



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

MODALIDAD: PRESENCIAL

**Proyecto de Investigación previo a la Obtención del Título de Ingeniero
Mecánico**

TEMA:

CONTAMINACIÓN PROVOCADA POR EL MATERIAL PARTICULADO EN
EL PULIDO DE AUTOPARTES DE FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR EL
AMBIENTE LABORAL EN LA EMPRESA MIVILTECH DE LA CIUDAD DE
AMBATO.

AUTOR: Alexis Alejandro Aldás Mejía

TUTOR: Ing. Mg. Christian Castro

Ambato – Ecuador

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor de trabajo de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: “CONTAMINACIÓN PROVOCADA POR EL MATERIAL PARTICULADO EN EL PULIDO DE AUTOPARTES DE FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR EL AMBIENTE LABORAL EN LA EMPRESA MIVILTECH DE LA CIUDAD DE AMBATO.”, elaborado por el Sr. Alexis Alejandro Aldás Mejía, Egresado de la carrera de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, CERTIFICO que el presente trabajo de Investigación es original de su autor, la cual ha sido en cada uno de sus capítulos y está concluida de forma total.

.....
Ing. Mg. Christian Castro
TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Alexis Alejandro Aldás Mejía, con cédula C.I. 180426830-6 tengo a bien indicar que las ideas mostradas en la presente investigación: “CONTAMINACIÓN PROVOCADA POR EL MATERIAL PARTICULADO EN EL PULIDO DE AUTOPARTES DE FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR EL AMBIENTE LABORAL EN LA EMPRESA MIVILTECH DE LA CIUDAD DE AMBATO.” Así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusión y propuesta son de mi absoluta responsabilidad, como autor de este trabajo de investigación.

Ambato, Noviembre del 2015

.....
Alexis Alejandro Aldás Mejía

180426830-6

DEDICATORIA

A Dios, por la sabiduría, entendimiento que me brinda en los momentos difíciles, por las fuerzas que me das para salir adelante, gracias por ser la luz que guía mi camino.

A mis Padres: Liwor y Elvia, por ser mi ejemplo de superación y lucha diaria, por su apoyo incondicional para cumplir todas mis metas, gracias por sus consejos y por formarme como una persona de bien.

A mi Hermano Eduardo por sus consejos, por ser una persona que siempre estuvo pendiente de mí y ser un eje primordial para cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por darme la vida, la salud y las fuerzas para alcanzar esta meta.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de manera especial a la Carrera de Mecánica por brindarme la oportunidad de obtener esta profesión y aplicarla por el beneficio de la sociedad.

A mis Padres, hermano, amigos que me ayudaron a culminar con éxito esta etapa importante en mi vida.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

PÁGINAS PRELIMINARES

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO	VI
PÁGINAS PRELIMINARES	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO	XXI
CAPÍTULO I.....	1
1 EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis Crítico	2
1.2.3 Prognosis.....	2
1.2.4 Formulación del Problema.....	2
1.2.5 Preguntas Directrices	3

1.2.6	Delimitación del Problema	3
1.3	JUSTIFICACIÓN	3
1.4	OBJETIVOS	4
1.4.1	Objetivo General.....	4
1.4.2	Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II		5
2	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	5
2.2	FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	6
2.3	FUNDAMENTACIÓN LEGAL	6
2.4	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	7
2.5	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
Introducción		26
2.6	HIPÓTESIS	37
2.7	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	37
2.7.1	Variable Independiente	37
2.7.2	Variable Dependiente.....	37
2.7.3	Término de Relación.....	37

CAPÍTULO III	38
3 METODOLOGÍA	38
3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO.....	38
3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.2.1 Bibliográfica	38
3.2.2 Investigación de campo.....	38
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
3.3.1 Investigación Descriptiva.....	39
3.3.2 Investigación Correlacional	39
3.3.3 Investigación Explicativa.....	39
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	39
3.4.1 Población o universo (n)	39
3.4.2 Muestra	39
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	40
3.5.1 Variable Independiente: Análisis del material particulado.....	40
3.5.2 Variable Dependiente: Ambiente Laboral.	41
3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	42
3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	42
3.8 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	42

CAPÍTULO IV.....	43
4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	43
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	43
4.1.1 Identificación de los riesgos laborales que afectan a la sección de pulido. 44	
4.1.2 Sistemática para la Evaluación de Riesgo Químico.	45
4.1.3 Observación de la exposición existente en la sección de pulido.	45
4.2 MUESTREO Y EQUIPO DE MEDICIÓN.....	45
4.2.1 Tiempo de duración de la muestra.....	45
4.2.2 Equipo de medición	46
4.2.3 Preparación del equipo de medición	47
4.2.4 Datos de muestreo.....	47
4.3 MEDICIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO EN EL ÁREA DE FIBRA DE VIDRIO DE 2.5 μ M Y 10 μ M.	48
4.4 MÉTODO DE EVALUACIÓN Y LÍMITE DE EXPOSICIÓN PERMITIDO PARA LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE 2.5 μ M Y 10 μ M.	52
4.5 EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM 2.5 EN LA SECCIÓN DE PULIDO DE FIBRA DE VIDRIO EN MG/M ³ ... 53	
4.5.1 Concentración de material particulado 2.5 μ m respecto a la fracción inhalable de 8 horas.....	54
4.5.2 Valores obtenidos de Concentración y exposición diaria para cada trabajador.....	54

4.5.3	Índice de exposición (dosis).....	55
4.5.4	Resultado Global PM 2.5	56
4.5.5	Interpretación de resultados a partir del índice de exposición obtenido .	56
4.6	EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM 10 EN LA SECCIÓN DE PULIDO DE FIBRA DE VIDRIO EN mg/m ³	57
4.6.1	Concentración de material particulado 10 µm respecto a la fracción inhalable de 8 horas.....	58
4.6.2	Valores obtenidos de Concentración y exposición diaria para cada trabajador.....	58
4.6.3	Estimación del valor más probable de la media de las mediciones efectuadas.....	59
4.6.4	Índice de exposición (dosis).....	66
4.6.5	Resultado Global PM 10.....	67
4.6.6	Interpretación de resultados a partir del índice de exposición obtenido .	67
4.7	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	68
	CAPÍTULO V	71
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
5.1	CONCLUSIONES	71
5.2	RECOMENDACIONES	73
	CAPÍTULO VI.....	74
6	PROPUESTA.....	74

6.1	DATOS INFORMATIVOS.....	74
6.1.1	Título.....	74
6.1.2	Beneficiario.....	74
6.1.3	Ubicación	74
6.1.4	Personal Ejecutora	74
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	74
6.3	JUSTIFICACIÓN	75
6.4	OBJETIVOS	76
6.4.1	Objetivo General.....	76
6.4.2	Objetivos Específicos.....	76
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	77
6.6	PARÁMETROS DE DISEÑO	77
6.6.1	Diseño de forma.....	77
6.6.2	Diseño de la campana	77
6.6.3	Selección del Ventilador	83
6.7	ADMINISTRACIÓN	96
6.7.1	Análisis Económico	96
6.7.2	Planeación	96
6.7.3	Organización	97

6.7.4	Dirección.....	97
6.7.5	Guía de operación	97
6.8	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	98
	BIBLIOGRAFÍA	99
	ANEXOS	102
	PLANOS	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Red de categorías fundamentales.....	7
Figura 2-2: Relación entre la enfermedad profesional y accidente de trabajo.....	13
Figura 2-3: Diamante de peligro de NFPA 704.....	24
Figura 2-4: Nomenclatura asociada a las campanas de extracción.....	32
Figura 2-5: Ventilador centrífugo de álabes curvados adelante.	34
Figura 2-6: Ventilador centrífugo de álabes radiales.....	35
Figura 2-7: Ventilador centrífugo de álabes curvados atrás.	35
Figura 2-8: Ventilador centrífugo.	36
Figura 2-9: Tipos de rodete en un ventilador centrífugo.	36
Figura 2-10: Curva característica de un ventilador.....	37
Figura 4-1: Esquema de evaluación de exposición de agentes químicos	45
Figura 4-2: Medidor de material particulado AEROCET 531S.	46
Figura 4-3: Límites de exposición PM 2.5 respecto al TLV TWA (Concentración promedio del tiempo de exposición para un día laborable).	54
Figura 4-4: Límites de exposición PM 10 respecto al TLV - TWA (Concentración promedio del tiempo de exposición para un día laborable).	58
Figura 6-1: Diseño de un sistema de extracción de polvo.	75
Figura 6-2: Diseño de forma del sistema de extracción.....	77
Figura 6-3: Altura de la campana.....	78

Figura 6-4: factor de pérdida por campanas rectangulares	85
Figura 6-5: Diagrama de Fuerza cortante y Momento flector	92
Figura 6-6: Diagrama de Fuerza cortante y Momento flector	93
Figura 6-7: Factor de seguridad (FDS)	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Tamaño de partículas y capacidad de penetración pulmonar.....	9
Tabla 2-2: Tamaños de partículas comunes.....	10
Tabla 2-3: Medidas de prevención.....	11
Tabla 2-4: Valores de probabilidad de ocurrencia de un riesgo dado.....	22
Tabla 2-5: Valores de consecuencia de un riesgo dado.	23
Tabla 2-6: Valores de exposición del empleado a un riesgo dado.....	23
Tabla 2-7: Interpretación del Grado de Peligro (GP).....	23
Tabla 2-8: Sistema normativo para la identificación de los riesgos de materiales para respuesta a emergencias.	24
Tabla 4-1: Actividades tareas del proceso de trabajadores de la empresa MIVILTECH.....	43
Tabla 4-2: Número mínimo de muestras por jornada de trabajo en función de la duración de la muestra.	46
Tabla 4-3: Muestreo datos principales.....	47
Tabla 4-4: Evaluación de la concentración del material particulado PM 2.5 de fibra de vidrio en ug/m ³	48
Tabla 4-5: Evaluación de la concentración del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en ug/m ³	49
Tabla 4-6: Evaluación de la temperatura (°C) en la tarea de fibra de vidrio.	50
Tabla 4-7: Evaluación de la Humedad relativa en la tarea de fibra de vidrio.....	51

Tabla 4-8: Límite de exposición permitido.....	52
Tabla 4-9: Evaluación de la concentración del material particulado PM 2.5 de fibra de vidrio en mg/m^3	53
Tabla 4-10: Evaluación de la concentración del material particulado PM 2.5 de fibra de vidrio en mg/m^3 por trabajador.	54
Tabla 4-11: Resultados Obtenidos para material particulado de 2.5 μm	56
Tabla 4-12: Evaluación de la concentración del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m^3 en el puesto de trabajo.	57
Tabla 4-13: Evaluación de la concentración del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m^3 por trabajador.....	58
Tabla 4-14: Evaluación de la concentración 1 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m^3 , cálculo de los parámetros del valor más probable.	60
Tabla 4-15: Evaluación de la concentración 1 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m^3 , cálculo de factor de corrección (\emptyset).	61
Tabla 4-16: Evaluación de la concentración 2 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m^3 , cálculo de los parámetros del valor más probable.	62
Tabla 4-17: Evaluación de la concentración 2 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m^3 , cálculo de \emptyset factor de corrección.	63
Tabla 4-18: Evaluación de la concentración 3 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m^3 , cálculo de los parámetros del valor más probable.	64
Tabla 4-19: Evaluación de la concentración 3 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m^3 , cálculo de \emptyset factor de corrección.	65
Tabla 4-20: Media estimada para las tres concentraciones.....	66
Tabla 4-21: Resultados Obtenidos para material particulado de 10 μm	67

Tabla 4-22: Resultados Promedio de exposición diaria para material particulado.	68
Tabla 4-23: Cálculo del chi cuadrado	70
Tabla 6-1: Fórmulas para el cálculo del caudal en varios tipos de campanas simples	79
Tabla 6-2: Velocidades de captura recomendadas	80
Tabla 6-3: Valores de velocidad de aire recomendados para el diseño de conductos	81
Tabla 6-4: Equivalencia de circular a ducto rectangular.....	82
Tabla 6-5: Dimensiones De Tuberías.....	86
Tabla 6-6: Coeficiente de Resistencia.....	87
Tabla 6-7: Factor de pérdida por salida de ventilador	89
Tabla 6-8: Especificación Aerocet 531S.....	111

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Registro de Accidentes Laborales empresa MIVILTECH	103
Anexo 2: Novedades de salud empresa MIVILTECH	104
Anexo 3: Matriz de riesgos laborales sección pulido	108
Anexo 4: Norma NIOSH 500.	109
Anexo 5: Permisos de calibración Aerocet – 531 S	110
Anexo 6: Fichas para la concentración de material particulado	112
Anexo 7: Medición de material particulado a los trabajadores.	113
Anexo 8: Velocidad a la entrada y salida del extractor centrífugo.....	115
Anexo 9: Valores de Chi Cuadrado	116
Anexo 10: Tubo estructural cuadrado características.....	117
Anexo 11: Selección de ruedas.....	118
Anexo 12: Construcción del sistema de extracción de material particulado de fibra de vidrio	119

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y NOMENCLATURA

Q = caudal en $\frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$.

X = distancia de la boca al foco (m).

A = superficie de la boca de la campana (m^2).

C = coeficiente de resistencia.

T = Temperatura en °C.

hL = Pérdida de carga en el conducto (Pa).

HL = Pérdida por fricción (Pa).

Hv = Pérdida (Pa).

m = masa (Kg).

PM = Material particulado (μm).

n = número de muestras.

ci = concentraciones en $\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$.

mL = media aritmética en $\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$.

SL = desviación estándar en $\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$.

MG = media geométrica en $\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$.

DSG = desviación estándar geométrica en $\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$.

\emptyset = factor de corrección para la media estimada.

m estimada = valor mas probable de concentración en $\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$.

GP = Grado peligrosidad.

P = Probabilidad.

C = Consecuencia.

E = Exposición.

I = índice de exposición.

ED media = Exposición diaria media del contaminante en $\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$.

Ci = concentración de la exposición laboral en el tiempo ti.

ti = tiempo de exposición asociado en horas.

8 = periodo de referencia del valor límite en horas.

ISO 21501 = Describe un método de calibración y verificación de la dispersión en el partículas del aire.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA: CONTAMINACIÓN PROVOCADA POR EL MATERIAL PARTICULADO EN EL PULIDO DE AUTOPARTES DE FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR EL AMBIENTE LABORAL EN LA EMPRESA “MIVILTECH” DE LA CIUDAD DE AMBATO.

AUTOR: Alexis Alejandro Aldás Mejía

TUTOR: Ing. Mg. Christian Castro

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente proyecto se analiza la calidad del aire en la sección de pulido de autopartes de fibra de vidrio en la empresa MIVILTECH de la ciudad de Ambato, para mejorar el Ambiente Laboral y disminuir la contaminación al medio Ambiente, estos parámetros son necesarios para cumplir con la legislación de Seguridad Industrial, se determinó a que lugares está afectando este material particulado y el riesgo laboral al que está afectando, además se realizó mediciones con el dispositivo Aerocet 531S para obtener la concentración del material particulado, con el cual se determinó si las dosis de este material particulado está sobre los límites establecidos TLV TWA fracción inhalable para 8 horas laborales, el material particulado de 10 μm está sobre los límites recomendados, mientras que el material particulado de 5 μm está bajo los límites recomendados, la calidad de aire es deficiente.

Al final de la investigación se diseñó un sistema de extracción localizada para el polvo de la fibra de vidrio en la empresa MIVILTECH de la ciudad de Ambato, para reducir la contaminación que se provoca al momento del pulido de la fibra de vidrio para su terminado.

CAPÍTULO I

1 EL PROBLEMA

1.1 TEMA

CONTAMINACIÓN PROVOCADA POR EL MATERIAL PARTICULADO EN EL PULIDO DE AUTOPARTES DE FIBRA DE VIDRIO PARA MEJORAR EL AMBIENTE LABORAL EN LA EMPRESA “MIVILTECH” DE LA CIUDAD DE AMBATO.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

A nivel mundial en las empresas se toma en cuenta principalmente los riesgos ambientales y de salud humana, producidos por ciertos contaminantes que afectan al Ambiente Laboral, uno de estos inconvenientes son los residuos químicos que pueden ser inofensivos o tóxicos, pero que dependiendo de la concentración, la composición y el tiempo de exposición afectan a la salud de las personas que se encuentran cerca del lugar donde se produce la contaminación.

En el Ecuador existe un gran número de Industrias que por causa de los trabajos en distintos materiales, siempre van a causar polvo o algún material particulado suspendido en el aire, disminuir este nivel es de gran importancia, puesto que al reducir la dispersión de polvo estará mejorando el Ambiente Laboral, Seguridad Industrial y la salud de las personas que están directamente expuestas a estos químicos, que no siempre pueden ser eliminados solo con una protección personal, sino que algunos químicos que sobrepasan este nivel necesitan de otros mecanismos para mitigar esta contaminación.

En la actualidad la empresa Miviltech se encarga de todo lo que concierne a soluciones industriales para autobuses, diseño e implementación de accesorios, innovación tecnológica, fabricación de autopartes de fibra de vidrio, para darle un

acabado final a las autopartes se realiza un pulido del mismo, por lo cual se necesita un estudio de calidad de aire, ya que la concentración y el tiempo de exposición a este material particulado puede afectar la salud de los trabajadores.

1.2.2 Análisis Crítico

En la empresa Miviltech ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón de Ambato en el sector del Parque Industrial en la calle 5 y avenida D, en el área de fibra de vidrio se realiza el pulido de las autopartes para un mejor acabado, no existe un análisis del material particulado realizado en la empresa que ayude a determinar en qué porcentaje se encuentra esta concentración y poder conocer si está afectando al medio ambiente y la salud de los trabajadores.

El estudio de la contaminación que se provoca por el pulido de autopartes de fibra de vidrio en la empresa es de gran importancia, para que la empresa cumpla con la Legislación de Seguridad Industrial, no contamine al medio ambiente y proteja la salud de las personas cercanas a esta sección y a los trabajadores.

La colaboración de los trabajadores y de las personas encargadas de esta área es de gran importancia para que los datos obtenidos sean específicos y mediante esta obtención poder brindar una solución factible.

1.2.3 Prognosis

Al no realizar un estudio de la contaminación provocada por el material particulado en el pulido de fibra de vidrio en la empresa “MIVILTECH”, está trabajando con incumplimiento de normas y leyes debido a que existe una exposición de los operadores a este material particulado, lo que afectará la salud de los mismos.

1.2.4 Formulación del Problema

La contaminación provocada por el material particulado influye en el ambiente laboral de la empresa MIVILTECH.

1.2.5 Preguntas Directrices

¿Qué riesgos laborales existen en la sección de pulido a causa del material particulado?

¿Cuál es la concentración de material particulado en partes por millón?

¿Cuál es la cantidad del material particulado PM 2.5 y PM 10 que existen en partes por millón?

¿Cuál es el nivel de riesgo que existe en la sección de pulido por la exposición al material particulado?

1.2.6 Delimitación del Problema

1.2.6.1 De Contenido

Este proyecto estará involucrado en las áreas de: Seguridad Industrial, Diseño de Máquinas.

1.2.6.2 Delimitación Espacial

Los ensayos se realizarán dentro de los talleres de la empresa MIVILTECH ubicada en la calle 5 y avenida D. en el parque Industrial complementándose en los laboratorios de la de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2.6.3 Delimitación Temporal

Este proyecto se realizará durante el periodo de Mayo 2015 hasta Enero 2016.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El proyecto surge de la necesidad de la empresa “MIVILTECH”, que requiere mejorar ciertos aspectos al momento del pulido de autopartes, pues en ese momento se propaga en el aire gran cantidad de polvo de fibra de vidrio, buscar una solución para este problema es de gran importancia con el propósito de mejorar el ambiente laboral.

La finalidad de esta investigación es realizar un análisis de la contaminación por el material particulado que permita facilitar el trabajo dentro de la empresa en el área de fibra de vidrio, para realizar este proyecto se debe investigar y aplicar nuevas tecnologías para mejorar la higiene laboral.

Esta investigación es de un carácter innovador ya que se realizará mediciones de la concentración de polvo de fibra de vidrio que se produce en la sección de pulido de las autopartes que con el pasar del tiempo traen consecuencias en la salud de las personas que se encuentran cerca al área de pulido de fibra de vidrio, la salud de los operadores expresa el desarrollo de las empresas.

Un lugar de trabajo seguro y saludable es uno de los principales problemas para las empresas, porque más allá de una exigencia legal es un compromiso con la seguridad laboral, que contribuye a la calidad empresarial.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Analizar la contaminación provocada por el material particulado de fibra de vidrio en el proceso de pulido para las autopartes de buses en la empresa MIVILTECH.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar los riesgos laborales que afectan a la sección de pulido expuesta a material particulado mediante la Matriz de riesgos laborales.
- Determinar la concentración del material particulado en partes por millón en la sección de pulido con un instrumento de medición de calidad de aire.
- Comprobar la cantidad del material particulado PM 2.5 y PM 10 en partes por millón mediante el uso del instrumento de medición de calidad de aire.
- Determinar el nivel de riesgo por exposición al material particulado mediante el valor del índice de exposición.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la empresa “MIVILTECH” no se ha realizado ninguna investigación referente al estudio del material particulado.

Se ha determinado que para este proyecto de investigación si existen registros de accidentes, lo que traduce a un ambiente laboral con la seguridad necesaria. (Anexo 1).

Existen estudios realizados sobre material particulado que se refieren a:

- Estudio de los factores que influyen sobre la contaminación atmosférica por material particulado respirable en la región metropolitana, en la estación de monitoreo ubicada en la comuna de Pudahuel, se registraron límites de emergencia por contaminación de material particulado, se efectuó mediciones de concentración de partículas finas y gruesas en el cual estas partículas tienen un aumento entre los meses abril – agosto, llegando a niveles peligrosos para la salud de las personas (Alvarado, 2010).
- La medición y evaluación de la calidad del aire en los sectores de Fertisa y Trinitaria de la ciudad de Guayaquil debido a la presencia de material particulado de 10 μm y 2.5 μm , el sector de Fertisa la mayor concentración de material particulado proviene de las industrias de generación eléctrica, la mayor concentración en trinitaria proviene del manejo de productos al granel (Angulo, 2008).
- En la ciudad de Buenos Aires el proceso de urbanización origina transformaciones en el medio ambiente, en el estudio de la concentración de material particulado, las concentraciones con más del 60 % de la concentración estimada contribuyen a los automotores y en segundo lugar con el 20 % de la

concentración estimada se encuentran el transporte automotor de pasajeros (Martin, 2005).

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

En el presente proyecto de investigación se va a utilizar el paradigma critico-propositivo, ya que se parte de problemas reales de la empresa, se enfocan a los problemas físicos que están expuestos los trabajadores por niveles de polvo de fibra de vidrio en el pulido de autopartes para buses, de esta manera a la empresa “MIVILTECH” sin duda se dará una solución que garantice a los trabajadores de la empresa desenvolverse en un ambiente sano y adecuado.

