



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo Estructurado de Manera Independiente

TEMA:

“ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AIRE POR CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO EN LA EMPRESA LA FORTALEZA CIA. LTDA PARA CUMPLIR CON LA LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL”

Previo a la

Obtención del Título de Ingeniero Mecánico

AUTOR: Panimboza Capuz Roberto Carlos

TUTOR: Mg. Ing. Cristian Pérez

Ambato – Ecuador

2014

APROBACIÓN DEL TUTOR

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor de Tesis de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema “ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AIRE POR CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO EN LA EMPRESA LA FORTALEZA CIA. LTDA PARA CUMPLIR CON LA LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL”, elaborado por el Sr. Roberto Carlos Panimboza Capuz, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, CERTIFICO que la presente tesis es original de su autor, la cual ha sido revisada en cada uno de sus capítulos y está concluida en forma total.

.....
Ing. Mg. Cristian Pérez
TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

AUDITORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios en el trabajo de investigación “ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AIRE POR CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO EN LA EMPRESA LA FORTALEZA CIA. LTDA PARA CUMPLIR CON LA LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL”, así como los contenidos, ideas, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

.....
Roberto Carlos Panimboza Capuz

180458568-3

DEDICATORIA

Esta tesis dedico a Dios por darme la vida, la fuerza necesaria para seguir triunfando con optimismo y perseverancia.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional en mi vida estudiantil, saberme guiar por el camino correcto con sus consejos y enseñarme hacer humilde, respetuoso y nunca rendirme. Y a todas las personas que de una forma u otra me apoyaron y aconsejaron.

AGRADECIMIENTO

Agradezco especialmente a dios por estar conmigo a lo largo de toda mi vida estudiantil por brindarme sabiduría y entendimiento para culminar este proyecto de investigación.

A mis padres por brindarme su apoyo en mi carrera, por sus sabios concejos y siempre estar con migo en las buenas y las malas.

A mis hermanos que siempre están con migo apoyándome, brindado cariño comprensión y han sido parte fundamental de mi vida para lograr mis metas.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, maestros quienes me supieron brindar sus conocimientos en mi etapa universitaria.

Al Ing. Cristian Pérez por apoyarme en el desarrollo del proyecto de investigación, a la empresa LA FORTALEZA CIA. LTDA por verme brindado su apoyo y darme la oportunidad de desarrollar la tesis en su empresa.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

ÍNDICE DE CONTENIDO

1 TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE TÍTULO.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUDITORÍA DEL TRABAJO DE GRADO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
INDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO	XV
CAPÍTULO I.....	XVI
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	XVI
1.1 Tema:.....	XVI
1.2 Planteamiento del problema	XVI
1.2.1 Contextualización.....	XVI
1.2.2 Análisis crítico	17
1.2.3 Prognosis	18
1.2.4 Formulación del problema	18
1.2.5 Preguntas directrices	18
1.2.6 Delimitación.....	18
1.3 Justificación.....	19
1.4 Objetivos	19
1.4.1 Objetivo general	19
1.4.2 Objetivos específicos	20

CAPÍTULO II.....	21
2 MARCO TEÓRICO	21
2.1 Antecedentes investigativos	21
2.2 Fundamentación filosófica	22
2.3 Fundamentación legal	23
2.4 Red de categorías fundamentales	23
2.4.1 Supraordinaria.....	23
2.5 Hipótesis.....	60
2.6 Señalamiento de variables.....	60
CAPÍTULO III.....	61
3 METODOLOGÍA	61
3.1 Enfoque	61
3.2 Modalidad básica de la investigación	61
3.2.1 Bibliográfica.....	61
3.2.2 Campo	61
3.2.3 Experimental	61
Se requiere de esta investigación, porque permite la manipulación de variables independientes y dependientes, para relacionarlas entre variables y precisar la relación causa-efecto.....	61
3.3 Nivel o tipo de investigación.....	62
3.3.1 Exploratoria.....	62
3.3.2 Descriptiva	62
3.3.3 Explicativa.....	62
3.4 Población y muestra	62
3.4.1 Población.....	62
3.4.2 Muestra.....	62
3.5 Operacionalización de variable	62
3.5.1 Variable independiente: calidad de aire	63
3.5.2 Variable dependiente:.....	64

3.6	Recolección de información.....	65
3.7	Procesamiento y análisis de información.....	65
3.7.1	Procesamiento de la información.....	65
3.7.2	Análisis de la información.....	65
CAPÍTULO IV		66
4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	66
4.1	Análisis de resultados.....	66
4.1.1	Análisis de la matriz de SART (Gestión técnica).....	66
4.1.2	Evaluación de riesgos químicos.....	67
4.1.3	Concentración de olores.....	81
4.2	Interpretación de resultados.....	81
4.2.1	Resultados de la evaluación de la matriz SART numeral 2. Gestión técnica	82
4.2.2	Resultado de la evaluación de compuestos orgánicos volátiles.....	82
4.2.3	Resultado de la concentración de olores.....	85
4.2.4	Cumplimiento del SART con el estudio realizado.....	86
4.3	Verificación de la hipótesis.....	87
4.3.1	Planteamiento de la hipótesis.....	87
4.3.2	Selección del nivel de significancia.....	87
4.3.3	Especificación del estadístico.....	87
4.3.4	Especificación de las regiones de aceptación y rechazo.....	87
4.3.5	Recolección de datos y cálculos estadísticos.....	87

CAPITULO V.....	90
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
5.1 Conclusiones.....	90
5.2 Recomendaciones.....	92
CAPÍTULO VI.....	93
6 PROPUESTA.....	93
6.1 Datos informativos.....	93
6.2 Antecedentes de la propuesta.....	94
6.3 Justificación.....	95
6.4 Objetivo.....	95
6.5 Análisis de factibilidad.....	95
6.6 Fundamentación.....	95
6.6.1 Cálculos.....	96
6.6.2 Sistema de conducción.....	98
6.6.3 Sistema de extracción.....	102
6.6.4 selección del extractor.....	105
6.6.5 Determinación de deformación máxima de la viga.....	107
6.6.6 Calculo de la frecuencia natural de la base para el motor.....	109
6.6.7 Diseño del eje.....	110
6.6.8 Selección de rodamiento.....	115
6.7 Metodología.....	121
6.7.1 Construcción.....	121
6.7.2 Ensamble.....	125
6.7.3 Instalación eléctrica.....	129
6.8 Administración.....	130
6.8.1 Análisis económico.....	130
6.8.2 Planeación.....	133
6.8.3 Organización.....	133
6.8.4 Dirección.....	133
6.8.5 Control.....	134

6.9	Previsión de la evaluación.....	134
6.9.1	Metodología para la medición de la calidad de aire.....	134
6.9.2	Resultado de las mediciones en el área de inyección con el sistema de extracción.....	134
	BIBLIOGRAFÍA.....	136
	ANEXOS	137
	Anexos: 1	138
	Proceso de medición en las áreas de inyección, lavado y pintado.....	138
	Anexo 2.....	140
	Valor de chi cuadrado	140
	Anexo 3.....	141
	Valores de presión dinámica.....	141
	Anexo 4.....	143
	campana elevada	143
	Anexo 5.....	144
	Factor de corrección.....	144
	Anexo 6.....	144
	Factor de pérdida de codos.....	144
	Anexo 7.....	145
	RODAMIENTO FAG RÍGIDO DE BOLAS	145
	Anexo 8.....	146
	Curvas características de los tipos fundamentales de ventilación.....	146
	Anexo 9.....	147
	Certificado de calibración del monitor de gases múltiples mx6.....	147
	Anexo 10.....	148
	Condiciones antiguas de trabajo en el área de inyección.....	148
	Anexo 11.....	149
	Sistema de extracción localizada en el área de inyección.....	149
	Anexo 12.....	150
	Área implementada con el sistema de extracción localizada.....	150
	Anexo 13.....	151

Medición de los compuestos orgánicos volátiles en el área de inyección con el extractor instalado.....	151
Anexo 14.....	152
Planos	152

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Efectos de las sustancias químicas a la salud.....	27
Tabla 2.2: Valores de U.O y TLV-TWA	33
Tabla 2.3: Límites recomendados de la dosis.	35
Tabla 2.4: Ecuaciones de diseño para diferentes tipos de campana.....	40
Tabla 2.5: Valores recomendados para la velocidad de captación.....	41
Tabla 2.6: Velocidad de transporte mínima para algunos materiales.	43
Tabla 2.7: Intervalos típicos de operación de los ventiladores centrífugos	45
Tabla 2.8: Tipos de acoplamiento del ventilador y motor.	46
Tabla 2.9: Principio de diseño para los sistemas de ventilación.	48
Tabla 3.1: Variable independiente – Calidad de aire	63
Tabla 3.2: Variable dependiente – Legislación en seguridad industrial	64
Tabla 4.1: Matriz de SART (gestión técnica)	66
Tabla 4.2: Especificaciones del equipo.....	69
Tabla 4.3: Identificación de los compuestos orgánicos detectados como peligrosos	70
Tabla 4.4: Datos de muestreo.....	71
Tabla 4.5: Dosis de tetra hidro furano.....	73
Tabla 4.6: Dosis de óxido de etileno.....	74
Tabla 4.7: Dosis de óxido de Propileno	75
Tabla 4.8: Dosis de Tolueno	76
Tabla 4.9: Dosis de Xileno.....	77
Tabla 4.10: Dosis de Per cloro Etileno.....	78
Tabla 4.11: Dosis de Tolueno	79
Tabla 4.12: Dosis de Xileno.....	80
Tabla 4.13: Resultados globales de los compuestos orgánicos volátiles	81

Tabla 4.14: Concentración de olores.....	81
Tabla 4.15: Cumplimiento del SAR numeral 2 con el estudio realizado.....	86
Tabla 4.16: Tabla de frecuencias.....	88
Tabla 4.17: Calculo de CHI cuadrado.....	88
Tabla 6.1: Prioridad en la elección de medidas preventivas	94
Tabla 6.2: Detalles del sistema.....	99
Tabla 6.3: Tramos del sistema	99
Tabla 6.4: Diseño del sistema de extracción de compuestos organicos volatiles en el area de inyeccion (unidaddes en plg)	103
Tabla 6.5: Diseño del sistema de extracción de compuestos organicos volatiles en el area de inyeccion (Unidaddes Internacuonales).....	104
Tabla 6.6: Características del ventilador seleccionado	106
Tabla 6.7: Datos de factor a y b	113
Tabla 6.8: Factor de temperatura	114
Tabla 6.9: Factor de confiabilidad	114
Tabla 6.10: Confiabilidad.....	116
Tabla 6.11: Costos de materiales mecánicos.....	131
Tabla 6.12: Costos de materiales para la instalación.	131
Tabla 6.13: Costos directos.	132
Tabla 6.14: Costos Indirectos.....	132
Tabla 6.15: Costos Total.	132
Tabla 6.16: Mediciones de los compuestos orgánicos volátiles en el área de inyección.	135
Tabla 6.17: Dosis sin el sistema de extracción y con el sistema de extracción. .	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1; Categorías fundamentales.....	23
Figura 2.2: Categorías fundamentales.....	34
Figura 2.3: Componentes de un sistema de ventilación industrial.....	38
Figura 2.4: Altura de la campana.	41

Figura 2.5: Ventilador centrífugo.....	44
Figura 2.6: Álabes radiales para instalaciones forzadas.....	45
Figura 4.1: Medidor de Compuestos orgánicos Volátiles IBRID MX 6.....	68
Figura 4.2: Porcentaje del cumplimiento del SART (gestión técnica).....	82
Figura 4.3: Resultados de la evaluación en el área de inyección.	82
Figura 4.4: Resultados de la evaluación en el área de Lavado.....	83
Figura 4.5: Resultado de la evaluación en el área de Pintura.....	84
Figura 4.6: Nivel de concentración de olores.....	85
Figura 6.1: Distancia entre el foco de contaminación y la campana de extracción	96
Figura 6.2: Mesa de trabajo.....	96
Figura 6.3: Diseño del sistema de extracción.....	99
Figura 6.4: Diagrama de selección del ventilador.....	105
Figura 6.5: Adquisición del extractor.....	106
Figura 6.6: Construcción de la mesa	122
Figura 6.7: Construcción de la campana	122
Figura 6.8: Construcción del depósito.	123
Figura 6.9: Construcción del brazo	123
Figura 6.10: Construcción del soporte del rodillo.....	124
Figura 6.11: Construcción del soporte del brazo	125
Figura 6.12: Cortar las canastillas de la inyectora	125
Figura 6.13: Ensamble del soporte del brazo.	126
Figura 6.14: Ensamble del brazo.....	126
Figura 6.15: Acople del rodillo.	127
Figura 6.16: Ensamble del extractor con el depósito	127
Figura 6.17: Acople del extractor y el ducto.....	128
Figura 6.18: Ensamble del ducto.....	128
Figura 6.19: Ensamble del ducto y la campana.....	129
Figura 6.20: Instalación eléctrica	129

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

TEMA: ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AIRE POR CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO EN LA EMPRESA LA FORTALEZA CIA. LTDA PARA CUMPLIR CON LA LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL.

AUTOR: Panimboza Capuz Roberto Carlos

TUTOR: Ing. Mg. Cristian Pérez

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo de investigación analiza la calidad de aire por contaminantes químicos en el área de producción de suelas de poliuretano (Inyección de Suelas (THF Tetra hidro Furano, Óxido de etileno, Oxido de propileno, Tolueno, Xileno), Lavado (Per cloro Etileno), Pintura (Tolueno, Xileno)), en la empresa La Fortaleza Cia. Ltda., para cumplir con la legislación en seguridad industrial.

Se realizó mediciones con el monitor de gases múltiples MX6 para obtener la concentración de contaminación con el cual se determina la dosis de cada compuesto químico, el área de inyección esta sobre los límites establecidos por la INSTH y el área de lavado y pintura está bajo los límites recomendados ya que contienen su propio sistema de extracción.

Al final de la investigación se implementó un sistema de extracción localizada en el área de inyección de suelas de poliuretano en la empresa La Fortaleza Cia. Ltda, para disminuir la contaminación. En la implementación del sistema de extracción localizada se realizó nuevamente las mediciones correspondientes, logrando así reducir la contaminación química de los elementos que utilizan en la inyección de suelas, la dosis se encuentran dentro del rango permitido.

CAPÍTULO I

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema:

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AIRE POR CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE SUELAS DE POLIURETANO EN LA EMPRESA LA FORTALEZA CIA. LTDA PARA CUMPLIR CON LA LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

A nivel mundial los riesgos al ambiente y a la salud humana, causados por la generación de residuos químicos y peligrosos, han generado alertas por los efectos adversos que estos han ocasionado al planeta. La contaminación de cuerpos acuíferos (Aguas subterráneas y fuentes hídricas), causada por la disposición inadecuada de los residuos químicos y peligrosos, impulsó a nivel mundial un tratamiento de alta prioridad para que se les diera un adecuado manejo. Es así, y considerando lo proclamado en la Agenda 21 y la Declaración de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Conferencia Internacional de Río de Janeiro de 1992), que se dio inicio a la regulación de esta problemática mediante la promulgación de una serie de legislaciones que ha venido estableciendo procesos de tratamiento, recolección, almacenamiento, transporte, disposición final y reutilización, buscando la minimización de los impactos que estos han generado sobre la vida en el planeta . Actualmente, países industrializados como EEUU, Alemania, Japón entre otros ya han comenzado a concienciar sobre la situación promoviendo políticas internacionales de reducción y tratamiento especial.

La experiencia en Latinoamérica ha sido también significativa, el control de los residuos químicos y peligrosos en Argentina, Brasil, México y Venezuela ya está por legislaciones internas que definen sistemas de clasificación y tratamiento especial. En Colombia, con el Decreto 4741 de 2005 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial), se dio inicio en el país a este proceso, pues se definieron los lineamientos generales para regular y manejar los residuos con características químicas, tóxicas y peligrosas.

En la actualidad, la empresa Fortaleza Cia. Ltda está dedicada a la producción de suela de poliuretano, mediante procesos de transformación de materia prima, inyección de poliuretano, desengrase y pintado de suelas y manejo de materiales por tal motivo la empresa necesita un estudio de la calidad del aire ya que utilizan químicos que puede afectar la salud de los trabajadores.

1.2.2 Análisis crítico

En la Empresa Fortaleza Cía. Ltda. Ubicado en la Provincia de Tungurahua, cantón Ambato, sector del Parque Industrial, calle 4, bodega 38A, no existe un sistema de tratamiento de aire debido a la falta de investigación sobre la contaminación química producidos en el área de producción de suelas de poliuretano por la empresa para determinar el porcentaje de contaminación lo cual permitirá disminuir los grandes impactos ambientales y con ello disminuirá las enfermedades en los trabajadores.

La implementación del estudio de la calidad de aire producidos por contaminantes químicos en el área de producción de suelas de poliuretano en la empresa la Fortaleza Cía. Ltda. Es de suma importancia para cumplir con la legislación en seguridad industrial, con el fin de brindar una solución factible y con el propósito de proteger la salud de los trabajadores.

Es necesario la colaboración de los trabajadores y técnicos del área de producción de suelas de poliuretano, para obtener datos específicos, que faciliten la investigación con el propósito de brindar una seguridad a los trabajadores.

1.2.3 Prognosis

Al no realizar el proyecto de investigación del estudio de la calidad del aire por contaminantes químicos en las áreas de inyección, lavado y pintura se seguirá afectando la salud y bienestar del personal que labora en la empresa La Fortaleza Cía. Ltda, lo que ocasionara un mal rendimiento de los trabajadores.

1.2.4 Formulación del problema

¿La implementación del estudio de la calidad de aire producidos por contaminantes químicos en el área de producción de suelas de poliuretano en la empresa la Fortaleza Cía. Ltda, permitirá el cumplimiento con la legislación en seguridad industrial?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Cómo se verifica el cumplimiento del reglamento SART numeral 2 en la empresa La Fortaleza Cía. Ltda.

¿Cuál será el proceso adecuado para identificar los compuestos químicos en la área de producción de suelas de poliuretano?

¿Cuáles serán los procesos recomendados para evaluar los compuestos orgánicos volátiles detectados como peligrosos en los puestos de trabajo.

¿Cuál será el sistema mecánico apropiado para atenuar las sustancias químicas que afectan a la calidad de aire?

1.2.6 Delimitación

1.2.6.1 Espacial

Las investigaciones de campo y bibliográfica se realizarán en la empresa La Fortaleza Cía. Ltda., se encuentra ubicado en la Provincia de Tungurahua, cantón Ambato, sector del Parque Industrial, calle 4, bodega 38A.

1.2.6.2 Temporal

El presente estudio se realizará entre los meses de Junio y Noviembre del 2014.

1.2.6.3 De contenido

Campo: Ingeniería Mecánica

Área: Básicos Profesionalizados

Aspecto: Seguridad Industrial

Medio Ambiente.

Plantas Industriales

1.3 Justificación

La importancia de realizar este proyecto involucra una investigación profunda ya que en nuestro país ante la contaminación ambiental no tomaba un papel predominante en las industrias, hoy en día se debe cumplir con varias normalizaciones y parámetros establecidos según la ley de medio, tomando en cuenta esta situación se propone realizar este estudio para contribuir con el cuidado y la mejora de la calidad del aire.

El interés de realizar esta investigación amerita que el investigador conjuntamente con la empresa desean reducir los contaminantes químicos, ya que este es un problema que día a día trasciende causando daños a los seres vivos.

El beneficiario de la investigación es la empresa la Fortaleza Cía. Ltda. que se basará en este estudio para disminuir los contaminantes químicos y lo cual fomentará en la colaboración con el medio ambiente, además el estudio será una fuente de investigación para estudiantes de diferentes centros académicos, y otras empresas que requieran de este tipo de información.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

➤ Estudiar la calidad de aire por contaminantes químicos en el área de producción de suelas de poliuretano en la empresa La Fortaleza Cia. Ltda, para cumplir con la legislación en seguridad industrial.

1.4.2 Objetivos específicos

- Verificar el cumplimiento del reglamento SART numeral 2 en la empresa La Fortaleza Cía. Ltda.
- Identificar los compuestos orgánicos volátiles que se produce en el proceso de inyección de poliuretano, desengrase, pinturas de suelas utilizando mediciones de campo según la guía INSHT.
- Evaluar los compuestos orgánicos volátiles detectados como peligrosos en los puestos de trabajo determinados como críticos utilizando un medidor de fotoionización y la Norma técnica específica, para evaluación UNE-EN 482, UNE-EN 689, para los equipos UNE-EN 60089-0 del 2009.
- Desarrollar un sistema mecánico para atenuar las sustancias químicas que afectan a la calidad del aire.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

En la Universidad Técnica Del Norte de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales en la Escuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables en el año 2006 la Srta. Eliana Margarita Vásquez Zamora realizó “EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DE LAS EMISIONES GASEOSAS Y RUIDO PRODUCIDO EN LA EMPRESA SIGMAPLAST S.A.”, donde se llegó a concluir:

- Los resultados obtenidos deberíamos compararlos con los límites máximos permisibles en la zona respiratoria del trabajador, pero al no estar establecidos se tomó como referencia aquellos que el INSHT (Instituto Nacional Seguridad e Higiene del Trabajo) tiene para medio ambiente, razón por la que éstos se encuentran muy por debajo de la normativa.
- Algunos factores ayudan a mantener esta característica, como las campanas extractoras colocadas en las maquinarias, el mantenimiento de los sistemas de extracción, así como el adecuado uso de materiales volátiles, aunque su personal toda vía necesita de un programa de entrenamiento periódico en el manejo de materiales.
- Los efectos producidos por los elevados niveles de ruido, y la emisión de gases, se han manifestado en problemas de salud, en el personal que labora en planta. Estos problemas en algunos casos se han mantenido en los individuos expuestos durante meses e incluso por años.
- Los compuestos orgánicos volátiles que se encuentran contaminando el ambiente a pesar de tener un bajo nivel de toxicidad, el estar expuesto durante

toda la jornada de trabajo producen dolores de cabeza, mareos, etc. Posiblemente es por el desagradable olor que manifiestan.

- En La mayoría de los procesos productivos se usan solventes que contienen compuestos orgánicos volátiles, y maquinaria grande que al trabajar produce mucho ruido, por lo que el impacto ambiental generado es inevitable, y solamente podemos tomar medidas para reducir la contaminación ambiental, y sus efectos negativos.

En la Universidad de San Carlos de Guatemala de la Facultad de Ingeniería Industrial en el año 2007 la Srta. María Efigenia Estévez Zaparoli realizó “PROPUESTA DE SALUD OCUPACIONAL Y MANEJO DE DESECHOS, EN UNA INDUSTRIA DE CALZADO, EN FUNCIÓN DE RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN”, donde se llegó a concluir:

- Dentro de la elaboración de la suela para zapato, la planta trabaja con varios productos químicos como pinturas y solventes, donde el proveedor envía las hojas técnicas para el buen uso y manejo de los mismos.
- La falta de un control y manejo en las materias primas, provoca un desorden en el sistema de producción, lo que no permite tener una visión sobre el flujo de producción, provocando demoras en las áreas de trabajo y esto retrasa el proceso.
- La empresa no tiene un proceso de reciclaje para el residuo de poliuretano y solventes químicos; éstos son depositados en el basurero municipal, afectando el medio ambiente.

2.2 Fundamentación filosófica

El avance científico cada vez va creciendo, la ingeniería de gestión de medio ambiente se ha desarrollado por lo que el Ingeniero Mecánico debe investigar acerca de los impactos ambientales que provocan los compuestos químicos, está orientado a la búsqueda de técnicas y normas para la disminución de la contaminación ambiental.

2.3 Fundamentación legal

- Para dar cumplimiento al Procedimiento PE-SGSSO-LF-GT-08 en cuanto a establecer los lineamientos para un proceso sistemático de identificación continúa de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles relacionados a la Seguridad y Salud Ocupacional en las actividades e instalaciones relacionadas con los procesos de LA FORTALEZA CIA. LTDA. .
- Decreto 2393 atr. 15 Numeral 2 literal a) y b).
- Decreto 2393 atr. 64 sobre los valores de exposición máximos permisibles.
- Procedimiento para la aplicación de la matriz de riesgos literal 8. En cuanto a la aplicación de normativa internacional especializada para las evaluaciones de riesgos.
- Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo, Art. 1 literal b)
- Resolución CD 333 Reglamento para el Sistema de Auditoria de Riesgos del Trabajo SART, capítulo II, Art. 9, Gestión Técnica , Numeral 2.

