANEXO XV**VALORES DE MEDICIÓN DE RUIDO Y CONCENTRACIÓN DE
POLVO PLÁSTICO DESPUÉS DE LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS**

TABLA AXV.1. Valores de la medición del ruido en el centro del área de molinos después de gestionar el riesgo

Frecuencia	Leq,t	Time	Overload
Band (Hz)	dB(A)	(s)	
31 Hz	28,8	45	yes
63 Hz	46,5	46	yes
125 Hz	54,1	45	yes
250 Hz	68,3	45	yes
500 Hz	79,1	45	yes
1 kHz	77,1	45	yes
2 kHz	79,2	45	yes
4 kHz	82,3	45	yes
8 kHz	71	45	yes
16 Kz	59,8	45	yes
LAeq dBA	86	45	yes
LCeq dBC	92,6	45	yes
LZeq dBZ	92,9	45	yes

Reporte de Medición
Measurement Details

Date and Time:

24/08/2012

11:31:00

Medidor Nivel de Ruido

Cirrus Research plc

Recalibration Due:

31/01/2013

Run Duration:

0:09:46

TABLA AXV.2. Valores de la medición del ruido junto al trabajador molino 1 después de gestionar el riesgo

Frecuencia	Leq,t	Time	Overload
Band (Hz)	dB(A)	(s)	
31 Hz	27,1	45	yes
63 Hz	56,3	46	yes
125 Hz	60,2	45	yes
250 Hz	72,2	45	yes
500 Hz	74,6	45	yes
1 kHz	78,4	45	yes
2 kHz	78,3	45	yes
4 kHz	81,2	45	yes
8 kHz	70	45	yes
16 Kz	63,3	45	yes
LAeq dBA	85,1	45	yes
LCeq dBC	88,4	45	yes
LZeq dBZ	85,8	45	yes

Reporte de Medición

Measurement Details

Date and Time:

24/08/2012

11:42:00

Medidor Nivel de Ruido

Cirrus Research plc

Recalibration Due:

31/01/2013

Run Duration:

0:09:45

Range:

40-110

Lugar:

JUNTO AL TRABAJADOR, MOLINO 1

Notas:

Junto al trabajador

TABLA AXV.3. Valores de la medición del ruido al ingreso del área de molinos después de gestionar el riesgo

Frecuencia	LZeq,t	Time	Overload
Band (Hz)	dB(A)	(s)	
31 Hz	61,3	45	yes
63 Hz	62,8	45	yes
125 Hz	70,8	45	yes
250 Hz	70,2	45	yes
500 Hz	72,8	47	yes
1 kHz	74,3	45	yes
2 kHz	72,9	46	yes
4 kHz	71,0	45	yes
8 kHz	63,9	45	yes
16 Kz	53,5	45	yes
LAeq dBA	80,2	45	yes
LCeq dbC	81,5	45	yes
LZeq dBZ	85,1	45	yes

Reporte de Medición

Measurement Details

Date and Time:

24/08/2012

11:55:00

Medidor Nivel de Ruido

Cirrus Research plc

Recalibration Due:

31/01/2013

Run Duration:

0:09:48

Range:

40-110

Lugar:

Puerta de molinos

dB

Notas:

Ingreso puerta de molinos con los 2 molinos funcionando

TABLA AXV.4. Valores de la medición del ruido funcionando solo el molino 1 después de gestionar el riesgo

Data	f(Hz)		f(Hz)	f(Hz)	
Leq	81,1	dBA	125	75,3	dBA
Lepd	50,1	dBA	250	77,2	dBA
LAE	95,6	dBA	500	76,4	dBA
LASma	86,7	dBA	1000	77,4	dBA
Peak	87,4	dBC	2000	75,4	dBA
			Lmin	72,5	dBA

f(Hz)	125	250	500	1000	2000
Lp	75,30	77,20	76,40	77,40	75,40
Atenuación	-16,1	-8,9	-3,2	0	1,2
Leq	59,20	68,30	73,20	77,40	76,60
Leq res.	81,11	dBA			

Reporte de Medición

Measurement Details

Date and Time:

24/08/2012

14:05:00

Medidor Nivel de Ruido

Cirrus Research plc

Recalibration Due:

31/01/2013

Run Duration:

0:09:48

Range:

40-110

Lugar:

Medición funcionando el molino
1

Notas:

Se realizo la medición funcionando el molino 1 junto al operador

TABLA AXV.5. Valores de la medición del ruido en el proceso de limpieza de los molinos después de gestionar el riesgo

Data			f(Hz)		
Leq	94,9	dBA	125	90,1	dBA
Lepd	70,55	dBA	250	91,34	dBA
LAE	98,34	dBA	500	93,1	dBA
LASma	97,45	dBA	1000	90,67	dBA
Peak	96,88	dBC	2000	88,71	dBA
			Lmin	86,24	dBA

f(Hz)	125	250	500	1000	2000
Lp	90,10	91,34	92,13	90,67	88,71
Atenuación	-16,1	-8,9	-3,2	0	1,2
Leq	74,00	82,44	88,93	90,67	89,91
Leq res.	94,95327	dBA			

Reporte de Medición

Measurement Details

Date and Time: 24/08/2012
 14:05:00
 Cirrus Research
 Medidor Nivel de Ruido plc
 Recalibration Due: 31/01/2013
 Run Duration: 0:09:48

Range: 40-110 dB

Lugar: Limpieza de molinos

Notas:

Limpieza de molinos se lo realiza por medio de aire comprimido cada 30 min en cada molino

TABLA AXV.6. Valores de la medición del ruido en el área de molinos en la tarde después de gestionar el riesgo

Frecuencia	Leq,t	Time	Overload
Band (Hz)	dB(A)	(s)	
31 Hz	24,7	45	yes
63 Hz	42,6	46	yes
125 Hz	59,8	45	yes
250 Hz	69,8	45	yes
500 Hz	76,4	45	yes
1 kHz	79,3	45	yes
2 kHz	78,7	45	yes
4 kHz	78,0	45	yes
8 kHz	69,0	45	yes
16 Kz	57,1	45	yes
LAeq dBA	84,5	45	yes
LCeq dbC	84,9	45	yes
LZeq dBZ	83,6	45	yes

Reporte de medición

Measurement Details

Date and Time:	24/08/2012 13:53:00
Medidor Nivel de Ruido	Cirrus Research plc
Recalibration Due:	31/01/2013
Run Duration:	0:09:45
Range:	40-110
Lugar:	MEDICIÓN EN LA TARDE

Notas:

MEDICIÓN EN LA TARDE ÁREA DE MOLINOS

TABLA AXV.7. Valores de la medición de la concentración de partículas de polvo en el interior del área de molinos después de gestionar el riesgo

RUN,17/09/2012,10:25:22,17/09/2012,10:33:32

Calibration details,0,0,Unmodified data

TIEMPO	Valor	TLV-TWA	Valor	INTERVALO
(s)	MG/M3	MG/M3	MG/M3	INTERVALO
0,424386574	0,011	10	0,011	5,78704E-05
0,424444444	0,005	10	0,005	5,78704E-05
0,424502315	0,014	10	0,014	5,78704E-05
0,424560185	0,018	10	0,018	5,78704E-05
0,424618056	0,012	10	0,012	5,78704E-05
0,424675926	0,025	10	0,025	5,78704E-05
0,424733796	0,051	10	0,051	5,78704E-05
0,424791667	0,054	10	0,054	5,78704E-05
0,424849537	0,043	10	0,043	5,78704E-05
0,424907407	0,042	10	0,042	5,78704E-05
0,424965278	0,04	10	0,04	5,78704E-05
0,425023148	0,052	10	0,052	5,78704E-05
0,425081019	0,125	10	0,125	5,78704E-05
0,425138889	0,134	10	0,134	5,78704E-05
0,425196759	0,145	10	0,145	5,78704E-05
0,42525463	0,165	10	0,165	5,78704E-05

0,431331019	11,655	10	3,165	5,78704E-05
0,431388889	8,678	10	3,178	5,78704E-05
0,431446759	9,665	10	3,165	5,78704E-05
0,43150463	7,752	10	3,252	5,78704E-05
0,4315625	7,749	10	3,249	5,78704E-05
0,43162037	8,754	10	3,254	5,78704E-05
0,431678241	9,823	10	3,323	5,78704E-05
0,431736111	10,842	10	3,342	5,78704E-05
0,431793981	9,864	10	3,364	5,78704E-05
0,431851852	9,875	10	3,375	5,78704E-05
0,431909722	6,962	10	3,462	5,78704E-05
0,431967593	9	10	3,5	5,78704E-05
0,432025463	10,047	10	3,547	5,78704E-05
PROM.	9,18025			

TABLA AXV.8. Valores de la medición de la concentración de partículas de polvo en el proceso de limpieza de los molinos después de gestionar el riesgo

RUN,17/09/2012,10:25:22,17/09/2012,10:33:32

Calibration details,0,0,Unmodified data

TIEMPO	Valor	TLV-TWA	Valor		INTERVALO
(s)	MG/M3	MG/M3	MG/M3		INTERVALO
0,434282407	0,002	10	0,002		5,78704E-05
0,434340278	0,005	10	0,005		5,78704E-05
0,434398148	0,015	10	0,015		5,78704E-05
0,434456019	0,017	10	0,017		5,78704E-05
0,434513889	0,012	10	0,012		5,78704E-05
0,434571759	0,028	10	0,028		5,78704E-05
0,43462963	0,035	10	0,035		5,78704E-05
0,4346875	0,042	10	0,042		5,78704E-05
0,43474537	0,043	10	0,043		5,78704E-05
0,434803241	0,042	10	0,042		5,78704E-05
0,434861111	1,048	10	0,048	1	5,78704E-05
0,434918981	1,102	10	0,052	1,05	5,78704E-05
...
0,439201389	14,575	10	1,575	11	5,78704E-05
0,439259259	9,677	10	1,347	8,33	5,78704E-05
0,43931713	10,966	10	1,406	9,56	5,78704E-05
0,439375	12,657	10	2,227	10,43	5,78704E-05
0,43943287	12,389	10	2,159	10,23	5,78704E-05
0,439490741	9,435	10	1,225	8,21	5,78704E-05
0,439548611	9,248	10	2,138	7,11	5,78704E-05
0,439606481	9,055	10	2,165	6,89	5,78704E-05
0,439664352	8,608	10	2,178	6,43	5,78704E-05
0,439722222	8,615	10	2,165	6,45	5,78704E-05
0,439780093	8,372	10	2,252	6,12	5,78704E-05
0,439837963	9,329	10	2,249	7,08	5,78704E-05
0,439895833	8,234	10	2,254	5,98	5,78704E-05
0,439953704	8,203	10	2,323	5,88	5,78704E-05
				5,65	
PROM	9,882413793				