El énfasis en el análisis de este proyecto permite conocer que aspectos se deben tomar en cuenta para un mejor reconocimiento de las soluciones a este problema.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El presente trabajo se basará en las siguientes normas:

- La Norma OSHAS 18001 (Occupational Health and Safety Assessment Series), esta norma busca a través de una gestión sistemática y estructurada asegurar el mejoramiento de la salud y seguridad en el lugar de trabajo.
- Norma NIOSH 500 (El Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional), método gravimétrico para análisis de partículas.
- UNE EN 689 (Norma Europea atmósferas en el lugar de trabajo), directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límites y estrategia de medición.
- INSHT RIESGO QUÍMICO (Centro Nacional de Nuevas Tecnologías), sistemática para la evaluación higiénica.
- ACGIH (Conferencia Norteamericana de higienistas Industriales Gubernamentales). Recomienda los límites máximos de exposición TLV a sustancias químicas en el lugar de trabajo.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

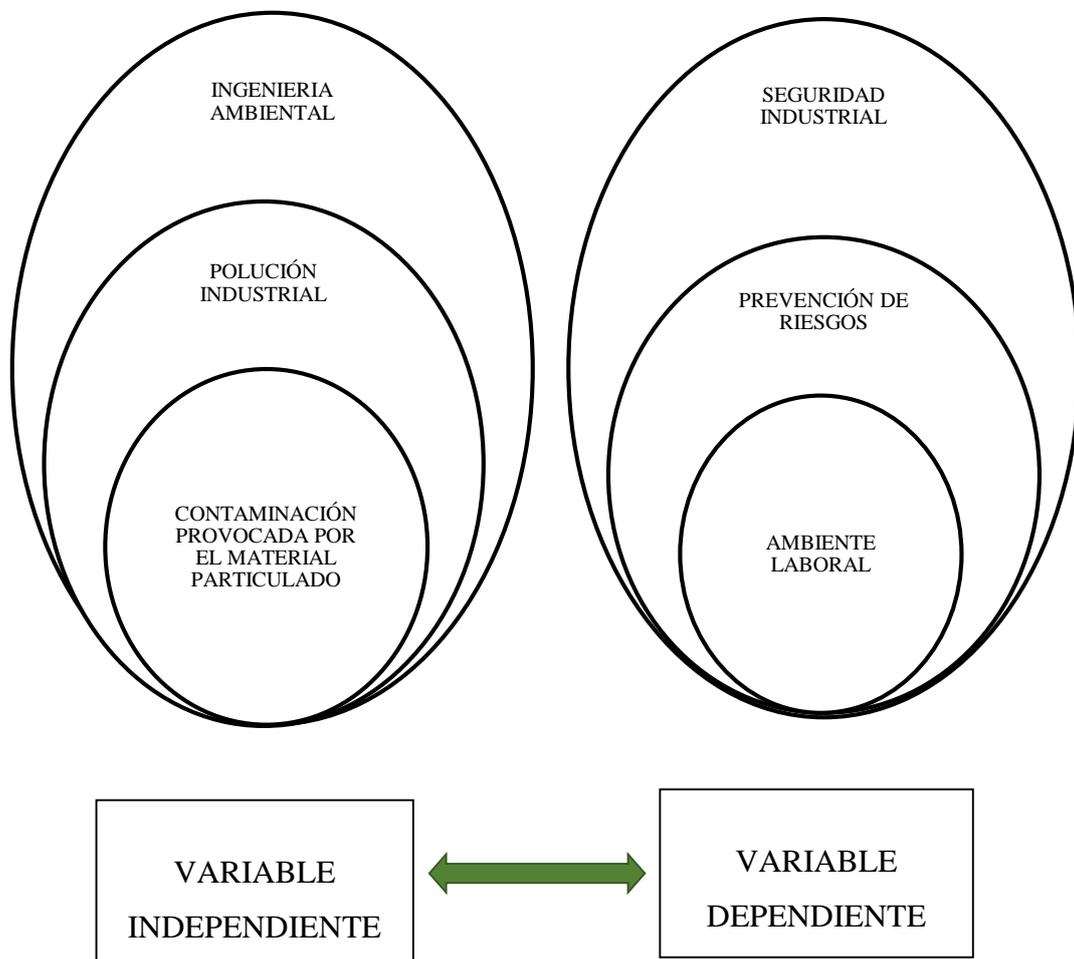


Figura 2-1: Red de categorías fundamentales.

Fuente: El autor.

2.5 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Contaminación provocada por el material particulado

Habitualmente, existen tres tipos de partículas: orgánicas inertes, orgánicas viables e inorgánicas inertes.

Las partículas orgánicas inertes proceden de materiales orgánicos no reactivos, que son materiales obtenidos de organismos vivos y contienen los compuestos de carbono. Las partículas orgánicas viables son capaces de existir, desarrollarse o

surgir conforme a condiciones favorables; las bacterias y los hongos son ejemplos de compuestos orgánicos viables.

Las partículas inorgánicas inertes son materiales no reactivos como arena, sal, hierro, sales de calcio y otros materiales basados en minerales.

Las partículas orgánicas proceden de materia viva a base de carbono, como animales y plantas, si bien no necesariamente las partículas estén todavía vivas.

Las partículas inorgánicas vienen de materia que nunca estuvo viva, como los minerales. La célula de piel muerta es una partícula orgánica inerte, un protozoo es una partícula orgánica viable y un grano de polvo cúprico es una partícula inorgánica inerte.

Los plásticos, cuando están expuestos a la luz ultravioleta, emiten lentamente partículas inertes (Kochevar, 2006).

Los contaminantes atmosféricos y la salud: las partículas en suspensión (PM)

Al respirar inhalamos los gases, vapores y partículas que hay en el aire. La constitución de las partículas en suspensión puede ser una mezcla muy variada. Por ello se clasifican según su medida y según como se comportan al respirar, más que según su contenido.

Hay partículas de diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 μm (PM 10) que suelen llegar más allá de la garganta. Las que tienen un diámetro igual o inferior a 2,5 μm (PM 2,5) pueden llegar hasta los pulmones. En último lugar las partículas ultrafinas, con un diámetro igual o inferior a 0,1 μm , que pueden pasar del alveolo pulmonar a la sangre (Agencia de salud pública).

Efectos de las partículas suspendidas en el aire sobre la salud

Las partículas en suspensión presentes en el aire producen efectos perjudiciales sobre la salud. Esto se ha demostrado tanto con partículas finas como con las gruesas. Afectan esencialmente al aparato respiratorio y al sistema cardiovascular.

Se ha verificado que la exposición a largo plazo a partículas en concentraciones relativamente bajas, habituales en el medio urbano, puede perturbar a los pulmones de niños y adultos.

Las partículas más finas son más peligrosas. Otras características físicas, químicas y biológicas, tiempo de exposición pueden influir en la aparición de efectos negativos para la salud.

Hay colectivos más propensos a tener problemas de salud como consecuencia de las partículas presentes en el aire, especialmente la gente mayor, los niños, las personas con enfermedades cardíacas y pulmonares, y los asmáticos (Agencia de salud pública).

Tamaño de las partículas

Las partículas más pequeñas son las más peligrosas, permanecen más tiempo en el aire y pueden penetrar hasta los lugares más profundos de los bronquios. El mayor riesgo está, pues, en el polvo que no es visible fácilmente.

El polvo respirable es la fracción de polvo que puede penetrar hasta los alvéolos pulmonares (Solaz, 2013).

Las partículas finas de menos de 3 micrones de diámetro penetran por la nariz y la garganta, llegan a los pulmones y provocan problemas de respiración e irritación de los capilares pulmonares (Nairobi, 2009).

Tabla 2-1: Tamaño de partículas y capacidad de penetración pulmonar.

TAMAÑO DE PARTICULAS	CAPACIDAD DE PENETRACIÓN PULMONAR
≥ 50 micras	No pueden inhalarse
10-50 micras	Retención en nariz y garganta
≤ 50 micras	Penetran hasta el alvéolo pulmonar

1 micra = 0,001 mm

Fuente: (Solaz, 2013).

Tabla 2-2: Tamaños de partículas comunes.

CONTENIDO DE PARTÍCULAS	TAMAÑO DE PARTÍCULAS EN MICRONES
Cabello	50 - 150 μm
Visible	50 μm
Virus de influenza	0,07 μm
Polen	7 - 100 μm
Partículas de estornudo	10 - 300 μm
Polvo	0,1 - 100 μm
Bacterias	0,1 - 10 μm

Fuente: (Kochevar, 2006)

Cantidad de polvo en el ambiente

Algunos inconvenientes pueden identificarse sin necesidad de mediciones: nubes visibles de polvo, escapes de polvo de máquinas o instalaciones, acumulación de polvo en suelos o paredes, incorrecto funcionamiento de extractores, etc.

Sin embargo, la manera más eficiente de conocer con mayor exactitud cuánto de material particulado existe, es pesar el polvo recogido en una muestra de aire mediante filtros apropiados.

Se aparta la fracción respirable y se mide su masa (en mg/m^3) por un método denominado gravimetría.

La toma de muestras puede hacerse por medio de muestreadores personales (la persona lleva consigo el aparato) o mediante muestreo estacionario (aparato fijo en un punto).

El Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud ha aprobado un Protocolo para la Vigilancia de la Salud de las Enfermedades Respiratorias de mecanismo alérgico (asma, alveolitis y rinitis alérgica), que deberá tenerse en cuenta por los profesionales sanitarios de los Servicios de Prevención.

Efectos del polvo

Entre los efectos nocivos del polvo hay que tener en cuenta:

- a) **Neumoconiosis:** silicosis, asbestosis, neumoconiosis de los mineros del carbón, siderosis, aluminosis, etc.
- b) **Cáncer pulmonar:** polvo conteniendo arsénico, níquel, amianto, partículas radiactivas, etc.
- c) **Cáncer nasal:** polvo de madera en la fabricación de muebles y polvo de cuero en industrias de calzado.
- d) **Irritación respiratoria:** traqueítis, bronquitis, neumonitis, enfisema y edema pulmonar.
- e) **Alergia:** asma profesional y alveolitis alérgica extrínseca (polvos vegetales y ciertos metales).
- f) **Bisinosis:** enfermedad pulmonar por polvos de algodón, lino o cáñamo.
- g) **Infección respiratoria:** polvos conteniendo hongos, virus o bacterias.

Con respecto a algunos tipos de polvo determinados, a continuación se citan los límites de exposición fijados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Solaz, 2013).

PREVENCIÓN

Tabla 2-3: Medidas de prevención.

OBJETIVOS DE PREVENCIÓN	MEDIDAS A TOMAR	POSIBLES CLAUSULAS DE NEGOCIACIÓN
Evitar la producción de polvo	Sustitución	Utilizar pasta, líquidos o granulados en vez de polvo.
	Modificación de procesos	Humificación
		Automatización
	Contenedores en vez de sacos	
Evitar la difusión de polvo	Aislamiento de procesos	Cerramientos
	Captación de polvo	Aspiración localizada
	Renovación del aire	Ventilación

	Impedir la acumulación	Limpieza de locales (aspiración en húmedo). Superficies lisas.
Evitar la captación por el trabajador/a	Protección personal (medida puntual o provisional)	Mascarillas, filtros, equipos autónomos de respiración
Diagnosticar precozmente alteraciones de salud	impedir recaídas o agravamiento de enfermedades respiratorias	Cambio de puesto de trabajo
	Exámenes de salud específicos en fracción de los riesgos	Pruebas de funcionalidad respiratoria

Fuente: (Solaz, 2013)

Polución Industrial

Es indudable que la actividad industrial, como casi toda actividad humana tiene un impacto sobre el medio que le rodea. Unas veces el impacto es puntual y muy importante, como los casos de Chernobil, Seveso o Bhopal, que han llegado a provocar cambios en la legislación industrial en todo el mundo (Rodríguez, 2008).

Higiene Industrial

Se define como una Técnica no médica de prevención de las enfermedades profesionales, mediante el control en el medio ambiente de trabajo de los contaminantes que las producen. La higiene industrial se ocupa de las relaciones y efectos que produce sobre el trabajador el contaminante existente en el lugar de trabajo.

Dado que el objetivo fundamental de la Higiene Industrial es el de Prevenir las Enfermedades Profesionales, para conseguir dicho objetivo basa su actuación sobre las funciones del reconocimiento, la evaluación y el control de los factores ambientales del trabajo.

Relación entre la enfermedad profesional y accidente de trabajo

La enfermedad profesional se puntualiza como un deterioro lento y paulatino de la salud del trabajador procedente por una exposición continuada a situaciones adversas, mientras que el accidente de trabajo se define como un suceso normal que, presentándose de forma inesperada, interrumpe la continuidad del trabajo y causa daño al trabajador.

La similitud entre ambos radica en la consecuencia final: daño en la salud del trabajador. La diferencia, en el tiempo durante el cual transcurre la acción que acaba causando el daño. En la enfermedad, el tiempo es importante, ya que con la concentración, cantidad o energía del contaminante configura la dosis y el efecto que produce en la persona expuesta.

En cambio en caso de accidente de trabajo, el tiempo es irrelevante, ya que no influye en el efecto causado; éste aparece de manera instantánea en el momento del accidente.

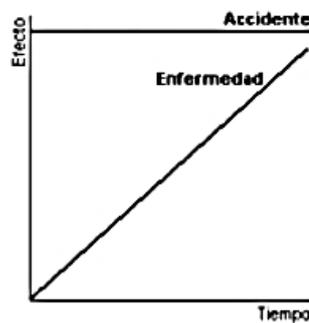


Figura 2-2: Relación entre la enfermedad profesional y accidente de trabajo.

Fuente: (Falagán, P, & J., 2000)

Factores Ambientales y tipos de contaminantes

El desarrollo de una actividad laboral cualquiera provoca modificaciones en el ambiente de trabajo que originan estímulos agresivos para la salud de las personas implicadas. Dichos estímulos, que acogen el nombre de contaminantes, pueden presentarse como porciones de materia (inerte o viva), así como expresiones energéticas de naturaleza diversa y su presencia en el entorno laboral da lugar a lo que conoce como riesgo higiénico.

Se clasifican atendiendo a su naturaleza, los factores de riesgo o contaminantes en:

- a) **Contaminantes químicos:** Se entiende por tal, toda porción de materia inerte, es decir no viva, en cualquiera de sus estados de agregación (sólido, líquido o gas), cuya presencia en la atmósfera de trabajo puede originar alteraciones en la salud de las personas expuestas. Al tratarse de materia inerte, su absorción por el organismo no provoca un aumento de la porción absorbida. Dentro de este grupo cabe citar, a modo de ejemplo, polvos finos, fibras, humos, nieblas, gases, vapores, etc.
- b) **Agentes físicos nocivos:** Son manifestaciones energéticas, cuya aparición en el ambiente de trabajo puede producir riesgo higiénico. Algunos ejemplos de formas de energía capaces de actuar como factores de riesgo son: ruido, vibraciones, variaciones de la presión, radiaciones (ionizantes y no ionizantes), etc.
- c) **Contaminantes biológicos:** Se considera como tal, toda la porción de materia viva (virus, bacterias, hongos...), cuya presencia en el ámbito laboral puede provocar efectos adversos en la salud de las personas con las que entran en contacto. A diferencia de lo que ocurre con los contaminantes químicos, la absorción de un contaminante biológico origina en el organismo un incremento de la porción absorbida

Pueden presentarse en el aire en forma de moléculas individuales (Gas o vapor) o en forma de grupos de moléculas unidas, dando lugar a los aerosoles (sólidos y líquidos). Es importante la incompatibilidad entre ambas formas porque los aerosoles, debido a su mayor dimensión, tienen un comportamiento, en el aire y al ser inhalados, distinto del de los gases y vapores, que es idéntico al del aire por tratarse de moléculas individuales.

- a) **Aerosol:** Dispersión de partículas sólidas o líquidas, de tamaño inferior a 100 micras en un medio gaseoso. Dentro del campo de los aerosoles se presentan una serie de estados físicos:
- b) **Polvos (Dust):** Suspensión en el aire de partículas sólidas de tamaño pequeño procedente de procesos de disgregación; el tamaño de las partículas va desde la

décima de micra (milésima parte del milímetro) hasta unas 25 micras. Los polvos no se difunden en el aire y sedimentan por gravedad, en ausencia de corrientes de aire o campos electrostáticos. (0.1 y 25 μ).

- c) **Nieblas (Mist):** Suspensión en el aire de pequeñas gotas de líquido que se generan por condensación de un estado gaseoso o por la desintegración de un estado líquido por atomización o ebullición, etc. El tamaño oscila desde la centésima de micra hasta unas diez micras. (0.01 y 10 μ)
- d) **Brumas (Fog):** Suspensiones en el aire de pequeñas gotas de líquido, apreciables a simple visto y procedentes de condensación del estado gaseoso. Su tamaño va desde unas micras hasta cincuenta micras. (2 y 60 μ)
- e) **Humos (Smoke):** Suspensión en el aire de partículas sólidas originadas en procesos incompletos de combustión. Su tamaño es generalmente inferior a 0.1 μ (< 0.1 μ)
- f) **Humos metálicos (Fume):** Suspensión en el aire de partículas sólidas metálicas generadas en un proceso de condensación del estado gaseoso, a partir de la sublimación del metal. Su tamaño es similar al del humo.
- g) **Gases:** Fluidos amorfos que ocupan todo el espacio que los contiene, dando 760 mm de Hg de presión a 25 °C. Sus partículas son de tamaño molecular y, por tanto, se pueden mover por transferencia de masa o por difusión o gravedad (hacia abajo o hacia arriba si son más ligeros que el aire).
- h) **Vapores:** son la fase gaseosa de una sustancia generalmente sólida o líquida a 25°C y 760 mm de Hg de presión. El vapor puede pasar a sólido o líquido actuando bien sobre su presión o bien sobre su temperatura El tamaño de las partículas también es molecular y es aplicable todo lo comentado para los gases.

Además de los factores ambientales existen otros factores agregados que tienen una gran importancia en la posible nocividad de un contaminante y su acción biológica sobre el organismo.

Se clasifican en:

- a) **Factores intrínsecos:** Aquellos sobre los que el hombre no puede ejercer ningún control (susceptibilidad del individuo, raza, edad, etc.)
- b) **Factores extrínsecos:** Aquellos sobre los que se puede ejercer control (concentración del contaminante, duración de la exposición al riesgo, nutrición, sinergias debidas a la utilización de otras sustancias como tabaco, drogas, alcohol, etc.) Los factores ambientales pueden originar sobre el individuo trastornos biológicos en su organismo y dañar su salud, ocasionando diversas respuestas (crónicas, agudas, irreversibles, reversibles, envejecimiento prematuro, situaciones de malestar.

Factores que determina una enfermedad profesional

La concentración del agente contaminante en el ambiente de trabajo: Existen valores máximos tolerados, establecidos para muchos de los riesgos físicos y químicos que suelen estar presentes regularmente en el ambiente de trabajo, por debajo de los cuales es previsible que en condiciones normales no produzcan daño al trabajador expuesto.

- a) **El tiempo de exposición:** Los límites comentados suelen referirse normalmente a tiempos de exposición determinados, relacionados con una jornada laboral normal de 8 horas y un período medio de vida laboral activa.
- b) **Las características individuales de cada individuo:** La concentración y el tiempo de exposición se establecen para una población normal por lo que habrá que considerar en cada caso las condiciones de vida y las constantes personales de cada individuo.
- c) **La relatividad de la salud:** La definición legal de la salud no coincide con la definición técnica: El trabajo es un fenómeno en constante evolución, los métodos de trabajo y los productos utilizados son cada día más diversos y cambiantes, y también lo son los conceptos que de salud y enfermedad están vigentes en una sociedad, por lo que limitarse a lo establecido oficialmente, aunque esto sea muy reciente, no es garantía de enfocar el problema de las enfermedades profesionales en su real dimensión.

La presencia de varios agentes contaminantes al mismo tiempo: No es difícil suponer que las agresiones causadas por un elemento adverso disminuyen la capacidad de defensa de un individuo, por lo que los valores límites aceptables se han de poner en cuestión cuando existen varias condiciones agresivas en un puesto de trabajo (Falagán, P, & J., 2000).

El ambiente laboral

El inicio del clima laboral y su utilización en las organizaciones lleva a retroceder más de 80 años hasta 1926, cuando Tolman buscaba una enunciación para la conducta propositiva, a través del estudio de los mapas cognitivos que los individuos tienen del medio ambiente. Pero no fue sino hasta los trabajos experimentales de Kurt Lewin en 1935 sobre las formas de liderazgo, que se introdujo el concepto de “clima” para describir la relación entre la persona y el Ambiente.

Desde ahí, en plena coherencia con la industrialización o segunda modernidad, autores principalmente estadounidenses o radicados en dicho país iniciaron una nutrida producción bibliográfica que buscaba operacionalizar este concepto que prometía nuevas e significativas ventajas potenciales a las organizaciones capaces de visualizar este nuevo horizonte de gestión (Silva, 1992).

Gestión del Clima Laboral

Se entiende por Gestión del Clima a la estandarización de un número de variables del clima como indicadores formales de la gestión institucional, las que serán incorporadas como compromisos de gestión institucional e influirán directamente sobre la toma decisiones.

Entonces, hacer gestión del clima se entiende como el establecimiento de un conjunto de indicadores y sus respectivas formas de medición, a partir de los cuales, se establecen responsabilidades para la gestión institucional, cuyo cumplimiento o incumplimiento está asociado al proceso de toma de decisiones (Silva, 1992).

Prevención de riesgos laborales (PRL)

Reside en un conjunto de acciones que se ejecutan en la empresa con la finalidad de descubrir anticipadamente los riesgos que se producen en cualquier trabajo.

La PRL se basa en estas ideas:

- Un accidente laboral no es un suceso inevitable, algo que suceda irremediablemente, por casualidad o “porque tenía que pasar”. Un accidente laboral es la manifestación de que algo no ha ido bien en el desarrollo de una tarea, de que ha habido un fallo.
- Si la tarea está bien estudiada de antemano, sabiendo cómo hay que hacerla y qué medios hay que emplear, también se podrán prever los riesgos que puedan aparecer.

Por lo tanto, cuanto mejor estudiada esté una tarea, más fácil será evitar que se produzcan “fallos” (accidentes) durante la misma (Reyes, 2014).

Herramientas para la prevención de riesgos laborales

Para prevenir los riesgos en el trabajo, la herramienta fundamental de los técnicos especialistas en PRL es la evaluación de riesgos.

La Evaluación de Riesgos es un estudio técnico en el que:

- Se estudian las condiciones de un puesto de trabajo: lugar, maquinaria, productos empleados, etc.
- Se identifican los peligros a los que se expone el trabajador por trabajar en esas condiciones. Puede que haya peligros que puedan ser eliminados fácilmente en esta fase; el resto, tendrán que ser evaluados.
- Según el tiempo a que esté expuesto a cada uno de esos peligros y la gravedad de los daños que puedan causar, se intenta medir el riesgo a que está sometido el trabajador.

- Con esto, se obtiene una lista de riesgos que puede ordenarse por su mayor o menor gravedad
- Finalmente, se propondrán unas medidas preventivas para eliminar o reducir los riesgos de ese puesto de trabajo.

Riesgos ambientales versus riesgos laborales

Las condiciones ambientales pueden resultar nocivas tanto para la salud física como para la salud psíquica en función de una serie de perturbaciones, algunas de las cuales son de una gran agresividad, como son las derivadas de la presencia en el medio ambiente de trabajo de agentes químicos, físicos o biológicos que pueden entrar en contacto con las personas que trabajan y afectar negativamente a la salud de las mismas; estas condiciones son las que se conocen como riesgo higiénico.

Riesgo higiénico

Se entiende por medio ambiente o medio ambiente medioambiente al medioambiente entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su conjunto. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

Entre los factores de riesgo de carácter medioambiental, destacamos:

Climatización, Aspecto general del centro de trabajo, Contaminantes biológicos, Contaminantes químicos, Distancia al centro de trabajo, Iluminación, Radiaciones, Ruidos, Ventilación industria

La principal conexión existente entre el lugar de trabajo y el medio ambiente general es que la fuente de peligro suele ser la misma, ya se trate de un tipo de actividad u de otra (Sánchez, 2008).

Fibra de vidrio

Cuando la fibra de vidrio es manipulada, cortada o perturbada de alguna manera, las personas pueden estar expuestas por medio del contacto con la piel y los ojos, o al inhalar fibras que han quedado en el aire (Metaquim, 2012).

Probabilidades de estar expuesto a la fibra de vidrio

Los trabajadores de las siguientes industrias:

- Construcción y mantenimiento de edificios (especialmente aquellos que trabajan con aislamiento).
- Fabricación de fibra de vidrio.
- Carrocería de automóviles.
- Aquellos que hacen sus propios trabajos, que instalan fibra de vidrio o perturban el aislamiento existente hecho con fibra de vidrio.
- Los ocupantes y residentes de edificios también pueden estar expuestos si la fibra de vidrio se esparce en áreas ocupadas durante renovaciones del edificio u otras perturbaciones (Metaquim, 2012).

Efectos de la fibra de vidrio sobre la salud

El contacto continuo con la fibra de vidrio o con el polvo transportado por el aire que contiene fibras de vidrio puede irritar la piel, los ojos, la nariz y la garganta.

No se conocen completamente cuales son los efectos a largo plazo en la salud asociados con la fibra de vidrio. No obstante, se ha ejecutado estudios en personas que trabajan rutinariamente con fibra de vidrio no han confirmado un aumento en el riesgo de problemas de salud a largo plazo, tales como enfermedad respiratoria, cáncer o sensibilización alérgica (Metaquim, 2012).

Descripción de factores de riesgo laboral

Para elaborar la Matriz de Riesgos Laborales (MRL) hay que conocer los métodos y riesgos existentes, a continuación se muestran los riesgos laborales según su naturaleza.

Mecánicos: Generados por la maquinaria, herramientas, aparatos de izar, instalaciones, superficies de trabajo, orden y aseo. Son factores asociados a la generación de accidentes de trabajo.