2.4 Red de categorías fundamentales

2.4.1 Supraordinaria

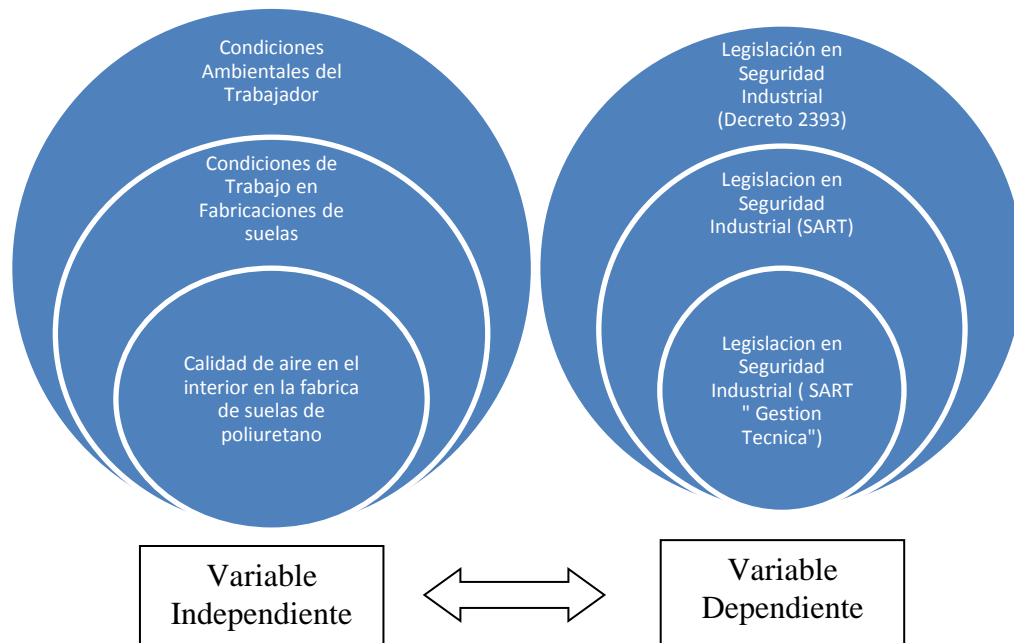


Figura 2.1; Categorías fundamentales
Fuente: El Investigador (Roberto C. Panimboza C.)

2.4.1.1 Condiciones ambientales del trabajo

Según el decreto 486/1997 del INSHT, indica que la exposición en lugares de trabajo a condiciones ambientales no debe ser un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores en las áreas de trabajo. El ambiente del lugar de trabajo no debe ser incomodo o no debe existir molestias ergonómicas a los trabajadores. De tal manera que deberán evitar los cambios de temperatura y humedad extrema. (INSHT, 1997)

Las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:

- a) La temperatura recomendada para lugares de trabajo sedentario debe estar en el rango entre 17 y 27° C, y en lugares de trabajo ligeros tienen un rango de temperatura entre 14 y 25°. De igual manera se recomienda que la humedad relativa debe estar entre un rango de 30 y el 70%.
- b) En los lugares de trabajo los operarios no deberán estar expuestos a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites en los lugares de trabajo: no calurosos (0,25 m/s) y calurosos (0,5 m/s).

El artículo NTP 742 de ventilación general establece que la renovación mínima del aire de los lugares de trabajo es de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y en lugares de ambiente no calurosos ni contaminados será de 50 metros cúbicos con la finalidad de producir olores desagradables. Los diferentes sistemas de ventilación empleado en los lugares de trabajo deberán asegurar una renovación del aire. (INSHT, 2005)

En el área de trabajo de trabajo al aire libre y en áreas de trabajo que no puedan quedar cerrados, deberán tomarse medidas de control para que los operarios se protejan y no sufran enfermedades por los ambientes de trabajo.(GARCIA, 1998).

2.4.1.2 Condiciones de trabajo en fabricaciones de suelas

a) Riesgos en las áreas de trabajo

El estudio de los riesgos de contaminación esta enfocados al operador, al ambiente, al producto, etc, con la finalidad de reducirlos o eliminarlos del ambiente.

Clasificación

Riesgos según severidad:

- Ligeramente dañino: el riesgo no causa daños importantes para el producto y el operador.
- Dañino: el riesgo afecta al producto y operador.
- Exageradamente dañino: produce un riesgo el que afecta al producto el mismo que no puede ser usado ya que causaría efectos no deseados.

Riesgos según la probabilidad de que ocurra el daño:

- Probabilidad alta: el riesgo ocurrirá siempre.
- Probabilidad media: el riesgo ocurrirá en algunas ocasiones.
- Probabilidad baja: el riesgo ocurrirá varias ocasiones veces.

b) Salud y seguridad laboral

- Incentivar y mantener a los trabajadores con un alto grado de bienestar físico, mental y social de en todas sus tareas;
- Proteger el bienestar de los trabajadores de riesgos que podrían causar enfermedades de los trabajadores.
- Crear y mantener un ambiente de trabajo para que satisfaga las necesidades físicas y mentales de los operarios en los lugares de trabajo.

c) Condiciones deficientes de trabajo

- Las condiciones deficientes de trabajo afectan la salud y seguridad del trabajador.
- Las condiciones de trabajo insalubres se encuentran en cualquier lado, ya sea bajo techo o al aire libre.

- Los trabajadores pueden estar expuestos a sustancias químicas en algunas áreas de trabajo, por la mala manipulación de estos productos los mismos que provocan inseguridad y perjudicando el estado físico y mental provocando enfermedades en los trabajadores

d) Sustancias químicas que afectan la salud

Los trabajadores deben manipular correctamente las sustancias químicas, ya que manejan desperdicios peligrosos los mismos que afectan a la salud del trabajador que pueden ser toxicologías, venenosas e irritantes para el cuerpo humano.

Los límites de exposición química para proteger la salud de los trabajadores está establecida por el INSHT, que ha fijado límites de seguridad para los compuestos orgánicos químicos volátiles, este límite para cada químico se llama PEL (Límite Permisible de Exposición).

Partes del cuerpo por el cual pueden ingresar los químicos son:

- La nariz: al respirar o inhalar un gas o un vapor puede llegar directamente a los pulmones.
- La boca: pueden ingresar los químicos de forma líquida o sólida.
- La piel: la piel puede absorber los químicos de forma líquida o sólida.

A continuación se presenta la tabla 2.1 que describe los efectos de las sustancias químicas en la salud.

Tabla 2.1: Efectos de las sustancias químicas a la salud

SINTOMAS	SINTOMAS
Cabeza: mareos, dolores de cabeza	Solventes, pinturas, ozono, humo, tabaco
Ojos: rojos, lagrimeos, irritados, sensación arenosa	humo, gases, vapores polvos, rayos ultravioletas, pinturas, limpiadores
Nariz y garganta: estornudos, tos, dolor de garganta	humo, ozono, solventes, polvo, pinturas, limpiadores
Pecho y pulmones: resuello, tos, falta de aire, cáncer pulmonar	humo metálico, polvo, vapores, solventes, pinturas, limpiadores
Estomago: náusea, vómitos, dolor de estomago	algunos humos metálicos, solventes, pinturas, exposición prolongada al plomo
Piel: inflamación, sequedad, ronchas, comezón, cáncer de la piel	solventes, radiación, cromo, níquel, detergentes, pinturas, limpiadores
Sistema nervioso: nerviosismo, irritabilidad, insomnio	exposición y uso prolongado de solventes y de plomo
Sistema reproductivo: en los hombres produce bajo número de espermatozoides, daño a la esperma. En las mujeres produce menstruaciones irregulares, abortos espontáneos, daño al ovulo o al feto.	plomo, tolueno y algunos otros solventes, radiación, óxido etílico

Fuente: Labor Occupational Health Programa/Maquiladora Health Pág. 2-21

➤ **Efectos sobre la salud relacionados con el aire del interior.**

En general, los contaminantes presentes en el aire penetran en el organismo por inhalación y por tanto afectan inicialmente al tracto respiratorio, pudiendo también ser absorbidos y afectan a otros órganos o acumularse en distintos tejidos. Asimismo puede haber contaminante que provoquen irritación en los ojos o que generen problemas dérmicos (erupciones y picores). Los efectos sobre el tracto respiratorio son irritación de nariz, garganta y bronquios.

Los síntomas que se relacionan con una deficiente calidad del aire en el interior son: dolor de cabeza, mareo, náuseas, fatiga, piel seca, irritación de ojos y tos (INSHT, 1987).

➤ **Causas de Contaminación del Aire Respirable.**

Existen varias causas por las que el aire de un lugar de trabajo se transforma en viciado o irrespirable. Algunas causas son:

Presencia de bacterias: cuando el aire recircula para conseguir la ventilación, la diseminación de las enfermedades transmisibles puede acelerarse, debido a la recirculación de polvo y gotitas contaminadas bacteriológicamente. Se pueden reducir por irradiación ultravioleta o filtros eficientes.

Percepción de olores: contaminación en el aire ya que son desagradables, no causan daño, pero pueden provocar incomodidad a los trabajadores.

Se pueden contrarrestar utilizando desinfectantes, filtros de carbón, limpieza apropiada y el mejor de todos es agregar aire nuevo desde el exterior para que recircule el aire.

Ambientes cálidos: los factores térmicos del ambiente afectan profundamente la vida diaria, la comodidad y la salud. El objetivo de los sistemas de calefacción y ventilación es que el calor pueda disiparse a una velocidad controlada. La temperatura confortable para un ser humano es de 20 grados centígrados.

2.4.1.3 Calidad de aire interior en la fábrica de suelas de poliuretano

a) Calidad del aire.

Se entiende por calidad del aire la adecuación a niveles de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que la produzcan, que garanticen que las materias o formas de energía, incluidos los posibles ruidos y vibraciones, presentes en el aire no impliquen molestias grave, riesgo o daño inmediato o diferido, para las personas y para los bienes de cualquier naturaleza (Ley de protección ambiental, 1994).

En el ámbito de las condiciones de trabajo tiene cada vez mayor incidencia el aspecto relacionado con la calidad de aire en las actividades de tipo industrial. En la práctica estos efectos son capaces de alterar tanto la salud física como la mental del trabajador, provocando un estrés y con ello una disminución del rendimiento laboral.

El aire del interior de la industria no debe contener contaminantes en concentraciones superiores a aquellas que pueden perjudicar la salud a sus trabajadores. Estos contaminantes incluyen los que pueden estar presentes en el aire exterior que se introduce en la industria y los originales por las actividades interiores. Las situaciones de riesgo más frecuentes para sus trabajadores son: la exposición a sustancias tóxicas, radioactivas e irritantes, la inducción de infecciones o alergias y los olores molestos (INSHT, 1987).

b) Riesgo Químico

Es un riesgo susceptible el cual es producido por los agentes químicos causando enfermedades crónicas en los trabajadores, comunidad y puede causar daños permanentes en el medio natural. En la actualidad la mayoría de fábricas están expuestas a todo tipo de riesgo químico ya que se utiliza productos químicos en todas las ramas de la industria. Las consecuencias pueden ser graves en los trabajadores o para el medio ambiente que lo rodea. (INSHT, 2004).

c) Contaminante Químico.

Es toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas.

Clasificación de los contaminantes aerosoles por su forma de presentarse:

➤ Polvo

El polvo se produce por la manipulación de herramientas o maquinaria agrícola o industrial como por ejemplo tenemos: pulido, trituración de material. Las dimensiones del polvo son:

Polvo fino < de 10 μm

Polvo grueso > a 10 μm

➤ **Nieblas**

Dispersión en el aire de pequeñas gotas líquidas, generalmente visibles a simple vista, originados por condensación del estado gaseoso o por dispersión de un líquido, mediante salpicaduras, atomización o espumación o ebullición. Son partículas de 0.01 a 10 u.m.

➤ **Humo**

Suspensión en el aire de partículas sólidas, carbón y hollín, procedentes de una combustión incompleta. Son partículas inferiores a 1 um.

➤ **Humo metálico**

Suspensión en el aire de partículas sólidas procedentes de una condensación del estado gaseoso originado por la sublimación o fusión de metales. Se presentan en forma de óxidos por la reacción del metal caliente con el aire. Son partículas de tamaño inferior a 100 um

2.4.1.3.1 Clasificación por sus efectos a la salud.

Irritantes:

Son aquellos compuestos químicos que producen una inflamación, debida a una acción química o física en las áreas anatómicas con las que entran en contacto, principalmente piel y mucosas del sistema respiratorio.

Neumoconioticos:

Producen una neumopatía y degeneración fibrótica del tejido pulmonar. Producida por: Arena cuarcífera, silicatos, polvo con más del 1% de sílice libre cristalina (silicosis), Carbón (neumoconiosis del minero del carbón), asbestosis. Industria minera y la construcción.

Tóxicos sistémicos:

Son aquellos que independientemente de su vía de entrada, se distribuyen por todo el organismo produciendo efectos diversos, si bien ciertos compuestos presentan efectos específicos o selectivos sobre un órgano o sistema.

Anestésicos y narcóticos:

Son sustancias químicas que actúan como depresores del sistema nervioso central. Su acción depende de la cantidad de tóxico que llega al cerebro.

Cancerígenos:

Son sustancias que pueden generar o potenciar el desarrollo de un crecimiento desordenado de células.

Asfixiantes:

Son sustancias capaces de impedir la llegada del oxígeno a los tejidos.

Alérgicos:

Son sustancias cuya acción se caracteriza por dos circunstancias. La primera es que no afecta a la totalidad de los individuos, ya que se requiere una predisposición fisiológica. La segunda es que solo presenta en individuos previamente sensibilizados.

Presencia en un mismo ambiente:

- Efectos simples. Sobre órganos distintos.
- Efectos aditivos. Son los producidos por varios contaminantes que actúan sobre un mismo órgano.
- Efectos potenciadores Son los producidos cuando uno o varios productos multiplican la acción de otros (INSHT, 2002).

2.4.1.3.2 Umbral olfativo y seguridad de sustancias peligrosas

El umbral olfativo (U.O) de una sustancia química dada se define como el valor de la concentración de esa sustancia (Ci) (INSHT, 1991).

2.4.1.3.2.1 Evaluación higiénica

Proceso de toma de decisión cuyo resultado es una opinión acerca del grado de peligrosidad para la salud, proveniente de un agresivo industrial que se produce durante las operaciones industriales.

2.4.1.3.2.2 Evaluación ambiental

Emisión de un juicio basado en la observación y medición de la magnitud de los agresivos presentes, comparando el resultado obtenido con los criterios higiénicos existentes o niveles admisibles.

La medición o toma de muestra de los agresivos y los criterios que van a ser utilizados, no son independientes sino que el criterio condiciona la técnica de muestreo.

2.4.1.3.2.2.1 Evaluación ambiental TLV STEL

Es la concentración a la cual puede exponerse continuamente por cortos periodos de tiempo sin sufrir:

- Irritación
- Daños crónicos o irreversibles en los tejidos.
- Narcosis en grado suficiente para aumentar la probabilidad de lesiones accidentales o reducir sustancialmente la eficiencia en el trabajo y siempre q no se sobrepase el TLV-TWA diario.

Los STEL se recomiendan solamente cuando se ha denunciado la existencia de efectos tóxicos en seres humanos o animales como resultados de exposiciones intensas de corta duración.

El STEL se define como la exposición media ponderada en un tiempo de 15 minutos ni repetirse más de cuatro veces, que no se debe sobrepasar en ningún momento de la jornada laboral, aun cuando la media ponderada en el tiempo que corresponde a las ocho horas. Debe haber por lo menos un periodo de 60 minutos entre exposiciones sucesivas de este rango.

2.4.1.3.2.2.2 Evaluación ambiental TLV- TWA

Es la concentración media ponderada en el tiempo a la cual puede exponerse un trabajador normal repetidamente sin que sufra efectos adversos a su salud durante una jornada de trabajo de 8h/día y 40 h/ semana.

Están especialmente indicados para sustancias que desarrollan toxicidad de tipo crónico (INSHT, 2002).

Tabla 2.2: Valores de U.O y TLV-TWA

NOMBRE Y FORMULA	OLOR	U.O (ppm)	TLV-TWA (ppm)	COMENTARIO
THF Tetra hidro Furano (C ₄ H ₈ O)	Éter	2	200	Irritación a la piel
Óxido de Etileno (C ₂ H ₄ O)	Dulce	430	50	Irritación de ojos
Oxido de Propileno (C ₃ H ₆ O)	Éter	33,1	2	Irritación de ojos y vías respiratorias
Tolueno (C ₇ H ₈)	Como benceno	2,9	50	Irritación de ojos y piel. Dolor de cabeza
Xileno (C ₈ H ₁₀)	Dulce	1,1	100	Irritación de ojos y piel. Dolor de cabeza. Vomito
Per Cloro Etileno	Inodoro	6,17	50	Irritación de ojos. Dolor de cabeza

Fuente: NTP 320 y Guía de selección 2001

2.4.1.3.3 Método de evaluación de riesgo químico

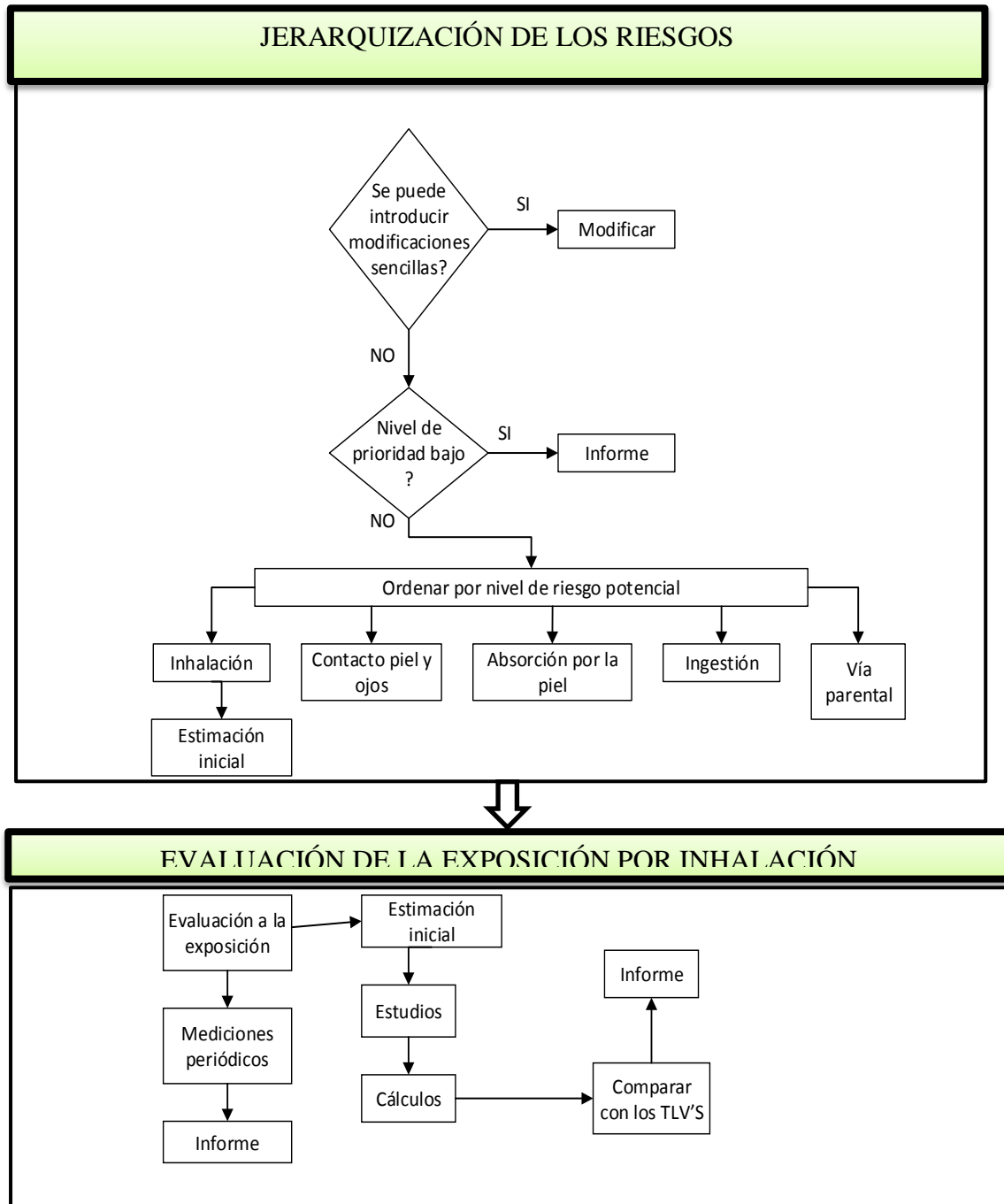


Figura 2.2: Categorías fundamentales
Fuente: FLORÍA. Pedro, Gestión de la higiene industrial en la empresa

2.4.1.3.4 Determinación de la concentración promedio por puesto CI.

La medición de concentración del contaminante C_i se determinó en ppm.

Ecuación para calcular la concentración promedio C .

$$C = \frac{C_i * t_i}{\sum_{i=1}^{i=\infty} t_i} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Ecuación para calcular la concentración de exposición diaria C_8 .

$$C_8 = \frac{\sum_{i=1}^{i=\infty} C * t_i}{8} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Ecuación para calcular la dosis de concentración D

$$D = \frac{C_8}{TLV TWA} = K \quad \text{Ecuación 2.3}$$

t_i = Tiempo de exposición

Límites recomendados de la dosis.

Tabla 2.3: Límites recomendados de la dosis.

D < 0.5	Riesgo bajo
D (0.5 – 1)	Riesgo medio nivel de acción
D (1 -2)	Riesgo alto nivel de control
D > 2	Riesgo crítico nivel de control

Fuente: (INSHT, 2002)

2.4.1.3.5 Control de peligros

Para proteger a los trabajadores primero se debe realizar los estudios para identificar y evaluar los peligros que podrían existir en el lugar de trabajo los mismos que pueden ser controlados.

2.4.1.3.5.1 Controles de ingeniería

Es una de los métodos más utilizados ya que elimina el peligro por completo actuando directamente en el peligro y no depende de las acciones del trabajador.

Tipos de controles de ingeniería o mecánicos:

a) Rediseñar el proceso:

- Sustituir los motores de combustión interna por motores eléctricos con el fin de eliminar los gases producidos por el motor a gasolina.
- Utiliza métodos de humedad para disminuir el porcentaje de polvo.

b) Mecanizar el proceso:

- Utilizar fajas transportadoras con el propósito de disminuir o eliminar el polvo.

c) Usar productos más seguros en vez de los que son más peligrosos:

- Utilizar sustancias químicas que no sean volátiles y tóxicas.

d) Aislar el proceso o aislar al trabajador del proceso:

- Construir cámaras o habitaciones para que los trabajadores sean protegidos del ruido calor y de sustancias químicas volátiles o tóxicas.

e) Sistema de extracción:

Los sistemas de ventilación por extracción se clasifican en dos grupos:

- Los sistemas de extracción general.
- Los sistemas de extracción localizada.

2.4.1.3.5.2 Los sistemas de extracción general

Pueden emplearse para el control del ambiente térmico y/o para la climatización de los contaminantes generados en un área, mediante el barrido de un espacio dado con grandes cantidades de aire.

2.4.1.3.5.2.1 Principios de la ventilación general

- Descartar como posibles soluciones, desde el punto de vista técnica, la ventilación exhaustiva local.
- Tener en cuenta que puede aplicarse a continuación de baja toxicidad, de rápida difusión, pequeñas emisiones y siempre que el personal laboral este alejado de las fuentes emisiones.
- Forzar una corriente general de aire desde las zonas limpias a las zonas contaminadas.
- Intentar hacer pasar la máxima cantidad de aire por las zonas contaminadas.
- Evitar las zonas “muertas” para la corriente de aire.

- Compensar las salidas de aire con las correspondientes entradas de aire.
- Evitar corrientes de aire.
- Utilizar los movimientos naturales de los contaminantes, en especial el efecto esencial de las zonas calientes.
- Utilizar preferentemente un sistema mecánico para introducir y extraer el aire (FLORÍA, 2007)

2.4.1.3.5.3 Los sistemas de extracción localizada

Se basan en el principio de capturar el contaminante en, o muy cerca de, su origen. Es el método de control preferido porque es el de mayor eficacia y, al emplear caudal más pequeño, redundan en menores costes de calefacción con respecto a los elevados caudales requeridos por los sistemas de extracción general (Quinchía R, 2003).

Los sistemas de extracción localizada se componen de cinco elementos básicos:

- La campana o sistema de captación.
- El sistema de conductos con sus accesorios (codos y entradas entre otros)
- El equipo de control (opcional en algunos casos).
- El ventilador con su motor y sistema de transmisión de fuerzas.
- La chimenea, la cual debe tener una altura mínima de acuerdo con la legislación existente.

Se utiliza una campana para poder atraer el aire con los contaminantes que contenga y trasladarlo al lugar de descarga, el sistema de ductos, para conducirlos al equipo de control; un ventilador; para proporcionar la energía necesaria para transportar la corriente de aire junto con los contaminantes a través del sistema de control; y una chimenea, para dispersar los contaminantes no removidos después que abandona el equipo de control (POPENDORF, 2006).

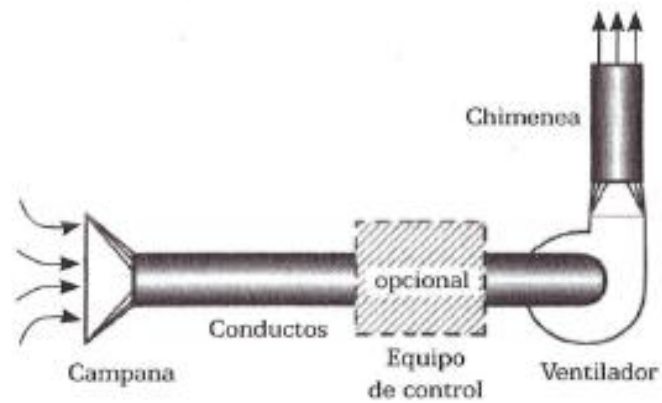


Figura 2.3: Componentes de un sistema de ventilación industrial
Fuente: Pependorf, W. Industrial Hygiene Control of Airborne Chemical Hazards. Taylor & Francis. Florida 2006.

Para diseñar un sistema de ventilación industrial debe procederse así (ECHEVERRI, 2011):

- Identificar las fuentes de contaminación.
- Seleccionar la campana adecuada para capturar los contaminantes.
- Establecer una succión capaz de capturar y transportar el aire contaminado.

2.4.1.3.5.3.1 Sistema de captación

Es el elemento que permite que el aire ingrese al sistema de conducto. El término campana se usa en un sentido amplio, incluyendo cualquier abertura de succión independientemente de su forma o tamaño. El sistema de captación es utilizado para crear un caudal de aire que capture eficazmente al contaminante (partículas, gases), y lo transporte hacia ella, al equipo de control y luego al lugar de descarga (ECHEVERRI, 2011).

Proceso para el diseño de las campanas.

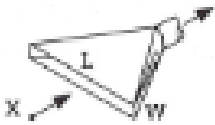



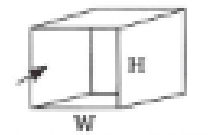
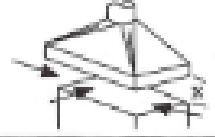

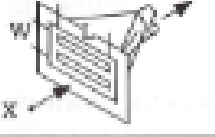
El tipo de campana depende de las características físicas de la fuente de contaminación, del mecanismo de generación del contaminante y de la posición relativa del equipo y del trabajador (ECHEVERRI, 2011) (Alley, 2000).

Los pasos para el diseño de la campana son:

- Determinar la ubicación respecto al proceso.

- Determinar la forma y tamaño de la campana.
- Determinar el caudal de succión.
- La velocidad de captura.
- Las pérdidas de fricción.

Tabla 2.4: Ecuaciones de diseño para diferentes tipos de campana

Tipo de campana	Tipo de abertura	Dimensiones	Caudal de aire
	Ranura	$\frac{W}{L} \leq 0.2$	$Q = 3.75LV_c x$
	Ranura con pestaña	$\frac{W}{L} \leq 0.2$	$Q = 2.78LV_c x$
	Campana	$\frac{W}{L} \geq 0.2$ o circular	$Q = V_c (10x^2 + WL)$
	Campana con pestaña	$\frac{W}{L} \geq 0.2$ o circular	$Q = 0.76V_c (10x^2 + WL)$
	Cabina		$Q = V_c WH$
	Campana suspendida		$Q = 1.4V_c Px$
	Campana con ranuras	$\frac{W}{L} \geq 0.2$	$Q = V_c (10x^2 + WL)$
	Campana con ranuras y pestaña	$\frac{W}{L} \geq 0.2$	$Q = 0.76V_c (10x^2 + WL)$

Fuente: Alley, Roberts & Associates, Inc. Manual de control de la calidad de aire. Ms Graw-Hill. México, 2000.

Donde:

V_c = Velocidad de captación, m/s

P = Perímetro, m.

W = Ancho, m.

L = Largo.

X = Distancia entre la fuente contaminante y la campana, m.

Q = Caudal de aire, m^3/s

Fórmula para determinar la altura de la campana.

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

Ecuación 2.4

L = Lado de longitud, m.

D = Diámetro, m.

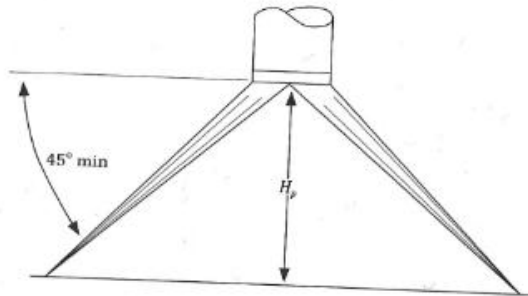


Figura 2.4: Altura de la campana.
Fuente: Ventilación industrial, 2011.

Velocidad de captación.

Se denomina velocidad de captación a la velocidad mínima del aire, inducida a las proximidades de la campana, que es necesario para capturar y dirigir hacia ella el aire contaminando. Esta velocidad de aire es función del caudal del aire succionado y de la forma de la campana.

Tabla 2.5: Valores recomendados para la velocidad de captación.

Condiciones de dispersión del contaminante	Ejemplos	Velocidad de captación (m/s)
Liberado casi sin velocidad en aire tranquilo	Evaporación en tanques, desengrase	0.3-0.5
Liberado a baja velocidad en aire moderado tranquilo	Cabinas de pintura, llenado intermitente de tanques, soldadura, baños electrolíticos, decapado	0.5-1
Generación activa en una zona de rápido movimiento de aire	Aplicación de pintura con pistola, llenado de recipientes, trituración.	1-2.5
Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido de aire	Pulido, operaciones de abrasión en general, esmerilado, desmolde en fundiciones.	2.5-10

Fuente: Quinchía, R y Puerta, J. Ventilación industrial y equipos de limpieza.

2.4.1.3.5.3.2 Sistema de conductos

Una vez que los contaminantes son capturados por la campana, son conducidos al equipo de control a través de un sistema de conductos. El sistema de conductos, que va desde el dispositivo de captura hasta el equipo de control, incluye: conductos rectos; accesorios, tales como codos y entradas, dispositivos de control de caudal (compuertas); y soportes de los conductos.

Los conductos deben cumplir las siguientes funciones:

- Llevar el aire contaminado desde diferentes campanas al punto de descarga.
- Conseguir el mínimo consumo de energía.
- Asegurar la velocidad de transporte adecuado para que el contaminante no se deposite y tapone el conducto.
- Mantener el sistema equilibrado en todo momento.
- Mediante un adecuado diseño, asegurar que en cada campana se capte el caudal de aire requerido.

Procedimiento para el diseño de los conductos.

La longitud necesaria del sistema de conductos depende de factores tales como la distancia de la fuente al dispositivo de control y el número requerido de cambios en la trayectoria.

Como el caudal del aire (Q) es usualmente conocido, la variable clave es la velocidad de transporte en el conducto (V_t). Si la velocidad de transporte es muy baja, el conducto estará sobre dimensionado y la velocidad no será lo suficientemente alta para conducir las partículas de la corriente de aire al equipo de control.

El caudal de aire y la velocidad de transporte se relacionan a través de la ecuación de continuidad. Es habitual que se elija la velocidad como parámetro de diseño, siendo ciertos criterios que se verán más adelante, para así obtener el área (GOBERNA, 1992).

$$A = \frac{Q}{v_t}$$

Ecuación 2.5

A = Área de la sección transversal del conducto, m^2

Q = Caudal del aire, m^3/s

Vt = Velocidad de transporte de la corriente de aire en el conducto, m/s.

El diámetro para conductos circulares será:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{Vt\pi}}$$

Ecuación 2.6

D = Diámetro del conducto, m.

Velocidad de transporte.

La selección de una velocidad se selecciona de la tabla 2.6 dentro de un conducto depende de las características de los contaminantes captados en la campana de aspiración.

Se denomina velocidad de transporte o de diseño aquella que permite que las partículas lleguen a los equipos de control y no se sedimenten en los conductos.

Tabla 2.6: Velocidad de transporte mínima para algunos materiales.

Contaminante	Ejemplo	Vt (m/s)
Vapores, gases, Humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos	05-10
Humos de soldadura	Soldadura	10-13
Partículas muy finas y ligeras	Partículas de algodón, aserrín, talco	13-20
Partículas finas y secas	Partículas de caucho, baquelita, algodón, viruta, detergente, cuero	15-20
Partículas industriales	Partículas de café, cuero, sílice, labrillo, arcilla, fundiciones, caliza	18-20
Partículas pesadas	Partículas de viruta metálica, moldes de fundición, madera	20-23

Fuente: Pedelaborde, Carlos, Curso de ventilación industrial. Universidad de buenos Aires.

2.4.1.3.5.3.3 Ventiladores

a) Ventiladores axiales.

Se usan para mover grandes cantidades de aire en espacios abiertos. Tienen eficacia mecánica alta, que puede llegar hasta 95%, pero no puede vencer caídas de presión

b) Ventiladores centrífugos.

El aire entra en el ventilador a través de una abertura concéntrica con el eje de una pieza que gira a gran velocidad, llamada rotor. El rotor está provisto de álabes adheridos al mismo. El aire circula entre los álabes hacia el exterior a causa de la fuerza centrífuga y abandona el rotor con una velocidad mayor que en la entrada. El aire de salida se recoge en una carcasa en espiral llamada voluta y sale del ventilador a través de una conducción tangencial a la voluta ver figura 2.5. (ECHEVERRI, 2011).

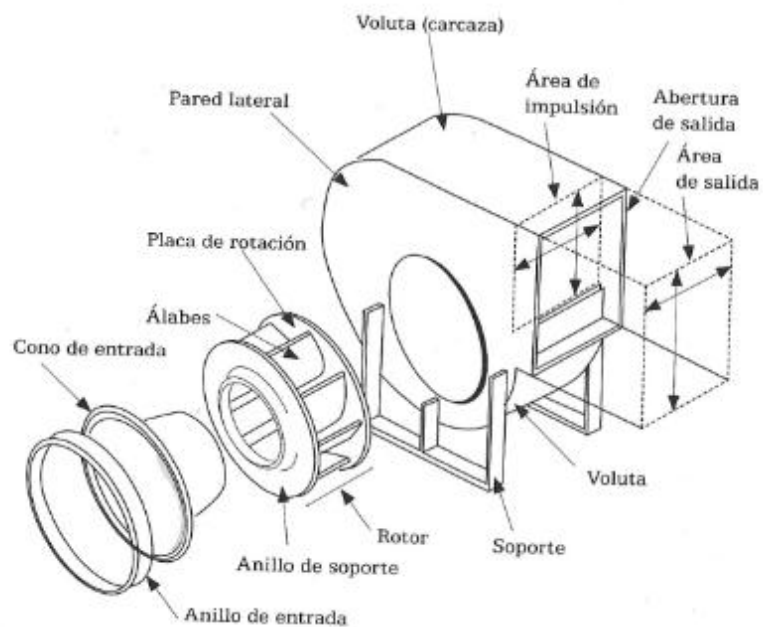


Figura 2.5: Ventilador centrífugo.

Fuente: Harris, C. Manual de mediciones acústicas y control de ruido. Mc Graw-Will. Madrid, 1995.

Los ventiladores radiales modificados han sido creados para usos industriales bajo condiciones de alta presión. El funcionamiento de la hélice adquiere, presiones altas que permite su empleo para para sus instalaciones en servicios industriales pesados, este diseño es empleado bajo condiciones de alta posibilidad de erosión y corrosión (HARRIS, 1995).

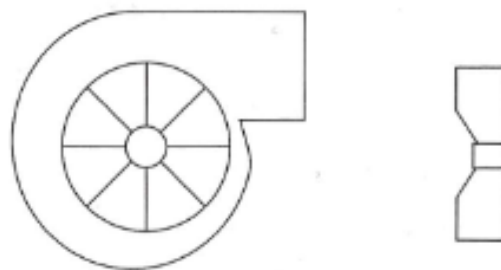


Figura 2.6: Álabes radiales para instalaciones forzadas.

Fuente: Harris, C. Manual de mediciones acústicas y control de ruido. Mc Graw-Will. Madrid,

1995

El tipo de ventilación radial que muestra en la figura 7 se emplea en servicios difíciles de instalaciones industriales, por ejemplo cuando deban pasar directamente a través del ventilador materiales extraños. Este rotor posee álabes radiales planos que permiten realizar ciertas reparaciones en el mismo lugar. También se simplifica su fabricación cuando se emplean materiales especiales o se simplifican revestimiento concretos a las superficies desgastadas. Estos ventiladores tienen por lo general entre 6 y 12 álabes.

Los intervalos típicos de operación de los ventiladores centrífugos son:

Tabla 2.7: Intervalos típicos de operación de los ventiladores centrífugos

Tipo	Caudal (m³/s)	Caída de presión (mm H₂O)
Aletas radiales	0.24 – 33.04	12.7 – 508
Aletas curvas hacia adelante	0.19 – 1415.8	6.4 – 381
Aletas curvas hacia atrás	0.14 – 1415.8	6.4 – 381
Aletas aerodinámicas	0.24 – 1415.8	6.4 – 381

Fuente: R. Quinchía, J. P.

Selección de ventiladores.

Para seleccionar un ventilador los parámetros más importantes es el caudal total a extraer que circula por el ducto y la presión requerida por el sistema esta presión se indica como la presión estática del ventilador. Se debe determinar el diámetro salida del ventilador, la potencia del motor que debe ser entregada a su eje para que tenga movimiento las alabes, rendimiento con que funciona y el ruido generado.

Los fabricantes de los ventiladores proporcionan parámetros importantes para seleccionar un ventilador correcto, para que satisfaga las necesidades de los clientes. (ECHEVERRI, 2011).

$$P_{e \text{ ventilador}} = P_{e \text{ salida}} - P_{e \text{ entrada}} - P_{v \text{ entrada}} \quad \text{Ecuación 2.7}$$

En la cual:

$P_{e \text{ ventilador}}$ = Presión estática del ventilador.

$P_{e \text{ salida}}$ = Presión estática a la salida del ventilador, mm H2O

$P_{e \text{ entrada}}$ = Presión estática a la entrada del ventilador, mm H2O

$P_{v \text{ entrada}}$ = Presión de velocidad a la entrada del ventilador, mm H2O

Presión total.

Es la suma algebraica de las presiones estáticas y dinámicas. Cuando el aire se encuentra en reposo, la presión total será igual a la presión estática. Mientras que la presión estática es negativa en la aspiración y positiva en la impulsión, la presión dinámica es siempre positiva.

$$P_t = P_e + P_d$$

Ecuación 2.8

En la cual:

P_t = Presión total, mm H2O

P_e = Presión estática, mm H2O


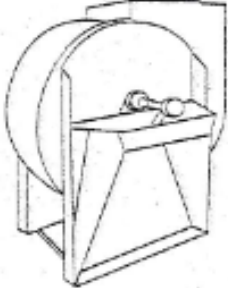
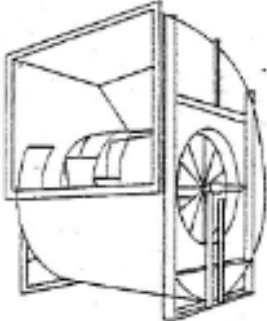
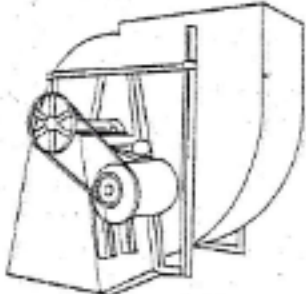
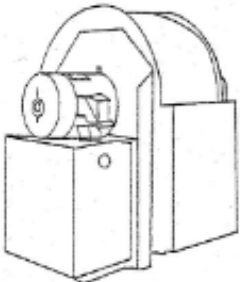
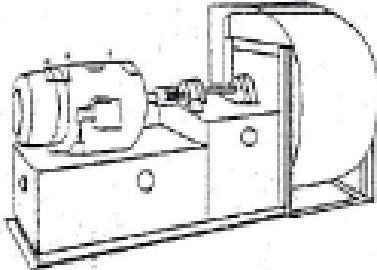
P_v = Presión de dinámica, mm H2O

2.4.1.3.5.3.4 Selección de motor

Un motor es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas.

La selección del motor que va a mover el ventilador se hace conociendo la potencia del motor requerido y las revoluciones del ventilador (GOBERNA, 1992). En la siguiente figura observaremos las diferentes formas de acoplamiento del ventilador y motor.

Tabla 2.8: Tipos de acoplamiento del ventilador y motor.

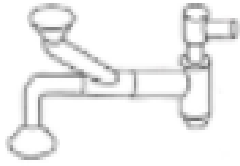


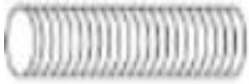




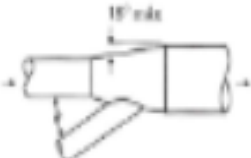
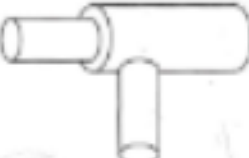
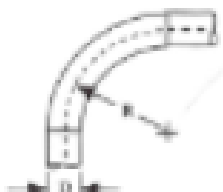
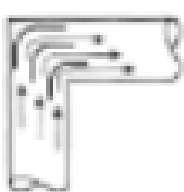
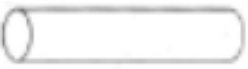



 <p>Acoplamiento 1 Consiste en dos cojinetes montado sobre una base con el rotor y la polea adheridos a un eje, movido con una correa. Los cojinetes se encuentran ubicados externamente. Este arreglo debe seleccionarse para sistemas cerrados, que manejan aire contaminado o para situaciones donde la presencia de humedad o calor pueda ir en decremento de los cojinetes.</p>	<p>Acoplamiento 2 Posee la misma aplicación y ventajas del arreglo 1, la única diferencia es que el centro de los cojinetes es más corto, proporcionando economía de espacio. Este arreglo se usa para montajes cercanos a la pared o donde el espacio de la planta sea reducida.</p> 
 <p>Acoplamiento 3 Los rotores están montados entre los cojinetes, sostenido sobre cada lado de la voluta del ventilador para mayor estabilidad y resistencia. Las principales ventajas de este arreglo son que es compacto y de bajo costo inicial. Se recomienda para mover aire limpio y seco como en sistemas de calefacción y de aire acondicionado, tanto cuando se monta uno o dos rotores.</p>	<p>Acoplamiento 4 Esencialmente igual al arreglo 1, pero el motor se encuentra montado sobre la base del ventilador con conexión para una transmisión de correa en V. Se recomienda su construcción en forma monolítica, lo que simplifica su instalación.</p> 
<p>Acoplamientos con transmisión directa 5 Cuando se requiere un caudal y presión estática altos en un sistema, la transmisión por correas no es la adecuada, y por lo tanto se necesita el montaje de un sistema de transmisión directa. Los ventiladores de transmisión directa son compactos, eficientes y económicos. Evitan los problemas de tensión, mantenimiento y remplazo de las correas.</p>  	

Fuente: Fuente: R. Quinchía, J. P.

2.4.1.3.6 Principio de diseños para los sistemas de ventilación

La tabla 2.9 contiene los principios de diseño general para los sistemas de ventilación industrial.

Tabla 2.9: Principio de diseño para los sistemas de ventilación.

Principio	Correcto (Menos resistencia)	Incorrecto (Mas resistencia)
Racionalizar el sistema tanto como sea posible para reducir al mínimo las turbulencias y la resistencia.		
Los conductos lisos y rígidos proporcionan menos resistencia que los conductos corrugados y flexibles.		
Los conductos cortos ofrecen una menor resistencia que los conductos largos,		
Trazos rectos ofrecen menor resistencia que trazos con cambios de dirección		
Los ramales deben entrar en las expansiones en un ángulo de 30° o menor preferiblemente. En caso necesario se aceptan ángulos hasta 45°. Los ramales no deben entrar directamente opuestos el uno al otro		
Los codos con un radio de curvatura amplio ofrecen una menor resistencia que las curvas abruptas.		
Los conductos con diámetros grandes ofrecen una menor resistencia que los conductos con diámetros pequeños.		
Los conductos redondos ofrecen una menor resistencia que los conductos cuadrados		

Fuente: Washington State Department of Labor & Industries. Industrial Ventilation Guidelines.

2.4.1.3.7 Método de diseño

- a) Calcular la pérdida de carga del sistema de extracción localizada. La pérdida de carga debida al rozamiento y a los accesorios pueden ser calculadas por el método de presión dinámica o por el de la longitud dinámica o por el de la longitud equivalente.

Es preferible el método de la presión dinámica por varias razones.

- Generalmente es más rápido, y trata todas las pérdidas, incluyendo las entradas a la campana de forma similar.
 - Tiene la ventaja de que los reajustes de los cálculos del tamaño de los conductos al usar el método de equilibrio por diseño es más rápido.
- b) Comprobar el equilibrio en los puntos de unión de dos conductos y ajustar el caudal, diámetro del conducto o diseño de la campana para conseguir un equilibrio correcto.
- c) Seleccionar el ventilador tomando como datos el caudal final y la pérdida de carga del sistema (GOBERNA, 1992).

2.4.1.3.7.1 Método de la presión dinámica

Este método se basa en el hecho de que todas las pérdidas de carga, por rozamiento en conductos y resistencia de forma por desprendimiento en accesorios, son función de la presión dinámica, y pueden ser calculadas multiplicando la presión dinámica por un factor (GOBERNA, 1992).

El factor de pérdidas para este método está dado por las formulas:

Para ductos galvanizados.

$$Hf_g = 0.0307 * \frac{v^{0.533}}{Q^{0.612}} \quad \text{Ecuación 2.9}$$

Para ductos flexibles.

$$Hf_f = 0.0311 * \frac{v^{0.604}}{Q^{0.639}} \quad \text{Ecuación 2.10}$$

2.4.1.3.7.2 Método de longitud equivalente

Este método es muy similar al anterior. Se diferencia en la forma de calcular las pérdidas por fricción y en accesorios. Los accesorios se sustituyen por la longitud de un conducto recto que tenga la misma pérdida de carga. Estas longitudes equivalentes son función del diámetro del conducto (GOBERNA, 1992).

2.4.1.3.8 Ubicación de los extractores

- Los ventiladores deben situarse totalmente opuestos a las entradas de aire, de modo que el caudal de ventilación atraviese toda la zona contaminada.
- Colocar los extractores cerca de las fuentes de contaminación para captar el aire contaminado antes de que se difunda por el local.
- Alejar el extractor de una ventana abierta o entrada de aire exterior, para evitar que entre de nuevo el aire expulsado.

2.4.1.4 Legislación en seguridad industrial (Decreto 2393)

- **Mediante el Decreto Ejecutivo No. 2393 del 17 de noviembre 1986, se expidió el “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo”.**

Art. 1.- Ámbito de Aplicación.- Las disposiciones del presente Reglamento se aplicaran a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente.

Art. 5.- Del instituto ecuatoriano de seguridad social; numeral 2: Señala que será función del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social: Vigilar el mejoramiento del medio ambiente laboral y de la legislación relativa a prevención de riesgos profesionales utilizando los medios necesarios y siguiendo la directrices que imparta el Comité Interinstitucional;

➤ **Medio ambiente y riesgos laborales por factores físicos, químicos y biológicos.**

Art 53. Condiciones generales ambientales: Ventilación.

- a) En los locales de trabajo y sus anexos se procurara mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.
- b) En los locales de trabajo cerrados el suministro de aire fresco y limpio por hora y trabajador será por lo menos de 30 metros cúbicos, salvo que se efectuó una renovación total del aire no inferior a 6 veces por hora.
- c) La circulación de aire en locales cerrados se procurara acondicionar de modo que los trabajadores no estén expuestos a corrientes molestas y que la velocidad no sea superior a 15 metros por minuto a temperatura normal, ni de 45 metros por minuto en ambientes calurosos.

En los procesos industriales donde existan o se liberan contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realiza evitando en primer lugar su generación, su emisiones segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y solo cuando resulten técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizan los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante.

Art 63: Sustancias corrosivas, irritantes y toxicas precauciones generales.

1. Instrucciones a los trabajadores.

Los trabajadores empleados en procesos industriales sometidos a la acción de sustancias que impliquen riesgos especiales, serán instruidos teórica y prácticamente.

- a) De los riesgos que el trabajo presente para la salud.
- b) De los métodos y técnicas de operación que ofrezcan mejores condiciones de seguridad.
- c) De las precauciones a adoptar razones que las motiva.
- d) De la necesidad de cumplir las prescripciones y técnicas determinadas para un trabajo para un trabajo seguro.

2. Sustancias corrosivas.

En los locales de trabajo donde se emplean sustancias o vapores de índole corrosiva, se protegerán y vigilarán las instalaciones y equipos contra el efecto, de tal forma que no se derive ningún riesgo para la salud de los trabajadores.

A tal efecto, los bidones y demás recipientes que las contengan estarán debidamente rotuladas y dispondrán de tubos de ventilación permanente.

3. Dispositivos de alarma.

En aquellas industrias donde se fabriquen, manipulen, utilicen o almacenen sustancias irritantes o tóxicas, se instalarán dispositivos de alarmas destinadas a advertir las situaciones de riesgo inminente, en los casos en que se despenden cantidades peligrosas de dichos productos. Los trabajadores serán instruidos en las obligaciones y cometidos concretos de cada uno de ellos al oír de alarmas.

Donde exista riesgo derivado de sustancias irritantes, tóxicas o corrosivas está prohibida la introducción, preparación o consumo de alimentos, debido o tabaco.

Para los trabajadores expuestos a dichos riesgos se extremarán las medidas de higiene personal.

Art 64. Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas.

En lugares de trabajo donde se manipulen estas sustancias no deberán sobrepasar los valores máximos permisibles, que se fijaren por el comité interinstitucional.

Art 65. Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas.- Normas de control.