Físicos: Originados por iluminación inadecuada, ruido, vibraciones, temperatura, humedad, radiaciones y fuego.

Químicos: Originados por la presencia de polvos minerales, vegetales, polvos y humos metálicos, aerosoles, nieblas, gases, vapores y líquidos utilizados en los procesos laborales.

Biológicos: Por contacto con virus, bacterias, hongos, parásitos, venenos y sustancias sensibilizantes de plantas y animales; vectores como insectos y roedores facilitan su presencia.

Ergonómicos: Originados en la posición, sobreesfuerzo, levantamiento de cargas y tareas repetitivas. En general por uso de herramienta, maquinaria e instalaciones que no se adaptan a quien las usa.

Psicosociales: Los generados en organización y control del proceso de trabajo. Pueden acompañar a la automatización, monotonía, repetitividad, parcelación del trabajo, inestabilidad laboral, extensión de la jornada, turnos rotativos y trabajo nocturno, nivel de remuneraciones, tipo de remuneraciones y relaciones interpersonales (MRL, 2013).

Evaluación de riesgos mecánicos

Según el Ministerio de Riesgos Laborales: Se utilizará el método de William Fine. La fórmula de grado de peligrosidad es la siguiente:

$$GP = P \times C \times E$$

Ecuación 1

Donde:

GP = Grado peligrosidad

P = Probabilidad

C = Consecuencia

E = Exposición

Grado de Peligro: El grado de peligro debido a un riesgo reconocido se determina por medio de tres factores: las consecuencias de un posible accidente debido al riesgo, la exposición a la causa básica y la probabilidad de que ocurra la secuencia completa del accidente y sus consecuencias (MRL, 2013).

Probabilidad: Probabilidad de que una vez presentada la situación de riesgo, los acontecimientos de la secuencia completa del accidente se suceda en el tiempo, originando accidente y consecuencia.

Tabla 2-4: Valores de probabilidad de ocurrencia de un riesgo dado.

LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL ACCIDENTE, INCLUYENDO LAS CONSECUENCIAS	VALOR
Es el resultado más posible y esperado, si se presenta la situación de Riesgo	10
Es completamente posible, no sería nada extraño, 50 % posible	6
Sería una secuencia o coincidencia rara	3
Sería una coincidencia remotamente posible, se sabe qué ha ocurrido	1
Extremadamente remota pero concebible, no ha pasado en años	0.5
Prácticamente imposible (posibilidad 1 en 1'000000)	0.1

Fuente: (MRL, 2013)

Consecuencias: Los resultados más probables de un riesgo laboral, debido al factor de riesgo que se estudia, incluyendo desgracias personales y daños materiales. Para esta categorización se deberá utilizar la siguiente tabla:

Tabla 2-5: Valores de consecuencia de un riesgo dado.

GRADO DE SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS	VALOR
Catástrofe, numerosas muertes, grandes daños, quebranto en la actividad	100
Varias muertes daños desde 500.000 a 1000000	50
Muerte, daños de 100.000 a 5000.000 dólares	25
Lesiones extremadamente graves (amputación, invalidez permanente)	15
Lesiones con baja no graves	5
Pequeñas heridas, contusiones, golpes, pequeños daños	1

Fuente: (MRL, 2013)

Exposición: Frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, siendo tal el primer acontecimiento indeseado que iniciaría la secuencia del accidente. Para esta categorización se deberá utilizar la siguiente tabla:

Tabla 2-6: Valores de exposición del empleado a un riesgo dado.

LA SITUACIÓN DE RIESGO OCURRE	VALOR
Continuamente (o muchas veces al día)	10
Frecuentemente (1 vez al día)	6
Ocasionalmente (1 vez / semana - 1 vez / mes)	3
Irregularmente (1 vez / mes - 1 vez al año)	2
Raramente (se ha sabido que ha ocurrido)	1
Remotamente posible (no se conoce que haya ocurrido)	0.5

Fuente: (MRL, 2013)

Clasificación del Grado de Peligro (GP): Finalmente una vez aplicada la fórmula para el cálculo del Grado de Peligro: $GP = C * E * P$ su interpretación se la realiza mediante la siguiente tabla:

Tabla 2-7: Interpretación del Grado de Peligro (GP)

VALOR ÍNDICE DE W FINE	INTERPRETACIÓN
$0 < GP < 18$	Bajo
$18 < GP \leq 85$	Medio
$85 < GP \leq 200$	Alto
$GP > 200$	Crítico

Fuente: (MRL, 2013)

Diamante de peligro de NFPA 704 (National Fire Protection Association)

La Asociación nacional de protección contra incendios de Estados Unidos NFPA, diseñó la NFPA 704 como norma para la identificación de peligros en materiales de respuesta ante emergencias. Esta norma proporcionará un sistema sencillo, fácilmente reconocible y comprensible de identificación para dar una idea general de los peligros de un material y la gravedad de estos peligros en relación con la respuesta a emergencias.



Figura 2-3: Diamante de peligro de NFPA 704

Fuente: (NFPA, 2015)

La norma NFPA 704 a través de un rombo seccionado en cuatro partes de diferentes colores, indica los grados de peligrosidad de la sustancia a clasificar, siendo el significado de cada color: azul para peligro para la salud, rojo para peligro de inflamabilidad y amarillo para peligro de inestabilidad. (NFPA, 2015).

Tabla 2-8: Sistema normativo para la identificación de los riesgos de materiales para respuesta a emergencias.

GRADO DE RIESGO	PELIGROS PARA LA SALUD	PELIGROS DE INFLAMABILIDAD	PELIGROS DE INESTABILIDAD
4	Materiales que, bajo condiciones de emergencia, pueden ser letales.	Materiales que se vaporizarán rápida o completamente a la presión atmosférica y temperatura ambiente normales o que son rápidamente dispersados en el aire y se quemarán fácilmente.	Materiales que en sí mismos son fácilmente capaces de detonación o descomposición explosiva o reacción explosiva a temperaturas y presiones normales.
3	Materiales que, bajo condiciones de	Líquidos y sólidos que pueden encenderse casi bajo cualquier	Materiales que en sí mismos son capaces de detonación o

	emergencia, pueden causar lesiones graves o permanentes.	condición de temperatura ambiente.	descomposición explosiva o reacción explosiva.
2	Materiales que, bajo condiciones de emergencia, pueden causar incapacidad temporal o lesión residual.	Materiales que se deben calentar moderadamente o exponerse a temperaturas ambientes relativamente altas antes de que pueda ocurrir la ignición.	Materiales que sufren fácilmente cambio químico violento a temperaturas y presiones elevadas.
1	Materiales que, bajo condiciones de emergencia, pueden causar irritación significativa.	Materiales que deben ser precalentados antes que pueda ocurrir la ignición. Los materiales en este grado requieren considerable precalentamiento, bajo todas las condiciones de temperatura ambiente, antes que pueda ocurrir la ignición y combustión.	Materiales que en sí mismos son normalmente estables, pero que pueden volverse inestables a temperatura y presiones elevadas.
0	Materiales que, bajo condiciones de emergencia, no ofrecerían peligro más allá del de los materiales combustibles ordinarios.	Materiales que no se queman bajo condiciones típicas de incendio, incluyendo materiales intrínsecamente no combustibles como el concreto, piedra y arena.	Materiales que en sí mismos son normalmente estables, aún bajo condiciones de incendio.

Fuente: (NFPA, 2015)

Seguridad industrial

El ser humano, por acumulación de experiencias propias y ajenas, tiene cognición de los peligros a los que siempre se ve sometido en su actividad normal y como resultado de esta certeza, se siente inseguro surgiendo en él la necesidad de seguridades que tranquilicen sus miedos e inquietudes al objeto de poder llevar una vida normal.

Esta necesidad humana de seguridades, que surge espontáneamente en el hombre, y que procede de lo más íntimo de su ser, le lleva a la búsqueda y demanda de la seguridad, en la que a lo largo de los tiempos se puede distinguir dos procesos

diferenciados, siempre existentes y concurrentes, a través de los cuales se desarrolla la búsqueda de la seguridad.

La Seguridad Laboral

El ámbito correspondiente a los profesionales suele denominarse seguridad laboral u ocupacional, y está afecta en varios casos a las organizaciones que entienden del Trabajo.

Indudablemente en este campo se trata de proteger al profesional, y de ahí la importancia que obtienen las organizaciones, entidades o institutos dedicados a velar por la seguridad de los trabajadores.

Ello sin embargo no debe hacer olvidar que es el origen del riesgo, lo que provoca la necesidad de articular una seguridad ocupacional; pues de lo contrario las disposiciones legales al efecto se limitarían a declaraciones de objetivos y de buena voluntad, pero no podrían descender a cuestiones prácticas que realmente sirvieran para proteger a los profesionales (Muñoz, 2011).

Introducción a la norma UNE EN 689

La norma UNE EN 689 propone directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límites.

A continuación se ofrece una interpretación de alguno de los contenidos de esta norma más directamente relacionados con la evaluación de la exposición. Independientemente de que se aplique una determinada normativa para realizar la evaluación, hay que tener siempre en cuenta que será, en definitiva, el criterio profesional el que garantizará la adecuación de las acciones correctoras a los riesgos derivados de la exposición de agentes químicos.

La norma propone tres etapas para llevar a cabo la evaluación de exposición laboral:

- Identificación de los factores relacionados con los agentes químicos.
- Identificación de los factores relacionados con el puesto de trabajo.
- Evaluación de la exposición (Floria, 2007).

Identificación de los factores relacionados con los agentes químicos

Se comienza identificando los productos químicos que se utilizan, con la intención de determinar la posible existencia de riesgos para la salud de los trabajadores. Es, por tanto, el riesgo inherente al propio agente químico, el que se toma en consideración.

El primer paso es, pues, establecer la lista de los productos químicos empleados en el proceso de trabajo incluyendo:

- Materia prima
- Productos intermedios
- Productos acabados
- Residuos generados

Una vez conocidos los agentes químicos involucrados en el proceso, se recopila toda la información posible acerca de los mismos, haciendo uso de la etiqueta que aparece en el envase y norma de seguridad que facilita el fabricante.

Identificación de los factores relacionados con el puesto de trabajo

Esta fase se presta atención a las condiciones del puesto de trabajo, en concreto a aquellos aspectos que se hizo alusión anteriormente.

Se pretende verificar la posibilidad de que exista contacto físico entre el trabajador y los productos químicos utilizados, es imprescindible, por tanto, poseer un amplio conocimiento del proceso industrial que se está desarrollando.

Evaluación de la exposición

La posibilidad de realizar la evaluación de la exposición en sucesivas etapas, que se van desde la simple identificación del riesgo, hasta, llegado al caso, el conocimiento completo del orden de magnitud del mismo, tiene dos ventajas fundamentales:

- Proporciona un considerable ahorro de recursos.

- Posibilita el seguimiento de un método estructurado.

La evaluación de la exposición es siempre una tarea costosa que exige tiempo, recursos materiales y tiempo de dedicación. Dentro de los primeros destacan la necesaria disponibilidad de los equipos para realizar muestreos, los soportes donde retener el contaminante y el posterior análisis de laboratorio. También el tiempo dedicado por los técnicos que llevan a cabo un muestreo tiene su repercusión en los costes de la evaluación.

El seguimiento de un método, que va desde lo más simple a lo más complejo, tiene la ventaja de que permite ajustar el esfuerzo que se desarrolla para realizar la evaluación a las características del riesgo, reduciendo los recursos utilizados.

A partir de la información obtenida durante las dos fases anteriores, se lleva a cabo la exposición. La norma propone realizar esta evaluación siguiendo un procedimiento estructurado que se desarrolla mediante:

- Evaluación inicial
- Evaluación básica
- Evaluación detallada

Evaluación inicial

Durante esta etapa se lleva a cabo una primera estimación de la magnitud del riesgo, haciendo uso de la lista de agentes químicos y de los factores relacionados con el puesto de trabajo.

Se puede llegar a determinar alguna de las dos posibles situaciones extremas:

- No hay riesgo para el trabajador
- El riesgo que existe es inaceptable

Se considera que no hay riesgo para el trabajador, cuando el agente químico no está presente en el ambiente de trabajo o, estando presente, no existe contacto físico con este y el trabajador.

La estimación de que el riesgo es inaceptable, en esta etapa, permite tomar acciones correctoras inmediatas, sin que sea necesario proseguir con el procedimiento de evaluación.

Evaluación básica

Supone un mayor grado de conocimiento acerca de la magnitud del riesgo. Esta evaluación proporciona una información cuantitativa de la exposición de los trabajadores afectados. Se basa en la comparación de los datos obtenidos mediante:

- Mediciones anteriores.
- Mediciones realizadas en instalaciones comparables.
- Mediciones realizadas sobre procesos de trabajo comparables.

También puede hacerse uno de cálculos basados en datos cuantitativos apropiados. Cuando la presencia del contaminante se debe realizar algún cálculo de la concentración ambiental en función de algunas variables como: el consumo del producto químico y la eficacia de la ventilación.

Evaluación detallada

Si durante la etapa anterior no se ha conseguido la información suficiente para estimar la magnitud del riesgo, es necesario realizar la medición de la concentración de los contaminantes químicos presentes en el ambiente de trabajo, y comparar estos resultados con los valores límites que tienen asociados. Según sea el agente químico, pueden presentarse los dos casos siguientes:

- Agentes químicos con valor límite para exposiciones de corta duración.
- Agentes químicos con valor límite promedio aplicable a la jornada de trabajo entera.

Agentes químicos con valor límite para exposiciones de corta duración.

La concentración del contaminante químico no debe exceder el valor límite para exposiciones de corta duración en ningún momento de la jornada. Tienen asociado

un valor límite para exposiciones de corta duración aquellos químicos cuyos efectos negativos son inmediatos y se revelan a partir de una determinada concentración.

La estrategia de medición se diseña investigando las condiciones de trabajo que resulten más desfavorables. Como tiempo de muestreo suele tomar 15 minutos, que se estima es el tiempo mínimo necesario para poder captar una muestra de un contaminante.

Agentes químicos con valor límite promedio aplicable a la jornada de trabajo entera.

La concentración media a lo largo de la jornada debe situarse por debajo del valor límite asignado, aunque la concentración de los contaminantes químicos, en algunos instantes, pueden sobrepasar estos valores límites.

Resultados

Al comparar los valores de las exposiciones con los valores límites aplicables puede ocurrir que:

- La exposición sea superior al valor límite.
- La exposición sea claramente inferior al valor límite.
- No quede incluida en ninguna de las dos categorías anteriores (Floria, 2007).

Estrategia de muestreo

Para diseñar la estrategia de muestreo, una vez comprobado que la exposición es repetitiva, se debe obtener información sobre:

La duración de las exposiciones, el número de trabajadores expuestos, los procedimientos de medida disponibles

La toma de muestras ha de ser personal, siempre que sea posible. Se aceptaran mediciones ambientales cuando el sistema o soporte utilizado lo haga necesario y los resultados sirvan para evaluar la exposición del trabajador (INSHT & Aguilar; J, Bernaola; M, Gálvez; V, Rams; P, Sánch, 2010).

Cálculo de la exposición diaria

A partir de los resultados analíticos individuales obtenidos para cada trabajador, se calcula su exposición diaria (ED). El cálculo se hace de forma ponderada con respecto al tiempo de la jornada estándar de 8 horas.

$$C_8 = \frac{\sum C_i * t_i}{8} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

C_i = concentración de la exposición laboral en el tiempo t_i

t_i = tiempo de exposición asociado en horas

8 = periodo de referencia del valor límite en horas

Y donde $\sum t_i$ sería la duración de la jornada en horas, que puede ser inferior, igual o superior a 8 horas (INSHT & Aguilar; J, Bernaola; M, Gálvez; V, Rams; P, Sánch, 2010).

Sistema de extracción localizada

La forma más eficiente de descartar un contaminante del ambiente es captarlo en la proximidad inmediata del foco contaminante que lo libera recurriendo a la llamada extracción localizada, como se hace por ejemplo mediante las campanas utilizadas en las cocinas domésticas o profesionales. Un sistema de extracción localizada elemental se compone de tres partes:

- Un elemento de captación (habitualmente llamado campana que, situado en las cercanías del foco contaminante, es el responsable de atrapar el contaminante;
- Un ventilador, que es el responsable de poner el aire en movimiento y
- Un conducto que une el ventilador y la campana.

Pérdida de carga en puntos singulares:

Los puntos singulares tales como: codos, uniones, etc. de un conducto también originan una pérdida de presión total. Estas pérdidas se calculan mediante uno de los dos siguientes métodos: el método de la presión dinámica y el método de la longitud equivalente.

Método de la presión dinámica

Las pérdidas de los puntos singulares vienen dadas por un coeficiente de pérdida (F) multiplicado por la presión dinámica en el conducto. Así,

$$h_p = F P_d \quad \text{Ecuación 3}$$

Campanas de extracción localizada

Los sistemas de extracción localizada se diseñan con el propósito de captar y eliminar los contaminantes antes de que se difundan al ambiente general del local de trabajo. La función esencial de la campana es crear un flujo de aire que capture eficazmente el contaminante y lo transporte hacia la campana.

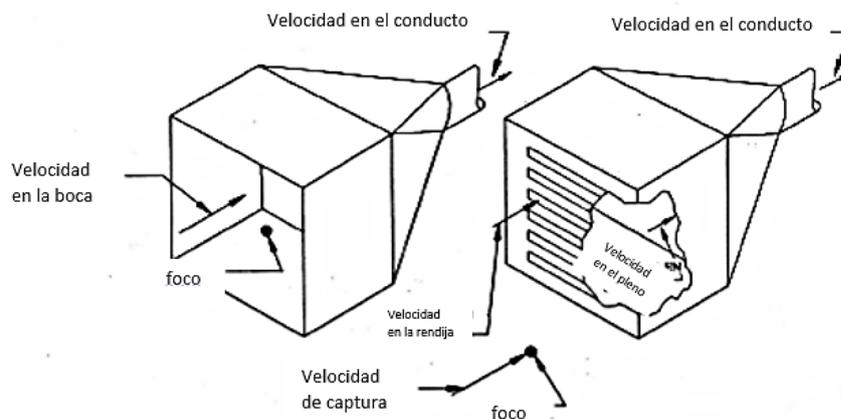


Figura 2-4: Nomenclatura asociada a las campanas de extracción.

Fuente: (López, 2013)

Diseño de campanas

Para el diseño de una campana es necesario guiarse de los siguientes parámetros:

- 1) La geometría y ubicación de la campana.

2) El caudal necesario que hay que aspirar para lograr una eficacia determinada.

3) La pérdida de carga que producirá cuando se aspire dicho caudal.

(Castejón, 2008)

Ventiladores

Un ventilador, en la acepción más amplia del vocablo, es una turbo máquina que transporta, con un determinado rendimiento, potencia a un fluido comunicándole una sobrepresión e incrementando su movimiento.

Clasificación de los ventiladores

La primera clasificación de los ventiladores aparece al atender a la trayectoria que sigue el fluido al pasar por ellos. Según este concepto se agrupan en tres grandes familias:

- a) Ventiladores Axiales
- b) Ventiladores Centrífugos
- c) Ventiladores Tangenciales

La segunda clasificación se hace atendiendo a la utilización de ventilador y según ella los se llaman:

- a) Extractores
- b) Tubulares
- c) Impulsores

Ventiladores Axiales

En su forma más simple constan de un rodete con alabes inclinados respecto al eje al que puede ir acoplado directamente el motor, lo que representa ya de entrada una ventaja pudiendo prescindir de correas o de otros órganos de transmisión.

Ventiladores Centrífugos

La trayectoria del fluido en un ventilador centrífugo sigue la misma dirección del eje del rodete a la entrada del ventilador y esta perpendicular al mismo a la salida.

Así pues un ventilador centrífugo consta de un rodete con paletas o alabes y una envolvente del mismo que canaliza el aire de salida en dirección perpendicular al eje.

Clasificación

Tres son las formas más usuales de alabes y también las más importantes, son las siguientes:

- a) Alabes curvados adelante
- b) Alabes radiales, rectos o curvos
- c) Alabes curvados atrás

a) Ventiladores centrífugos de álabes curvados adelante

Es un ventilador que se utiliza para altas presiones que suele fabricarse con alabes cortos y en gran número.

Su rendimiento es bajo fuera del punto exacto de su proyecto, pero para un caudal y presión determinados resulta un aparato más pequeño y puede funcionar a más baja velocidad que los otros dos, lo que le hace muy apropiado para instalaciones de tiro forzado.

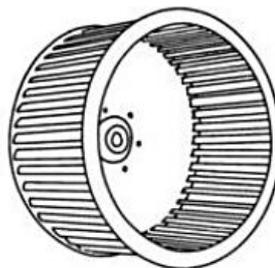


Figura 2-5: Ventilador centrífugo de álabes curvados adelante.

Fuente: (López, 2013)

Su funcionamiento es bastante inestable y no es apto para funcionar en paralelo con otro, ya que siempre llega a sobrecargarse con el trabajo de los dos.

b) Ventiladores centrífugos con álabes radiales

Son los más tradicionales, suelen construirse con las paletas largas, rectas, prolongadas hasta casi el cubo del rodete y resultan muy apropiados para transporte neumático de materiales, ya que deslizan mejor sobre paletas rectas que curvadas, auto limpiándose si trasiegan aire cargado de polvo.

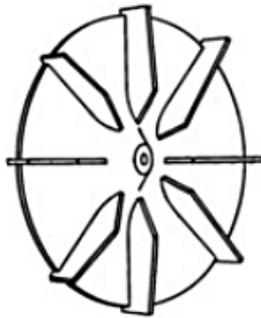


Figura 2-6: Ventilador centrífugo de álabes radiales.

Fuente: (López, 2013)

c) Ventiladores centrífugos con álabes curvados atrás

Son los ventiladores de mayor rendimiento, ya que los alabes acompañan con su curvatura al aire a su paso evitando choques, remolinos y desprendimientos. Se construyen con alabes más largos que los inclinados hacia adelante resultando canales de un ensanchamiento gradual más suave que en aquellos.

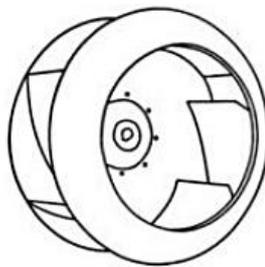


Figura 2-7: Ventilador centrífugo de álabes curvados atrás.

Fuente: (López, 2013)

Características de un ventilador centrífugo

La particularidad de un ventilador es la vital referencia del mismo, ya que constantemente revelará su capacidad en función de la presión que le exijamos (López, 2013).

En los ventiladores centrífugos las trayectorias del aire a la entrada y a la salida forman un ángulo de 90° , lo que permite rodetes que dan lugar a aumentos de presión mucho mayores que en los ventiladores axiales (Castejón, 2008).

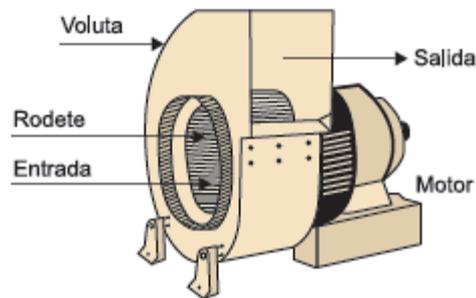


Figura 2-8: Ventilador centrífugo.

Fuente: (CASTEJÓN, 2008)

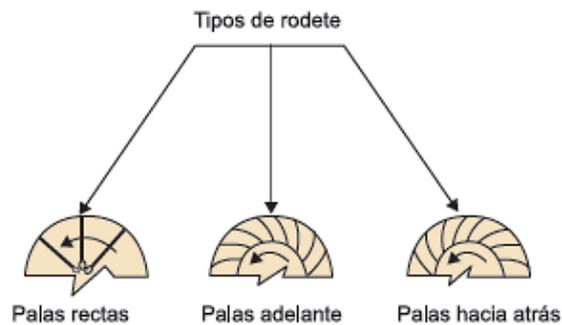


Figura 2-9: Tipos de rodete en un ventilador centrífugo.

Fuente: (Castejón, 2008)

Curva característica de un ventilador

En la figura 2-9 se representa una característica tipo y sobre la misma se puede observar como varían cada una de sus magnitudes. La diferencia de las ordenadas correspondientes a las curvas de presión total y estática en cada punto da el valor de la presión dinámica en el mismo, directamente ligada al caudal que proporciona.

A escape libre, esto es, cuando la presión estática es cero, o sea igual a la atmosférica, la presión total es igual a la dinámica y con el ventilador completamente obturado, o sea con caudal cero $Q = 0$.