1. Cuando las concentraciones de uno de uno o varios contaminantes en la atmósfera laboral superen los límites establecidos por el comité internacional se aplicaran los métodos generales de control que se especifican, actuando preferentemente sobre la fuente de emisión. Si ello no fuera posible o eficaz se modifican las condiciones ambientales y cuando los anteriores métodos no sean viables se procederá a la producción personal del trabajador.
2. Cambios de sustancias.

En aquellos procesos industriales en que se empleen sustancias con unan reconocida peligrosidad o toxicidad, se procurara sustituirlas por otras de menor riesgo, siempre que el proceso industrial lo permita.

3. Ventilación localizada.

Cuando no puedan evitarse el desprendimiento de sustancias contaminantes se impedirá que se difunda en la atmosfera del puesto d trabajo, implantando un sistema adecuado de ventilación localizado, lo más cerca posible de la fuente de emisión del contaminante, el que cumplirá con los requisitos siguientes:

- a) Descargara al exterior cumpliéndose la legislación vigente sobre contaminación atmosférica.
- b) Cuando las sustancias aspiradas por diferentes sistemas de ventilación localizada puedan combinarse y originar mezclas de carácter explosivo o inflamable, se evitara la conexión de eso sistemas en una misma instalación.
- c) Los locales de trabajo equipados con sistemas de extracción localizada dispondrán de entradas d aire por medios naturales o artificiales de suficiente capacidad para remplazar el aire extraído por estos sistemas. Dichas entradas estarán situadas de tal manera que los trabajadores no se hallen expuestos a corrientes de aire perjudiciales.
- d) Se evitara en los puestos de trabajo que exponga al personal a las corrientes dominantes del sistema de ventilación, para evitar que se sometan a concentraciones elevadas del agente agresivo.

4. Ventilación general.

En aquellos locales de trabajo, donde las concentraciones ambientales de los contaminantes desprendidos por los procesos industriales se hallen por encima de los límites establecidos en el artículo anterior, y donde no sea viable modificar el proceso industrial o la implementación de un sistema de ventilación localizada, se instalar un sistema de ventilación general, natural o forzada, con el fin de lograr que las concentraciones de los contaminantes disminuyan hasta valores inferiores a los permitidos.

5. Protección personal.

En los casos en que debido a las circulaciones del proceso o a propiedades de los contaminantes no sea viable disminuir sus concentraciones mediante los sistemas de control anunciados anteriormente, se empleara los equipos de protección personal adecuada (INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL, 2012).

2.4.1.5 Legislación en seguridad industrial (SART)

2.4.1.5.1 Cumplimiento de normas

Las empresas sujetas al régimen de regulación y control del Instituto Ecuatoriano de seguridad social, deberán cumplir las normativas dictadas en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo y medidas de prevención de riesgos del trabajo establecidas en la constitución de la Republica, convenios y tratados internacionales, Ley de Seguridad Social, Código del Trabajador, reglamento y disposiciones de prevención y de auditorías de riesgos del trabajo.

2.4.1.5.2 Sistema de gestión

Las empresas deberán implementar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, como medio de cumplimiento obligatorio de las normas legales o reglamentos, considerando los elementos del sistema:

Art. 1.- Objetivo y responsabilidades.- El presente reglamento tiene como objetivo normar los procesos de auditoría técnica de cumplimiento de normas de prevención de riesgos del trabajo por parte de los empleadores y trabajadores sujetos al régimen del Seguro Social.

Los servidores del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social y empresas están obligados al cumplimiento de las normas establecidas en el presente Reglamento.

La gestión del sistema de auditorías de riesgos del trabajo a las empresas empleadoras, así como la formulación y evaluación del plan de auditorías de riesgos del trabajo es de responsabilidad de la dirección del Seguro General de Riesgo del trabajo y sus dependencias a nivel nacional.

La ejecución de las auditorías de riesgos del trabajo a las empresas en cada jurisdicción es de responsabilidad de las unidades provinciales de Riesgo del Trabajo.

1. Gestión Administrativa.

- 1.1. Organización;
- 1.2. Planificación;
- 1.3. Integración – Implementación;
- 1.4. Verificación/Auditoría interna del cumplimiento de estándares e índices de eficacia el plan de gestión;
- 1.5. Control de las desviaciones del plan de gestión;
- 1.6. Mejoramiento continuo;
- 1.7. Información estadística;

2. Gestión Técnica:

- 2.1 Identificación.
- 2.2 Medición.
- 2.3 Evaluación.
- 2.4 Control operativo integral.
- 2.5 Vigilancia Ambiental y de la Salud.

3. Gestión del Talento Humano.

- 3.1 Selección de los trabajadores;
- 3.2 Información interna y externa;
- 3.3 Comunicación interna y externa;
- 3.4 Capacitación;
- 3.5 Adiestramiento,
- 3.6 Incentivo, estímulo y motivación de los trabajadores.

4. Procedimiento y programas operativos básicos:

- 4.1 Investigación de acciones de trabajo y enfermedades profesionales;
- 4.2 Vigilancia de la salud de los trabajadores (vigilancia epidemiológica);
- 4.3 Planes de emergencia;
- 4.4 Plan de contingencia;
- 4.5 Auditorías internas;
- 4.6 Inspecciones de seguridad y salud;

- 4.7 Equipos de protección individual y ropa de trabajo;
- 4.8 Mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.

2.4.1.5.3 Clasificación de las no conformidades:

Una no conformidad es el incumplimiento parcial o total de un elemento o grupo de elementos auditados, una norma o estándar establecido en materia de seguridad y salud en el trabajo, aplicable y exigible a la empresa u organización.

Las no conformidades se clasifican en:

a. No conformidad mayor “A”:

Esta relación con el déficit de gestión, que afectan de manera sistemática y/o estructural el sistema de gestión de Seguridad y Salud en el trabajo SST de la empresa u organización.

a.1. Diagnostico incompleto (no ha integrado-implantado todos los subelementos de la planificación del sistema de gestión de SST)

a.2. Planificación incompleta (no ha integrado-implantado todos los subelementos de la planificación del sistema de gestión de SST) o ausencia de planificación;

a.3. Organización preventiva incompleta (no ha integrado-implantado todos los subelementos de la organización de la planificación del sistema de gestión de SST) o inexistente, no define o son incompletas las responsabilidades integradas de todos los niveles de la empresa u organización y/o de las responsabilidades de especialización de los gestores del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo;

a.4. No existe o es incompletas la integración-implantación (no ha integrado-implantado todos los subelementos de la integración-implantación de la planificación del sistema de gestión de SST) del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo de la empresa u organización;

a.5. No existe, no ha integrado-implantado todos los subelementos de la verificación-control de la planificación del sistema de gestión de SST o es incompleta la verificación-control interno del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo de la empresa u organización, y,

a.6. Otros tales como: despedir al trabajador que se encuentra en periodos de trámite, observación, investigación, subsidio por parte del Seguro General de Riesgos del Trabajo.

En caso de que la empresa u organización presenta una o más No conformidades mayores “A”, se procederá con:

El cierre de las No conformidades mayores “A” (a1, a2, a3, a4, a5 y a6) establecidas en la auditoria de riesgos del trabajo no se ha ejecutado en los seis (6) meses posteriores a la misma, se incrementa la prima de recargo del Seguro de Riesgo del Trabajo en el uno por ciento (1%); tendrá una duración de veinticuatro (24) meses prorrogables por periodos iguales hasta que se de cumplimiento a la normativa legal aplicable.

b. No conformidad menor “B”

Relacionada con el incumplimiento puntual de un elemento técnico operativo auditable, sin que afecte de manera sistemática y/o estructural el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de la empresa u organización.

b.1. Incumplimiento puntuales de la gestión administrativa;

b.2. Incumplimiento puntuales de la gestión técnica,

b.3. Incumplimiento puntuales de la gestión de talento humano, y,

b.4. Incumplimiento puntuales relacionados con los procedimientos, programas operativos básicos y la documentación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de la empresa u organización.

En caso de que la empresa u organización presente una o más NO conformidades menores “B” se procederá con.

El cierre de las No conformidades menores a “B” (b1, b2, b3, y b4) establecidas en la auditoria de riesgo del trabajo que no se an ejecutado en los seis (6) meses posteriores, se incrementara los riesgos del trabajo en el cero cinco por ciento (0.5%) por doce (12) meses prorrogables por periodos iguales, hasta que se de cumplimiento a la normativa legal y reglamentaria.

c. Observación "C";

Está relacionada con la inobservancia de las prácticas y condiciones estándares que no supone incumplimiento de la norma técnica legal aplicable.

2.4.1.5.4 Índice de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

- Igual o superior al 80% la gestión de la seguridad y salud en el trabajo de la empresa/organización será considerado como satisfactoria.
- Inferior al 80% la gestión de seguridad y salud en el trabajo de la empresa/organización será considerada como insatisfactoria y deberá ser reforzada.
- superior al ochenta por ciento (80%), la eficacia del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa/organización es considerada como satisfactoria, se aplicara un sistema de mejoramiento continuo.
- Inferior al ochenta por ciento (80%), la eficacia del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa/organización es considerada como insatisfactoria y deberá reformular su sistema (INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL, 2010).

2.4.1.6 Legislación en seguridad industrial (SART " gestión técnica")

2. Gestión Técnica:

La gestión técnica, considera a los grupos vulnerable: mujeres, trabajadores en edades extremas, trabajadores con discapacidades e hipersensibles y sobreexpuestos, entre otros.

2.1 Identificación.

- a. Se han identificado las categorías de factores de riesgo ocupacional de todos los puestos, utilizando procedimientos reconocidos en el ámbito nacional, o internacional en ausencia de los primeros;
- b. Se tiene diagrama(s) de flujo del(os) proceso(s);
- c. 2Se tiene registros de materias primas, productoras intermedios y terminados,
- d. Se dispone de los registros médicos de los trabajadores expuestos a factores de riesgos ocupacional;

- e. Se tiene hojas técnicas de seguridad de los productos químicos, y,
- f. Se registra el número de potenciales expuestas por puestos de trabajo.

2.2 Medición.

- a. Se han realizado mediciones de los factores de riesgo ocupacional a todos los puestos de trabajo con métodos de medición (cuali-cuantitativa según corresponda), utilizando procedimientos reconocidos en el ámbito nacional o internacional a falta de los primeros;
- b. La medición tiene una estrategia de muestreo definida técnicamente.
- c. Los equipos de medición utilizados tienen certificados de calibración vigentes.

2.3 Evaluación.

- a. Se ha comparado la medición ambiental y/o biológica de los factores de riesgo ocupacional, con estándares ambientales y/o biológicos contenidos en la Ley, Convenios Internacionales y más normas aplicables
- b. Se han realizado evaluaciones de factores de riesgo ocupacional por puesto de trabajo.
- c. Se han estratificado los puestos de trabajo por grado de exposición.

2.4 Control operativo integral.

- a. Se han realizado controles de los factores de riesgo ocupacional aplicables a los puestos de trabajo, con exposición que supere el nivel de acción;
- b. Los controles se han establecido en este orden:
 - b 1. Etapa de planeación y/o diseño
 - b 2. En la fuente
 - b 3. En el medio de transmisión del factor de riesgo ocupacional
 - b 4. En el receptor
- c. Los controles tienen factibilidad técnico legal.
- d. Se incluyen en el programa de control operativo las correcciones a nivel de conducta del trabajador
- e. Se incluyen en el programa de control operativo las correcciones a nivel de la gestión administrativa de la organización.
- f. El control operativo integral, fue realizado por un profesional especializado en ramas afines a la Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, debidamente calificado.

2.5 Vigilancia Ambiental y de la Salud.

- a. Existe un programa de vigilancia ambiental para los factores de riesgo ocupacional que superen el nivel de acción
- b. Existe un programa de vigilancia de la salud para los factores de riesgo ocupacional que superen el nivel de acción.
- c. Se registran y mantienen por veinte (20) años desde la terminación de la relación laboral los resultados de las vigilancias (ambientales y biológicas) para definir la relación histórica causa-efecto y para informar a la autoridad competente
- d. La vigilancia ambiental y de la salud fue realizada por un profesional especializado en ramas afines a la Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, debidamente calificado (INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL, 2010).

2.5 Hipótesis

La evaluación de la calidad de aire en la empresa la Fortaleza Cia. Ltda permitirá determinar el cumplimiento legal en seguridad industrial.

2.6 Señalamiento de variables

Variable Independiente: Calidad de aire.

Variable Dependiente: Legislación en seguridad industrial.

Término de Relación: Permitirá.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

La presente investigación predominantemente privilegia las técnicas Cuanti-cualitativa, buscará las causas y la explicación de los hechos y tratará de controlar los contaminantes químicos para mejorar la calidad del aire en el área de producción.

3.2 Modalidad básica de la investigación

3.2.1 Bibliográfica

Es necesaria para la recopilación de información de distintas fuentes de libros, revistas, páginas web para la ampliación, comparación y verificación de la investigación del estudio de la calidad de aire por contaminantes químicos.

3.2.2 Campo

Se empleara debido a que la investigación tiene contacto directo con la realidad y se realizarán en la empresa La Fortaleza Cia. Ltda., se encuentra ubicado en la Provincia de Tungurahua, cantón Ambato, sector del Parque Industrial, calle 4, bodega 38A.

3.2.3 Experimental

Se requiere de esta investigación, porque permite la manipulación de variables independientes y dependientes, para relacionarlas entre variables y precisar la relación causa-efecto.

3.3 Nivel o tipo de investigación

3.3.1 Exploratoria

El nivel seleccionado para la investigación es de tipo exploratorio, ya que nos permite reconocer variables de interés investigativo, ya que con esto nos permitió evaluar la calidad del aire.

3.3.2 Descriptiva

Ya que describió el problema mediante la observación de los diferentes procesos aplicadas a las muestras.

3.3.3 Explicativa

Porque comprueba experimentalmente la hipótesis describiendo las causas y factores de ciertos comportamientos de manera clara y precisa.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población o universo en la presente investigación es de 27 trabajadores.

3.4.2 Muestra

Se determina el número de trabajadores dentro del concepto de Grupo de Exposición Homogéneo, según INSHT RIESGO QUÍMICO, que dice: “El muestreo [7.2, punto 5.2.1] debe realizarse, al menos, a un trabajador del Grupo de 10.” (Pg. 80). Por lo que se escogió a por lo menos 1 de 10.

3.5 Operacionalización de variable

3.5.1 Variable independiente: calidad de aire

Tabla 3.1: Variable independiente – Calidad de aire

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTO
Calidad de aire: “Se entiende por calidad del aire la adecuación a niveles de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que la produzcan, que garanticen que las materias o formas de energía, incluidos los posibles ruidos, presentes en el aire no impliquen molestia grave, riesgo o daño inmediato o diferido, para las personas ”	Concentración de químicos	Partes por millón de concentración de químicos	Será el nivel de concentración de químicos alto.	Equipos de medición de fotoionización. Hoja de registro.
	Concentración de olores.	Partes por millón de olores	Será el nivel de olores alto	Equipos de medición de fotoionización Hoja de registro
	Ruido	Nivel de ruido	Se presencia niveles de ruido alto	Observación

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

3.5.2 Variable dependiente:

Tabla 3.2: Variable dependiente – Legislación en seguridad industrial

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTO
Legislación en seguridad industrial: Es un medio de verificación del cumplimiento de la norma técnica y legal en materia de seguridad y salud en el trabajo por parte de las empresas u organizaciones, empleadores que provean ambientes saludables y seguros a los trabajadores.	Límite permisible de contaminantes según Gestión Técnica del SART	<p>Cumple con el ITEM: 2.1 Identificación de la Gestión Técnica del SART.</p> <p>Cumple con el ITEM: 2.2 Medición de la Gestión Técnica del SART.</p> <p>Cumple con el ITEM: 2.3 Evaluación de la Gestión Técnica del SART.</p>	<p>Cumplirá la empresa con el ITEM 2.1 de la Gestión Técnica del SART</p> <p>Cumplirá la empresa con el ITEM 2.2 de la Gestión Técnica del SART</p> <p>Cumplirá la empresa con el ITEM 2.3 de la Gestión Técnica del SART</p>	<p>Hoja de verificación del SART de la Gestión Técnica ITEM 2.1</p> <p>Hoja de verificación del SART de la Gestión Técnica ITEM 2.2</p> <p>Hoja de verificación del SART de la Gestión Técnica ITEM 2.3</p>

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

3.6 Recolección de información

La investigación a realizar será mediante las siguientes técnicas:

Observación:

Directa.- Tendremos contacto personal en cualquier momento con el objeto de estudio.

Indirecta.- Tendremos que realizar técnicas para la recolección de la información tales como la observación y analizar la información que sirve como guía en la investigación, recolección de información de libros e Internet, análisis y pruebas

Instrumentos para el Registro de Datos

Cuaderno de Notas.- Para lo cual se toma notas de todo lo que se considera necesario en un cuaderno, para describir los hechos de significación especial, que ayuda a registrar incidentes hasta tener una base informativa suficiente

3.7 Procesamiento y análisis de información

3.7.1 Procesamiento de la información

El procesamiento de la información requiere una secuencia de datos para que se transformen siguiendo ciertos procedimientos:

- Revisión crítica de la información adquirida.
- La presentación de resultados mediante estudio de estadístico de datos.
- Los objetivos y la hipótesis analizar e interpretar con los resultados relacionados.

3.7.2 Análisis de la información

El análisis de la información de tablas y gráficos se enmarca en las siguientes premisas:

- Con la información recolectada se procederá a elaborar tablas para una mejor interpretación de resultados.
- Comprobación de la hipótesis.
- Establecer conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Análisis de la matriz de SART (Gestión técnica)

Se analiza el numeral 2 (Gestión Técnica) del SART ya que se necesita identificar, medir y evaluar los compuestos químicos producidos en la el área de producción de suelas de poliuretano, en la empresa la Fortaleza Cía. Ltda.

Tabla 4.1: Matriz de SART (gestión técnica)

CUMPLIMIENTO		22,2	N° N.C	A	B	C
2	GESTION TECNICA		Cumple o no	8	0	0
2.1	Identificación	66,66	SI No	INCONF		
a	Se han identificado las categorías de factores de riesgo ocupacional de todos los puestos, utilizando procedimientos internacional en ausencia de los primeros; reconocidos en el ámbito nacional o					
b	Tiene diagrama(s) de flujo del(os) proceso(s).					
c	Se tiene registro de materias primas, productos intermedios y terminados.					
d	Se dispone de los registros médicos de los trabajadores expuestos a factores de riesgo ocupacional;					
e	Se tiene hojas técnicas de seguridad de los productos químicos.					
f	Se registra el número de potenciales expuestos por puesto de trabajo					
2.2	Medición	0				
a	Se han realizado mediciones de los factores de riesgo ocupacional a todos los puestos de trabajo con métodos de medición (cuali-cuantitativa según corresponda),utilizando procedimientos reconocidos en el ámbito nacional o internacional a falta de los primeros;					
b	La medición tiene una estrategia de muestreo definida técnicamente.					
c	Los equipos de medición utilizados tienen certificados de calibración vigentes.					
2.3	Evaluación	0				
a	Se ha comparado la medición ambiental o biológica de los factores de riesgo ocupacional, con estándares ambientales o biológicos contenidos en la Ley, Convenios Internacionales y más normas aplicabl					
b	Se han realizado evaluaciones de factores de riesgo ocupacional por puesto de trabajo.					
c	Se han estratificado los puestos de trabajo por grado de exposición					

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

En el reglamento del SART en el numeral 2.1 Identificación, literal a, f ,2.2 Medición y 2.3 Evaluación, tenemos inconformidades de tipo A ya que no existe el sistema de gestión de seguridad y salud del trabajador.

4.1.2 Evaluación de riesgos químicos

Para realizar la evaluación de los compuestos orgánicos volátiles detectados como peligrosos en los puestos de trabajo determinados como críticos (Inyección de suelas de poliuretano, Lavado y pintado) utilizando un medidor de fotoionización y la Norma técnica específica, para evaluación UNE-EN 482, UNE-EN 689, para los equipos UNE-EN 60089-0 del 2009. Se determina evaluación por inhalación, según UNE-EN 689, que dice. “verifique que la exposición sea: por inhalación comparable con un valor límite VL de larga duración, y repetitiva”. (Sección 5.8) Por lo que los puestos a analizar cumplen con las características.

Se determinó el tiempo de duración de la muestra, según INSHT RIESGO QUIMICO, que dice: “A de periodo completo, con una muestra única” (Pag. 80). Por lo que se escogió un periodo de exposición completo por contaminantes.

4.1.2.1 Equipo de medición

Para el realizar las mediciones se utilizó el monitor de gases múltiples MX6 instrumento que se utiliza en la actualidad para la de supervisión de múltiples gases, manuales y acoplables. Este monitor contiene cinco sensores con compensación de temperatura para controlar hasta seis gases ambientales en todo el intervalo de temperatura del instrumento. Este monitor obtiene una bomba de succión. Cuenta con alarmas visuales STEL, TWA, monitor LCD de lectura directa, puerto de comunicaciones IR y software para descarga de distintas sesiones este tipo de monitor tiene un sensor PID que determina 116 compuestos orgánicos distintos.



Figura 4.1: Medidor de Compuestos orgánicos Volátiles IBRID MX 6
Fuente: Informe CEPOLFI

Precauciones:

El monitor de gases múltiples MX6 debe configurar para incluir un sensor catódico, modelo 4L-LEL, N/P 1710-5081.

En aplicaciones que requieran una certificación de MSHA, el sensor IR para detectar hasta el 100% de metano en aire debe calibrarse manualmente; la estación de carga DS2 no puede usarse para calibrar el sensor IR. El gas de calibración recomendado para la calibración del sensor de metano IR es de metano en volumen.

Antes de cada uso, se debe realizar una prueba funcional. Si el instrumento no pasa dicha prueba, recomienda una calibración completa.

Cargué la batería, cambie el filtro de la bomba, repare la unidad y use el puerto de comunicaciones solo en ubicaciones sin ningún peligro.

Las lecturas altas fuera de la escala pueden indicar concentraciones explosivas. Cualquier lectura que aumente rápidamente y después caiga o tenga una lectura errática pueda indicar una concentración de gas que supere el límite de la escala superior que puede resultar peligrosa.

4.1.2.2 Especificación del equipo

Tabla 4.2: Especificaciones del equipo

Ítem	Característica
Tipo de batería	Placa de sensor
SN del SENSOR	1002892
Número de serie	1306GCT-2KU
Tipo del SENSOR	Sensor PID
Gas de Calibración:	ISOBUTILENO 10 ppm
Fabricante	IndustrialScientific
Número de serie:	130935W-001
Tipo:	MX6 iBrid
Número de pieza:	MX6-0000R213
Número de trabajo:	130935
Técnico de instalación:	SGB
Intervalo de calibración:	90 Días
Intervalo de registro:	10 Segundos
Opción de retroiluminación:	Temporizado
Base de tiempo TWA:	8 Horas
Editar sitio en planta	Apagado
Alarma vibratoria permitida	Encendido
Vibración de buen funcionamiento permitida	Apagado
Alarma visual permitida	Encendido
Puede calibrar en campo	Encendido
Usuario activo indicado al encender	Apagado
Bip de confirmación activado	Apagado
Editar usuario en planta	Apagado
Visualización de fecha al encender	Encendido
Flash de buen funcionamiento permitido	Apagado
Pantalla reversible a 180 grados	Apagado
Editar factor de respuesta PID en planta	Encendido
Visualización de registro de datos en planta permitida	Encendido
Editar factor de correlación LIE en planta	Apagado
Puede poner a cero en campo	Encendido
Visualización del registro de eventos en planta permitida	Encendido
Sobre escritura de registro de datos activada	Encendido
Alarma audible permitida	Encendido
Nombre de la empresa mostrado en el arranque	Apagado
Modo Pantalla:	Modo gráfico

Fuente: Industrial Scientific

4.1.2.3 Procesamiento de medición

4.1.2.3.1 Procedimiento de identificación de los compuestos orgánicos volátiles.

Los compuestos orgánicos volátiles son monitoreados de acuerdo a las normas del equipo, considerando que el monitor de medición tiene un sensor de fotoionización mismo que identifica y arroja los niveles de concentración para luego comprobar los parámetros.

Pasos a seguir para la identificación los compuestos químicos peligrosos:

- Calibrar el MX 6 con Isobutano 10 ppm.
- Encender el monitor y bomba, presionar el botón de On/Off.
- Comprobar el estado de la bomba bloqueando la succión.
- Determinar el factor de respuesta.
- Configurar el intervalo de medición.
- Determinar el tipo de sensor.
- Encerar el sensor.
- Crear un evento nuevo.
- Escoger pantalla.
- Empezar la identificación de los compuestos orgánicos volátiles por 15 minutos (TLV STEL) en la áreas de inyección, pintura y lavado. (ANEXO 1)

Tabla 4.3: Identificación de los compuestos orgánicos detectados como peligrosos

Compuesto	Inyectado	Lavado	Pintado
THF Tetra hidro Furano,	✓	-	-
Óxido de etileno	✓	-	-
Oxido de propileno	✓	-	-
Tolueno	✓	-	✓
Xileno	✓	-	✓
Per cloro Etilico	-	✓	-

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

4.1.2.4 Datos de muestreo

Tabla 4.4: Datos de muestreo

DATOS DE MUESTREO ÁREA	Contaminante	Norma muestreo	Norma del Equipo	Tiempo medición (min)	Técnica
Inyección de Suelas	THF Tetra hidro Furano, Óxido de etileno Oxido de propileno Tolueno Xileno	UNE-EN 482 (requisitos) UNE-EN 689 (evaluación)	EN 60079-0: 2009 EN 60079-1: 2007 EN 60079-11: 2007 EN 60079-26: 2007 EN 50303: 2000 EN 50271: 2001 EN 60079-29-1: 2007 EN 50104/A1: 2004 IEC 60079-0: 2007 IEC 60079-1: 26:2006 IEC	Lo que dura tarea	SENSOR DE FOTO IONIZACIÓN (PID)
Lavado	Per cloro Etileno			Lo que dura tarea	
Pintura	Tolueno Xileno			Lo que dura tarea	
MUESTREO			MEDICIONES		
LUGAR	POR PUESTO		Replicas	3	
CONDICIONES	CRÍTICAS DE MAYOR CARGA DE TRABAJO		Descarga Datos	Software Industrial Cientific Accessory V. 8.5.1.2.	
CALCULOS	Parámetros ACGIH (TLV'S)		AMBIENTE	Interno	
NÚMERO DE MUESTRAS	Toda la tarea cada 10 seg.		REPETICIÓN TAREA	No, condiciones reales.	

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

4.1.2.4.2 Procedimiento de evaluación de los compuestos orgánicos volátiles

Después de haber identificado los compuestos orgánicos volátiles procedemos a evaluar. La jornada laboral del personal que directamente trabaja en las áreas de inyección de suelas, lavado y pintado es en jornadas de 8 horas laborables.

Los valores de TLV-TWA de los compuestos orgánicos volátiles se selecciona de la tabla 2.2 para los cálculos a realizar.



Pasos a seguir para evaluar los compuestos orgánicos volátiles detectados como peligrosos:

- Calibrar el MX 6 con Isobutano 10 ppm.
- Encender el monitor y bomba, presionar el botón de On/Off.
- Comprobar el estado de la bomba bloqueando la succión.
- Determinar el factor de respuesta.
- Configurar el intervalo de medición.
- Determinar el tipo de sensor.
- Encender el sensor.
- Crear un evento nuevo.
- Escoger pantalla.
- Empezar la medición de los compuestos orgánicos volátiles en las áreas de inyección (Tetra Hidro Furano, Óxido de etileno, Oxido de Propileno, Tolueno, Xileno), pintura (Per Cloro Etileno), y lavado (Tolueno, Xileno). (ANEXO 1)

4.1.2.5 Medición de los compuestos orgánicos volátiles

4.1.2.5.1 Resultado evaluación de tetra hidro furano en inyector de suelas de poliuretano



Tabla 4.5: Dosis de tetra hidro furano

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 			
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE THF (TETRA HIDRO FURANO)			
TAREA: INYECCIÓN Y DESMOLDE			
Tiempo de exposición: 300 segundos (5 min)			
Número de exposiciones en la jornada: 96			
Tiempo de la medición: toda la tarea.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN			
Nº	Ci (ppm)	Ci (ppm)	Ci (ppm)
1	3,2	3,7	1,8
2	3,3	5,1	1,2
3	3,6	5,2	0,7
4	3,7	4	0,7
5	3,5	3,2	0,7
6	3,9	2,4	0,4
7	4,4	2,2	0
8	4,4	1,9	0
9	4,7	1,9	0,1
10	5,1	3,2	0,6
11	4,9	2,8	0,5
12	4,5	2,3	0,5
13	4,2	1,9	0,5
14	3,8	1,8	0
15	3,4	1,9	0,4
16	3,2	2,7	0,5
17	3,5	5,1	0,6
18	4,4	7,9	0,3
19	11,6	10,5	0,1
20	13,2	10,9	0,3
21	9,4	9,2	0,3
22	5,8	5,9	0,2
23	6	4,4	0,3
24	5,4	3,7	0,3
25	4,9	4,4	0,3
26	5,1	4,8	0,4
27	4	5,1	0,6
28	4,3	5,2	0,5
29	4,1	5,4	0,5
30	3,6	4,6	0,5
CÁLCULOS (TLV TWA=200 ppm)			
Ci (ppm)		3,29	
C8 (ppm)		3,29	
D		0,016	

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

4.1.2.5.2 Resultado evaluación de óxido de etileno en inyección de suelas de poliuretano.



Tabla 4.6: Dosis de óxido de etileno

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 			
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE OXIDO DE ETILENO			
TAREA: INYECCIÓN Y DESMOLDE			
Tiempo de exposición: 300 segundos (5 min)			
Número de exposiciones en la jornada: 96			
Tiempo de la medición: toda la tarea.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN			
Nº	Ci (ppm)	Ci (ppm)	Ci (ppm)
1	1,4	10,5	1,7
2	3,1	8,1	1,7
3	4	6,5	1,8
4	4,3	5,8	1,7
5	4,2	4,4	1,7
6	3,1	3,9	1,4
7	2,4	2,9	1,4
8	1,9	3,3	1,7
9	1,8	4,4	1,5
10	2,6	5	1,6
11	3,9	4,7	1,6
12	7,4	4,3	1,5
13	8	4	1,4
14	6,8	2,9	1,4
15	5,2	2,6	1,3
16	4	2,8	1,3
17	5,2	3,3	1,2
18	5,8	3,5	1,2
19	4,5	3,5	1,7
20	6,6	3,9	2,5
21	10,9	4,2	2,3
22	12,9	4,2	1,6
23	9,5	4	1,4
24	6,9	3,5	1,3
25	5,8	3,2	1,2
26	5,2	3,1	1,3
27	4,8	2,9	1,3
28	4,2	2,8	1,4
29	4	2,7	1,2
30	3,3	2,8	1,3
CÁLCULOS (TLV TWA=50 ppm)			
Ci (ppm)		3,6	
C8 (ppm)		3,6	
D		0,075	

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

4.1.2.5.3 Resultado de evaluación de óxido de propileno en la inyección de suelas de poliuretano.



Tabla 4.7: Dosis de óxido de Propileno

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 			
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE OXIDO DE PROPILENO			
TAREA: INYECCIÓN Y DESMOLDE			
Tiempo de exposición: 300 segundos (5 min)			
Número de exposiciones en la jornada: 18			
Tiempo de la medición: toda la tarea.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN			
Nº	Ci (ppm)	Ci (ppm)	Ci (ppm)
1	19,1	6,6	15,6
2	21,6	13	16,8
3	20,7	16,4	15,7
4	21,2	18,1	16,1
5	22,9	17,8	16,7
6	23,8	18,4	16,9
7	23,8	19,6	16,6
8	22,4	21,4	16
9	21,3	23,4	16,3
10	21,6	23,9	14,9
11	23,6	22,6	14,6
12	34,4	21,9	15,3
13	39,8	20,6	13,8
14	43,2	19,1	10,3
15	54,3	18,1	8,8
16	57,8	16,8	8,2
17	55,9	16,5	7,7
18	59,8	15,8	7,9
19	49	15,5	7,9
20	44,1	16,8	7,3
21	42,6	22,1	6,9
22	48,5	20,4	10,8
23	72,9	17	11,8
24	66,6	15,2	10,8
25	44,1	15,7	10,4
26	40,3	16,6	10,2
27	43,9	15,2	9,8
28	54,5	16,3	9,7
29	55,5	17,3	9,7
30	47,3	17,6	11,5
CÁLCULOS (TLV TWA=2 ppm)			
Ci (ppm)		23,3	
C8 (ppm)		4,37	
D		2,18	

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

4.1.2.5.4 Resultado evaluación de tolueno en la inyección de suelas de poliuretano



Tabla 4.8: Dosis de Tolueno

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 			
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE TOLUENO			
TAREA: INYECCIÓN Y DESMOLDE			
Tiempo de exposición: 300 segundos (5 min)			
Número de exposiciones en la jornada: 100			
Tiempo de la medición: toda la tarea.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN			
Nº	Ci (ppm)	Ci (ppm)	Ci (ppm)
1	1,9	3	3
2	2,1	2,5	3,9
3	2	2,8	4
4	1,7	2,9	4,2
5	1,5	1,1	3,1
6	1,4	1	3,2
7	1,1	1,5	3
8	3,5	3	3,6
9	3,4	3,5	3
10	2,2	3,9	3,7
11	1,1	4	3,7
12	3	2,9	4,4
13	4,2	2,5	4,5
14	2,6	2,6	3,8
15	3,2	3	3,4
16	2,9	3,1	3,4
17	2,6	3,8	3,5
18	3	2	3,9
19	2,8	2,5	4,3
20	3,5	4	4,1
21	2,9	4	3,8
22	2,5	3,7	3,7
23	2	3,5	3,6
24	1,9	3,8	3
25	2,9	3,7	2,3
26	2,8	2	1,8
27	2,6	3,9	1,6
28	2	2,1	7
29	3,15	2,5	6
30	3,9	2,7	4,6
CÁLCULOS (TLV TWA=50 ppm)			
Ci (ppm)		3,06	
C8 (ppm)		3,06	
D		0,061	

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

4.1.2.5.5 Resultado de evaluación de xileno en la inyección de suelas de poliuretano



Tabla 4.9: Dosis de Xileno

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 			
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE XILENO			
TAREA: INYECCIÓN Y DESMOLDE			
Tiempo de exposición: 300 segundos (5 min)			
Número de exposiciones en la jornada: 96			
Tiempo de la medición: toda la tarea.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN			
Nº	Ci (ppm)	Ci (ppm)	Ci (ppm)
1	2,1	4,1	1,7
2	2	3,4	1,7
3	1,9	3,2	1,6
4	1,8	2,9	1,5
5	1,7	2,6	1,4
6	1,6	2,4	1,6
7	1,6	2,3	1,4
8	1,5	2,4	1,1
9	1,5	2,3	1,1
10	1,7	2,8	1
11	2,4	2,7	1
12	2,1	2,2	1,2
13	2,8	2	1,8
14	2,7	1,9	2,1
15	2	1,9	2,2
16	1,6	2	2
17	1,6	2,1	1,9
18	1,7	2,1	2,3
19	1,5	2,2	2,8
20	1,3	2,3	2,7
21	1,3	2,2	3,5
22	1,3	2,1	4,4
23	1,2	2	5,7
24	1,4	2	5,8
25	2,6	2,1	5,1
26	2,4	2,2	5,5
27	1,8	2,7	5,8
28	2,2	3,9	6,3
29	3,3	3,3	7,7
30	2,1	2,7	8,7
CÁLCULOS (TLV TWA=100 ppm)			
Ci (ppm)		2,49	
C8 (ppm)		2,49	
D		0,025	

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

4.1.2.5.6 Resultado evaluación de per cloro etileno en el lavado de suelas de poliuretano

Tabla 4.10: Dosis de Per cloro Etileno

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 			
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE PERCLORO ETILENO			
TAREA: LAVADO			
Tiempo de exposición: 220 segundos (3,66 min)			
Número de exposiciones en la jornada: 80			
Tiempo de la medición: toda la tarea.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN			
Nº	Ci (ppm)	Ci (ppm)	Ci (ppm)
1	21	66,5	48,9
2	42,1	62,1	74,4
3	41,8	68,8	75,6
4	68,1	71,6	70,4
5	80,2	73,6	68,5
6	75,5	76,6	95,8
7	66,2	85,7	116,9
8	66,4	82,3	123,7
9	63,2	89,7	121
10	57,5	91,1	79
11	55,1	82,9	51,4
12	58,4	76,9	58,8
13	60,9	68,7	73,1
14	61	60,2	78
15	61,2	55,1	74,8
16	65,3	53,7	65,6
17	76	52,8	59
18	85,3	66,3	56,9
19	102,5	78,4	91,7
20	124	80,5	113,1
21	83,6	96,1	110,6
22	43,4	94,8	107,4
CÁLCULOS (TLV TWA=50 ppm)			
Ci (ppm)		74,36	
C8 (ppm)		45,36	
D		0,91	

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

4.1.2.5.7 Resultado evaluación de tolueno en la pintura de suelas de poliuretano



Tabla 4.11: Dosis de Tolueno

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 			
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE TOLUENO			
TAREA: LAVADO			
Tiempo de exposición: 250 segundos (4,16min)			
Número de exposiciones en la jornada: 115			
Tiempo de la medición: toda la tarea.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN			
Nº	Ci (ppm)	Ci (ppm)	Ci (ppm)
1	20,3	10,7	18,3
2	22	9,8	15,8
3	24,2	8,8	13,2
4	22,5	8	13,4
5	18,6	8,1	12,9
6	17,9	9	12,6
7	16,7	10,9	14
8	16,1	14,4	15,2
9	14,3	13,7	14
10	13	12,4	13,6
11	15,7	14,3	13,9
12	14,4	15,6	14,2
13	13,9	14,4	13,8
14	14,1	13,6	13,1
15	17,9	13,8	13,6
16	23,5	15,2	15,3
17	20,6	13,7	15,5
18	16,7	12,4	16,6
19	14	11,4	16,2
20	16,1	12,1	13,3
21	14,5	14,1	12,4
22	12,4	13,8	15,4
23	11,9	12,7	16,6
24	12,1	10,8	18,5
25	13	10,2	15,8
CÁLCULOS (TLV TWA=50 ppm)			
Ci (ppm)		14,5	
C8 (ppm)		14,45	
D		0,29	

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

4.1.2.5.8 Resultado evaluación de xileno en la pintura de suelas de poliuretano

Tabla 4.12: Dosis de Xileno

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 			
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE XILENO			
TAREA: INYECCIÓN Y DESMOLDE			
Tiempo de exposición: 300 segundos (5 min)			
Número de exposiciones en la jornada: 96			
Tiempo de la medición: toda la tarea.			
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN			
Nº	Ci (ppm)	Ci (ppm)	Ci (ppm)
1	5,5	10,4	8
2	6	13,2	9,6
3	7,9	22,6	15,3
4	9	15,9	12,5
5	6,9	11	9
6	5,5	10	7,8
7	5,1	9,7	7,4
8	4,8	12,9	8,9
9	8,1	9,6	8,9
10	7,2	8	7,6
11	6	8	7
12	5,5	10,3	7,9
13	5,1	12,4	8,8
14	5,1	9,8	7,5
15	5,5	9,7	7,6
16	5,8	11,4	8,6
17	6,2	12	9,1
18	5,3	12,4	8,9
19	5,3	11,5	8,4
20	5,8	11	8,4
21	8,5	13,1	10,8
22	10,3	12,3	11,3
23	9,9	12,3	11,1
24	9,1	11,6	10,4
25	7,6	10,1	8,9
26	9,5	8,3	8,9
27	12	7,3	9,7
28	10,3	8,8	9,6
29	8,9	10	9,5
30	8,6	7,6	8,1
CÁLCULOS (TLV TWA=100 ppm)			
Ci (ppm)		9,17	
C8 (ppm)		9,17	
D		0,092	

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

4.1.2.5.9 Resultados globales de los compuestos orgánicos volátiles.

Tabla 4.13: Resultados globales de los compuestos orgánicos volátiles

Puesto	Dosis THF	Dosis Óxido de Etileno	Dosis Oxido de propileno	Dosis de tolueno	Dosis de Xileno	Dosis Per cloro etileno	Dosis Tolueno	Xileno	Dosis Total
INYECCION DE SUELAS	0,016	0,075	2,18	0,061	0,025	0	0	0	2,35
LAVADO	0	0	0		0	0,91	0	0	0,91
PINTURA	0	0	0		0	0	0,29	0,092	0,38

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

De la tabla 4.13 se observa que en el área de inyección de suelas de poliuretano tiene una dosis de 2,35 la cual sobrepasa el nivel de dosis recomendado, en las áreas de lavado y pintura está bajo el nivel recomendado.

4.1.3 Concentración de olores

Tabla 4.14: Concentración de olores.

	Área	Nombre y Formula	C8 =U.O (ppm)	U.O(ppm)(Tabla 2)	Síntoma
1	Inyección de suelas	Tetra Hidro Furano	3,29	2	Siente el olor
2		Óxido de Etileno	3,6	430	No siente el olor
3		Oxido de Propileno	23,3	33,1	No siente el olor
4		Tolueno	1,58	2,9	No siente el olor
5		Xileno	2,49	1,1	Siente el olor
6	Lavado	Per Cloro Etílico	74,36	6,17	Siente el olor
7	Pintura	Tolueno	14,5	2,9	Siente el olor
8		Xileno	9,17	1,1	Siente el olor

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

La concentración de olores se determina con el valor umbral olfativo = C8 calculado y se compara con el valor umbral olfativo de la tabla 2.2, si sobrepasa el valor calculado con el valor de la tabla los trabajadores perciben el olor.

4.2 Interpretación de resultados

4.2.1 Resultados de la evaluación de la matriz SART numeral 2. Gestión técnica

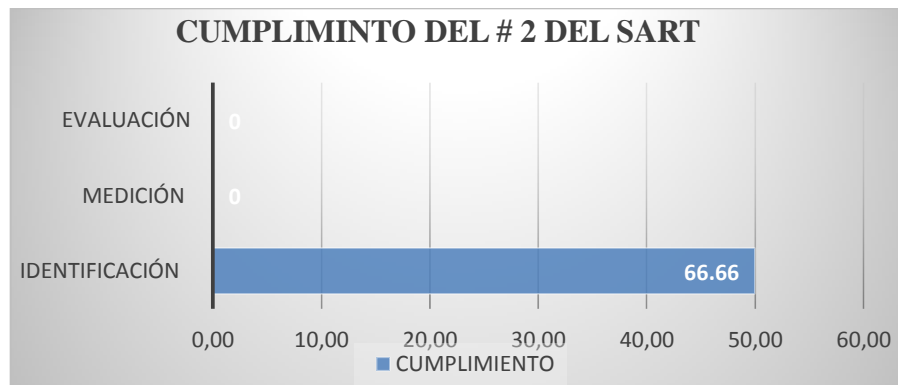


Figura 4.2: Porcentaje del cumplimiento del SART (gestión técnica)
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (autor)

De la matriz del SART del numeral 2 Gestión Técnica tienen un cumplimiento del 22.22 % (tabla 4.1) ya que la Empresa la Fortaleza Cía. Ltda., no ha realizado auditoria táctica de cumplimiento de normas de prevención de riesgo del trabajador.

En la figura 8 podemos observar q no se ha realizado evaluaciones ni mediciones de los compuestos orgánicos volátiles.

4.2.2 Resultado de la evaluación de compuestos orgánicos volátiles

4.2.2.1 Resultado de la evaluación en el área de inyección de suelas de poliuretano.

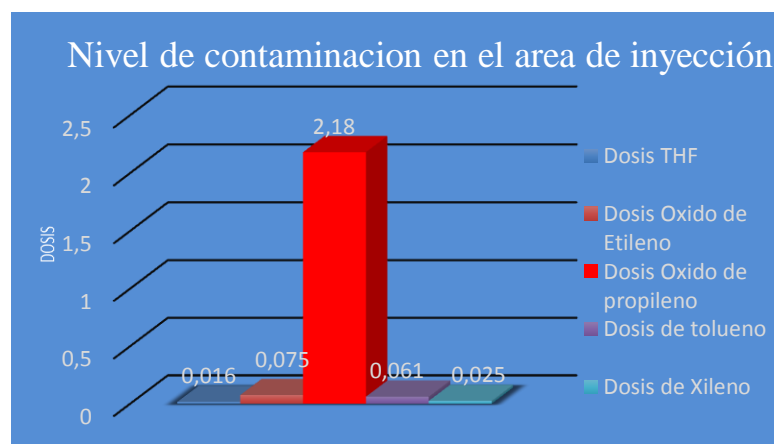


Figura 4.3: Resultados de la evaluación en el área de inyección.
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (autor)

Según la tabla 4.13 la dosis total de contaminación en el área de inyección de suelas de poliuretano es de 2.35 el cual sobrepasa los límites establecidos.

A partir de los datos obtenidos de la figura 4.3 en el área de inyección de suelas de poliuretano, se observa que el valor de la dosis de Oxido de propileno es de 2.18, el cual está sobre límite de la $D > 2$, este tiene un riesgo crítico nivel de control.

Los valores de dosis de Tetra Hidro Furano, Óxido de Etileno, Tolueno y Xileno, están bajo la $D < 0.5$ el cual tienen un riesgo bajo de contaminar.

En el área de inyección de suelas de poliuretano sobrepasa los límites establecidos ya que no existe ningún sistema para atenuar el compuesto orgánico volátil.

4.2.2.2 RESULTADO DE LA EVALUACIÓN EN EL ÁREA DE LAVADO DE SUELAS DE POLIURETANO.

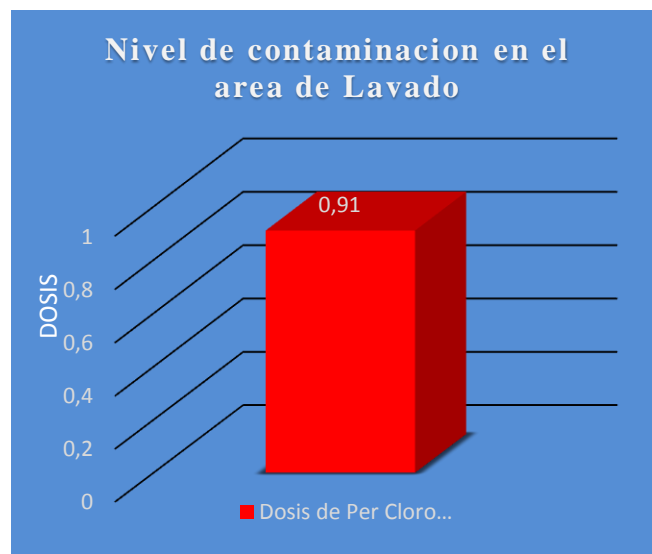


Figura 4.4: Resultados de la evaluación en el área de Lavado
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (autor)

De los datos obtenidos de la figura 4.4, en el área de lavado de suelas de poliuretano se observa el valor de la dosis de Per Cloro Etílico es de 0,91 el cual determina valores de la dosis menor a uno pero quedando al límite de los valores exigidos.

En el área de lavado no existe un nivel alto de contaminación ya que cuenta con un sistema de extracción localizada.

4.2.2.3 Resultado de la evaluación en el área de pintura de suelas de poliuretano.

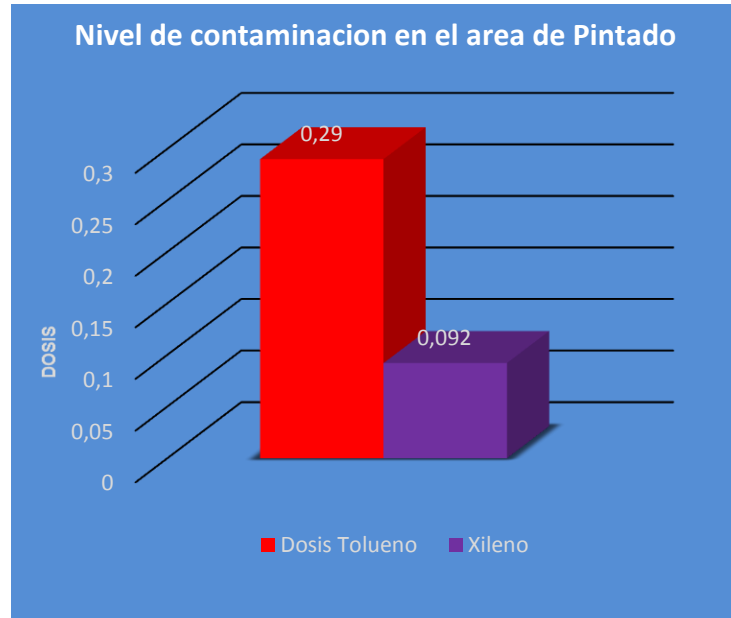


Figura 4.5: Resultado de la evaluación en el área de Pintura
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (autor)

De los datos obtenidos de la figura 4.5, en el área de Pintura de suelas de poliuretano se observa los valores de la dosis de Tolueno y Xileno, están bajo los límites de dosis $D < 0.5$, estos compuestos orgánicos volátiles tienen un nivel bajo de contaminación ya que cuenta con la cámara de extracción localizada y con el sistema de captación de columna de agua, para atenuar los compuestos orgánicos volátiles.