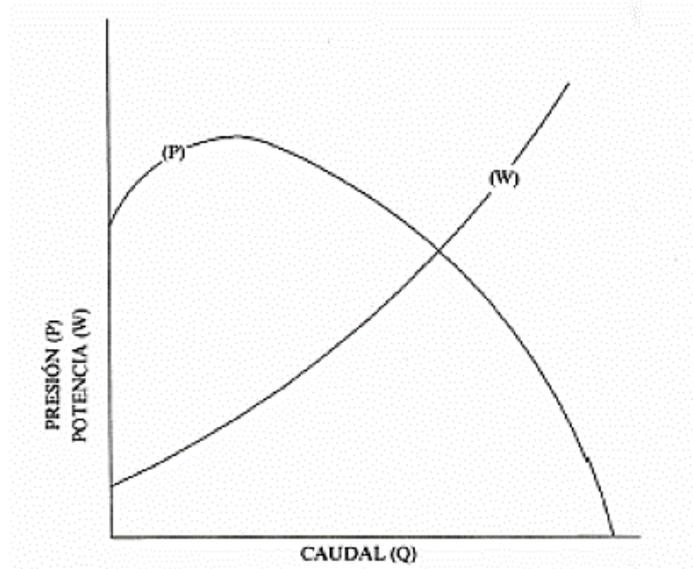


Figura 2-10: Curva característica de un ventilador.

Fuente: (López, 2013)\

2.6 HIPÓTESIS

El análisis de exposición del material particulado influye en el Ambiente Laboral de la sección de pulido de la empresa “MIVILTECH” de la ciudad de Ambato.

2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.7.1 Variable Independiente

Análisis de exposición del material particulado

2.7.2 Variable Dependiente

Ambiente laboral

2.7.3 Término de Relación

Influencia

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO

La presente investigación tendrá un enfoque cuantitativo, por las características en las variables del problema, es decir; se analizará el nivel de concentración de material particulado respecto al nivel de exposición para ocho horas laborables, la modalidad cualitativa se utilizará como refuerzo en la investigación para el objeto de estudio.

En esta investigación se recurre a teorías e hipótesis por medio de modelos matemáticos, para la solución de problemas, el enfoque cuantitativo es el más apropiado para la presente investigación.

3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

3.2.1 Bibliográfica

Esta modalidad es de gran ayuda debido a que se apoyará en información necesaria para realizar una correcta investigación y realizar las mediciones, tabulación de datos de una manera precisa apoyándose de libros, revistas, internet y otros medios de obtención de información.

3.2.2 Investigación de Campo

Esta investigación se utilizará para realizar toma datos e información de acuerdo con los objetivos del proyecto porque está relacionado directamente con la realidad. Con esta modalidad de investigación se aportará con información recolectada en el lugar que se desarrolla la problemática ser analizada.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Investigación Descriptiva

Se aplica para describir el nivel de concentración existente en el análisis de la contaminación por material particulado.

3.3.2 Investigación Correlacional

Permite conocer cómo el material particulado está afectando la calidad del aire y al Ambiente Laboral.

3.3.3 Investigación Explicativa

Para comprobar la hipótesis detallando cuales son las causas, sucesos que se estudiaron en este proyecto.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población o universo (n)

Se utilizó toda la población de la sección de pulido de autopartes de fibra de vidrio que consta de tres personas de la empresa MIVILTECH.

3.4.2 Muestra

Según INSHT RIESGO QUÍMICO, que dice: *“Si el total de trabajadores es inferior a ocho, se debe muestrear a todos ellos.”* (Pg. 80). Por lo que se escogió a los tres trabajadores, se está utilizando toda la población, por lo tanto es el 100% de la población.

3.5 Operacionalización de variables

3.5.1 Variable Independiente: Análisis del material particulado.

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Índice	Herramientas
El análisis del material particulado, es el uso de normas para determinar el tamaño de las partículas que se dispersan dentro de una determinada área.	Material Particulado	¿Qué dispersión de polvo existe en la sección de pulido de la planta?	Dispersión del aire: Comparación con el TLV TWA (Valor Umbral Límite, valor inhalable):5 mg/m ³	Observación-Directa AEROCET 831 Aerosol Mass Monitor Bibliografía: (Libros, Internet)
	Tamaño de partículas	¿Qué cantidad de partículas existen según la dimensión del tamaño en µm?	Tamaño de las partículas: 2.5 µm 10 µm	Observación-Directa AEROCET 831 Aerosol Mass Monitor Bibliografía: (Libros, Internet)

3.5.2 Variable Dependiente: Ambiente Laboral.

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Índice	Herramientas
Es el ambiente o lugar en el cual desempeña sus actividades un trabajador donde intervienen condiciones de trabajo, espacios de trabajo, salud y bienestar social, que al no ser mejorados ocasionan riesgos laborales.	Riesgos laborales	¿Qué riesgos laborales existen en la sección de pulido?	<ul style="list-style-type: none"> • Mecánicos • Físicos • Químicos • Ergonómicos • Biológicos • Psicosociales 	<p>Observación–Directa</p> <p>Matriz de riesgos</p> <p>Bibliografía:</p> <p>(Libros, Internet)</p>
	Espacios de Trabajo	¿Cuál es la cualificación del nivel de riesgo que existe para el trabajador en la sección de pulido?	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo Moderado • Riesgo Tolerable • Riesgo Intolerable 	<p>Observación–Directa</p> <p>Matriz de riesgos</p>

3.6 Plan de recolección de información

Para la presente investigación, se procederá a la toma de información mediante las técnicas de observación y análisis del procedimiento. Las técnicas e instrumentos en que se apoyará la investigación serán por medio de observación del pulido de fibra de vidrio, definir los tiempos de exposición, determinar la metodología de medición y análisis de resultados.

3.7 Plan de procesamiento de la información

Una vez recolectada la información, se realizó una revisión de la información recogida de forma crítica, descartando información innecesaria, información defectuosa, incompleta.

Será necesario tabular datos e información del material particulado de fibra de vidrio según los distintos tamaños analizados, concentración, exposición diaria e índices de exposición.

3.8 Análisis e interpretación de resultados

Para el análisis de resultados, se destacará tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis.

En la interpretación de los resultados se apoyará del marco teórico, en el asunto tratado.

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Procesos área de Fibra de vidrio

En la siguiente tabla se observa los procesos para realizar las autopartes de fibra de vidrio en la empresa Miviltech, para identificar en que parte del proceso se encuentra la actividad del pulido.

Tabla 4-1: Actividades tareas del proceso de trabajadores de la empresa MIVILTECH.

PROCESO	ACTIVIDADES / TAREAS DEL PROCESO
PREPARACIÓN DE MOLDES	Limpiar moldes de impurezas y aplicar cera desmoldante
	Preparación del catalizador y aplicación de GELCOAT al molde
	Reparación de moldes, pulido y aplicación de GELCOAT de moldes.
FIBRA	Cortar los rollos de fibra para fibrar en los moldes
	Preparar resina con catalizador, aplicación de resina en el molde y la fibra de vidrio
	Esperar a secar y luego desmoldar y luego cortar los filos sobrantes de fibra de vidrio
TERMINADO	En este proceso se realiza el pulido y lijado de las piezas realizadas en fibra de vidrio
ENSAMBLE	Ensamble de baños partes y productos realizados en fibra de vidrio de los procesos anteriores, colocación de cauchos y colocación de fijados
PINTURA	Fondeado de baños y artículos lijado y pulido
	Pintado y polifinish

Fuente: Empresa MIVILTECH.

4.1.1 Identificación de los riesgos laborales que afectan a la sección de pulido.

Para la identificación de los riesgos laborales que afectan a la sección de pulido se elaboró una matriz de riesgos laborales (Anexo 3), los riesgos analizados son los siguientes:

- Mecánicos
- Físicos
- Químicos
- Ergonómicos
- Biológicos
- Psicosociales

Para estimar del nivel de riesgo se utilizó el método de triple criterio, para la cualificación se sumó los valores de probabilidad de ocurrencia, la gravedad de daño que puede causar y si se ha realizado alguna gestión para mejorar el problema (Anexo 3), con este método se conoció cuales factores se encuentran en un nivel moderado, importante e intolerable, es importante conocer estos valores para determinar que otros factores afectan a la sección de pulido.

En los resultados obtenidos se observó una estimación de riesgo intolerable para el Riesgo químico, porque en esta sección existe desprendimiento de polvo al momento del pulido de la fibra de vidrio, además los trabajadores solo utilizan equipos de protección personal, es decir no existen otros sistemas que ayuden a disminuir la concentración de material particulado. En los riesgos físicos también se observó riesgos importantes como son el ruido y la vibración, los demás factores se encuentran en un límite moderado que no afectan en gran proporción a la sección estudiada.

4.1.2 Sistemática para la Evaluación de Riesgo Químico.

La figura 4-2 indica los pasos a seguir para realizar una evaluación a la exposición de químicos.

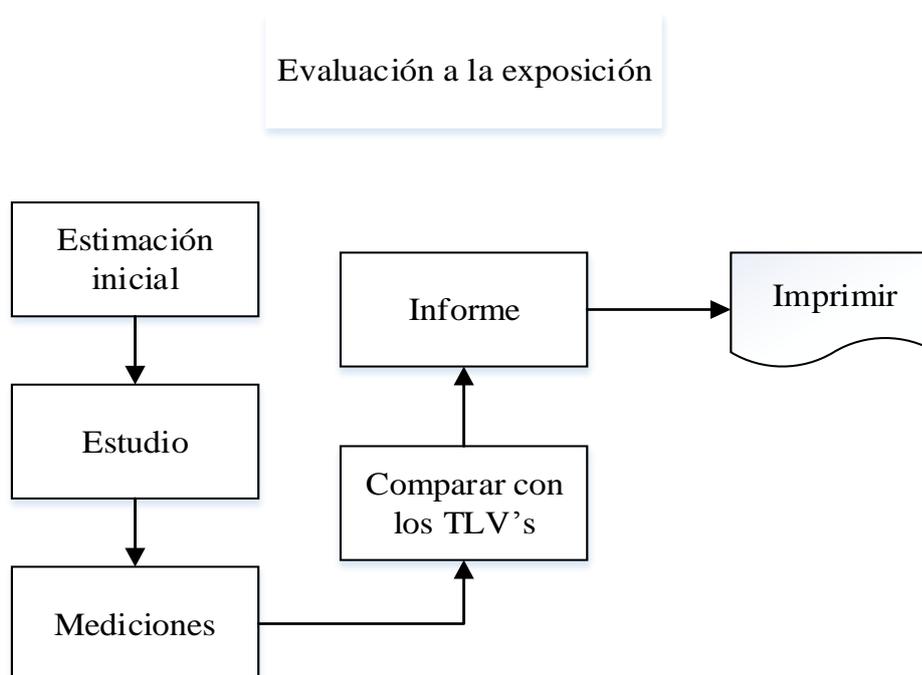


Figura 4-1: Esquema de evaluación de exposición de agentes químicos

Fuente: El Autor

4.1.3 Observación de la exposición existente en la sección de pulido.

Se observó que la sección de pulido, no está relacionada con otros procesos, por lo cual no existe contacto con gases, vapores u otros elementos, solo con el polvo que se desprende al momento del pulido de la fibra de vidrio.

4.2 MUESTREO Y EQUIPO DE MEDICIÓN

4.2.1 Tiempo de duración de la muestra

Se determina el tiempo de duración de la muestra, según la norma EN 689 (1995), que indica: el número mínimo de muestras que se requiere para un periodo de trabajo, puede determinarse por medio de un análisis estadístico, aunque puede utilizarse la siguiente tabla como guía. (Pg. 17). Por lo que se escogió un número de muestras de 12 a cada 5 minutos.

Tabla 4-2: Número mínimo de muestras por jornada de trabajo en función de la duración de la muestra.

DURACIÓN DE LA MUESTRA	NÚMERO MÍNIMO DE MUESTRAS POR JORNADA DE TRABAJO
10 seg.	30
1 min.	20
5 min.	12
15 min.	4
30 min.	3
1 hora	2
≥ 2 horas	1

Fuente: Norma UNE EN 689.

4.2.2 Equipo de medición

El Aerocet 531S es un monitor portátil, pequeño, alimentado por batería. Este equipo proporciona contaje de partículas y mediciones PM (Material particulado), temperatura y humedad relativa.

Aplicaciones:

Ambientes controlados, calidad de aire interior, higiene industrial, hospitales, testeo de filtros



Figura 4-2: Medidor de material particulado AEROCET 531S.

Fuente: (Vertex Technics, 2015)

4.2.3 Preparación del equipo de medición

- Calibrar el Contador de partículas AEROCET 531S.
- Conectar el filtro para la bomba y el sensor de temperatura y humedad relativa.
- Bloquear la succión del filtro para comprobar el estado de la bomba.
- Empezar la medición.

4.2.4 Datos de muestreo

Tabla 4-3: Muestreo datos principales.

Sección	Pulido de fibra de vidrio
Contaminante	Fibra de vidrio
Norma de muestreo	UNE-EN 689 (evaluación)
Norma del Equipo	NIOSH 500
Tiempo de medición	Lo que dura la tarea
Técnica	Método Gravimétrico
MUESTREO	
Origen del contaminante	Pulido de fibra de vidrio
Condiciones	Críticas de mayor carga de trabajo
Cálculos	Parámetros ACGIH (TLV'S)
Repetición Tarea	No, condiciones reales.
Número de muestras	Toda la tarea cada 5 minutos.

Fuente: El autor.

4.3 MEDICIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO EN EL ÁREA DE FIBRA DE VIDRIO DE 2.5 μm Y 10 μm .

Tabla 4-4: Medición de la concentración del material particulado PM 2.5 de fibra de vidrio en ug/m^3 .

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA 			
TAREA: PULIDO DE FIBRA DE VIDRIO TIEMPO DE EXPOSICIÓN: 300 SEGUNDOS (5 MIN) TIEMPO DE LA MEDICIÓN: TODA LA TAREA.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN (ug/m^3) PM 2.5			
N	C1 (ug/m^3)	C2 (ug/m^3)	C3 (ug/m^3)
1	50.8	56.3	54.3
2	51.7	50.8	52.3
3	58.2	56.4	55.6
4	49.2	51.2	52.3
5	52.5	49.1	48.6
6	52.1	56.3	54.3
7	49.6	48.5	51.9
8	52.3	53.1	49.8
9	53.2	55.4	49.1
10	55.1	49.3	57.2
11	56.7	50.6	55.8
12	55.1	51.6	53.3
	C1= Concentración trabajador 1	C2= Concentración trabajador 2	C3= Concentración trabajador 3

Fuente: El autor.

Tabla 4-5: Medición de la concentración del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA 			
TAREA: PULIDO DE FIBRA DE VIDRIO TIEMPO DE EXPOSICIÓN: 300 SEGUNDOS (5 MIN) TIEMPO DE LA MEDICIÓN: TODA LA TAREA.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM 10			
N	C1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	C2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	C3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	22001.3	19318.4	16307.2
2	16008.3	16532.3	15932.1
3	18793.8	15031.4	20409
4	11542.6	18352.6	17145.3
5	18860.7	17613.2	12209.7
6	19769.5	16514.1	15377.8
7	13500.9	12351.6	15281.5
8	11232.1	16033.8	13406.9
9	19651.3	11231.7	19900.1
10	11667.9	13249.5	18300.7
11	11302.6	14161.9	14770.4
12	17783.5	18343.9	15921.5

Fuente: El autor.

Tabla 4-6: Medición de la temperatura (°C) en la tarea de fibra de vidrio.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA</p> 			
<p>TAREA: PULIDO DE FIBRA DE VIDRIO TIEMPO DE EXPOSICIÓN: 300 SEGUNDOS (5 MIN) TIEMPO DE LA MEDICIÓN: TODA LA TAREA.</p>			
MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA (°C) PM 2.5 y PM 10			
N	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)
1	15	15	15
2	15	16	17
3	16	17	17
4	16	17	18
5	16	17	18
6	16	17	16
7	16	19	16
8	17	19	17
9	17	20	17
10	17	20	18
11	17	20	18
12	17	21	18
<p>Observación: Los valores obtenidos de temperatura son en el mismo instante de tiempo que se midió las concentraciones de PM 2.5 y PM 10.</p> <p>El promedio de la temperatura tomada cada 5 minutos es igual a 17,17 °C.</p>			

Fuente: El autor.

Tabla 4-7: Medición de la Humedad relativa en la tarea de fibra de vidrio.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA</p> 			
<p>TAREA: PULIDO DE FIBRA DE VIDRIO TIEMPO DE EXPOSICIÓN: 300 SEGUNDOS (5 MIN) TIEMPO DE LA MEDICIÓN: TODA LA TAREA.</p>			
MEDICIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA (Hre) PM 2.5 y PM 10			
N	Hre 1 (%)	Hre 2 (%)	Hre 3 (%)
1	76	72	70
2	74	75	71
3	76	73	71
4	73	72	74
5	75	71	73
6	73	72	74
7	74	73	71
8	74	74	70
9	74	72	72
10	75	72	72
11	73	73	71
12	73	73	70
<p>Observación: Los valores obtenidos de Humedad Relativa son en el mismo instante de tiempo que se midió las concentraciones PM 2.5 y PM 10.</p> <p>El promedio de la humedad relativa tomada cada 5 minutos es igual a 72,8 %.</p>			

Fuente: El autor.

4.4 MÉTODO DE EVALUACIÓN Y LÍMITE DE EXPOSICIÓN PERMITIDO PARA LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE 2.5 µm Y 10 µm.

El método que se utiliza para la medición de material particulado es el método gravimétrico que se encuentra en la norma NIOSH 500 (Anexo 4),

Este método se basa en determinar el peso del material particulado en un cierto volumen.

En la siguiente tabla observamos información acerca de la fibra de vidrio respecto a los límites permitidos.

Tabla 4-8: Límite de exposición permitido.

La Insulación de Fibra de Vidrio				
OSHA PEL <i>(Polvo Fastidioso)</i>	ACGIH TLV	NIOSH REL	NIOSH IDLH	NFPA 704M
15 mg/m ³	10 mg/m ³	3 f/cc	N/A	Fuego: 0 Salud: 1 Reactividad: 0 Riesgo Específico: NA 

Fuente: (Construction Safety Council, 2015)

La ACGIH nos da el valor del TLV (Valor Limite Umbral), para verificar estos valores necesitamos el TLV-TWA que es Concentración Promedio Máxima Permisible para un tiempo de 8 horas.

Fracción inhalable: 5 mg/m³ (8 horas); TWA (en relación con el vidrio fibroso) (Owens Corning, 2003).

4.5 EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM 2.5 EN LA SECCIÓN DE PULIDO DE FIBRA DE VIDRIO EN mg/m³.

Tabla 4-9: Evaluación de la concentración del material particulado PM 2.5 de fibra de vidrio en mg/m³.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA 			
RESULTADO EVALUACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO TAREA: PULIDO DE FIBRA DE VIDRIO TIEMPO DE EXPOSICIÓN: 300 SEGUNDOS (5 MIN) TIEMPO DE LA MEDICIÓN: TODA LA TAREA.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN (mg/ m³) PM 2.5			
N	C1 (mg/m ³)	C2 (mg/m ³)	C3 (mg/m ³)
1	0.0508	0.0563	0.0543
2	0.0517	0.0508	0.0523
3	0.0582	0.0564	0.0556
4	0.0492	0.0512	0.0523
5	0.0525	0.0491	0.0486
6	0.0521	0.0563	0.0543
7	0.0496	0.0485	0.0519
8	0.0523	0.0531	0.0498
9	0.0532	0.0554	0.0491
10	0.0551	0.0493	0.0572
11	0.0567	0.0506	0.0558
12	0.0551	0.0516	0.0533
TLV - TWA		5 mg/m ³	
C (Concentración)		0.05276 mg/m ³	
ED (Exposición diaria)		0.02638 mg/m ³	

Fuente: El autor.

4.5.1 Concentración de material particulado 2.5 µm respecto a la fracción inhalable de 8 horas.

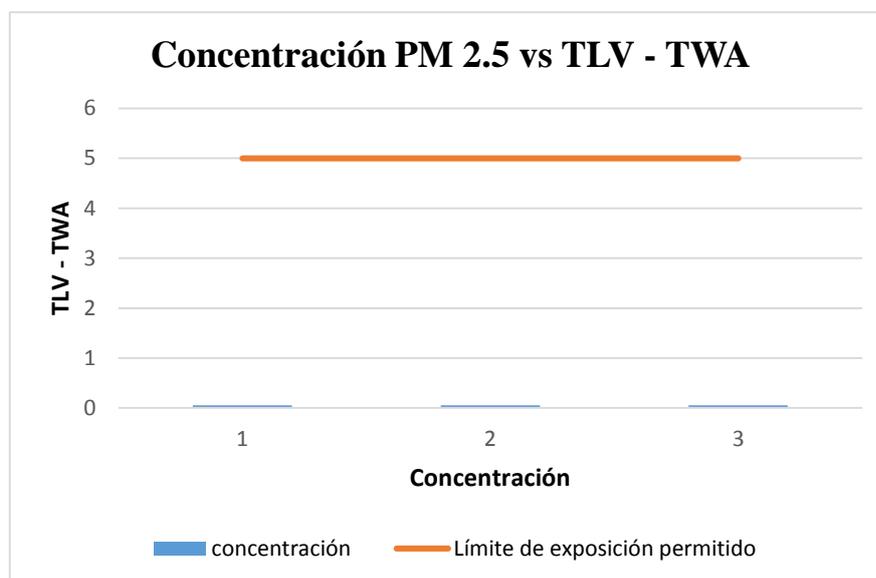


Figura 4-3: Límites de exposición PM 2.5 respecto al TLV TWA (Concentración promedio del tiempo de exposición para un día laborable).

Fuente: El autor.

En la figura 4-4 se observa que los valores obtenidos en el pulido de fibra de vidrio PM 2.5 para los tres trabajadores, no superan el TLV - TWA (Concentración promedio del tiempo de exposición para un día laborable).

4.5.2 Valores obtenidos de Concentración y exposición diaria para cada trabajador

Tabla 4-10: Evaluación de la concentración del material particulado PM 2.5 de fibra de vidrio en mg/m³ por trabajador.

RESULTADO EVALUACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO PARA CADA TRABAJADOR			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN (mg/ m³) PM 10			
Concentración	C1 (mg/m³)	C2 (mg/m³)	C3 (mg/m³)
		0.05304	0.05238
Exposición Diaria	ED 1 (mg/m³)	ED 2 (mg/m³)	ED 3 (mg/m³)
	0.02652	0.02619	0.02643

Fuente: El autor.

4.5.3 Índice de exposición (dosis)

Se determina el índice de exposición mediante la siguiente ecuación:

$$I = \frac{ED}{TLV TWA} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

$I = \text{índice de exposición (Dosis)}$

$ED = \text{Exposición diaria } \left(\frac{mg}{m^3}\right)$

$TLV TWA = \text{Fracción inhalable } \left(\frac{mg}{m^3}\right)$

Índice de exposición al material particulado de 2.5 µm en el puesto de trabajo

ED (Exposición diaria) PM 2.5:

$$ED = 0.02638 \frac{mg}{m^3}$$

$$I = \frac{0.02638 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}{5 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}$$

$$I = 0.0052$$

Índice de exposición al material particulado de 2.5 µm en el puesto por trabajador

Trabajador 1

$$I = \frac{0.02652 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}{5 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}$$

$$I = 0.0053$$

Trabajador 2

$$I = \frac{0.02619 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}{5 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}$$

$$I = 0.0052$$

Trabajador 3

$$I = \frac{0.02643 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}{5 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}$$

$$I = 0.0052$$

4.5.4 Resultado Global PM 2.5

Tabla 4-11: Resultados Obtenidos para material particulado de 2.5 µm.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA 	
Resultados Obtenidos PM 2.5	
C (Concentración)	0.05276 mg/m ³
ED (Exposición diaria)	0.02638 mg/m ³
Índice de exposición 1	0.0053 (tolerable)
Índice de exposición 2	0.0052 (tolerable)
Índice de exposición 3	0.0052 (tolerable)
Dosis total del puesto	0.0052 (tolerable)

Fuente: El autor.

4.5.5 Interpretación de resultados a partir del índice de exposición obtenido

Exposición aceptable, índice de exposición menor a 1 en el área de pulido de fibra de vidrio, se observa que la concentración tiene resultados de la dosis bajo la fracción inhalable de 5 mg/m³.

4.6 EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM 10 EN LA SECCIÓN DE PULIDO DE FIBRA DE VIDRIO EN mg/m³.

Tabla 4-12: Evaluación de la concentración del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m³ en el puesto de trabajo.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA 			
RESULTADO EVALUACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO TAREA: PULIDO DE FIBRA DE VIDRIO TIEMPO DE EXPOSICIÓN: 300 SEGUNDOS (5 MIN) TIEMPO DE LA MEDICIÓN: TODA LA TAREA.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN (mg/ m³) PM 10			
N	C1 (mg/m ³)	C2 (mg/m ³)	C3 (mg/m ³)
1	22.0013	19.3184	16.3072
2	16.0083	16.5323	15.9321
3	18.7938	15.0314	20.409
4	11.5426	18.3526	17.1453
5	18.8607	17.6132	12.2097
6	19.7695	16.5141	15.3778
7	13.5009	12.3516	15.2815
8	11.2321	16.0338	13.4069
9	19.6513	11.2317	19.9001
10	11.6679	13.2495	18.3007
11	11.3026	14.1619	14.7704
12	17.7835	18.3439	15.9215
TLV - TWA		5 mg/m ³	
C (Concentración)		15.99 mg/m ³	
ED (Exposición diaria)		7.99 mg/m ³	

Fuente: El autor.

4.6.1 Concentración de material particulado 10 µm respecto a la fracción inhalable de 8 horas.

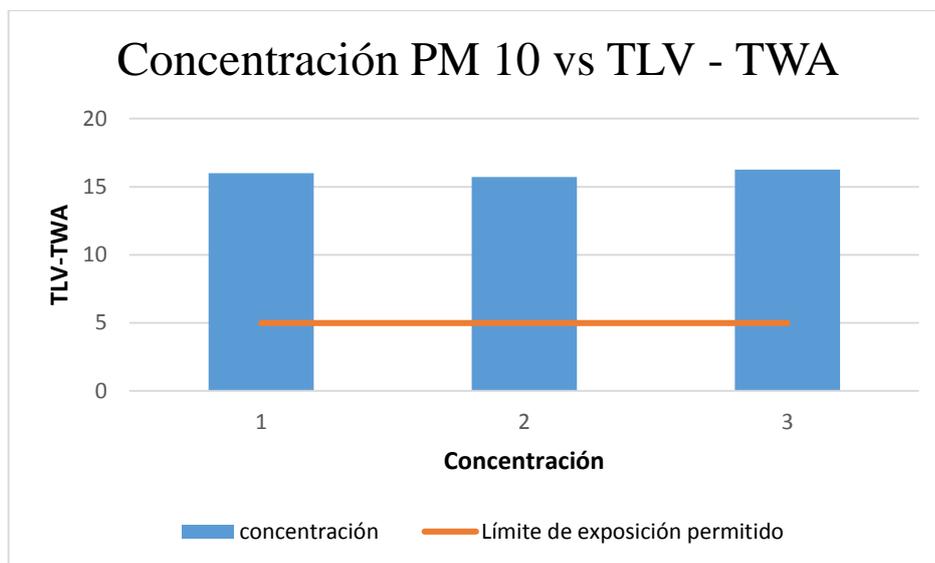


Figura 4-4: Límites de exposición PM 10 respecto al TLV - TWA (Concentración promedio del tiempo de exposición para un día laborable).

Fuente: El autor.

En la figura 4-5 se observa que los valores obtenidos en el pulido de fibra de vidrio PM 10 para los tres trabajadores, superan el TLV – TWA (Concentración promedio del tiempo de exposición para un día laborable).

4.6.2 Valores obtenidos de Concentración y exposición diaria para cada trabajador

Tabla 4-13: Evaluación de la concentración del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m³ por trabajador.

RESULTADO EVALUACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO PARA CADA TRABAJADOR			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN (mg/ m³) PM 10			
Concentración	C1 (mg/m³)	C2 (mg/m³)	C3 (mg/m³)
		16.009	15.728
Exposición Diaria	ED 1 (mg/m³)	ED 2 (mg/m³)	ED 3 (mg/m³)
	8.004	7.863	8.123

Fuente: El autor.

4.6.3 Estimación del valor más probable de la media de las mediciones efectuadas.

Estos valores ayudan a conocer cuál va a ser el valor más probable de todos los obtenidos en la concentración PM 10 que están por encima del Valor límite.

Procedimiento para la resolución:

1. Calcular los logaritmos neperianos de las “n” concentraciones (ci).
2. Calcular la media aritmética m_L de los Ln ci.

$$m_L = \frac{\sum \text{Ln } C_i}{n} \quad \text{Ecuación 5}$$

3. Calcular la desviación estándar, S_L .

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum (m_L - \text{Ln } C_i)^2}{n-1}} \quad \text{Ecuación 6}$$

4. Calcular la media geométrica, MG.

$$MG = e^{m_L} \quad \text{Ecuación 7}$$

5. Calcular la desviación estándar geométrica, DSG.

$$DSG = e^{S_L} \quad \text{Ecuación 8}$$

6. Calcular ϕ , conociendo DSG y el número de muestras.

7. A partir de la media geométrica y de ϕ se estima la media aritmética, es decir, el valor más probable de la media de la concentración (media estimada):

$$m \text{ estimada} = MG \times \phi \quad \text{Ecuación 9}$$

Tabla 4-14: Evaluación de la concentración 1 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m^3 , cálculo de los parámetros del valor más probable.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA			
RESULTADO EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN 1					
CONCENTRACIÓN 1 (mg/m^3) PM 10					
N	C1 (mg/m^3)	ln Ci	ml-ln Ci	(ml-ln Ci) ²	
1	22.0013	3.0911	-0.3474	0.1207	
2	16.0083	2.7731	-0.0294	0.0009	
3	18.7938	2.9335	-0.1898	0.0360	
4	11.5426	2.4460	0.2977	0.0886	
5	18.8607	2.9371	-0.1933	0.0374	
6	19.7695	2.9841	-0.2404	0.0578	
7	13.5009	2.6028	0.1410	0.0199	
8	11.2321	2.4188	0.3250	0.1056	
9	19.6513	2.9781	-0.2344	0.0549	
10	11.6679	2.4568	0.2869	0.0823	
11	11.3026	2.4250	0.3187	0.1016	
12	17.7835	2.8783	-0.1345	0.0181	
Suma		32.9102 mg/m^3	suma	0.7237 mg/m^3	
ml		2.7425 mg/m^3	SL²	0.6525	
			SL	0.0657 mg/m^3	
			MG	15.5449 mg/m^3	
			DSG	1.0680 mg/m^3	

Fuente: El autor.

Tabla 4-15: Evaluación de la concentración 1 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m³, cálculo de factor de corrección (ϕ).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA 		
DETERMINACIÓN ARITMÉTICA DE ϕ		
n	(n-1)/n	$((n-1)^3/(n^2(n+1)))$
2	0.500	0.0833
3	0.667	0.2222
4	0.750	0.3375
5	0.800	0.4267
6	0.833	0.4960
7	0.857	0.5510
8	0.875	0.5955
9	0.889	0.6321
10	0.900	0.6627
11	0.909	0.6887
12	0.917	0.7110
13	0.923	0.7303
14	0.929	0.7473
	SL²	0.1527
t =	SL²/2	0.0763
t ² =		0.0058
		1
	(n-1)/n*t	0.0708
	$((n-1)^3/(n^2(n+1))) * t^2 /2$	0.0021
	ϕ	1.0730

Fuente: El autor.

$$m \text{ estimada } 1 = MG \times \phi$$

$$m \text{ estimada } 1 = 15.55 \text{ mg/ m}^3 \times 1.07$$

$$m \text{ estimada } 1 = 16.63 \text{ mg/ m}^3$$

Tabla 4-16: Evaluación de la concentración 2 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m^3 , cálculo de los parámetros del valor más probable.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA				
RESULTADO EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN 2				
CONCENTRACIÓN 2 (mg/m^3) PM 10				
N	C2(mg/m^3)	ln Ci	ml-ln Ci	(ml-ln Ci)²
1	19.3184	2.9611	-0.2185	0.0478
2	16.5323	2.8053	-0.0628	0.0039
3	15.0314	2.7101	0.0324	0.0010
4	18.3526	2.9098	-0.1673	0.0280
5	17.6132	2.8686	-0.1261	0.0159
6	16.5141	2.8042	-0.0617	0.0038
7	12.3516	2.5138	0.2287	0.0523
8	16.0338	2.7747	-0.0322	0.0010
9	11.2317	2.4187	0.3238	0.1048
10	13.2495	2.5840	0.1586	0.0251
11	14.1619	2.6506	0.0920	0.0085
12	18.3439	2.9093	-0.1668	0.0278
Suma		32.9102 mg/m^3	suma	0.3200 mg/m^3
ml		2.7425 mg/m^3	SL²	0.1706
			SL	0.0290 mg/m^3
			MG	15.5259 mg/m^3
			DSG	1.0295 mg/m^3

Fuente: El autor.

Tabla 4-17: Evaluación de la concentración 2 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m³, cálculo de ϕ factor de corrección.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA 		
DETERMINACIÓN ARITMÉTICA DE ϕ		
n	(n-1)/n	$((n-1)^3/(n^2(n+1)))$
2	0.500	0.0833
3	0.667	0.2222
4	0.750	0.3375
5	0.800	0.4267
6	0.833	0.4960
7	0.857	0.5510
8	0.875	0.5955
9	0.889	0.6321
10	0.900	0.6627
11	0.909	0.6887
12	0.917	0.7110
13	0.923	0.7303
14	0.929	0.7473
		0.1245
	SL 2	
		0.0622
t =	SL²/2	
		0.0038
t ² =		
		1
		0.0578
	(n-1)/n*t	
		0.0014
	$((n-1)^3/(n^2(n+1)) * t^2 / 2$	
		1.0592
	ϕ	

Fuente: El autor.

$$m \text{ estimada } 2 = MG \times \phi$$

$$m \text{ estimada } 2 = 15.52 \text{ mg/ m}^3 \times 1.06$$

$$m \text{ estimada } 2 = 16.45 \text{ mg/ m}^3$$

Tabla 4-18: Evaluación de la concentración 3 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m^3 , cálculo de los parámetros del valor más probable.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA				
RESULTADO EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN 3				
CONCENTRACIÓN 3 (mg/m^3) PM 10				
N	C3 (mg/m^3)	ln Ci	ml-ln Ci	(ml-ln Ci)²
1	16.3072	2.7916	-0.0138	0.0002
2	15.9321	2.7683	0.0094	0.0001
3	20.409	3.0160	-0.2382	0.0567
4	17.1453	2.8417	-0.0640	0.0041
5	12.2097	2.5022	0.2755	0.0759
6	15.3778	2.7329	0.0448	0.0020
7	15.2815	2.7266	0.0511	0.0026
8	13.4069	2.5958	0.1820	0.0331
9	19.9001	2.9907	-0.2130	0.0454
10	18.3007	2.9069	-0.1292	0.0167
11	14.7704	2.6926	0.0851	0.0072
12	15.9215	2.7677	0.0101	0.0001
Suma		33.3332 mg/m^3	suma	0.2442 mg/m^3
ml		2.7778 mg/m^3	SL²	0.1490
			SL	0.0221 mg/m^3
			MG	16.0830 mg/m^3
			DSG	1.0224 mg/m^3

Fuente: El autor.

Tabla 4-19: Evaluación de la concentración 3 del material particulado PM 10 de fibra de vidrio en mg/m³, cálculo de ϕ factor de corrección.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA 		
DETERMINACIÓN ARITMÉTICA DE ϕ		
n	(n-1)/n	$((n-1)^3/(n^2(n+1)))$
2	0.500	0.0833
3	0.667	0.2222
4	0.750	0.3375
5	0.800	0.4267
6	0.833	0.4960
7	0.857	0.5510
8	0.875	0.5955
9	0.889	0.6321
10	0.900	0.6627
11	0.909	0.6887
12	0.917	0.7110
13	0.923	0.7303
14	0.929	0.7473
	SL 2	0.1164
t =	SL²/2	0.05819
t² =		0.0033
		1
	(n-1)/n*t	0.0540
	$((n-1)^3/(n^2(n+1)) * t^2 / 2$	0.0012
	ϕ	1.0552

Fuente: El autor.

$$m \text{ estimada } 3 = MG \times \phi$$

$$m \text{ estimada } 3 = 16.08 \text{ mg/ m}^3 \times 1.05$$

$$m \text{ estimada } 3 = 16.88 \text{ mg/ m}^3$$

El valor más probable de la media de la concentración para los tres trabajadores (media estimada):

Tabla 4-20: Media estimada para las tres concentraciones.

VALORES OBTENIDOS PM 10	
Concentración 1	m estimada 1 =16.63 mg/m ³
Concentración 2	m estimada 2 =16.45 mg/m ³
Concentración 3	m estimada 3 =16.88 mg/m ³

Fuente: El autor.

4.6.4 Índice de exposición (dosis)

Se determina el índice de exposición mediante la ecuación 4:

$$I = \frac{ED}{TLV\ TWA}$$

Índice de exposición en el puesto de trabajo

ED (Exposición diaria) PM 10:

$$ED = 8\ mg/m^3$$

$$I = \frac{8\ \left(\frac{mg}{m^3}\right)}{5\ \left(\frac{mg}{m^3}\right)}$$

$$I = 1.6$$

Índice de exposición al material particulado de 10 µm en el puesto.

Trabajador 1

$$I = \frac{8.004\ \left(\frac{mg}{m^3}\right)}{5\ \left(\frac{mg}{m^3}\right)}$$

$$I = 1.6$$

Trabajador 2

$$I = \frac{7.863 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}{5 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}$$

$$I = 1.57$$

Trabajador 3

$$I = \frac{8.123 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}{5 \left(\frac{mg}{m^3}\right)}$$

$$I = 1.624$$

4.6.5 Resultado Global PM 10

Tabla 4-21: Resultados Obtenidos para material particulado de 10 μm .

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA 	
Resultados Obtenidos PM 10	
C (Concentración)	15.99 mg/m^3
ED (Exposición diaria)	7.99 mg/m^3
Índice de exposición 1	1.6 (inaceptable)
Índice de exposición 2	1.567 (inaceptable)
Índice de exposición 3	1.624 (inaceptable)
Dosis total del puesto	1.6 (inaceptable)

Fuente: El autor.

4.6.6 Interpretación de resultados a partir del índice de exposición obtenido

Exposición inaceptable, índice de exposición > 1 en el área de pulido de fibra de vidrio, se observa que la concentración tiene resultados de la dosis sobre la fracción inhalable de $5 \text{ mg}/\text{m}^3$.

4.7 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El método estadístico para la verificación de la hipótesis fue chi-cuadrada (χ^2), para medir la relación que existe entre las dos variables de las hipótesis en estudio.

- **Hipótesis Alternativa (H_i)**

El análisis de exposición del material particulado influye en el Ambiente Laboral de la sección de pulido de la empresa “MIVILTECH” de la ciudad de Ambato.

- **Hipótesis Nula (H_o)**

El análisis de exposición del material particulado no influye en el Ambiente Laboral de la sección de pulido de la empresa “MIVILTECH” de la ciudad de Ambato.

Variable independiente: Análisis de exposición del material particulado

Variable dependiente: Ambiente laboral

Para el cálculo del Chi-Cuadrado, se procede a realizar una tabla con los respectivos valores de dosis que se obtuvieron en los cálculos realizados a los trabajadores del puesto de pulido de fibra de vidrio de la empresa MIVILTECH, respecto al mayor límite de la matriz de riesgos Laborales.

Tabla 4-22: Resultados Promedio de exposición diaria para material particulado.

Material Particulado	Exposición Diaria	Calidad del aire
(2.5 y 10) μm respectivamente	Promedio de exposiciones (mg/m^3)	mg/m^3
1	0.02638	5
2	7.997	5

Fuente: El autor.

Grados de libertad:

Los grados de libertad se obtienen a partir de la Ecuación:

$$GL = (r - 1)(c - 1)$$

Ecuación 10

Donde:

GL: Grado de libertad

r: Número de filas

c: Número de columnas

$$GL = (2 - 1)(2 - 1)$$

$$GL = 1$$

Un nivel de significancia de 0.01, indica una probabilidad del 99 % de que la hipótesis nula es verdadera.

$$\alpha = 0.01 = 1\%$$

Nivel de confianza

El nivel de confianza es la diferencia entre 1 menos el nivel de significancia.

$$\text{Nivel de confianza: } 1 - \alpha$$

Ecuación 11

$$\text{Nivel de confianza: } 1 - 0.01$$

$$\text{Nivel de confianza: } 0.99 = 99\%$$

Frecuencia esperada

La frecuencia se obtiene mediante el valor total de la fila horizontal por el valor total de la columna total y dividida para la suma de las dos a partir de la siguiente ecuación:

$$fe = \frac{(\text{total de la fila})(\text{total de la columna})}{N}$$

Ecuación 12

Donde:

N: Total de la sumatoria

Cálculo del Chi Cuadrado

El valor de chi-cuadrada se calculará a través de la formula siguiente:

$$X^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Ecuación 13

Tabla 4-23: Cálculo del chi cuadrado

Material Particulado	Exposición Diaria	Riesgo Mecánico	Total	Frecuencia Esperada	Chi cuadrado
(2.5 - 10) μm	Exposiciones (mg/m ³)	Aire Deficiente (M08) mg/m ³	ED + RM	Ei	X ²
1	0.02638	5	5.0264	2.2302	3.4761
2	7.996	5	12.9967	5.7665	8.9880
TOTAL	8.0230		18.023047		12.464

Fuente: El Autor.

Donde:

ED: Exposición Diaria

RM: Riesgo Mecánico

O_i = Frecuencia Observada

E_i = Frecuencia Esperada

X² = chi – cuadrada

El valor del chi cuadrado es el siguiente = 12.464

Las especificaciones para verificar la hipótesis con el valor obtenido de chi cuadrado son las siguientes:

$X^2 \leq X^2 \text{ Critico}$; Hipótesis Nula; $X^2 \geq X^2 \text{ Critico}$; Hipótesis Alternativa

Con estas especificaciones se verifica la hipótesis en el Anexo 9:

12.464 \geq 6.63

La hipótesis ha sido verificada la concentración de material particulado en el puesto de trabajo de pulido de fibra de vidrio en la empresa MIVILTECH si influye en el Ambiente Laboral.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Según la Matriz de Riesgos Laborales en la sección de pulido se concluye que el polvo afecta a la sección de pulido de fibra de vidrio, con una valoración de riesgo intolerable.
- Para expresar la concentración de humo o de un polvo tóxico, se debe formular en mg/m^3 , las partes por millón se usan para formular la cantidad de un gas o vapor, para conocer la contaminación en esta sección se comparó los valores obtenidos con la fracción inhalable TLV- TWA según la ACGIH.
- Según los valores obtenidos para el material particulado de $2.5 \mu\text{m}$, se determinó que el puesto de trabajo analizado tiene una dosis menor a 1, que se considera tolerable para los operadores.
- Se comprobó que para el material particulado de $10 \mu\text{m}$, el puesto de trabajo analizado tiene como valor de dosis mayor a 1, es decir; se considera inaceptable e intolerable para los operadores.
- Con los resultados obtenidos para el material particulado de $2.5 \mu\text{m}$ y $10 \mu\text{m}$, se estableció que existe mayor índice de exposición de material particulado de $10 \mu\text{m}$, es decir; son partículas de polvo gruesas las intolerables para los trabajadores.
- Según la Evaluación de la concentración de material particulado de $10 \mu\text{m}$ en la sección de fibra de vidrio en mg/m^3 en el puesto de trabajo, se comprobó que la exposición diaria excede el límite recomendado TLV-TWA que para la fibra de vidrio es $5 \text{mg}/\text{m}^3$ la fracción inhalable para un tiempo de 8 horas.

- En la evaluación de la concentración del material particulado de 2.5 μm de fibra de vidrio en mg/m^3 , se determinó que la concentración es baja, y según la evaluación de la concentración de material particulado de 10 μm en la sección de pulido, se determinó que la concentración es alta, con una mayor cantidad de concentración de 10 μm en la sección de pulido.
- Según la matriz de riesgos laborales y la comparación del TLV- TWA con la exposición diaria se pueden cualificar al riesgo, ya que el valor de la dosis para el material particulado de 10 μm es mayor a 1, por lo tanto el nivel de riesgo para esta sección intolerable, por lo cual se debe disminuir esta concentración excesiva de material particulado.

5.2 RECOMENDACIONES

- Por resultados de Dosis total > 1 , en el puesto de pulido de fibra de vidrio para el material particulado de $10\ \mu\text{m}$, se recomienda establecer medidas de control inmediatas, por la presencia de químicos.
- Aunque los valores de la Dosis para el material particulado de $2.5\ \mu\text{m}$ fue < 1 , se recomienda realizar un diagnóstico detallado del debido al tiempo de exposición.
- Se recomienda capacitar a los trabajadores de este puesto de trabajo en el uso del equipo de protección personal y enfermedades laborales por sustancias químicas.
- Se recomienda desarrollar cursos de capacitación al personal de la empresa la MIVILTECH, sobre de seguridad industrial, que riesgos se producen por el contacto a químicos.
- Se recomienda dar prioridad a los valores, riesgos concluyentes como críticos que se vean afectados por el material particulado.
- Desarrollar un sistema mecánico para extraer el material particulado que afecta a la calidad del aire.

CAPÍTULO VI

6 PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 Título

Diseño y construcción de un sistema de extracción de polvo de fibra de vidrio en la empresa MIVILTECH de la ciudad de Ambato.

6.1.2 Beneficiario

El trabajo realizado está presidido a favorecer con el progreso de la empresa MIVILTECH en el área de fibra de vidrio, sección de pulido, eliminando la disipación polvo de fibra de vidrio al momento del pulido, garantizando su correcto funcionamiento.

6.1.3 Ubicación

La empresa MIVILTECH está ubicada en la calle 5 y avenida D. en el parque Industrial de Izamba, Cantón Ambato.

6.1.4 Personal Ejecutora

- Tutor: Ing. Christian Castro
- Ejecutor: Alexis Aldás

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Como antecedentes de la propuesta se ha concluido que el nivel de exposición de material particulado de fibra de vidrio que se produce en la sección de pulido de autopartes está sobre el nivel recomendado, por lo que la implementación de un sistema para reducir el nivel de disipación de partículas al Ambiente es necesaria.

En la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, se realizó la siguiente tesis de grado: Diseño de un sistema móvil de extracción de polvo en el proceso de arenado, presentada por la Srta. Sandra Gisella Suárez Sarmiento, en la ciudad de Guayaquil, esta tesis se la realizó en la empresa DYFEMSA, es una empresa que se dedica al diseño y construcción de estructuras metálicas.

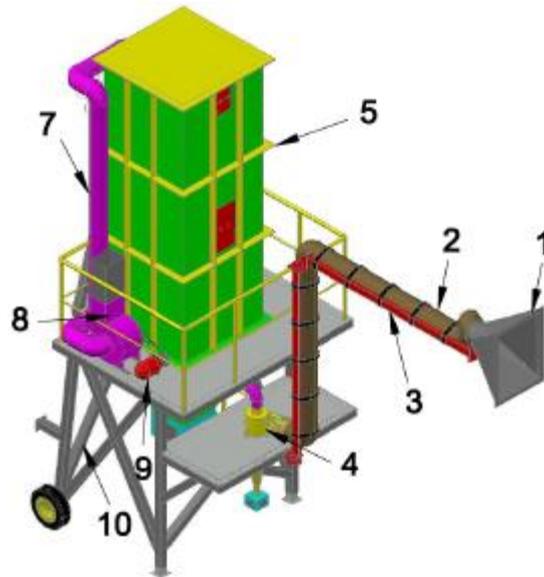


Figura 6-1: Diseño de un sistema de extracción de polvo.
Fuente: Sandra Gisella Suárez Sarmiento (Tesis de Grado).

Conclusión:

Con este sistema diseñado se logró dar solución al problema de contaminación del aire ambiente en el lugar donde se realiza el trabajo de arenado y áreas cercanas, el sistema es accesible y fácil de transportar a los lugares de trabajo.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La empresa MIVILTECH de la ciudad de Ambato, necesita un sistema de protección contra el material particulado en la sección de pulido de fibra de vidrio, ya que el principal problema de la empresa es que no se toma medidas de protección correctas contra el material particulado en el puesto de trabajo.