4.2.3 RESULTADO DE LA CONCENTRACIÓN DE OLORES

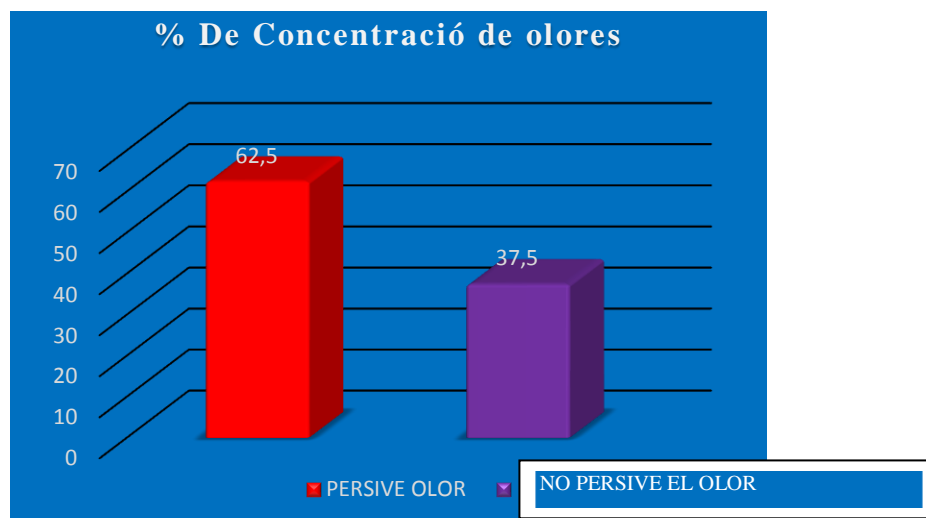


Figura 4.6: Nivel de concentración de olores.

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (autor)

De la figura 4.6 podemos observar que el 62.5% de los olores será apercibida por los trabajadores y el 37.5% de los olores no será percibida.

4.2.4 Cumplimiento del SART con el estudio realizado.

Tabla 4.15: Cumplimiento del SAR numeral 2 con el estudio realizado

CUMPLIMIENTO		94,4	N° N.C		A	B	C
2	GESTION TECNICA		Cumple o no		1		
2.1	Identificación	100	SI	NA	INCON F		
a	Se han identificado las categorías de factores de riesgo ocupacional de todos los puestos, utilizando procedimientos internacional en ausencia de los primeros; reconocidos en el ámbito nacional o						
b	Tiene diagrama(s) de flujo del(os) proceso(s).						
c	Se tiene registro de materias primas, productos intermedios y terminados.						
d	Se dispone de los registros médicos de los trabajadores expuestos a factores de riesgo ocupacional;						
e	Se tiene hojas técnicas de seguridad de los productos químicos.						
f	Se registra el número de potenciales expuestos por puesto de trabajo						
2.2	Medición	100					
a	Se han realizado mediciones de los factores de riesgo ocupacional a todos los puestos de trabajo con métodos de medición (cualitativa según corresponda),utilizando procedimientos reconocidos en el ámbito nacional o internacional a falta de los primeros;						
b	La medición tiene una estrategia de muestreo definida técnicamente.						
c	Los equipos de medición utilizados tienen certificados de calibración vigentes.						
2.3	Evaluación	83					
a	Se ha comparado la medición ambiental y/o biológica de los factores de riesgo ocupacional, con estándares ambientales y/o biológicos contenidos en la Ley, Convenios Internacionales y más normas aplicables						
b	Se han realizado evaluaciones de factores de riesgo ocupacional por puesto de trabajo.						
c	Se han estratificado los puestos de trabajo por grado de exposición						

FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (autor)

Una vez realizado el estudio se procedió a llenar la norma del SART numeral dos en la se tiene un cumplimiento del 94% con relación al riesgo químico, el mismo que es satisfactorio porque supera el 80% la cual es recomendada por la gestión de seguridad y salud en el trabajo.

4.3 Verificación de la hipótesis

Para la verificación de la hipótesis se utilizó la prueba del CHI cuadrado, ya que nos permite determinar si existe relación entre las variables de la investigación.

4.3.1 Planteamiento de la hipótesis

H1: La evaluación de la calidad de aire en la empresa la Fortaleza Cía. Ltda. permitirá determinar el cumplimiento legal en seguridad industrial.

H0: La calidad de aire en la empresa la Fortaleza Cía. Ltda. no permitirá determinar el cumplimiento legal en seguridad industrial.

4.3.2 Selección del nivel de significancia

Para la verificación de la hipótesis se utilizara de $\alpha = 0.05$ (nivel de significancia) Nivel de confianza = 95%.

4.3.3 Especificación del estadístico

Se trata de una matriz que tiene 8 filas por 2 columnas. Se utiliza la siguiente formula estadística.

$$x^2 = \frac{(E-O)^2}{E} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

4.3.4 Especificación de las regiones de aceptación y rechazo

Se determina los grados de libertad considerando la tabla de frecuencia observadas y esperadas tienen 8 filas y 2 columnas.

$$\begin{aligned} gl &= (f - 1) * (c - 1) \\ gl &= (3 - 1) * (2 - 1) \\ gl &= 2 \end{aligned} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Con los 7 grados de libertad y un nivel de confianza del 95%, el valor de CHI cuadrado tabulado es de:

$$x^2_t = 5,9915 \text{ (Anexo 2)}$$

4.3.5 Recolección de datos y cálculos estadísticos

Tabla 4.16: Tabla de frecuencias.

Gestión Técnica	FRECUENCIAS OBSERVADAS			FRECUENCIAS ESPERADAS		
	% Sin medición	% Con medición	Total	% Sin medición	% Con medición	Total
Identificación	66,66	100,00	149,96	19,05	121,40	149,96
Medición	0,00	100,00	100,00	19,05	80,95	100,00
Evaluación	0,00	83,30	100,00	28,56	80,95	100,00
Total	66,66	283,30	349,96	66,66	283,30	349,96

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

Tabla de frecuencias: Para realizar la tabla de frecuencias se utilizó los % de cumplimiento de la norma del SART numeral 2.1, 2.2, 2.3 antes del estudio y después del estudio.

Tabla 4.17: Calculo de CHI cuadrado

Frecuencia Observada(fo)	Frecuencia Esperada (fo)	fo-fe	(fo-fe) ²	(fo-fe) ² /fe
66,66	28,56	38,10	1451,29	50,81
0	19,05	-19,05	362,82	19,05
0	19,05	-19,05	362,82	19,05
83,3	121,40	-38,10	1451,29	11,96
100	80,95	19,05	362,82	4,48
100	80,95	19,05	362,82	4,48
349,96	X² Calculado			109,82

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

Según el anexo 2, el valor de x^2 tabulado igual a 5,9915 con el valor del x^2 calculado igual a 109,82. Según la regla de decisión que establece: se acepta la hipótesis nula si el valor de x^2 calculado es $<$ al valor x^2 tabulado caso contrario se rechaza.

$$x^2_{\text{tabulada}} < x^2_{\text{calculada}}$$

$$5,9915 < 109,82$$

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (H_0), y se acepta la hipótesis alternativa (H_1) que dice:

La evaluación de la calidad de aire en la empresa la Fortaleza Cía. Ltda. Permitirá determinar el cumplimiento legal en seguridad industrial.

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

- La empresa La Fortaleza Cía. Ltda. no cumplía con el reglamento del SART numeral 2. Gestion Técnica ya que antes del estudio se presenció un cumplimiento del 22.2% y realizando el estudio se tiene un cumplimiento del 94.4% la cual es satisfactorio ya que está sobre el límite recomendado por la gestión de la seguridad y salud en el trabajo
- En las áreas de producción de suelas de poliuretano se puede percibir los olores de los compuestos orgánicos volátiles en un 62.5% la cual debe ser puesta en conocimientos a las autoridades de la empresa para que tomen medidas de precaución y evitar enfermedades de los trabajadores como: irritación de los ojos, inflamación respiratoria, asfixión y alergias.
- Según la identificación realizada se evaluó los compuestos orgánicos volátiles en el área de inyección de suelas de poliuretano de la fábrica La Fortaleza Cía. Ltda., la dosis de las sustancias químicas en estudio superan los límites permisibles, el Óxido de propileno tiene una valoración alta ($D = 2,35$) por lo que se estipula que esta supera el límite de los valores recomendados por la INSHT la misma que debe ser intervenida inmediatamente por la empresa para reducir el nivel de contaminación.
- De la evaluación de los compuestos orgánicos volátiles en el área de lavado de suelas de poliuretano determina la dosis de Per Cloro Etilico de $D = 0,91$ el cual no sobrepasa el límite recomendado pero quedando al límite de los valores exigidos para la jornada de 8 horas.
- Según la evaluación de los compuestos orgánicos volátiles en la actividad de pintado determina valores de la dosis menor a 0,5 por valores de dosis total de 0,38, sin sobrepasar el límite recomendado ya que tiene un nivel de riesgo bajo.

- Se ha concluido que en la área de pintado y lavado existe un bajo nivel de contaminación ya que cuentan con sus propios sistemas para atenuar los compuestos orgánicos volátiles tales como: en el área de lavado tiene un sistema de extracción localizada, en el área de pintado posee un sistema de extracción localizada y un sistema de cascada.
- En el área de inyección se sobrepasa la dosis de contaminación ya que no cuenta con un sistema para atenuar los compuestos orgánicos volátiles, llegando a valores de dosis $D = 2.35$, el mismo que está superando el nivel recomendado por la INSHT de la dosis mayor a uno.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Por resultados de Dosis total > 1 , se recomienda determinar medidas de control inmediatas en los puestos de trabajo determinados como críticos por presencia de compuestos orgánicos volátiles, debiendo mejorar la circulación de aire en Inyección de suelas poliuretano.
- Se recomienda capacitar a los trabajadores en el uso del equipo de protección personal necesaria que disminuya los diferentes riesgos laborales y enfermedades de trabajo por sustancias químicas.
- Pese a que los valores de la Dosis fue < 1 en el área de pintura se recomienda realizar un diagnóstico detallado del debido al uso de disolventes en mezcla.
- Desarrollar cursos de capacitación al personal de la empresa la Fortaleza Cía. Ltda., en temas de seguridad industrial y sobre los riesgos producidos por los compuestos orgánicos volátiles así como en equipos de protección considerando que los conocimientos sobre la salud son relevantes.
- Dar prioridad a todos los aspectos determinados como críticos que se vean afectados por los compuestos orgánicos volátiles.
- Desarrollar un sistema mecánico para atenuar los compuestos orgánicos volátiles que afectan en la calidad del aire.

CAPÍTULO VI

6 PROPUESTA

6.1 Datos informativos.

TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA DE AIRE EN EL ÁREA DE INYECCIÓN EN LA EMPRESA LA FORTALEZA CIA LTDA.

Personal ejecutora:

- Tutor: Ing. Cristian Pérez
- Ejecutor: Panimboza Roberto

Ubicación:

- Provincia: Tungurahua.
- Cantón: Ambato.
- Sector: Parque Industrial.
- Dirección: Calle 3 bodega 32

Beneficiarios:

- Empresa La Fortaleza Cía. Ltda.

Tiempo de estación de la ejecución:

- Junio – Noviembre del 2014.

6.2 Antecedentes de la propuesta.

Como antecedentes se ha determinado que el nivel de exposición de compuestos orgánicos volátiles que se produce en el área de inyección de suelas de poliuretano está sobre el nivel recomendado por el ACGIH, lo que es necesario la implementación de un sistema para atenuar los compuestos orgánicos volátiles para reducir el nivel de contaminación

Para disminuir la exposición de compuestos orgánicos volátiles habrá que desarrollar acciones correctoras o de control para reducir la contaminación para la cual tenemos varias opciones como:

Tabla 6.1: Prioridad en la elección de medidas preventivas

Acción	Objetivo de la medida preventiva	La medida preventiva se aplica al(la)			
		Agente Químico	Proceso o Instalaciones	Local del trabajo	Método del trabajo
Foco contaminante	Eliminación del riesgo	Sustitución total del agente químico por otro menos peligroso	Sustitución del proceso. Utilización de equipos intrínsecamente seguros		Automatización. Robotización. Control remoto
Medio de Propagación	Reducción o control del riesgo	Sustitución parcial del agente. Cambio de forma o estado físico.	Proceso cerrado. Cabinas de guantes. Aumento de la distancia. Mantenimiento preventivo. Extracción localizada. Equipos con extracción local incorporada. Cubetos de retención.	Orden y limpieza. Segregación de departamentos sucios. Ventilación por dilución. Duchas de aire. Cortinas de aire. Cabinas para los trabajadores. Drenajes. Control de focos de ignición.	Buenas prácticas de trabajo. Supervisión. Horarios reducidos.
Trabajador	Protección del trabajador				Protección respiratoria

Fuente: Real decreto 374/2001 del INSHT

Según el INSHT recomienda: cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

6.3 Justificación.

La alternativa más factible para reducir la contaminación de los compuestos orgánicos volátiles en el área de inyección de suelas de poliuretano es la intervención de un sistema de extracción localizada ya que consiste en crear una corriente de aire con la intención de captar los contaminantes ambientales lo más cerca posible de su zona de emisión al ambiente, de esta forma se evita que el contaminante se disperse en el ambiente pudiendo dar lugar a concentraciones peligrosas por inhalación.

Este sistema permitirá que se ejecute las tareas en el área de inyección reduciendo los contaminantes químicos que dificulten realizar las tareas, adoptando las condiciones más adecuadas que brinden una seguridad absoluta. Para cumplir con la legislación en seguridad industrial.

6.4 Objetivo.

- Diseñar e implementar un sistema de extracción localizado para atenuar los compuestos orgánicos volátiles en el área de inyección de suelas de poliuretano.

6.5 Análisis de factibilidad

El dimensionamiento del sistema de extracción localizada se a realizado cuidadosamente tomando en cuenta los parámetros que influyen en este sistema como los accesorios y componentes necesarios por cuanto es factible de realizar ya que se tiene toda la información técnica.

Para la construcción de sistema de extracción localizado, se utilizó el herramental y equipos, existentes en el taller industrial “Maquinaria Armas “, ubicado en la parroquia de Izamba barro la Victoria.

6.6 Fundamentación

6.6.1 Cálculos

Datos:

Se ha seleccionado una velocidad de captación (V_c) intermedia de 0.75 ya que las condiciones de dispersión del contaminante son liberadas a baja velocidad en aire moderado tranquilo.

$V_c = 0.75$

Tabla 2.5

La altura (H) se mide desde la boca de la campana hasta el foco de contaminación que se produce por los compuestos orgánicos volátiles.

$H = 0.49\text{m}$

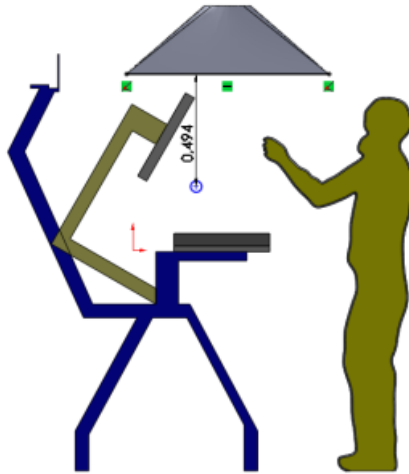


Figura 6.1: Distancia entre el foco de contaminación y la campana de extracción
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

Cálculo del perímetro de la mesa de trabajo (P).

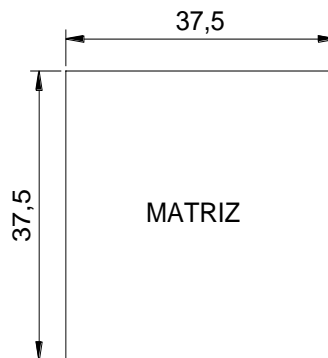


Figura 6.2: Mesa de trabajo
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

$$P = 2L1+2L2$$

$$P = 1.50 \text{ m}$$

Caudal según el tipo de campana.

$$Q = 1.4 \times V \times P \times H$$

Anexo 4

Dónde:

V= Velocidad de captación (m/s)

P = Perímetro de la mesa de trabajo (m)

H = Distancia del foco de contaminación a la boca de la campana (m)

$$Q = 1.4 \times 0.75 \frac{m}{s} \times 1.50m \times 0.49m$$

$$Q = 0.77 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 1635.24 \text{ CFM}$$

Corrección del caudal.

Para corregir el caudal a las condiciones ambientales en las que nos encontramos utilizamos la siguiente formula.

$$Q_c = \frac{Q}{F_c}$$

Dónde:

F_c=Factor de corrección

(Anexo 5)

Q= Caudal calculado

Condiciones a nuestro medio para interpolar el valor de F_c.

La ciudad de Ambato se encuentra a una altura de 2577 m sobre el nivel del mar a una temperatura de 18°C.

Condiciones estándares a nivel del mar son:

Altura de 0 m, temperatura a 21°C y densidad = 1.2 kg/m³

$$F_c = 0.736$$

$$Q_c = \frac{Q}{F_c}$$

$$Qc = \frac{0.77 \frac{m^3}{s}}{0.736}$$

$$Qc = 1,048 \frac{m^3}{s}$$

$$Qc = 2221,80 \text{ CFM}$$

Selección de campana.

Se ha seleccionado una campana elevada Anexo 4, ya que son recomendados para utilizar en vapor de agua o neblina, este tipo de campanas crea un caudal de aire que capture eficazmente al contaminante, y lo transporte hacia el lugar de descarga.

Diseño de la campana.

- Largo de la campana (La)

$$La = 2(0.4 * H) + L1$$

Anexo 4

$$La = 2(0.4 * 0.49m) + 0.375m$$

$$La = 0.76 \text{ m}$$

- Ancho de la campana (A)

$$A = 2(0.4 * H) + L2$$

$$A = 2(0.4 * 0.49m) + 0.375m$$

$$A = 0.76 \text{ m}$$

- Altura de la campana. (Hp)

$$Hp = \frac{A-D}{2}$$

Ecuación 2.4

$$Hp = \frac{0.76m - 0.2032m}{2}$$

$$Hp = 0.27 \text{ m}$$

6.6.2 Sistema de conducción.

a) Detalles del sistema.

Tabla 6.2: Detalles del sistema.

Equipo	# de equipo	Caudal extraído (CFM)
Campana	1	1635.24
Extractor	2	1635.24

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

b) Dimensiones.

Tabla 6.3: Tramos del sistema

# Conducto	Detalle	Caudal requerido (CFM)	Longitud (Ft)	Codos
1	Campana	1635.24	0	0
2	Extractor	1635.24	No	No
a-b	Ducto	1635.24	10,70	3

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

c) Esquema del sistema de extracción.

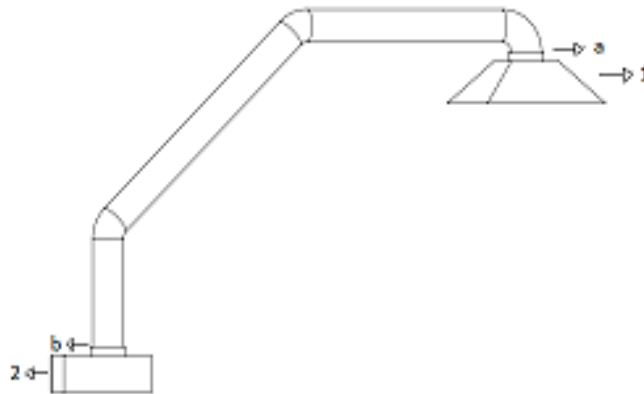


Figura 6.3: Diseño del sistema de extracción.

FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

d) Tabla de cálculos.

Calculo de caída de presión.

- **Caudal volumétrico.**

$$Q = 1635.24CFM$$

Se utiliza una velocidad mínima de transporte (V_t) de 20 m/s ya que son partículas finas y ligeras

$$V_t = 20m/s = 3937 FPM.$$

(Tabla 2.6)

- **Diámetro del ducto**

$$A = \frac{Q}{Vt}$$

$$A = \frac{1635.24CFM}{3937 FPM} = 0.415Ft^2$$

$$A = 59,81in^2$$

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

$$D = \sqrt{\frac{4x59,81in^2}{\pi}}$$

$$D = 8,72 \text{ in}$$

Se selecciona un diámetro de 8 in de tubería de PVC, ya que si existe en el mercado.

- **Área del ducto (A_d)**

$$A_d = \frac{\pi x D^2}{4}$$

$$A_d = \frac{\pi x (8in)^2}{4} = 50,26 \text{ in}^2$$

$$A_d = 0.349Ft^2$$

- **Velocidad real en el ducto. (V_{rd})**

$$V_{rd} = \frac{Q}{A_d}$$

$$V_{rd} = \frac{1635.2CFM}{0.34Ft^2} = 4684.77 FPM$$

- **Presión dinámica del ducto (Pd)**

Con la velocidad real del ducto obtenemos el Pd .

Interpolando tenemos:

$$V_{rd} = 4684.77 FPM = 23,88 \text{ m/s}$$

$$Pd = 34,89mm = 1.37 \text{ in}$$

(Anexo 3)

- **Factor de pérdida en la entrada del ducto (Fh)**

$$Fh=0.25$$

(Anexo 4)

- **Factor de aceleración**

$$Fa=1 \text{ (Para entradas)}$$

- **Perdida en la entrada del ducto por Pd. ($P_{ent.duct por Pd}$)**

$$P_{ent.duct por Pd} = Fh + Fa = 1 + 0.25 = 1.25$$

- **Perdida en la entrada del ducto. ($P_{ent.duct}$)**

$$P_{ent.duct} = Pd \times P_{ent.duct por Pd}$$

$$P_{ent.duct} = 1.37 \times 1.25$$

$$P_{ent.duct} = 1,71 \text{ in}$$

- **Presión estática en la campana (P_{eh}).**

$$P_{eh} = P_{est.plenun} + P_{ent.duct} + O.p$$

$$P_{eh} = 1,71 \text{ in}$$

- **Longitud del conducto (L)**

$$L= 0 \text{ Ft}$$

- **Factor de fricción (H_{fg})**

$$H_{fg} = 0.0307 \frac{V^{0.533}}{Q^{0.612}}$$

(Ec. 2.9)

$$H_{fg} = 0.0307 \frac{4684.77^{0.533}}{1635.2^{0.612}}$$

$$H_{fg} = 0.029$$

- **Perdida de fricción por Pd. ($P_{fricción}$)**

$$P_{fricción} = L \times H_{fg} = 0$$

- **Perdidas en conductos por Pd. ($P_{Duct x Pd}$)**

$$P_{Duct \times Pd} = P_{fricción \times Pd} + P_{Codos \times Pd} + P_{Entrada \times Pd} + \text{Factor de pérdida para montajes especiales}$$

$$P_{Duct \times Pd} = 0$$

- **Perdidas en el ducto en c.d.a,**

$$P_{Ducto} = Pd \times P_{Duct \times Pd} = 0$$

- **Perdidas de P_e en el ducto (in) c.d.a,**

$$P_{Pe \text{ en el Ducto}} = P_{eh} + P_{Ducto}$$

$$P_{Pe \text{ en el Ducto}} = 1,71 \text{ in}$$

- **P_e acumulada en el ducto. (P_e acumulativa)**

$$P_e \text{ acumulativa} = -P_{Pe \text{ en el Ducto}}$$

$$P_e \text{ acumulativa} = -1,71 \text{ in}$$

Para los otros tramos se procede de la misma manera.

6.6.3 Sistema de extracción

a) Presión estática y total para seleccionar el extractor.