El presente proyecto tiene como propósito disminuir la disipación de polvo de fibra de vidrio en el pulido de autopartes para buses evitando que afecte a la salud de los

trabajadores, protegiéndolos de afecciones en las vías respiratorias, alergias y otras enfermedades y evitando que afecte a las personas que se encuentran a los alrededores.

La ventilación instalada tiene como propósito reducir la exposición de las personas a los contaminantes (fibra de vidrio), es útil para prevenir la acumulación de los mismos, este método se lo utiliza cuando las modificaciones en los procesos u otros métodos de control no son efectivos.

La implementación del proyecto en el Área de fibra de vidrio, es significativa ya que se alcanzó tener una mejora tecnológica, para disminuir la disipación de polvo de fibra de vidrio es necesario crear un sistema de extracción localizada.

Con la instalación de un sistema de extracción se facilita la recolección, porque los desechos de la fibra de vidrio van a estar almacenados en un lugar, propiciándose mayor facilidad para la reutilización, lo que redonda ingresos económicos adicionales.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 Objetivo General

Diseñar y construir el sistema de extracción de polvo de fibra de vidrio en la empresa MIVILTECH de la ciudad de Ambato.

6.4.2 Objetivos Específicos

- Seleccionar los equipos del sistema de extracción para un correcto funcionamiento.
- Diseñar y dimensionar los componentes del sistema de extracción de material particulado.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El sistema de extracción de polvo de fibra de vidrio que se investigó tiene una factibilidad admisible, pues cumple con las exigencias de la empresa MIVILTECH.

El conocimiento en diseño y software utilizado para el estudio del presente proyecto es apto para que cumpla con las necesidades requeridas por la empresa.

En todo lo que se refiere a la construcción de este sistema se puede indicar que es factible tanto en los parámetros de diseño y su realización, la construcción depende directamente del presupuesto de la empresa y el tiempo en que se tarde de obtener los equipos.

6.6 PARÁMETROS DE DISEÑO

6.6.1 Diseño de forma

El sistema de extracción de polvo consta de los siguientes elementos: Campana de extracción, Conductos de extracción, Extractor Centrifugo, Depósito, Estructura.

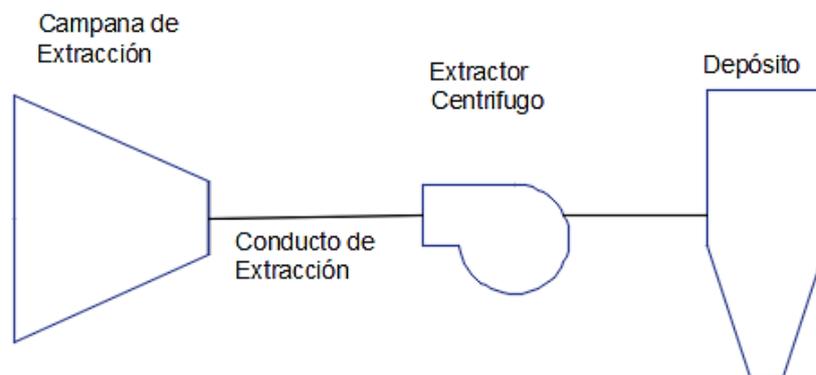


Figura 6-2: Diseño de forma del sistema de extracción.

Fuente: El autor.

6.6.2 Diseño de la campana

La campana de extracción será de una forma rectangular la que deberá regirse a un factor de forma que establece relación de ancho (W) y longitud (L) sea mayor a 0,2 (Ventilación Industrial, 1992).

Para la construcción de la campana de extracción se usará told galvanizado ASTM A653, porque es resistente a la corrosión y de fácil obtención en el mercado.

$$\frac{W}{L} \geq 0.2$$

Ecuación 14

$$\frac{800 \text{ mm}}{1500 \text{ mm}} \geq 0.2$$

$$0.53 \geq 0.2$$

Altura de la campana

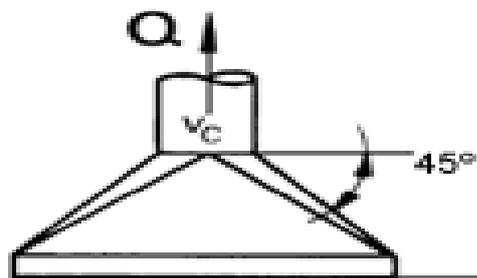


Figura 6-3: Altura de la campana

Fuente: (Ventilación Industrial, 1992)

$$H_p = \frac{L-D}{2}$$

Ecuación 15

Donde:

H_p = Altura de la campana, m.

L = Lado de longitud, m.

D = Diámetro, m.

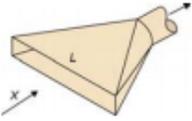
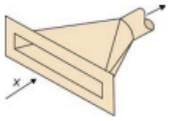
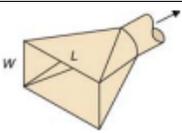
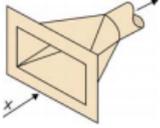
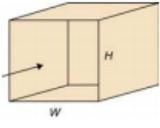
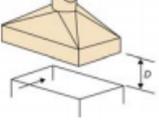
Asumo Diámetro = 8 in

$$L = \frac{1.5 \text{ m} - 0.203 \text{ m}}{2}$$

$$L = 0.648 \text{ m}$$

Para el cálculo del caudal se necesita conocer la forma de la campana para lo cual se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 6-1: Fórmulas para el cálculo del caudal en varios tipos de campanas simples

TIPO DE CAMPANA	DESCRIPCIÓN	FACTOR DE FORMA W/L	CAUDAL
	Rendija	0,2 o menos	$Q= 3,7 LVX$
	Rendija rebordeada	0,2 o menos	$Q= 2,8 LVX$
	Abertura plana	0,2 o más y redonda	$Q= V (10 x^2 +A)$
	Abertura plana	0,2 o más y redonda	$Q= 0,75V (10 x^2 +A)$
	Cabina	Según trabajo	$Q= VA = VWH$
	Campana techo	Según trabajo	$Q = 1,4 PVH$

Fuente: (Castejón, 2008)

Donde:

Q: caudal en $\frac{m^3}{seg}$.

X: distancia de la boca al foco en metros.

A: superficie de la boca de la campana en m^2 .

P = Perímetro en metros.

H = altura sobre la operación en metros.

V = velocidad de captación en $\frac{m}{s}$.

Para el tipo de campana de abertura plana la ecuación del caudal es:

$$Q = V(10 X^2 + A) \quad \text{Ecuación 16}$$

Velocidad de captación

Para la determinación de la velocidad de captura utiliza la siguiente tabla:

Tabla 6-2: Velocidades de captura recomendadas

Condiciones de generación del contaminante	Velocidad de captura (m/s)
Liberado prácticamente sin velocidad en aire tranquilo Ejemplos: evaporación desde depósitos, desengrase, etc.	0,25-0,5
Liberado a baja velocidad en aire con movimiento moderado Ejemplos: cabinas de pintura, llenado intermitente de recipientes, transferencia en cintas transportadoras a baja velocidad, soldadura, pasivazo, recubrimientos superficiales.	0,5-1
Liberado con velocidad en aire con movimiento Ejemplos: cabinas de pintura poco profundas, llenado de barriles, carga de cintas transportadoras, machacadoras.	1-2,5
Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido de aire Ejemplos: desbarbado, chorreado abrasivo, desmoldeado de fundiciones.	2,5-10 (requiere un estudio específico)

Fuente: (Ventilación Industrial, 1992)

La velocidad de captura se tomó en cuenta como liberado a baja velocidad.

Con un valor de $V = 0.5 \frac{m}{seg}$

Asumo: $x = 0.15$ metros

$$A = (0.8 \times 1.5) m^2 = 1.2 m^2$$

$$Q = V (10x^2 + A)$$

$$Q = 0.5 \frac{m}{seg} (10 (0.15 m)^2 + 1.2 m^2)$$

$$Q = 0.7125 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 0.7125 \frac{m^3}{s} = 2565 \frac{m^3}{h}$$

$$Q = 0.7125 \frac{m^3}{s} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \frac{(3.28)^3 \text{ ft}^3}{1 \text{ m}^3} = 1508.54 \text{ CFM}$$

6.6.2.1 Diseño del Ducto

Tabla 6-3: Valores de velocidad de aire recomendados para el diseño de conductos

Naturaleza del contaminante	Ejemplos	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, gases, humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos	Indiferente (la velocidad económicamente óptima suele encontrarse entre 5 y 10 m/s)
Humos de soldadura, polvo muy fino y ligero, polvos secos	Soldadura	10-12,5
	Hilos de algodón, polvo de madera muy fino, polvo de talco.	12,5-15
	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras), polvo de detergente, raspaduras de cuero	15-20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, hilos de muela de pulir (secos), polvo de granos de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales pulverulentos en general, corte de ladrillos, polvo de arcilla, polvo de caliza.	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de aserradero (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo de fundiciones, polvo de chorreado con arena, pedazos de madera, polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo.	20-22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo, hilos de muela de pulir (pegajosos)	>22,5

Fuente: (Ventilación Industrial, 1992)

$$Q = V \times A$$

Ecuación 17

Donde:

$$Q = \text{caudal en } \frac{m^3}{\text{seg}}$$

$$v = \text{velocidad en } \frac{m}{\text{seg}}$$

$$A = \text{área en } m^2$$

La naturaleza del contaminante es polvo ordinario

$$\text{Velocidad} = 20 \frac{m}{\text{seg}}$$

$$0.7125 \frac{m^3}{\text{seg}} = 20 \frac{m}{\text{seg}} \times A ;$$

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$0.7125 \frac{m^3}{\text{seg}} = 20 \frac{m}{\text{seg}} \times \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$0.03562 m^2 = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0.03562 m^2}{\pi}}$$

$$d = 0.212 m ; d = 8.34 in$$

Se escoge un diámetro de 8 in, que existe en el mercado.

Cálculo del diámetro equivalente para la boca de entrada a la campana de extracción, 8 in equivale a 203.2 mm; por lo tanto:

Tabla 6-4: Equivalencia de circular a ducto rectangular

Lgth Adj ^b	Length of One Side of Rectangular Duct (a), mm																			
	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900
100	109																			
125	122	137																		
150	133	150	164																	
175	143	161	177	191																
200	152	172	189	204	219															
225	161	181	200	216	232	246														
250	169	190	210	228	244	259	273													
275	176	199	220	238	256	272	287	301												
300	183	207	229	248	266	283	299	314	328											
350	195	222	245	267	286	305	322	339	354	383										
400	207	235	260	283	305	325	343	361	378	409	437									
450	217	247	274	299	321	343	363	382	400	433	464	492								
500	227	258	287	313	337	360	381	401	420	455	488	518	547							
550	236	269	299	326	352	375	398	419	439	477	511	543	573	601						
600	245	279	310	339	365	390	414	436	457	496	533	567	598	628	656					
650	253	289	321	351	378	404	429	452	474	515	553	589	622	653	683	711				

Fuente: (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 2005)

Altura del ducto (H = 225 mm); Ancho del ducto (B = 175 mm).

6.6.3 Selección del Ventilador

Velocidad en el conducto

$$V_c = \frac{Q}{A_c}$$

Donde:

$$V_c = \text{velocidad del conducto} \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$Q = \text{caudal} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$A_c = \text{Área del conducto} (m^2)$$

$$V_c = \frac{0.7125 \frac{m^3}{s}}{(0.175 \times 0.225)m^2}$$

$$V_c = 18.09 \frac{m}{s}$$

Velocidad en la boca

$$V_b = \frac{Q}{A_b}$$

Donde:

$$V_b = \text{velocidad de la boca} \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$Q = \text{caudal} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$A_b = \text{Área de la boca} (m^2)$$

$$Vb = \frac{0.7125 \frac{m^3}{s}}{(0.8 \times 1.5)m^2}$$

$$Vb = 0.95 \frac{m}{s}$$

Presión dinámica en el conducto (P_{DC})

Con la velocidad del conducto que es $18.09 \frac{m}{s}$, para el cálculo de la presión dinámica P_D utiliza la siguiente ecuación (Mott, 2006):

$$P_{DC} = \left(\frac{v}{1.289} \right)^2 \quad \text{Ecuación 18}$$
$$P_{DC} = \left(\frac{18.09 \frac{m}{s}}{1.289} \right)^2$$
$$P_{DC} = 196.95 Pa$$

Pérdida en la campana de extracción

$$P_E = h_{Ec} + P_{Dc} \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

P_E = Presión estática (Pa)

h_{Ec} = Pérdida en la entrada del ducto (Pa)

P_{Dc} = Presión dinámica en el conducto (Pa)

fh = factor de pérdida en campanas

Factor de pérdida por campanas rectangulares.

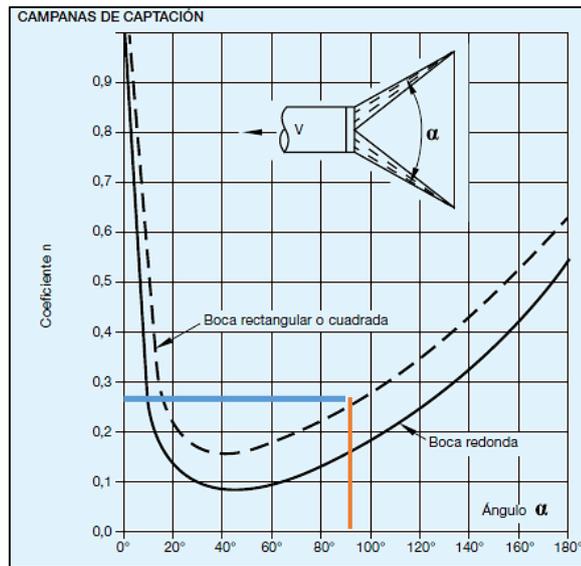


Figura 6-4: factor de pérdida por campanas rectangulares.

Fuente: (Sarmiento, 2008)

Factor de pérdida por campana rectangular

$$h_{EC} = fh \times P_D$$

Ecuación 20

$$h_{EC} = 0.25 \times 196.95 \text{ Pa}$$

$$h_{EC} = 49.24 \text{ Pa}$$

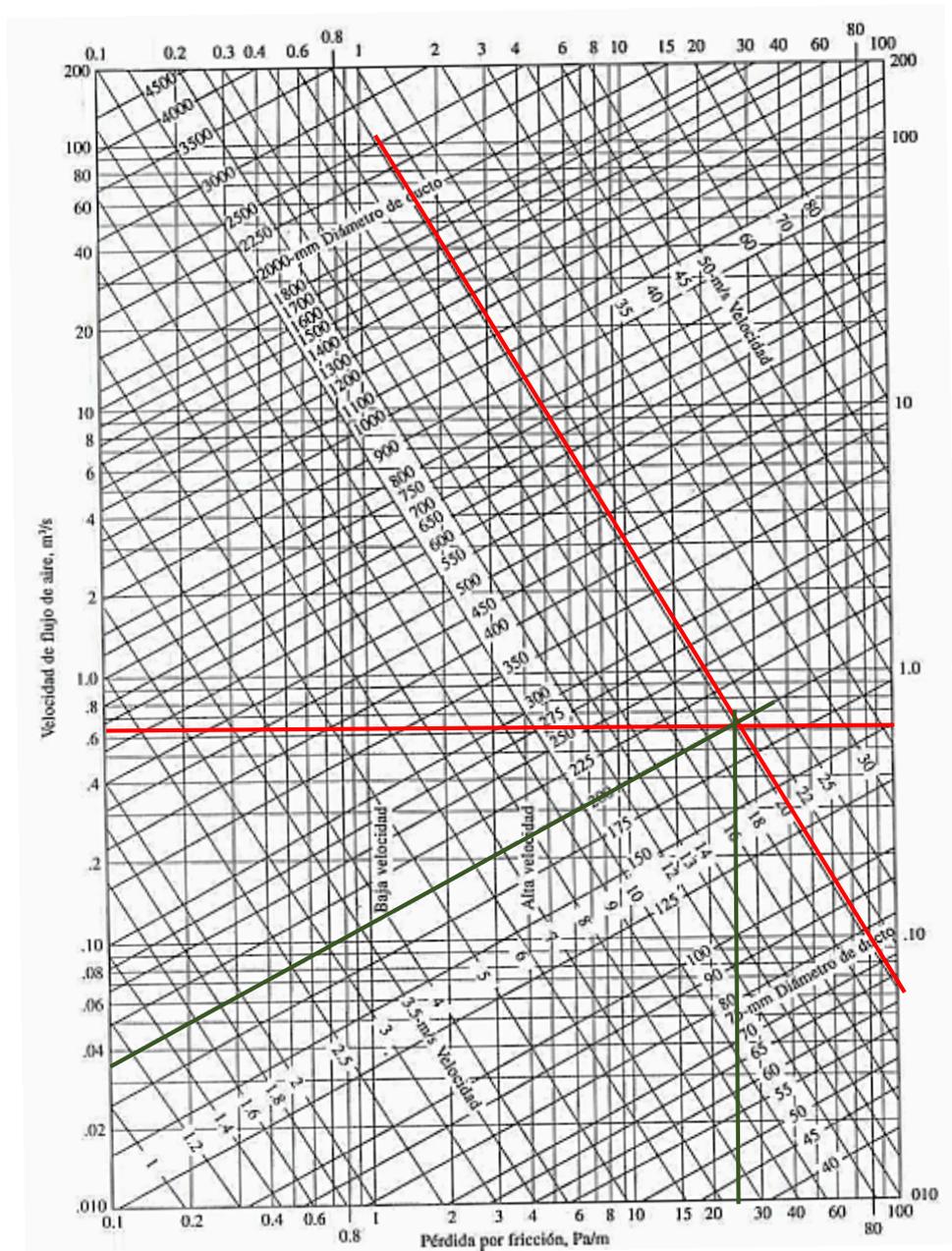
$$P_E = h_{EC} + P_{Dc}$$

$$P_E = (49.24 + 196.95) \text{ Pa}$$

$$P_E = 246.2 \text{ Pa}$$

Pérdida en ductos

Tabla 6-5: Dimensiones De Tuberías



Fuente: (Mott, 2006)

Se escoge: $d = 212 \text{ mm}$; $d = 8 \text{ in}$

$$HL = F \times l$$

Ecuación 21

Donde:

HL = Pérdida en ductos (Pa)

L = longitud del conducto (m)

F = Pérdida por fricción. ($\frac{\text{Pa}}{\text{m}}$)

Cálculos:

Pérdida: 23 Pa

longitud del conducto = 80 mm

$$HL = 23 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \times 0.08\text{m}$$

HL = 1.84 Pa

Factor de pérdida por contracción Súbita

Tabla 6-6: Coeficiente de Resistencia

D_2/D_1	Velocidad v_1								
	0.6m/s 2pies/s	1.2m/s 4pies/s	1.8m/s 6pies/s	2.4m/s 8pies/s	3m/s 10pies/s	4.5m/s 15pies/s	6m/s 20pies/s	9m/s 30pies/s	12m/s 40pies/s
1.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
1.1	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06
1.2	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11
1.4	0.07	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.19	0.2
1.6	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.24
1.8	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.31	0.29	0.27
2.0	0.38	0.37	0.37	0.36	0.36	0.34	0.33	0.31	0.29
2.2	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	0.37	0.35	0.33	0.30
2.5	0.42	0.42	0.41	0.40	0.4	0.38	0.37	0.34	0.31
3.0	0.44	0.44	0.43	0.42	0.42	0.40	0.39	0.36	0.33
4.0	0.47	0.46	0.45	0.45	0.44	0.42	0.41	0.37	0.34
5.0	0.48	0.47	0.47	0.46	0.45	0.44	0.42	0.38	0.35

Fuente: (Mott, 2006)

Diámetro de la campana ($D_1 = 8.5 \text{ in}$); Diámetro de entrada al extractor ($D_2 = 8 \text{ in}$)

$$\frac{D_1}{D_2} = 1.1$$

Extrapolando para una velocidad 2 de $18.09 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$18.09 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
0.05	0.06	0.0803

$$k = 0.0803$$

$$h_l = k \times P_{Dc}$$

Ecuación 22

Donde:

h_l = Pérdida por contracción súbita (Pa)

k = Coeficiente de resistencia

P_{Dc} = Presión dinámica en el conducto (Pa)

Cálculo:

$$h_l = 0.0803 \times 196.95 \text{ Pa}$$

$$h_l = 15.81 \text{ Pa}$$

Pérdida por fricción total

$$HL_T = \sum_{i=1}^n HL_i$$

Pérdidas en campana extractora	246.2 Pa
Pérdida en conducto	1.84 Pa
Pérdida por contracción Súbita	15.81 Pa

$$HL = 246.2 \text{ Pa} + 1.84 \text{ Pa} + 15.81 \text{ Pa}$$

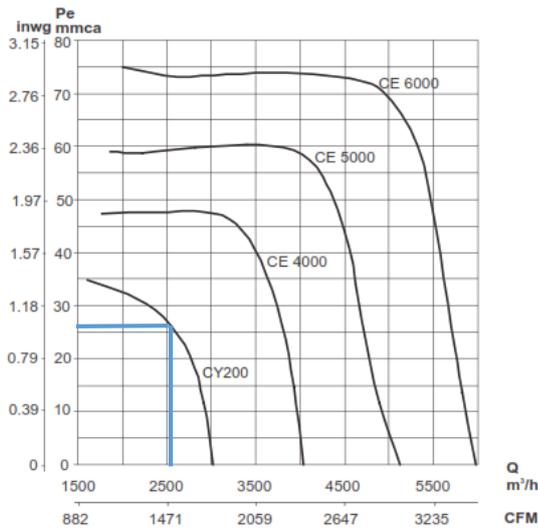
$$HL = 263.85 \text{ Pa}$$

Asumo factor de seguridad = 10 %

$$(263.85 + 26.38) \text{ Pa} = 290.23 \text{ Pa}$$

$$\frac{290.23 \text{ Pa}}{249.1} = 1.16 \text{ in } H_2O$$

Selección del Ventilador



Fuente: Catálogo Blower Montero

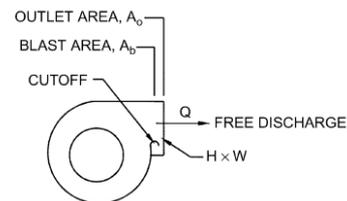
Resultados Obtenidos:

CARACTERÍSTICAS VENTILADOR CENTRIFUGO	
	Marca: Blower Montero (CY200A2P)
	Caudal: 44/31 ($\frac{m^3}{min}$)
	Presión Estática: 214/152 (mm Aq) 110/220 V
	HP: 2 hp
	Rpm: 3380/2850

Pérdida por salida de extractor (h_{ls})

Tabla 6-7: Factor de pérdida por salida de ventilador

A_b/A_o	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
C_o	2.00	2.00	1.00	0.80	0.47	0.22	0.00



Fuente: (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 2005)

$$A = \frac{\pi x r^2}{4}$$

Ecuación 23

Donde:

$A_o = \text{Área de salida (in}^2\text{)}$

$A_b = \text{Área de entrada (in}^2\text{)}$

$C_o = \text{Coeficiente por salida del extractor}$

Cálculos:

$$A_b = \frac{\pi \times 8 \text{ in}^2}{4} = 50.26 \text{ in}^2$$

$$A_o = \frac{\pi \times 8.5 \text{ in}^2}{4} = 56.74 \text{ in}^2$$

$$\frac{A_b}{A_o} = 0.9$$

$$C_o = 0.22$$

Presión dinámica en la salida del extractor (P_{Ds})

Se utiliza la velocidad de la salida del extractor en el Anexo 8 (Salida del extractor), para el cálculo de la presión dinámica P_D , se utiliza la siguiente ecuación:

$$P_{DC} = \left(\frac{v}{1.289} \right)^2 \quad \text{Ecuación 24}$$

$$P_{DC} = \left(\frac{32.05 \frac{m}{s}}{1.289} \right)^2$$

$$P_{DC} = 618.23 \text{ Pa}$$

$$h_{ls} = 0.22 \times 618.23 \text{ Pa}$$

$$h_{ls} = 136.01 \text{ Pa}$$

Pérdidas en el depósito

Para la construcción del depósito se usará told galvanizado ASTM A653, porque es resistente a la corrosión y de fácil obtención en el mercado.