Para la P_e en el extractor se tiene.

$$P_e = P_{eo} - P_{ei} - P_d$$

$$P_e = 1,54 - (-1,71) - 1,37 = 1,88 \text{ in c.d.a}$$

Para la P_t del extractor se tiene:

$$P_t = P_e + P_d$$

$$P_t = 1,88 + 1,37 = 3,25 \text{ in c. d. a}$$

Tabla 6.4: Diseño del sistema de extracción de compuestos orgánicos volátiles en el área de inyección (unidades en plg)

1		Identificación de segmentos	Unid. de medida	Cálculos	1	2	a-b	
2	DATOS	Caudal volumétrico (O)	CFM	Cálculos	1635.25	1635.25	1635.25	
3		Velocidad de transporte recomendado (Vt)	FPM	Tablas 6	3937.00			
4		Diámetro normalizado del ducto (D)	In	Paso 2/ paso 3	8.00	8.00	8.00	
5		Área transversal del ducto (A.d)	Ft^2	$\pi*(paso\ 4)^2/4$	0.35	0.35	0.35	
6		Velocidad real en el ducto (V.r.d)	FPM	Paso 2/ Paso 5	4684.77	4684.77	4684.77	
7		Presión dinámica del ducto (Pd)	in C.D.A	Anexo 3	1.37	1.37	1.37	
8		CAMPANA	RANURA	Área de la ranura (A.r)				
9	Velocidad de la ranura (V.r)			FPM				
10	Presión de velocidad en la ranura (P.r)			in C.D.A				
11	Factor de pérdida en la ranura (F.p.r)				Anexo			
12	Factor de aceleración (0 o 1) (F.a)			0 o 1	Entrad=1. Salida=0			
13	Pérdida en pleno por Pd (P.pl.pd)				Paso 11 + Paso 12			
14	Presión estática del plenum (Pst.plenum)			C.D.A	Paso10*Paso 13			
15	Factor de pérdida en la entrada del ducto (Fh)			Fh	Anexo	0.25		0.00
16	Factor de aceleración (0 a 1) (F.a)			1 o 0	0 o 1	1.00		0.00
17	Pérdida en la entrada del ducto por Pd (P.ent.duc.nd)				Paso 15+Paso 16	1.25		0.00
18	Pérdida en la entrada del ducto (P.ent.duct)		Paso 7 * Paso 17	1.72		0.00		
19	Otras pérdidas (O.p)	C.D.A				0.00		
20	Presión estática en la campana (Peh)	C.D.A	Pasos (14+18+19)	1.72		0.00		
21	DUCTOS	Longitud del conducto (L)	Ft		0.00		10.70	
22		Factor de fricción (Hff o Hfg)		Ecuaciones	0.03		0.03	
23		Pérdida de fricción por Pd (P.fricción.nd)		Paso(21*22)	0.00		0.31	
24	CODOS	Número de codos	Codos (N.c)		0.00		3.00	
24		Factor de pérdida en codos (F.p.c)		Anexo 6			0.27	
25		Pérdida de codos por Pd (P.codos.pd)		Paso 24*Fac. pérdida	0.00		0.81	
26	ENTRADAS	Número de entradas (N.e)					0.00	
26		Factor de pérdidas en entradas (F.p.e)					0.00	
27		Pérdidas de entradas por Pd (P.entrada.nd)		Paso26*Fac. pérdida	0.00		0.00	
28	ME	Factor de pérdidas para montaje especiales (F.p.m.e)					0.00	
29	TPd	Pérdida en ducto por Pd (P.ducto.pd)		Paso(23+25+27+28)	0.00		1.12	
30		Pérdida en el ducto (P.duc)	C.D.A	Paso(7*29)	0.00		1.54	
31	tot	Pérdida de presión estática en el ducto (P.pe.duc)	C.D.A	Paso(20+30)	1.72		1.54	
32	BALANCE	Presión estática acumulativa (Pe.acumulada)	C.D.A	Paso 31*(-1)	-1.72		1.54	
33		Presión estática Gobernante (P.e.g)	C.D.A					
34		Relación		Paso33/Paso325				
35		Caudal volumétrica corregido (O)	CFM		2221.80	2221.80	2221.80	
36		Presión de velocidad resultante	C.D.A	Fórmula				
selección del ventilador								
Pe(In de agua)					Peo - Pei -Pdi		1.88	
Pt(In de agua)					Pe + Pdi		3.26	

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

Tabla 6.5: Diseño del sistema de extracción de compuestos orgánicos volátiles en el área de inyección (Unidades Internacionales)

1			Unid. de medida	Cálculos	1	2	a-b
2	DATOS	Identificación de segmentos					
3		Caudal volumétrico (Q)		m ³ /h	Cálculos	2778,30	2778,30
4		Velocidad mínima de transporte recomendado. (Vt)		m/min	Tablas	1200,00	
5		Diámetro normalizado del ducto. (D)		Mm	Paso 2/ paso 3 (Anexo)	203,20	203,20
6		Área transversal del ducto. (A.d)		mm ²	$\pi \cdot (\text{paso } 4)^2 / 4$	32429,27	32429,27
7		Velocidad real en el ducto. (V.r.d)		m/min	Paso 2/ Paso 5	1427,88	1427,88
8		Presión dinámica del ducto (Pd)		mm C.D.A	ACGIH (Tabla 5-4B)	34,89	34,89
9	CAMPANA	RANURA	Área de la ranura (A.r)	m ²			
10			Velocidad de la ranura. (V.r)	m/min			
11			Presión de velocidad en la ranura. (P.r)	mm C.D.A			
12			Factor de pérdida en la ranura(F.p.r)			
13			Factor de aceleración (0 o 1) (F.a)	0 o 1	Entrad=1, Salida=0		
14			Perdida en pleno por Pd (P.pl.pd)	Paso 11 + Paso 12		
15			Presión estática del plenum (P.est.plnun)	C.D.A	Paso10*Paso 13		
16		Factor de pérdida en la entrada del ducto (Fh)	Fh	Anexo	0,25	0,00	
17		Factor de aceleración (0 a 1) (F.a)	1 o 0	0 o 1	1,00	0,00	
18		Pérdida en la entrada del ducto por Pd. (P.ent.duc.pd)	.....	Paso 15+Paso 16	1,25	0,00
19	Pérdida en la entrada del ducto (P.ent.dsuct)	.....	Paso 7 * Paso 17	43,61	0,00	
20	Otras pérdidas (O.p)	mm C.D.A			0,00		
21	Presión estática en la campana (Peh)	mm C.D.A	Pasos (14+18+19)	43,61	0,00		
22	Longitud del conducto (L)	Mts		0,00	3,26		
23	DUCTOS	Factor de fricción (Hff o Hfz)	.....	Ecuaciones	0,10	0,10
24		Perdida de fricción por Pd (P.fricción.pd)	.....	Paso(21*22)	0,00	0,31
25	CODOS	Número de (N.c)	.....		0,00	3,00
26		Factor de pérdida en codos(F.p.c)	.....	Anexo		0,27
27	ENTRADAS	Pérdida de codos por Pd (P.codos. pd)	.....	Paso 24*Fac. pérdida	0,00	0,81
28	M.E	Número de entradas (N.e)	.....			0,00
29		Factor de pérdidas en entradas . ((F.p.e)	.....	Anexo		0,00
30	TPd	Pérdidas de entradas por Pd. (P.entrada.pd)	.....	Paso26*Fac. pérdida	0,00	0,00
31		Factor de pérdidas para montaje especiales. (F.p.m.e)	.....	Anexo		0,00
32	BALANCE	Pérdida en ducto por Pd. (P.ducto.pd)	.....	Paso(23+25+27+28)	0,00	1,12
33		Pérdida en el ducto. (P.duc)	mm C.D.A	Paso(7*29)	0,00	39,07	
34	tot	Pérdida de presión estática en el ducto. (P.pe.duc)	mm C.D.A	Paso(20+30)	43,61	39,07	
35		Presión estática acumulativa. (Pe.acumulada)	mm C.D.A	Paso 31*(-1)	-43,61	39,07	
36	BALANCE	Presión estática Gobernante. (P.e.g)	mm C.D.A				
37		Relación	.....	Paso33/Paso325		
38	BALANCE	Caudal (Q)	m ³ /h		1,05	1,05	
39		Presión de velocidad resultante	mm C.D.A	Fórmula			
Selección del ventilador							
Pe (mm C.D.A)					Peo - Pei -Pdi	47,79	
Pt (mm C.D.A)					Pe + Pdi	82,68	

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

6.6.4 Selección del extractor

a. Selección del tipo de ventilador

Para la selección del ventilador encontramos en el anexo 8 en la cual se selecciona una de las 3 curvas características de los tipos de ventiladores el cual tienen el mismo diámetro y podemos ver que, a igual caudal impulsado, los ventiladores centrífugos dan más presión que los helicentrífugos, y los helicoidales.

Por tal razón se escogió un ventilador centrífugo y también por su facilidad de instalación.

b. Selección del ventilador

Para la selección del ventilador extractor buscamos en la tabla del catálogo con el caudal corregido y la presión estática.

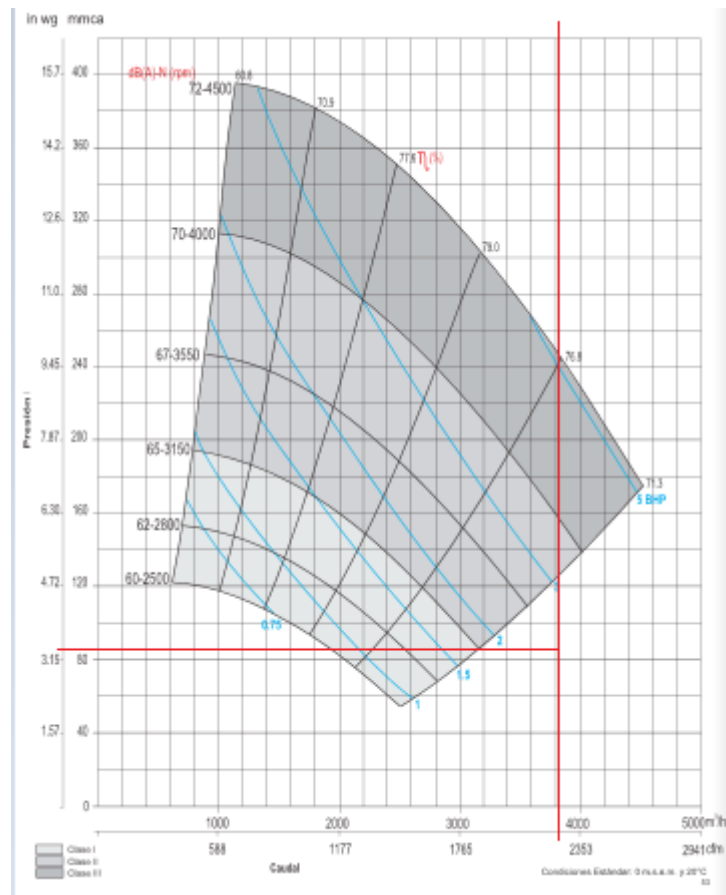


Figura 6.4: Diagrama de selección del ventilador
FUENTE: Catálogo Industrial Blowers.

En esta tabla encontramos las especificaciones del ventilador que se va a usar en el sistema de extracción.

Se seleccionó un ventilador con aletas radiales ya q está dentro del rango el caudal y la caída de presión ver tabla 2.7.

Tabla 6.6: Características del ventilador seleccionado

CARACTERISTICAS DEL VENTILADOR SELECCIONADO		
	Marca	Dayton
	Modelo	2C863
	Tipo de ventilador	Centrifugo
	Diámetro de entrada	8"
	Salida de caudal	27.5x17cm
	Diámetro del rodete	22.86 cm
	Alabes	6
	caudal máximo	2250 CFM
	Motor	2 HP
	Revoluciones	1730/1710 RPM
	Frecuencia	60 Hz.
	Peso	15.1 kg

Fuente: Catalogo Industrial Blowers.



Figura 6.5: Adquisición del extractor
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor).

6.6.5 Determinación de deformación máxima de la viga.

El análisis de deformación que se realiza es de la viga rectangular existente en la inyectora que está apoyada en la estructura de la inyectora con 8 tramos de 0,86m de largo como se muestra en la figura 6.6 .La viga soporta una carga puntual en el centro de la viga.

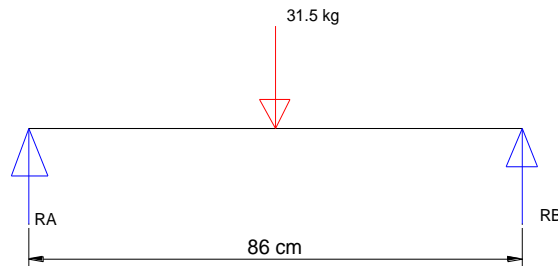


Figura 6.6: Reacciones de una viga apoyada

FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor).

Dónde:

R_A y R_B =Reacciones en apoyos A y B, respectivamente.

P_1 =Cargas puntuales producida por la campana, brazo, ducto, soporte del rodillo y palanca

Y_{max} =Deflexion en el punto medio de la viga

S = Módulo de resistencia

I = Momento de inercia

b = Ancho de la viga rectangular

h = Altura de la viga rectangular

P = Carga puntual

L = Longitud

E = Módulo de elasticidad

V =Esfuerzo cortante

M =Momento flexor

x = Tramo de la viga

Reacciones en los apoyos.

Realizamos la sumatoria de momentos en el punto A y se obtiene la reacción de R_B del siguiente modo:

$$\circlearrowleft (+)\sum M_A = 0$$

$$31.5kg(0.43m) - R_B(0.86m) = 0$$

$$R_B = 15.75kg$$

$$\uparrow +\sum F_A = 0$$

$$R_A - 31.5kg + 15.75kg = 0$$

$$R_A = 15.75 kg$$

Calculo de esfuerzos cortantes (V) y momento flector (M) a lo largo de la viga.

De acuerdo a la figura xxx se obtiene las ecuaciones siguientes.

$$V = R_A$$

$$V = 15.75 kg$$

$$M = R_A * x$$

$$M = 15.75 * 0.43$$

$$M = 6.7725 kg * m$$

Calculo de Momento de inercia (I)

$$I = \frac{bh^3}{36}$$

$$I = \frac{0.75cm * (0.254cm)^3}{36}$$

$$I = 3.41cm^3$$

Calculo de Módulo de resistencia(S)

$$S = \frac{bh^2}{24}$$

$$S = \frac{7.5 * 2.54^2}{24}$$

$$S = 2.01cm^2$$

Calculo de deflexión en el punto medio (Y_{max})

$$Y_{max} = -\frac{PL^2}{48EI}$$

$$Y_{max} = -\frac{(31.5kg)(86cm)^2}{48(2.1 \times 10^2 kg/cm^2)(3.41cm)}$$

$$Y_{max} = -0.058cm$$

$$Y_{max} = -0.58mm$$

6.6.6 Cálculo de la frecuencia natural de la base para el motor.

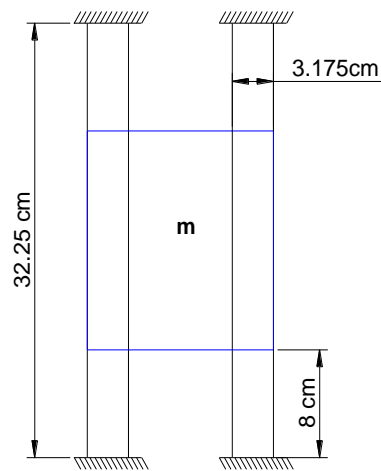


Figura 6.7: Base del motor

FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor).

Datos:

L= Longitud

ω_n = Frecuencia natural

k = Rigidez

m = masa

I= Momento de inercia

$\omega_{motor} = 181.16 rad/seg$

$$k = \frac{48 \cdot E \cdot I}{L^3}$$

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$k = \frac{48 \cdot E \cdot b \cdot h^3}{12L^3}$$

$$k = \frac{48 * \frac{2.1 \times 10^6 \text{ kg}}{\text{cm}^2} * 3.175 \text{ cm} * (0.2 \text{ cm})^3}{12(8 \text{ cm})^3}$$

$$k = 175.8 \text{ kg/cm}$$

$$k = 172284 \text{ N/m}$$

$$wn = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$wn = \sqrt{\frac{172284 \text{ N/m}}{31.5 \text{ kg}}}$$

$$wn = 73.95 \text{ rad/seg}$$

$$wn(\text{calculada}) < W_{\text{motor}}$$

$$73.95 \text{ rad/seg} < 181.16 \text{ rad/seg}$$

Por lo que no va existir resonancia en la estructura del motor

6.6.7 Diseño del eje.

Para el diseño se realiza considerando un eje estático ya que va a soportar cargas puntuales.

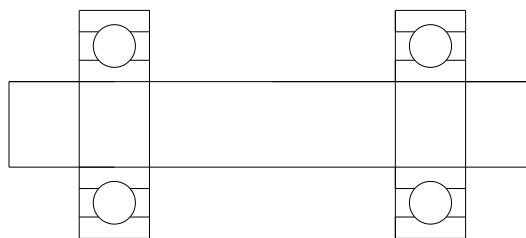
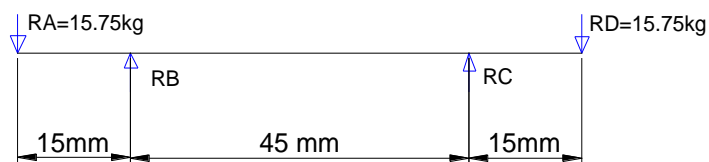


Figura 6.8: Eje con rodamientos



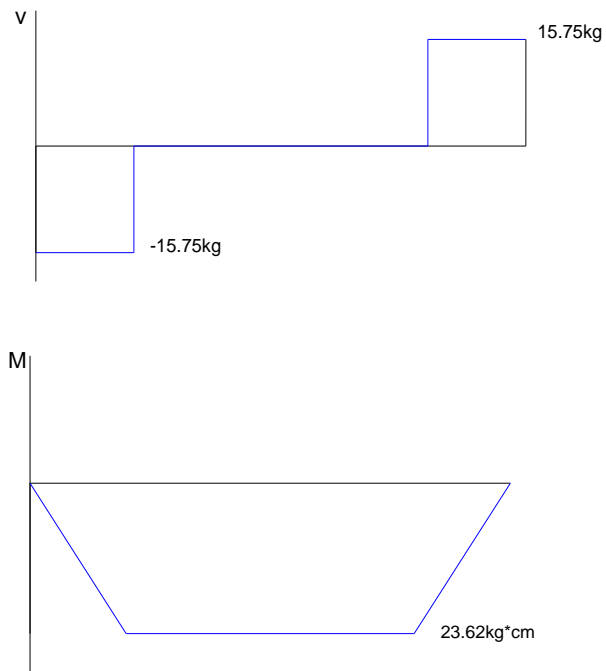


Figura 6.9: Diagrama de esfuerzo cortante (V) y momento máximo (M)

FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor).

Sumatoria de momentos

$$\circlearrowleft (+)\sum M_A = 0$$

$$R_C(4.5) - 15.75(6) + 15.75(1.5) = 0$$

$$R_C = 15.75kg$$

Sumatoria de fuerzas

$$\uparrow +\sum F_A = 0$$

$$-15.75 + R_B + 15.75 - 15.75 = 0$$

$$R_B = 15.75 kg$$

Calculo de esfuerzos cortantes (V) a lo largo de la viga.

$$V_{AI} = 0$$

$$V_{AD} = 0kg - 15.75kg = -15.75kg$$

$$V_{BI} = -15.75kg + 0kg = -15.75kg$$

$$V_{BD} = -15.75kg + 15.75kg = 0kg$$

$$V_{CI} = 0kg + 0kg = 0kg$$

$$V_{CD} = 0kg + 15.75kg = 15.75kg$$

$$V_{DI} = 15.75kg + 0kg = 15.75kg$$

$$V_{DD} = 15.75kg - 15.75kg = -15.75kg$$

Método de áreas para determinar la gráfica de momentos

$$A_1 = b_1 * h_1$$

$$A_1 = -15.75cm * 1.5cm$$

$$A_1 = -23.625cm^2$$

$$A_2 = b_2 * h_2$$

$$A_2 = 4.5cm * 0cm$$

$$A_2 = 0cm^2$$

$$A_3 = b_3 * h_3$$

$$A_3 = 15.75cm * 1.5cm$$

$$A_3 = 23.625cm^2$$

$$M_A = 0$$

$$M_B = 0 - 23.625 = -23.625 \text{ kg*cm}$$

$$M_C = -23.625 + 0 = -23.625 \text{ kg*cm}$$

$$M_D = -23.625 + 23.625 = 0 \text{ kg*cm}$$

$$\text{Momento máximo} = 23.625\text{kg*cm}$$

Para el cálculo de factor de seguridad se parte de un eje seleccionado de AISI 1040 y su diámetro es de 12 mm.

$$S_y = 374 \text{ MPA}$$

$$S_{ut} = 590 \text{ MPA}$$

$$S_e = . k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S_e'$$

k_a = Factor de modificación por la condición superficial

k_b = Factor de modificación por el tamaño

k_c = Factor de modificación por la carga

k_d = Factor de modificación por la temperatura

k_e = Factor de confiabilidad

k_f = Factor de modificación por efectos varios

S_e' = Limite de resistencia a la fatiga

S_{ut} = Resistencia minia a la tención

S_y =

$$S_e' = 0.5 S_{ut}$$

$$S_e' = 0.5 * 590 \text{ MPA}$$

$$S_e' = 295 \text{ MPA}$$

Se selecciona para un acabado superficial de tipo maquinado se obtiene un valor de $a = 4.51$ y $b = -0.265$; por lo que k_a tiene un valor de:

Tabla 6.7: Datos de factor a y b

Surface Finish	Factor a		Exponent b
	S_{ut} , kpsi	S_{ut} , MPa	
Ground	1.34	1.58	-0.085
Machined or cold-drawn	2.70	4.51	-0.265
Hot-rolled	14.4	57.7	-0.718
As-forged	39.9	272.	-0.995

FUENTE:Shigley, Mechanical Engineering Design.Eighth Editions.

$$k_a = a \cdot S_{ut}^b$$

$$k_a = (4.51) \cdot (590)^{-0.265}$$

$$k_a = 0.831$$

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ in} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ in} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

Figura 6.10: Factor de modificación por el tamaño

FUENTE:Shigley, Mechanical Engineering Design.Eighth Editions.

$$k_b = 1.24 * d^{-0.107}$$

$$k_b = 1.24 * 12^{-0.107}$$

$$k_b = 0.95$$

Se selecciona un $k_c = 1$ ya que el eje está a flexión

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{bending} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsion}^{17} \end{cases}$$

Figura 6.11: Factor de modificación por la carga

FUENTE:Shigley, Mechanical Engineering Design.Eighth Editions.

El factor de temperatura es de 1 ya que se encuentra a temperatura ambiente.

Tabla 6.8: Factor de temperatura

Temperature, °C	S_T/S_{RT}	Temperature, °F	S_T/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1000	0.698
550	0.672	1100	0.567
600	0.549		

FUENTE:Shigley, Mechanical Engineering Design.Eighth Editions.

$$k_d = 1$$

El factor de confiabilidad es del 99.99% ya que se comenzó ya con un eje seleccionado.

Tabla 6.9: Factor de confiabilidad

Reliability, %	Transformation Variate z_σ	Reliability Factor k_e
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

FUENTE:Shigley, Mechanical Engineering Design.Eighth Editions.

$$k_e = 0.702$$

EL factor de modificación por efectos varios es de uno ya que no tiene muesca.

$$k_f = 1$$

$$S_e = 0.831 * 0.95 * 1 * 1 * 0.702 * 1 * 295$$

$$S_e = 163.57 \text{ MPA}$$

Calculo de esfuerzo en vigas (σ)

$$\sigma_{max} = \frac{M}{S}$$

$$S = \frac{\pi d^3}{32}$$

$$S = \frac{\pi(0.012m)^3}{32}$$

$$S = 1.5 \times 10^{-6} m^3$$

$$\sigma = \frac{2.31 N \cdot m}{1.69 \times 10^{-7} m^3}$$

$$\sigma = 13668639.05 N \cdot m$$

$$\sigma = 13.66 \text{ MPA}$$

Factor de seguridad (η) con la teoría de Gerber

$$\eta = \frac{S_y}{S_e}$$

$$\eta = \frac{374 \text{ MPA}}{163.57 \text{ MPA}}$$

$$\eta = 2.28 \quad \text{Si cumple}$$

6.6.8 Selección de rodamiento

Para la selección del rodamiento se toma en cuenta los parámetros de funcionamiento tales como la carga aplicada y la velocidad de funcionamiento entre otros que se verá más adelante.

Empezamos con la carga que es radial, por lo que se selecciona un rodamiento rígido de bolas con una confiabilidad del 96%, la temperatura de funcionamiento debe ser superior a la ambiental y el grado de limpieza del lubricante es normal.

Datos

Rodamiento rígido de bolas

$$p = 3$$

Máquina de construcción para funcionamiento normal

$$f_s = 2.5$$

Velocidad angular

$$n = 343.30 \text{ rpm}$$

Temperatura de trabajo

$$T = 60^\circ \text{ C}$$

Funcionamiento suave

$$f_L = 2,5$$

Confiabilidad

$$R = 96 \% (a_1 = 0,53)$$

Tabla 6.10: Confiabilidad

▼ Factor a_1	Probabilidad de fallo %					
	10	5	4	3	2	1
Vida a fatiga	L_{10}	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1
Factor a_1	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

FUENTE: Rodamiento FAG, Catalogo WL 41 520/3 SB, Edición 200

Condiciones Normales de limpieza

$$S = 1$$

Nos imponemos un ($a_{23} = 1,7$)

Rodamiento de Rb

Carga Estática

Capacidad de carga (radial pura)

$$F_a = 0$$

$$F_r = 0.154 \text{ kN}$$

$$C_o = f_s \cdot P_o$$

$$P_o = F_r$$

$$P_o = 0.154 \text{ kN}$$

$$C_o = 2,5 * 0.154 \text{ kN}$$

$$C_o = 0.385 \text{ kN(Requerido)}$$

Carga dinámica (C)

$$L_h = f_L^p * 500$$

$$L_h = (2,5)^3 * 500 \text{ horas}$$

$$L_h = 7812,5 \text{ (horas de funcionamiento)}$$

$$C = P * \sqrt[3]{\frac{L_h * n * 60}{10^6 * a_1 * a_{23}}}$$

$$C = 0.154 \text{ kN} * \sqrt[3]{\frac{(7812,5 \text{ h}) * (434.30\text{rpm}) * 60}{10^6 * (0,53) * (1,7)}}$$

$$C = 0.93 \text{ kN(Requerido)}$$

Utilizando el diámetro del eje ($\Phi_{\text{eje}} = 12 \text{ mm}$) juntamente con la carga estática ($C_o = 0.385 \text{ kN}$) calculada y la carga dinámica ($C = 0.78 \text{ kN}$) entramos en la tabla de rodamiento rígido de bolas y seleccionamos el que más se acomode a nuestras necesidades

Rodamiento rígido de bolas es un “6201”

(anexo 7)

Características del rodamiento

$$C = 6.95 \text{ kN}$$

$$C_o = 3.1 \text{ kN}$$

$$D = 32 \text{ mm}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

Entonces:

$$f_s = \frac{C_o}{P_o}$$

$$f_s = \frac{3.1}{0.154}$$

$$f_s = 20.12$$

Con el diámetro medio y las revoluciones del rodamiento (818,18 rpm), encontramos la viscosidad relativa

$$d_m = \frac{d + D}{2}$$

$$d_m = \frac{12 \text{ mm} + 32 \text{ mm}}{2}$$

$$d_m = 22 \text{ mm}$$

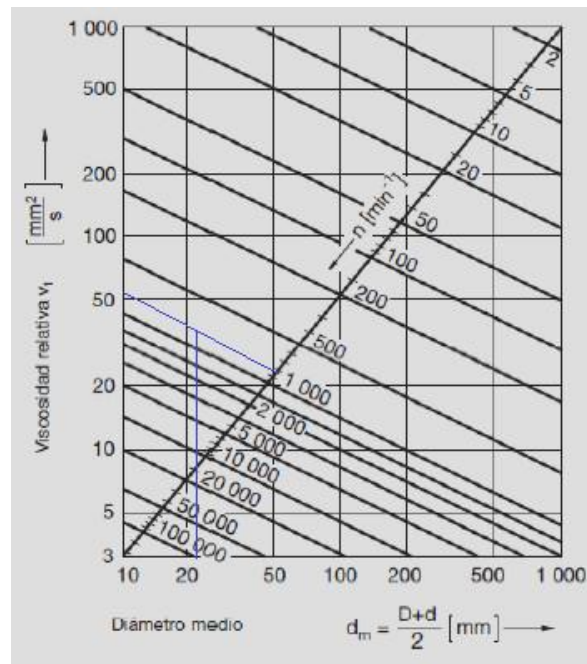


Figura 6.12: Viscosidad relativa

FUENTE: Rodamiento FAG, Catalogo WL 41 520/3 SB, Edición 200

$$v_1 = 60 \text{ mm}^2/\text{s}$$

Proponemos el lubricante a utilizar “ISO VG 68” .