Para las pérdidas en el depósito se utiliza la siguiente ecuación:

$$\Delta P_c = \frac{39.7 K Q^2 P^2}{T^2}$$

Ecuación 25

(Suárez Sandra; Tesis de Grado)

Donde:

Q = Flujo (CFM)

P = Presión del aire en la atmósfera (Atmósferas)

T = Temperatura ambiente (°R)

K = Factor de diseño (depende del diametro del Depósito)

D_d = Diámetro del depósito (in)

Cálculos:

$$K = 21.334 D_d^{-3.608}$$

Ecuación 26

$$K = 21.334 (19.68^{-3.608})$$

$$K = 4.57 \times 10^{-4}$$

$$Q = 0.7125 \frac{m^3}{seg} \frac{60 seg}{1 min} \frac{(3.28)^3 ft^3}{1 m^3} = 1508.54 CFM$$

$$^{\circ}R = 496 + \frac{9}{5} C$$

$$^{\circ}R = 496 + \frac{9}{5} (25)$$

$$^{\circ}R = 541$$

$$\Delta P_c = \frac{39.7 (4.57 \times 10^{-4}) (1508.54 CFM)^2 (1 atm)^2}{(541 ^{\circ}R)^2}$$

$$\Delta P_c = 0.14 \text{ pulg H}_2\text{O} \frac{249.1 Pa}{\text{pulg H}_2\text{O}}$$

$$\Delta P_c = 35.14 Pa$$

Pérdida total en la descarga

$$HL_T = \sum_{i=1}^n HL_i$$

Pérdida a la salida del extractor	136.01 Pa
Pérdida en el depósito	35.14 Pa

$$HL = 136.01 Pa + 35.14 Pa$$

$$HL = 171.15 Pa$$

Cálculo Estructural

Mediante Software se determinó el peso al que está sometido la estructura:

Extractor = 40 kg

Campana= 51.25 kg

Depósito= 24.34 kg

$$P_1 (\text{Ventilador} + \text{Campana}) = (40 + 47.98) = 87.98 \text{ Kg}$$

$$87.98 \text{ Kg} \times \frac{2.2 \text{ lb}}{1 \text{ Kg}} = 193.56 \text{ lb}$$

Distancia = 750 mm = 29.52 in

Cálculo de reacciones

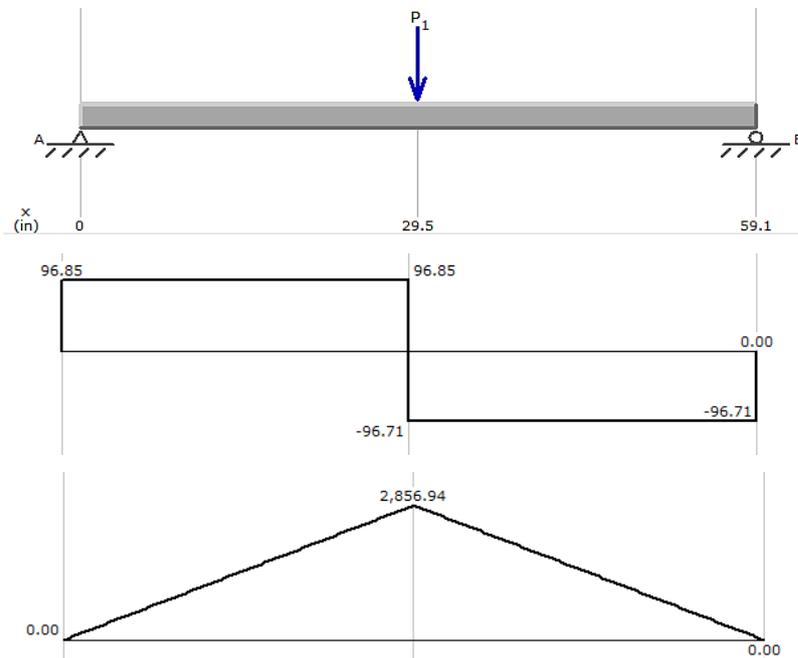


Figura 6-5: Diagrama de Fuerza cortante y Momento flector

Fuente: El Autor

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A - P_1 + R_B = 0$$

$$R_B = P_1 - R_A$$

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A (59.04 \text{ in}) + 193.56 \text{ lb} \left(\frac{59.04 \text{ in}}{2} \right) = 0$$

$$R_A = 96.78 \text{ lb}$$

$$R_B = 193.56 \text{ lb} - 96.78 \text{ lb}$$

$$R_B = 96.78 \text{ lb}$$

$$M_{\max} = 96.78 \text{ lb} \times 29.52 \text{ in}$$

$$M_{\max} = 2856.94 \text{ lb.in}$$

$$P_1 (\text{Depósito}) = 24.34 \text{ Kg} \times \frac{2.2 \text{ lb}}{1 \text{ Kg}} = 53.55 \text{ lb}$$

$$\text{Distancia} = (29.52 + 14.76) \text{ in} = 44.28 \text{ in}$$

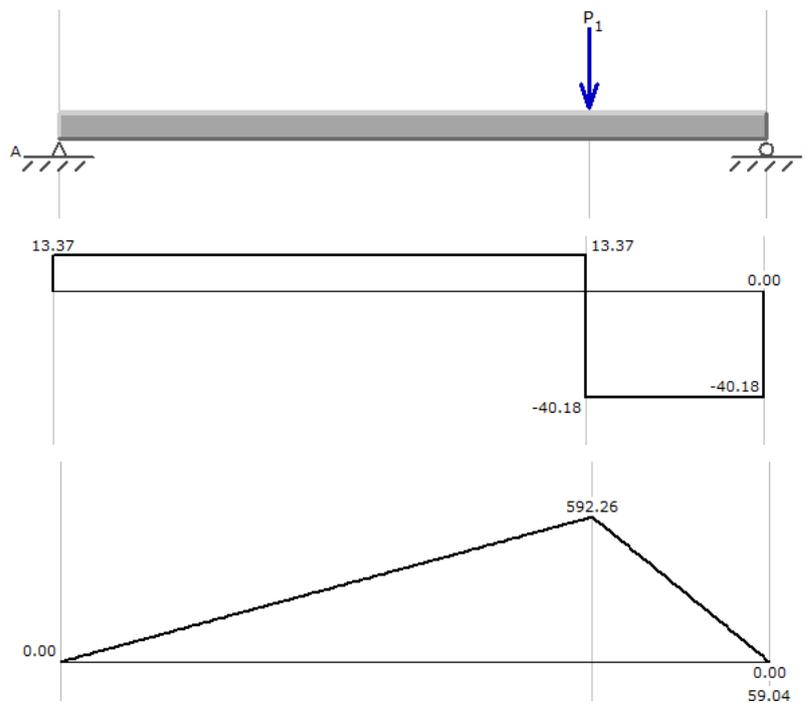


Figura 6-6: Diagrama de Fuerza cortante y Momento flector
Fuente: El Autor

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A - P_1 + R_B = 0$$

$$R_B = P_1 - R_A$$

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A (59.04 \text{ in}) + 53.55 \text{ lb} (59.04 - 44.28) = 0$$

$$R_A = 13.38 \text{ lb}$$

$$R_B = 53.55 \text{ lb} - 13.38 \text{ lb}$$

$$R_B = 40.16 \text{ lb}$$

$$M_{\max} = 40.16 \text{ lb} \times 14.76 \text{ in}$$

$$M_{\max} = 592.76 \text{ lb.in}$$

Soporte lateral total

$$F_b = 0,66 * s_y$$

Ecuación 27

Donde:

M_{\max} = Momento máximo (lb.in)

F_b = esfuerzo permisible (ksi)

s_y = Resistencia a la fluencia , ASTM 500 grado A (ksi)

$$F_b = 0,66 * 33 \text{ ksi} = 21.78 \text{ ksi}$$

$$M_{\max} = 2856.94 \text{ lb.in}$$

$$S_x = \frac{M_{\max}}{F_b}$$

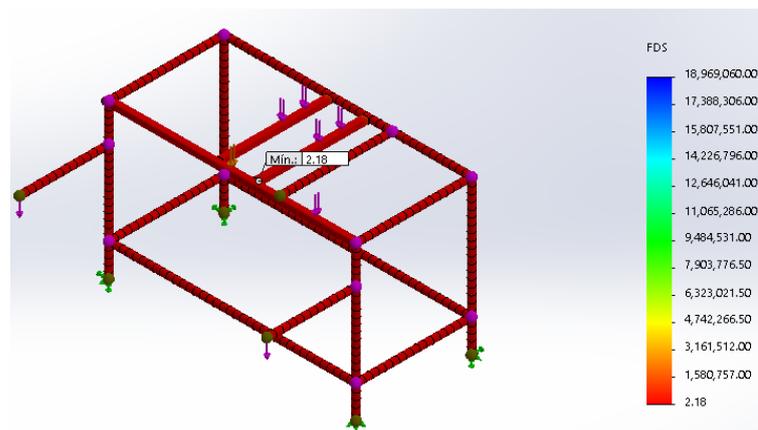
Ecuación 28

$$S_x = \frac{2.85 \text{ klb plg} * \text{plg}^2}{21.78 \text{ klb}} = 0.13 \text{ pulg}^3 = 2.13 \text{ cm}^3$$

Se seleccionó una viga tubo cuadrada 40*40*2 (Anexo 10)

Factor de seguridad (FDS)

Mediante la simulación por software el factor de seguridad es de:



Nombre de modelo: Estructura simulacion
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado<Como mecanizada>-)
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
 Criterio: Automático
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 2.2

Figura 6-7: Factor de seguridad (FDS)

Fuente: El Autor

La distribución del Factor de seguridad (FDS) mínimo es de 2.2, eso quiere decir que resiste de forma de forma segura las cargas.

Selección de ruedas

Maniobrabilidad

2 Rotantes giratorios y 2 Rotantes fijos:

$$\text{Máxima capacidad por rueda} = \frac{\text{Carga Total}}{3} \quad \text{Ecuación 29}$$

- **Depósito**

Masa: 24339.84 gramos

- **Campana de extracción**

Masa = 51250.04 gramos

- **Estructura**

Masa = 64.4 Kilogramos

- **Ventilador Centrifugo**

Masa = 40 Kilogramos

$$\text{Carga Total} = (24.4 + 51.2 + 64.4 + 40)Kg$$

$$\text{Carga Total} = 180 Kg$$

$$\text{Máxima capacidad por rueda} = \frac{180 Kg}{3}$$

$$\text{Máxima capacidad por rueda} = 60 Kg; \text{ Ver Anexo 11.}$$

6.7 ADMINISTRACIÓN

6.7.1 Análisis Económico

6.7.1.1 Costos Directos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Ventilador centrifugo	\$ 900.00	\$ 900.00
6	Perfil cuadrado 40x40x2 (L= 4 m)	\$ 12.56	\$ 75.36
3	Lámina de chapa galvanizada (1 mm)	\$ 26.91	\$ 80.73
3	Lámina de chapa galvanizada (2.5 mm)	\$ 74.10	\$ 222.30
2	electrodos 6011	\$ 2.86	\$ 5.72
1	pintura	\$ 5.50	\$ 5.50
4	llantas	\$ 4.00	\$ 16.00
3	Litro de tiñer	\$ 1.84	\$ 5.52
SUBTOTAL			\$ 1,311.13
IVA 12%			157.34
TOTAL			1,468.47

6.7.1.2 Costos indirectos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Mano de Obra	\$ 800.00	\$ 800.00
1	Alquiler Aerocet 531S	\$ 800.00	\$ 800.00
1	Transporte	\$ 80.00	\$ 80.00
SUBTOTAL			\$ 1,680.00
IVA 12%			201.60
TOTAL			1,881.60

6.7.1.3 Costos Totales

DESCRIPCIÓN	VALOR
Costos Directos	1,468.47
Costos Indirectos	1,881.60
TOTAL	3,350.07

6.7.2 Planeación

Resulta necesario e importante establecer las instrucciones de operación del sistema para alcanzar un funcionamiento óptimo sin reducir la vida útil del mismo.

6.7.3 Organización

Para la correcta operación del sistema se ha realizado una guía de funcionamiento con el objetivo de evitar averías que conlleven a un funcionamiento errado del equipo y prolongar la vida útil del mismo.

6.7.4 Dirección

El sistema diseñado será operado por el encargado de ejecutar el pulido de la fibra de vidrio en la empresa MIVILTECH.

6.7.5 Guía de operación

Recomendaciones generales de seguridad.

- ✓ Se debe maniobrar en superficies regulares, cuando se va a transportar la máquina de un lado para otro.
- ✓ No tocar el ventilador o motor durante la operación del mismo, porque se encuentran en movimiento.
- ✓ Cuando se realiza el mantenimiento utilizar las herramientas correctas para evitar daños.
- ✓ Antes de dar mantenimiento a la máquina, asegúrese de que esté apagado el interruptor o desconecte cualquier fuente de energía.

Mantenimiento

El mantenimiento para el sistema de extracción de polvo de fibra de vidrio será de manera preventivo y se lo realizara periódicamente.

Verificación del estado del ventilador

El mantenimiento del ventilador centrífugo se concentrará en la limpieza y control del nivel sonoro.

6.8 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Una vez de haber concluido con la presente investigación, el mismo que fue ejecutado en la empresa MIVILTECH de la ciudad de Ambato, se propone tomar en consideración todas las conclusiones y recomendaciones referidas en el capítulo cinco, con el propósito de garantizar la salud de los trabajadores, debido a que las normas se han adoptado de acuerdo a nuestras necesidades.

La extracción localizada para polvo de fibra de vidrio disminuyó la concentración de material particulado, siendo eficiente al reducir un porcentaje considerable según el TLV TWA que es la fracción inhalable para 8 horas laborables.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

1. *Agencia de salud pública*. (s.f.). Barcelona: Consorci Sanitario de salud pública.
2. Alvarado, G. (2010). ESTUDIO INTEGRADO DE FACTOR QUE INFLUYEN SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR MATERIAL RESPIRABLE DE PUDAHUEL. Santiago, Chile.
3. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (2005). *ASHRAE Handbook Fundamentals*. Tullie Circle, N.E., Atlanta, GA 30329.
4. Angulo, G. (2008). Medición y Evaluación de la calidad del aire en los sectores de Fertisa y Trinitaria de la ciudad de Guayaquil debido a la presencia de material particulado menor a 10 μm y 2.5 μm . Guayaquil, Ecuador.
5. Castejón, E. (2008). *Extracción localizada*. Barcelona: FUOC. Fundación para la Universitat Oberta de Catalunya.
6. Construction Safety Council. (Julio de 2015). *builddsafe*. Obtenido de www.builddsafe.org
7. Echeverri, C. (2006). Diseño óptimo de ciclones. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 123-139.
8. EN 689. (1995). *Atmósferas en el lugar de trabajo Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de medición*. CENELEC.
9. Falagán, C. A., P, F., & J., F. (2000). *Manual básico de prevención de riesgos*. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.
10. Floria, P. (2007). *Gestión de la higiene Industrial en la empresa*. Madrid: Fundación Confemetal.

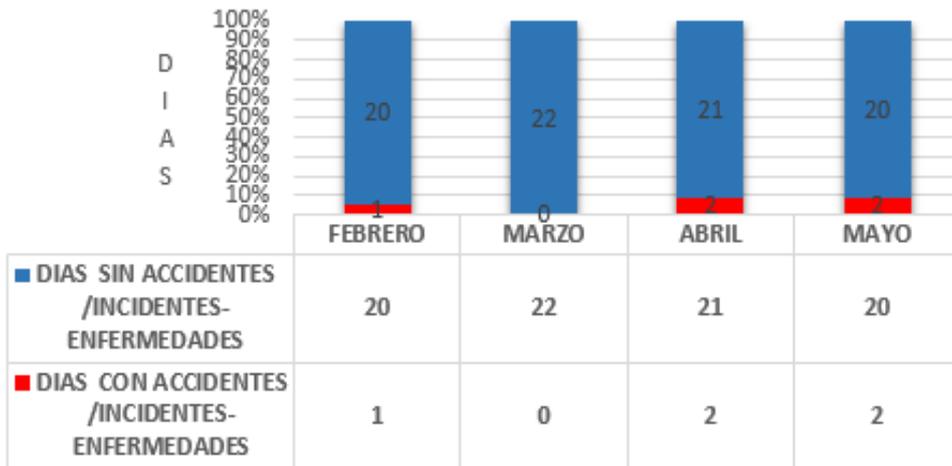
11. Goberna, R. (1992). *Industrial Ventilation* (Primera - Español ed.). Valencia - España: Artes Gráficas Soler, S.A. - Soporte (American Conference of Governmental Industrial, Inc) .
12. INSHT, & Aguilar; J, Bernaola; M, Gálvez; V, Rams; P, Sánch. (2010). *sistemática para la evaluación higiénica*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
13. Kochevar, S. (2006). *Guía básica a la tecnología de partículas*.
14. López, J. (2013). *Verificación de sistemas de ventilación por extracción localizada*. Máster de prevención de riesgos laborales.
15. Martin, P. (2005). Contaminación del aire por material particulado en la Ciudad de Buenos Aires . Buenos Aires.
16. Metaquim. (2012). Fibra de vidrio y salud. *Metaquim*.
17. Mott, R. L. (2006). *Mecánica de Fluidos*. México: Pearson Educación.
18. MRL. (2013). *Aplicación de matriz de riesgos*.
19. Muñoz, A. (2011). *La seguridad industrial Evolución y situación actual*. Fraternidad Muprespa.
20. Nairobi, K. (2009). Contaminantes: Partículas (PM). *Manual del PNUMA y la TNT sobre el desarrollo de una estrategia para una flota limpia*.
21. NFPA. (Julio de 2015). *Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response*. Obtenido de http://www.periodni.com/es/diamante_de_nfpa_704.html
22. NTP 449. (s.f.). *Contaminantes químicos: esquema de decisión para la evaluación de la exposición*.
23. Owens Corning. (2003). *Hoja de Información de Seguridad de producto*. México.
24. Reyes, C. (2014). *Prevención de riesgos laborales*. Puyo: Eduteka.
25. Rodríguez, J. (2008). *El impacto ambiental de las actividades industriales: el cambio necesario*. Sevilla: UBE Corporation Europe, S.A.

26. Sánchez, O. (2008). *Riesgos Laborales relacionados con el medio ambiente*. Madrid: ADEHE (Asociación de Empresarios del Henares).
27. Sarmiento, S. G. (2008). *Diseño de un sistema móvil de extracción de polvo generado durante el proceso de arenado*. Guayaquil.
28. Silva, M. (1992). *El Clima Laboral en las organizaciones*. Barcelona: PPU.
29. Solaz, A. (2013). *La prevención de riesgos en los lugares de trabajo*.
30. Ventilación Industrial. (1992). *Ventilación Industrial*. Valencia: Generalitat Valenciana.
31. Vertex Technics. (Julio de 2015). *Vertex Technics*. Obtenido de <http://www.vertex.es/portal/es/detalle-producto/5/higiene-ind-y-medio-amb/45/met-one-instruments/143/monitores-de-aerosoles/0/0/491/met-one-aerocet-531s.htm>

ANEXOS

Anexo 1: Registro de Accidentes Laborales empresa MIVILTECH

**DIAS ACCIDENTES LABORALES-
ENFERMEDADES**



Anexo 2: Novedades de salud empresa MIVILTECH

	MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES	CODIGO:
	NOVEDADES DE SALUD	REVISION:
		FECHA:

Indicador Periodico: **Quien no ama su trabajo, aunque trabaje todo el día es un desocupado.**

Area de Trabajo: FIBRA DE VIDRIO	Puesto de trabajo:
Jefe de Area: DIEGO VILLAMIL	
Fecha de Llenado: 08/06/2015	
Hora de Inicio: 09:00	Hora de Finalizacion: 09:15

REVISION COMIENZO DE SEMANA LABORAL

Nombre de los Colaboradores	PRESENTE		Novedades de Salud
	SI	NO	
1.- ACAN ACAN SEGUNDO RAMIRO	✓		DOLOR ESPALDO
2.- CABEZAS ENDARA LUIS GUSTAVO		✓	
3.- MELGAR SAQUINGA LUIS BOLIVAR	✓		DOLOR ESPALDO (REPORTE)
4.- TIBAN AGULAR JAIME LUIS	✓		HOMBRO SIN TRATAMIENTO
5.- VELOZ TORRES RICARDO JOAQUIN	✓		NINGUN PROBLEMA
6.- VILLAVICENCIO CHALUIS LUIS ALBERTO		✓	
7.- CURAY SIMBA JONATHAN VINICIO	✓		DOLOR ESPALDO
8.- CUNALATA GUACHAMBOZA BLANCA	✓		DOLOR ESPALDO
9.- JORGE CONGACHA	✓		NINGUN PROBLEMA

Observaciones:
- DNAS LARGAS ENTRENADO Y BLANCA


Firma del Responsable

Entregado a:  o/
Jefe de Seguridad y Salud

Area de Recursos Humanos

	MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES	CODIGO:
	NOVEDADES DE SALUD	REVISION:
		FECHA:

Indicador Periodico: **Así como no existen personas pequeñas ni vidas sin importancia, tampoco existe trabajo insignificante.**

Area de Trabajo: FIBRA DE VIDRIO	Puesto de trabajo:
Jefe de Area:	
Fecha de Llenado: 01/06/2015	
Hora de Inicio: 8:35	Hora de Finalizacion:

REVISION COMIENZO DE SEMANA LABORAL

Nombre de los Colaboradores	PRESENTE		Novedades de Salud
	SI	NO	
1.- ACAN ACAN SEGUNDO RAMIRO	✓		CONTINUA CON DOLOR ESPALDA
2.- CABEZAS ENDARA LUIS GUSTAVO	✓		NINGUNA
3.- MELGAR SAQUINGA LUIS BOLIVAR		✓	
4.- TIBAN AGULAR JAIME LUIS	✓		CONTINUA DOLOR HOMBRO.
5.- VELOZ TORRES RICARDO JOAQUIN	✓		GRUPE Y TOS. (COMIENZO DE MARCHA)
6.- VILLAVICENCIO CHALUIS LUIS ALBERTO	✓		NINGUNA
7.- CURAY SIMBA JONATHAN VINICIO		✓	
8.- CUNALATA GUACHAMBOZA BLANCA	✓		CONTINUA CON DOLOR DE COLUMNA.
9.- JORGE CONGACHA	✓		NINGUNA

Observaciones:


Firma del Responsable

Entregado a:  o/ Jefe de Seguridad y Salud

Area de Recursos Humanos

	MIVILTECH SOLUCIONES INDUSTRIALES	CODIGO:
	NOVEDADES DE SALUD	REVISION:
		FECHA:

Area de Trabajo: FIBRA DE VIDRIO	Puesto de trabajo:
Jefe de Area: DIEGO VIDRIL	
Fecha de Llenado: 18/05/2015	
Hora de Inicio: 9:00	Hora de Finalizacion: 9:10

REVISION COMIENZO DE SEMANA LABORAL

Nombre de los Colaboradores	PRESENTE		Novedades de Salud
	SI	NO	
1.- ACAN ACAN SEGUNDO RAMIRO	✓		DOLOR DE ESPALDA ✓
2.- CABEZAS ENDARA LUIS GUSTAVO		X	
3.- MELGAR SAQUINGA LUIS BOLIVAR	✓		GRUPE / DOLOR DE CABEZA
4.- RUIZ CHIMBANA EDISON MAURICIO		X	
5.- TIBAN AGULAR JAIME LUIS	✓		DOLOR DE HOMBRO ✓
6.- VELOZ TORRES RICARDO JOAQUIN	✓		NINGUNA
7.- VILLAVICENCIO CHALUIS LUIS ALBERTO	✓		TOS
8.- CURAY SIMBA JONATHAN VINICIO	✓		NINGUNA
9.- CUNALATA GUACHAMBOZA BLANCA	✓		DOLOR DE CINTURA ✓

Observaciones:



Firma del Responsable

Entregado a:



Jefe de Seguridad y Salud

o/

Area de Recursos Humanos

Anexo 4: Norma NIOSH 500.

PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, TOTAL 0500

DEFINITION: total aerosol mass CAS: NONE RTECS: NONE

METHOD: 0500, Issue 2		EVALUATION: FULL		Issue 1: 15 February 1984 Issue 2: 15 August 1994	
OSHA: 15 mg/m ³ NIOSH: no REL ACGIH: 10 mg/m ³ , total dust less than 1% quartz		PROPERTIES: contains no asbestos and quartz less than 1%			
SYNONYMS: nuisance dusts; particulates not otherwise classified					
SAMPLING			MEASUREMENT		
SAMPLER: FILTER (tared 37-mm, 5-µm PVC filter)			TECHNIQUE: GRAVIMETRIC (FILTER WEIGHT)		
FLOW RATE: 1 to 2 L/min			ANALYTE: airborne particulate material		
VOL-MIN: 7 L @ 15 mg/m ³ -MAX: 133 L @ 15 mg/m ³			BALANCE: 0.001 mg sensitivity; use same balance before and after sample collection		
SHIPMENT: routine			CALIBRATION: National Institute of Standards and Technology Class S-1.1 weights or ASTM Class 1 weights		
SAMPLE STABILITY: indefinitely			RANGE: 0.1 to 2 mg per sample		
BLANKS: 2 to 10 field blanks per set			ESTIMATED LOD: 0.03 mg per sample		
BULK SAMPLE: none required			PRECISION (\bar{s}_p): 0.026 [2]		
ACCURACY					
RANGE STUDIED: 8 to 28 mg/m ³					
BIAS: 0.01%					
OVERALL PRECISION (\bar{s}_p): 0.056 [1]					
ACCURACY: ±11.04%					
APPLICABILITY: The working range is 1 to 20 mg/m ³ for a 100-L air sample. This method is nonspecific and determines the total dust concentration to which a worker is exposed. It may be applied, e.g., to gravimetric determination of fibrous glass [3] in addition to the other ACGIH particulates not otherwise regulated [4].					
INTERFERENCES: Organic and volatile particulate matter may be removed by dry ashing [3].					
OTHER METHODS: This method is similar to the criteria document method for fibrous glass [3] and Method 5000 for carbon black. This method replaces Method S349 [5]. Impingers and direct-reading instruments may be used to collect total dust samples, but these have limitations for personal sampling.					

Anexo 5: Permisos de calibración Aerocet – 531 S



5.1 Especificación del equipo

Tabla 6-8: Especificación Aerocet 531S.

Modo Mass	
Fraciones de concentración de masa	PM 1, PM 2.5, PM 4, PM 7, PM 10, y concentración de partículas suspendidas en el aire.
Rango de concentración masa	0-1000 ug/m3
Tiempo muestreo - modo mass	1 minuto
Modo Particle	
Canales de tamaño	cuatro canales - 0.5 um, 1 um, 5 um y 10 um
Rango de concentración número	0 - 30000 partículas por pie cubico (105.900 partículas/l)
Tiempo muestreo - modo partícula	1 minuto
Precisión	10 %, calibración aerosol
Sensibilidad	0.5 um
Caudal	0.1 cfm (2.83 lpm)
Eléctrico	
Fuente de luz	diodo laser, 90 mW, 780 nm
Potencia	Pack batería, 7.4 V Ion-litio- permite 20 horas de funcionamiento intermitente, y hasta 10 h, en continuo
Certificaciones	cumple o excede ISO 21501
Peso	0.9 KG
Accesorios	
Suministrados	Cable USB
	Software comunicaciones
	Cargador/ fuente de alimentación
	maleta
	filtro cero
Opcionales	Temperatura
	Caudalímetro
	Impresora portátil
	Cable serie
	Software particle view

Fuente: El Autor.

Anexo 6: Fichas para la concentración de material particulado

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA MECÁNICA			
RESULTADO					
CONCENTRACIÓN					
N					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Anexo 7: Medición de material particulado a los trabajadores.





Anexo 8: Velocidad a la entrada y salida del extractor centrífugo.

Entrada del extractor



Salida del extractor

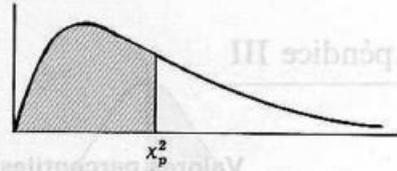


Anexo 9: Valores de Chi Cuadrado

538 ESTADISTICA

Apéndice IV

Valores percentiles (χ_p^2) para la distribución ji-cuadrado con v grados de libertad (área en sombra = p)



v	$\chi_{.995}^2$	$\chi_{.99}^2$	$\chi_{.975}^2$	$\chi_{.95}^2$	$\chi_{.90}^2$	$\chi_{.75}^2$	$\chi_{.50}^2$	$\chi_{.25}^2$	$\chi_{.10}^2$	$\chi_{.05}^2$	$\chi_{.025}^2$	$\chi_{.01}^2$	$\chi_{.005}^2$
1	7.88	6.63	5.02	3.84	2.71	1.32	.455	.102	.0158	.0039	.0010	.0002	.0000
2	10.6	9.21	7.38	5.99	4.61	2.77	1.39	.575	.211	.103	.0506	.0201	.0100
3	12.8	11.3	9.35	7.81	6.25	4.11	2.37	1.21	.584	.352	.216	.115	.072
4	14.9	13.3	11.1	9.49	7.78	5.39	3.36	1.92	1.06	.711	.484	.297	.207
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.24	6.63	4.35	2.67	1.61	1.15	.831	.554	.412
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.84	5.35	3.45	2.20	1.64	1.24	.872	.676
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.04	6.35	4.25	2.83	2.17	1.69	1.24	.989
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.34	5.07	3.49	2.73	2.18	1.65	1.34
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.34	5.90	4.17	3.33	2.70	2.09	1.73
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.34	6.74	4.87	3.94	3.25	2.56	2.16
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	13.7	10.3	7.58	5.58	4.57	3.82	3.05	2.60
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.44	6.30	5.23	4.40	3.57	3.07
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.8	16.0	12.3	9.30	7.04	5.89	5.01	4.11	3.57
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2	7.79	6.57	5.63	4.66	4.07

Anexo 10: Tubo estructural cuadrado características.



DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO

CUADRADO

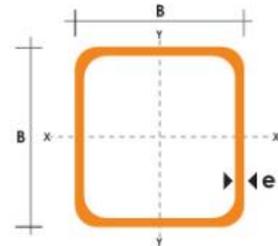
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20.00mm a 100.00mm
Espesor	Desde 2.00mm a 3.00mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A	ESPEJOR	PESO	AREA	I	W	i
mm	mm	Kg/m	cm2	cm4	cm3	cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84



Anexo 11: Selección de ruedas.



Diam mm.	Banda mm.	Masa mm.	Eje mm.	Altura mm.	Placa mm.	Hilo	Rodamiento Buje	Carga Kgs.
100	30	-	-	125	85x105	-	Rod. de rodillo	55
160	40	-	-	195	105x135	-	Rod. de rodillo	100
200	50	-	-	235	105x135	-	Rod. de rodillo	180

DUCASSE
COMERCIAL

Anexo 12: Construcción del sistema de extracción de material particulado de fibra de vidrio

Depósito



Campana de extracción



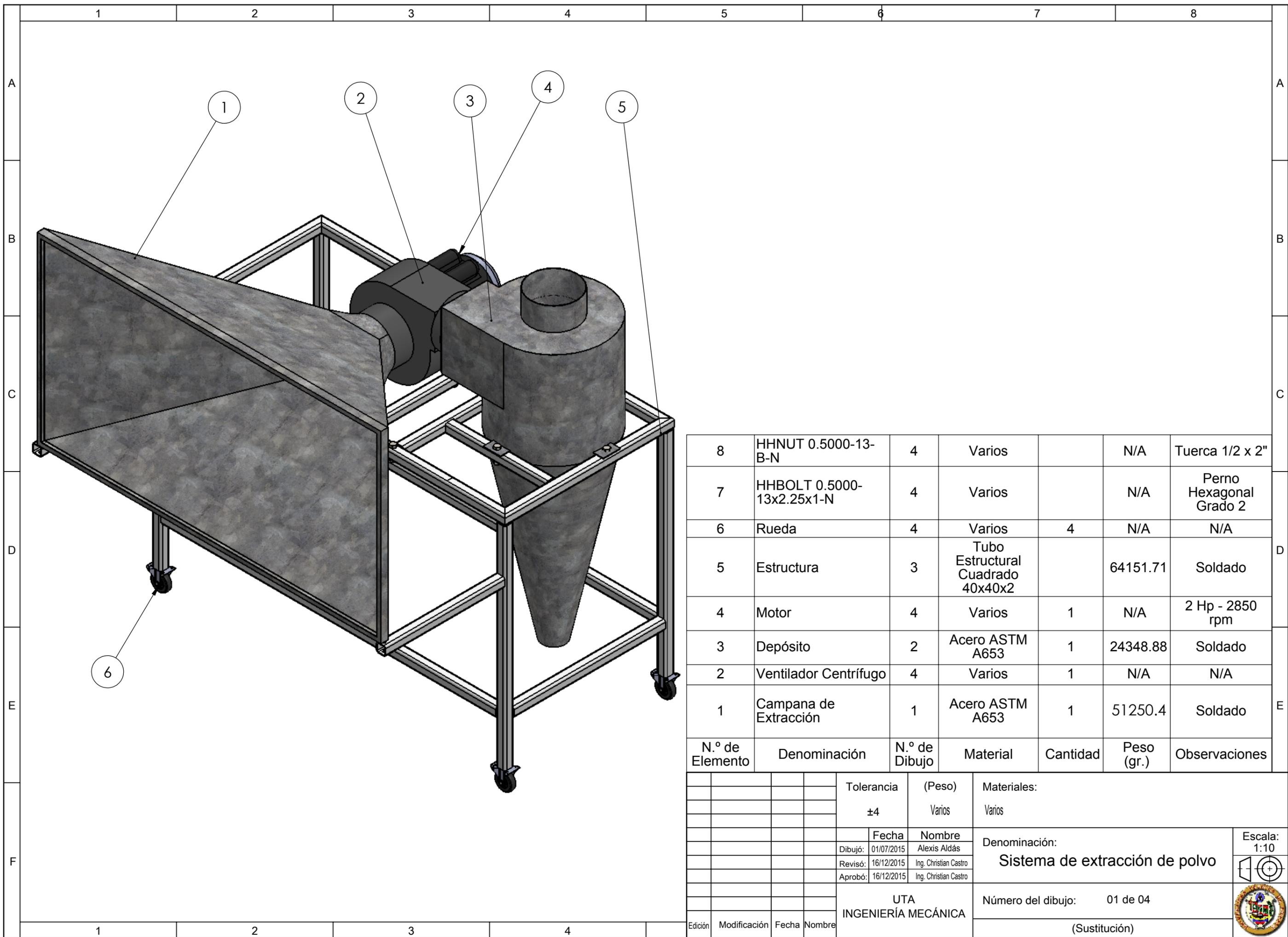
Estructura



Sistema de extracción de polvo

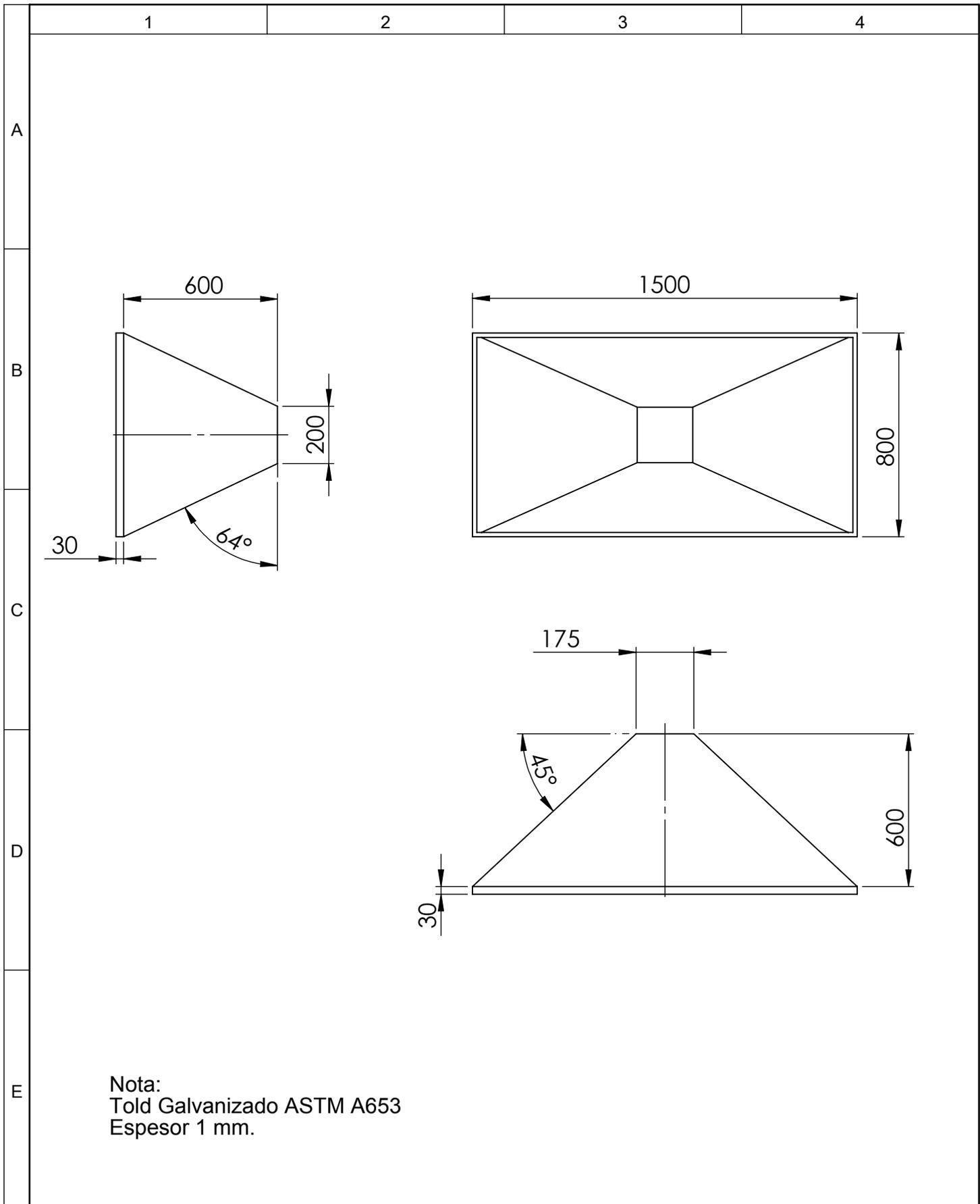


PLANOS



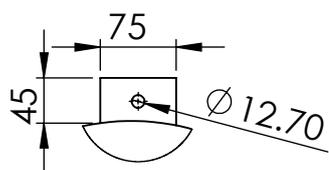
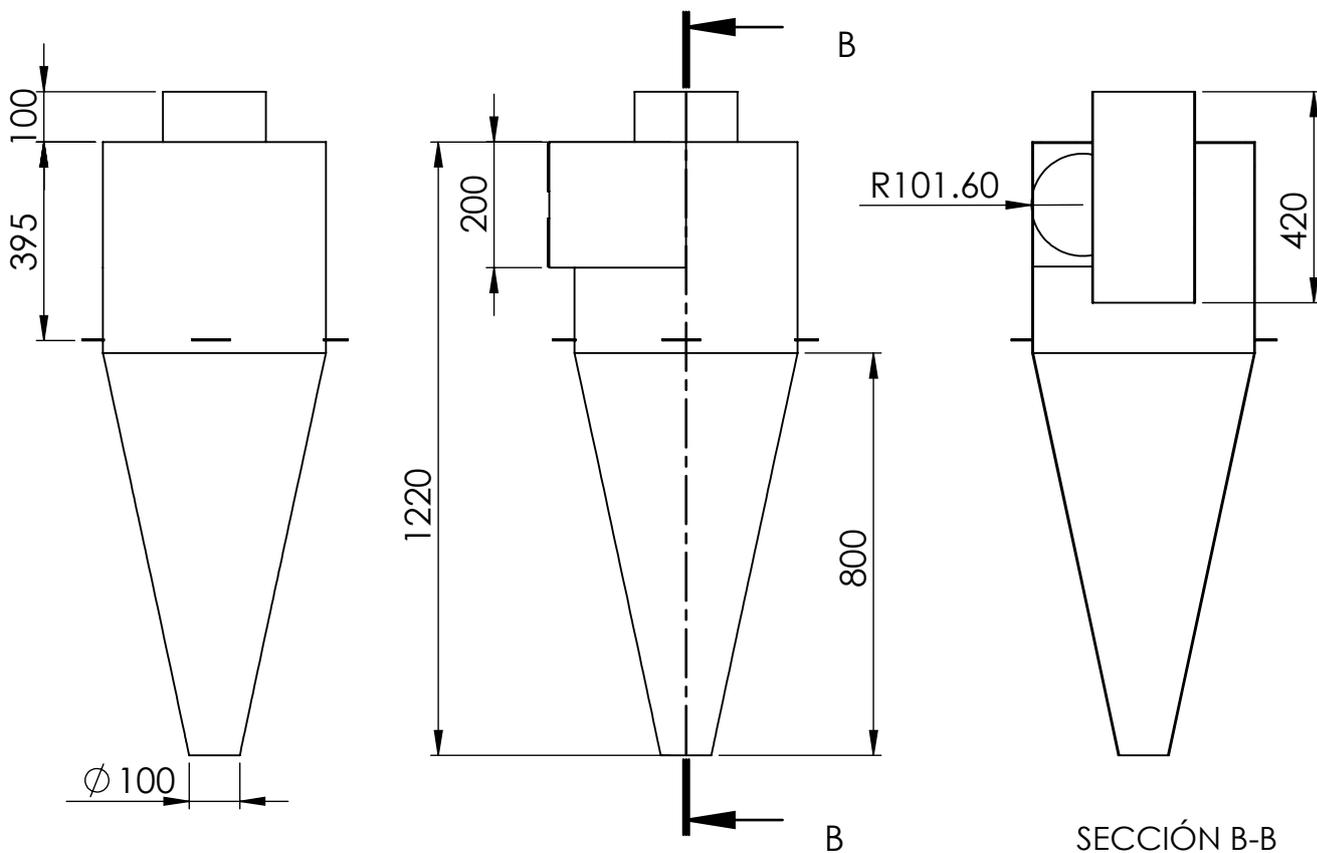
8	HHNUT 0.5000-13-B-N	4	Varios		N/A	Tuerca 1/2 x 2"
7	HHBOLT 0.5000-13x2.25x1-N	4	Varios		N/A	Perno Hexagonal Grado 2
6	Rueda	4	Varios	4	N/A	N/A
5	Estructura	3	Tubo Estructural Cuadrado 40x40x2		64151.71	Soldado
4	Motor	4	Varios	1	N/A	2 Hp - 2850 rpm
3	Depósito	2	Acero ASTM A653	1	24348.88	Soldado
2	Ventilador Centrífugo	4	Varios	1	N/A	N/A
1	Campana de Extracción	1	Acero ASTM A653	1	51250.4	Soldado
N.º de Elemento	Denominación	N.º de Dibujo	Material	Cantidad	Peso (gr.)	Observaciones

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±4	Varios	Varios		
					Fecha	Nombre	Denominación: Sistema de extracción de polvo	
				Dibujó:	01/07/2015	Alexis Aldás		
				Revisó:	16/12/2015	Ing. Christian Castro		
				Aprobó:	16/12/2015	Ing. Christian Castro		
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA			Número del dibujo: 01 de 04	Escala: 1:10
							(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

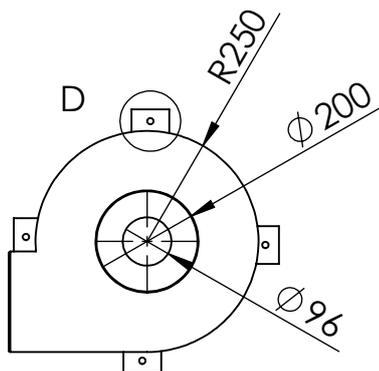


					Tolerancia ± 4	(Peso) 51250.40 gr	Materiales: Acero galvanizado ASTM A653		
							Denominación: Campana de Extracción		Escala: 1:1
					Fecha	Nombre			
					Dibujo	01/07/2015	Alexis Aldás		
					Reviso	16/12/2015	Ing. Christian Castro		
					Aproba	16/12/2015	Ing. Christian Castro		
					UTA INGENIERÍA MECÁNICA		Número del dibujo:	02 de 04	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)			

Nota:
Told Galvanizado ASTM A653
Espesor 1 mm.

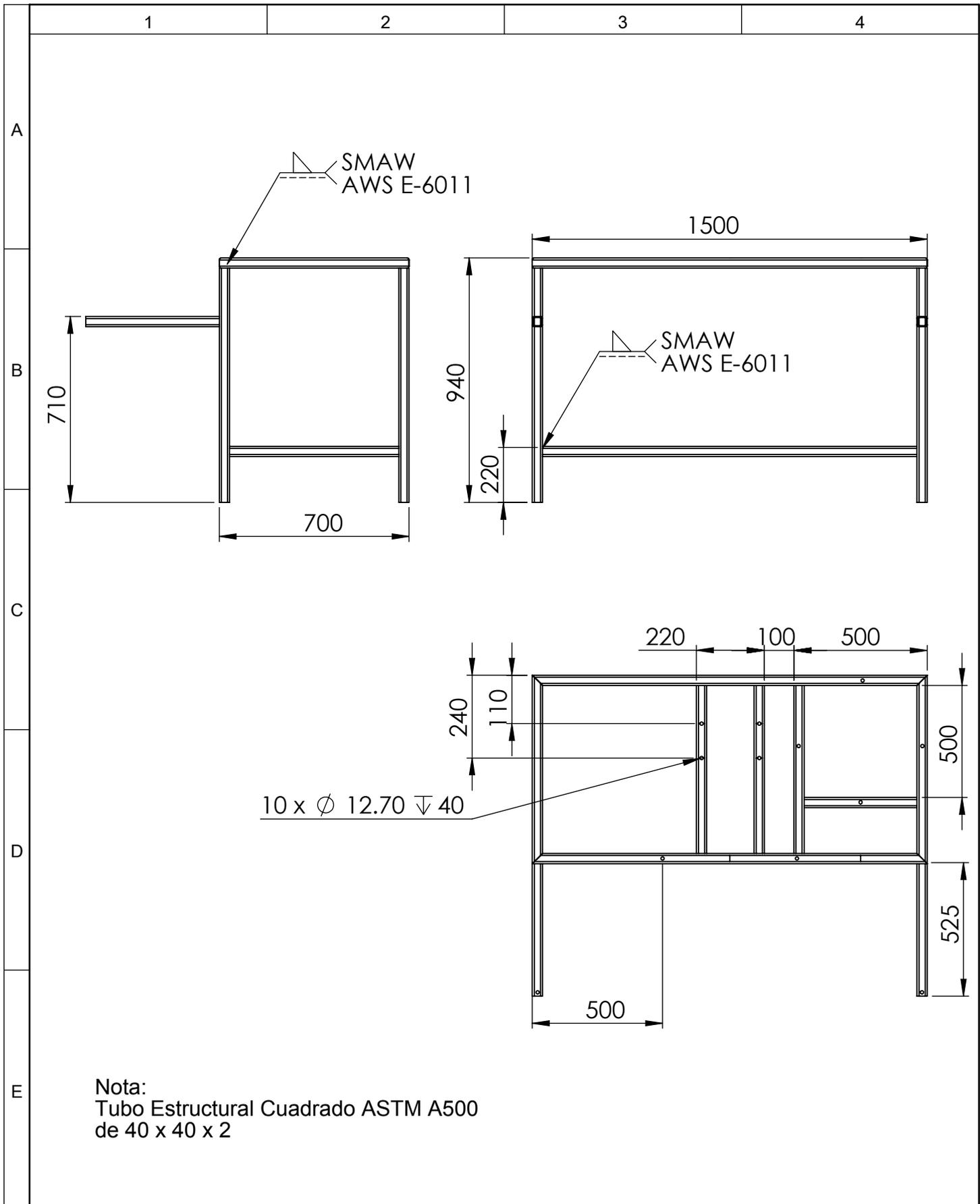


DETALLE D



SECCIÓN B-B

				Tolerancia ±4	(Peso)	Materiales: Acero galvanizado ASTM A653		
						Denominación: Depósito	Escala: 1:1	
				Dibujo	01/07/2015		Alexis Aldás	
				Reviso	16/12/2015		Ing. Christian Castro	
				Aproba	16/12/2015	Ing. Christian Castro		
				UTA INGENIERÍA MECÁNICA		Número del dibujo: 03 de 04		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



Nota:
Tubo Estructural Cuadrado ASTM A500
de 40 x 40 x 2

				Tolerancia ±4	(Peso)	Materiales: ASTM A500 Acero	
						Denominación: Estructura	Escala: 1:1
						Número del dibujo: 04 de 04 (Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA INGENIERÍA MECÁNICA			
				Dibujo	01/07/2015	Alexis Aldás	
				Reviso	16/12/2015	Ing. Christian Castro	
				Aproba	16/12/2015	Ing. Christian Castro	