Con la temperatura ($T = 60^\circ \text{ C}$) de funcionamiento y el tipo de lubricante que hemos escogido encontramos la viscosidad de servicio.

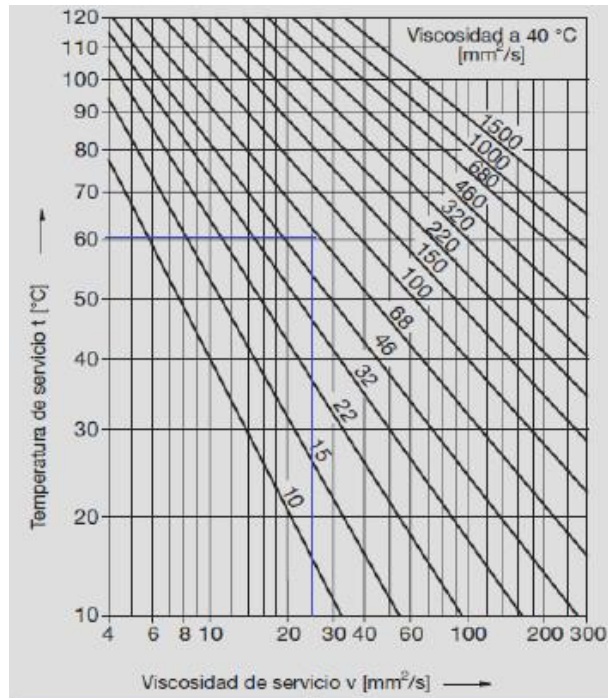


Figura 6.13: Viscosidad de servicio

FUENTE: Rodamiento FAG, Catalogo WL 41 520/3 SB, Edición 200

$$v = 25 \text{ mm}^2/\text{s}$$

Dónde:

$$k = \frac{v}{v_1}$$

$$k = \frac{25 \text{ mm}^2/\text{s}}{60 \text{ mm}^2/\text{s}}$$

$$k = 0.416$$

Condiciones de mantenimiento:

$$K = K_1 + K_2$$

$K_1=0$ (por ser un rodamiento rígido de bolas)

$K_2=0$ (por los aditivos del lubricante)

$$K = 0$$

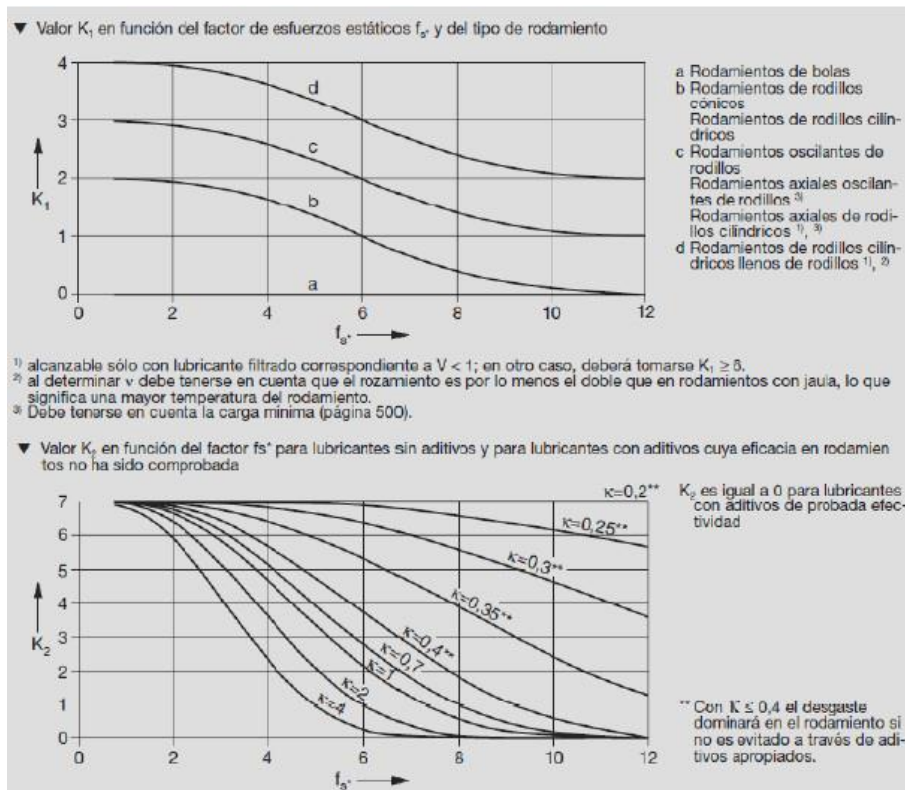


Figura 6.14: Factor de esfuerzo estático (K_1), Factor de lubricación (K_2)

FUENTE: Rodamiento FAG, Catalogo WL 41 520/3 SB, Edición 200

Con los datos encontrados de k y K encontramos el valor de a_{23} y verificamos si satisface el que nos impusimos o se asemeja al mismo.

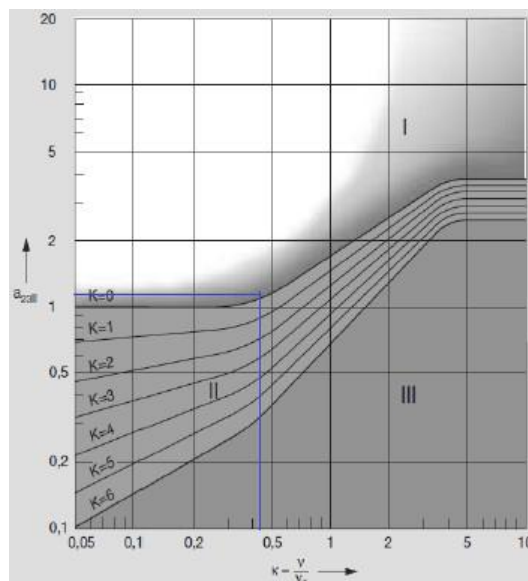


Figura 6.15. Valor de a_{23}

FUENTE: Rodamiento FAG, Catalogo WL 41 520/3 SB, Edición 200

$$a_{23ii} = 1,15$$

Como el valor hallado no es igual realizamos otra interacción para comprobar si debemos utilizar el mismo rodamiento ya elegido.

Recalculo

$$C = P * \sqrt[3]{\frac{L_h * n * 60}{10^6 * a_1 * a_{23}}}$$

$$C = 0.154 \text{ kN} * \sqrt[3]{\frac{(7812,5 \text{ h}) * (434.30\text{rpm}) * 60}{10^6 * (0,53) * (1,15)}}$$

$$C = 1.06 \text{ kN}(\text{recalculado})$$

Con los datos obtenidos se ha seleccionado un Rodamiento rígido de bolas “6201” ya que el C (requerido) < C (recalculado).

Para el rodamiento Rb se escoge el mismo rodamiento ya que tiene la misma carga.

6.7 Metodología

Para la implementación del sistema de extracción localizada, se requiere realizar procedimientos para que las partes de la maquina se ensamble de forma facil para dar mantenimiento luego de un tiempo de trabajo.

6.7.1 Construcción

a. Construcción de la mesa.

La mesa nos sirve de soporte del extractor. La mesa esta hecho por tubo cuadrado de (1 1/4)*1.5 galvanizado, la base de la mesa está formado por 4 tubos cuadrados con corte de 45° para luego unirlos y la altura de la mesa es de 45 cm. (Plano 02)



Figura 6.6: Construcción de la mesa
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

b. Construcción de la campana.

La campana esta hecho de tol galvanizado de 1.4, la campana esta formado por la base inferior de largo de 0.79* ancho de 0.74 por una altura de 0.30m y en la parte superior por un diametro de 0.2032 m. (Plano 09)



Figura 6.7: Construcción de la campana
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

c. Comstrucción del deposito.

El deposito esta hecho de tol galvanizado de 1.4 mm, el diametro es de 0.39 m por una altura de 0.90, el deposito esta soprtado de 3 patas de tuvo redondo (25*2 mm) de altura de 0.40 ysoldadas al deposito.

El depósito tiene una boca rectangular de 0.28*0.27 m * largo de 0.26m y esta a una altura de 0,20 m para luego ser acoplada al extractor. (Plano 03)



Figura 6.8: Construcción del depósito.
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

d. Construcción del brazo.

El brazo es de tubo cuadrado 75*2 mm, la longitud es de 2 m y esta tiene ojos chinos en el centro de los lados de 0.15 m de largo * 0.01m de alto a una distancia de 1.77 m. Los ojos chinos nos sirven para regular el soporte del rodillo. (Plano 12)



Figura 6.9: Construcción del brazo
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

e. Construcción del rodillo.

El rodillo es ta formado de un tuvo eje de de diámetro exterior de 10cm* diámetro interior de 9.5cm y asus lados esta ensamblado dos rodamientos, este rodamientos esta sujetado por pernos ya que se saco rosca al eje para que sea desarmable y darle mantenimiento. (Plano 14)

f. Construcción soporte del rodillo.

El soporte del rodillo se lo realizo de pletina de 75*6 mm, esta esta formado de dos pletina de 20 cm la misma q tiene dos ojos chinos de 15 cm de largo por 1 cm de ancho esta se realizó a un distancia de 3 cm para poder regular la altura, luego se redondio la pletina a un diámetro de 21cm para sujetar al ducto y luego se acoplo el rodillo. (Plano 13)



Figura 6.10: Construcción del soporte del rodillo
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

g. Construcción de la base de soporte del brazo.

La base del soporte del brazo se lo realizo con tuvo cuadrado de 75*2 mm, la medida se especifica en el plano 10.



Figura 6.11: Construcción del soporte del brazo
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

6.7.2 Ensamble.

Para realizar el ensamble del sistema de extracción sobre la maquina inyectora de suelas de poliuretano, se tuvo que cortar las canastillas para poder ensamblar ya que nos impedia el acoplamiento de la campana.



Figura 6.12: Cortar las canastillas de la inyectora
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

a. Ensamble del soporte del brazo con la base existente en la inyectora.

La base que se construyo se acoplo mediante soldadura sobre la base existente para que este fija y no tener inconvenientes.



Figura 6.13: Ensamble del soporte del brazo.
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

b. Ensamble del brazo con su soporte .

La base se acopla con un tubo eje existente en el extremo del brazo y se coloca un eje de transmision para que tenga movimiento el mecanismo la cual es sujetados con pernos.



Figura 6.14: Ensamble del brazo
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

c. Ensamble del brazo con el soporte del rodillo con pernos

El ensamble del brazo con el soporte del rodillo se lo sujeta con pernos y se los regula con los ojos chinos.



Figura 6.15: Acople del rodillo.
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

d. Ensamble del deposito con el extractor.

El deposito se acopla con el extractor con silicona y luego se lo remacha para que no exista fugas.



Figura 6.16: Ensamble del extractor con el depósito
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

e. Ensamble del extractor con el acople del ducto.

Luego de armar el deposito con el extractor fijamos el ducto con el extractor el cual se lo realio con silicona y remachado para que sea desarmable y dar manenimiento al extractor.

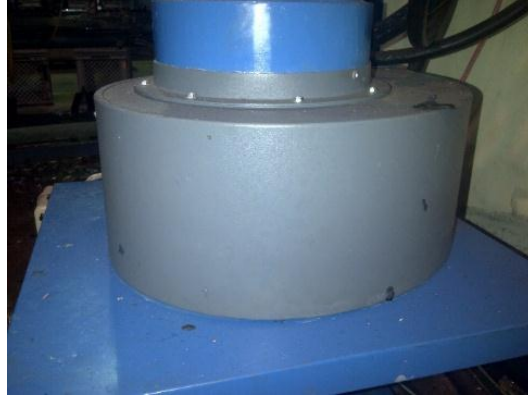


Figura 6.17: Acople del extractor y el ducto.
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

f. Ensamble del ducto.

El ensamble del ducto se lo realizó con ductos de pvc de 8 plg ya que en la tabla 2.9 recomienda que los ductos lisos y rigidos proporcionan recistencia que los conductos corrugados y flexibles, el cual es acoplado con codos de 45°, se utilizo el pvc para disminuir el peso y no exista fugas.



Figura 6.18: Ensamble del ducto
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

g. Ensamble del ducto con la campana.

La campana es acoplada al ducto de pvc por un codo de 90°, se puso silicona para que no exista fugas y se coloca a presión el codo de 90° en la campana y remachado para que este fijo.



Figura 6.19: Ensamble del ducto y la campana
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

6.7.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Para el paso y cierre de corriente se instaló un arrancador para el motor el que permite prender y apagar el extractor mediante los pulsadores verde (prende), rojo (apagar). También se instaló pulsadores en la palanca para que los obreros puedan prender y apagar el extractor inmediatamente.



Figura 6.20: Instalación eléctrica
FUENTE: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

6.8 Administración

Para conservar en óptimas condiciones el funcionamiento del sistema de extracción localizada y evitar el deterioro del mismo es necesario presentar un plan de mantenimiento.

6.8.1 Análisis económico.

Para cumplir con la implementación del sistema de extracción localizada se detalla en las siguientes tablas.

6.8.1.1 Costos directos (CD)

❖ Costos de materiales (CTM)

Los costos de los materiales a utilizar para la implementación del sistema de extracción localizada se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 6.11: Costos de materiales mecánicos.

COSTOS DE MATERIALES MECÁNICOS (CM)			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Plancha de tol galvanizado	2	33,42	66,84
T.C. (75X2)	1	29,3	29,3
T.REDOND (25X2)	1	7,35	7,35
PLATINA(75X6)	1	24,67	24,67
T.C (32x2)	1	12,18	12,18
Rodelas (D.E. 240X D.I. 190X8)	2	6,15	12,3
Eje perforado(D.E. 57 X D.I. 25 X 110)	1	8,269	8,269
Eje de transmisión (D. 32X140)	1	1,66	1,66
Litro de masilla uniplas	1	5,5	5,5
Litros de tiñer	3	1,84	5,52
Litro de fondo unipreiner	(1/2)	5	5
Litro de pintura	2	4,35	8,7
TUBO de PVC de 8 plg	1	50	50
Sub Total			237,289
IVA 12%			28,47468
TOTAL			265,76368

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

Tabla 6.12: Costos de materiales para la instalación.

COSTO DE MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN (CMI)			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Codos de PVC de 45° 8 plg	3	18	54
Ventilador	1	401	401
Motor	1	147,42	147,42
Arranque GMW 18 B AC 12-18A	1	67,3	67,3
Caja plástica 2 huecos	1	2,52	2,52
Pulsador CNC 22MM	2	5,22	10,44
Cable flexible # 18 AWG	100	0,15	15
Sub Total			697,68
IVA 12%			83,7216
TOTAL			781,4016

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

Para obtener los costos directos sumamos los totales:

$$CD = CM + CMI$$

Tabla 6.13: Costos directos.

COSTOS DIRECTOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
CM	265,76368
CMI	781,4016
TOTAL	1047,16528

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

6.8.1.2 Costos indirectos (CI)

En la tabla 6.5 se describe los costos indirectos para implementar el sistema de extracción localizada.

Tabla 6.14: Costos Indirectos.

COSTOS INDIRECTOS (CI)	
DENOMINACION	COSTO (USD)
Mano de obra para la construcción	800
Mano de obra para la instalación	200
Transporte	150
TOTAL	1150

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

6.8.1.3 Costo total (CT) para la implementación del sistema de extracción localizada.

Para el costo total sumamos el costo directo y los costos indirectos obtenidos anteriormente.

Tabla 6.15: Costos Total.

COSTO TOTAL (CT)	
DESCRIPCIÓN	VALOR
C.D	1047,16528
C.I	1150
TOTAL	2197,16528

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

Los costos directos (Tabla 6.4) para la construcción del sistema de extracción localizada fueron financiados por la empresa La Fortaleza Cía. Ltda, y el 50% de la mano de obra. El resto del dinero es aportado por el estudiante ejecutor de este proyecto.

6.8.2 Planeación.

6.8.2.1 Manual de revisión para el sistema de extracción localizada.

Con la finalidad de mantener en óptimas condiciones y lograr una vida útil prolongada de sus componentes del sistema de extracción hay que seguir las siguientes instrucciones:

- Revisar que el sistema de extracción se encuentre en buenas condiciones.
- Presionar el pulsador únicamente cuando se ponga el líquido desmoldante en los moldes para disminuir el consumo de energía.
- Colocar 20 litros de agua en el depósito para que las partículas de desmoldante se adhieran al agua.
- Poner grasa en los rodamientos cada mes para que los rodamientos tengan un buen funcionamiento.
- Poner grasa en el eje una vez cada 3 meses y evitar el desgaste por fricción para que el brazo gire suavemente.
- Observar que en el ducto no existan averías por donde pueda escapar el aire.
- Revisar que los cables eléctricos estén en perfectas condiciones para que no existan accidentes.
- Revisar que no existan objetos sobre los moldes para que no existan accidentes.
- Dar limpieza continua después de la jornada de trabajo para una vida útil prolongada.

6.8.3 Organización.

Para evitar problemas con el sistema de extracción localizada hay que seguir las instrucciones planteadas.

6.8.4 Dirección

Debe ser supervisado por una persona que conozca el funcionamiento del sistema de extracción localizada, en este caso es el jefe de producción ya que es responsable de la maquinaria.

6.8.5 Control

Durante el proceso de funcionamiento del sistema de extracción, en caso de presentar un daño o inconveniente el obrero deberá informar al jefe de producción.

6.9 Previsión de la evaluación.

6.9.1 Metodología para la medición de la calidad de aire.

Las mediciones se realizaron en el área de inyección de la empresa La Fortaleza Cía Ltda, ya que sobrepasaba el límite de la dosis y con el sistema de extracción localizada implementado veremos cuánto se ha reducido.

6.9.2 Resultado de las mediciones en el área de inyección con el sistema de extracción.

Las mediciones se realizaron en el área de inyección ya que anteriormente estaba sobre la dosis establecida y con la implementación del sistema de extracción se observará cuánto se ha logrado reducir. En la tabla 6.12 se muestra las mediciones en el área de inyección.

Tabla 6.16: Mediciones de los compuestos orgánicos volátiles en el área de inyección.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
RESULTADOS DE EVALUACIÓN					
TAREA: INYECCIÓN Y DESMOLDE					
Tiempo de la medición: toda la tarea.					
MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN (ppm)					
Nº	Ci (THF)	Ci(OXIDO DE ETILENO)	Ci (OXIDO DE PROPILENO)	Ci (TOLUENO)	Ci (XILENO)
1	12	0,2	12	20	10
2	14	0,2	14	10	20
3	11	0,2	8	10	10
4	9	0,3	8	10	10
5	9	0,2	2	10	10
6	3	0,2	6	10	10
7	6	0,2	2	10	10
8	3	0,3	2	10	20
9	3	0,2	2	10	20
10	3	0,2	2	10	10

TLV TWA	200	50	2	50	100
Ci(pmm)	7,3	0,22	5,8	11	13
C8(ppm)	7,3	0,22	1,0875	11	13
D	0,0365	0,0044	0,54375	0,22	0,13

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

Tabla 6.17: Dosis sin el sistema de extracción y con el sistema de extracción.

PUESTO	MEDICIÓN	Dosis THF	Dosis Oxido de Etileno	Dosis Oxido de propileno	Dosis de tolueno	Dosis de Xileno	TOTAL
INYECCION DE SUELAS	SIN EXTRACTOR	0,016	0,075	2,18	0,061	0,025	2,357
	CON EXTRACTOR	0,0365	0,0044	0,54375	0,22	0,13	0,93465

Fuente: Roberto C. Panimboza C. (Autor)

Como podemos observar la nueva dosis es de $D=0.93$ la cual está dentro del rango permitido por la INSHT. Con el nuevo sistema de extracción se ha reducido el 39.45% de contaminación en el área de inyección.

Como podemos observar en la tabla 6.13, que la dosis de THF, Tolueno y xileno aumentó esto se debe al cambio del material, el nivel de aplicación no es el mismo ya que cambian las matrices constantemente y también es por el cambio de operador ya que el operador no está constantemente.

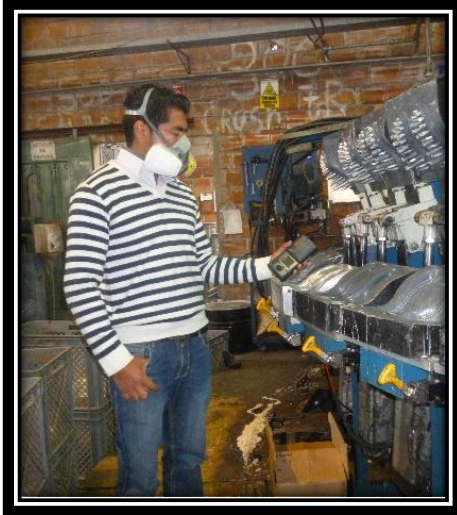
BIBLIOGRAFÍA

- Alley, R. &. (200). *Manual de control de la calidad del aire*. Mexico: Graw-Hill.
- ECHEVERRI, C. (2011). *Ventilación Industrial*. Medellín: Digiprint Editores E.U.
- FLORÍA, P. (2007). *Gestión de la higiene industrial en la empresa*. Madrid: Aetegraf S.A.
- GARCIA, J. (1998). *Ley de prevención de riesgos laborales y reglamentos de desarrolla*. Universidad de oviedo.
- GOBERNA, R. (1992). *Ventilación Industrial*. Valencia: Artes Gráficas Soler.
- HARRIS, C. (1995). *Manual de medidas acuaticas y control de ruido*. Madrid: McGraw-Hill.
- INSHT. (1987). *NTP 243: Ambientes cerrados: calidad d aire*. España.
- INSHT. (1991). *NTP 320:Umbrales olfativos y seguridad de sustacias químicas peligrosas*. España.
- INSHT. (2002). *Riesgo quimico*. España.
- INSHT. (2004). *Guia tecnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo*. España.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL. (2010). *Reglamento para el sistema de auditoria de riesgo de trabajo "SART"*. Quito.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL. (2012). *Decreto ejecutivo 2393 reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*. Quito.
- Ley de protección ambiental. (1994). *Ley 7: De caliada de aire*. Andalucía.
- POPENDORF, W. (2006). *Industrial Hygiene Control of Aiborne Chemical Hazards*. Florida: Taylor & Francis.
- Quinchía R, y. P. (2003). *Ventilación industrial y equipos de limpieza*. Medellín: Ingeire.
- UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. (s.f).
<http://biblioteca.usac.edu.gt>. Obtenido de
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1740_IN.pdf

ANEXOS

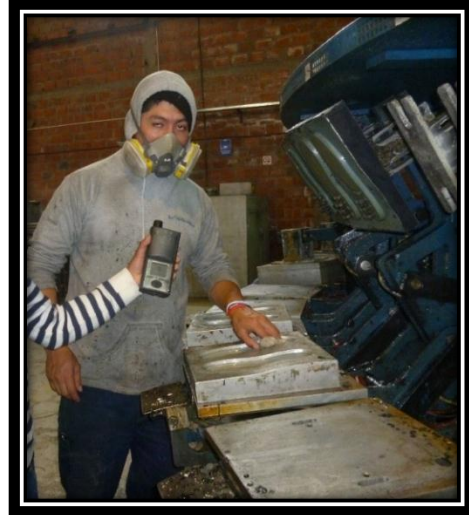
ANEXOS: 1
PROCESO DE MEDICIÓN EN LAS ÁREAS DE INYECCIÓN, LAVADO Y
PINTADO.

Área: Inyección de suelas.



Medición: THF Tetra hidro Furano

Área: Inyección de suelas.



Medición: Óxido de etileno.

Área: Inyección de suelas.



Medición; Óxido de propileno

Área: Inyección de suelas.



Medición: Tolueno.

Área: Inyección de suelas.

Área: Lavado.



Medición: Xileno



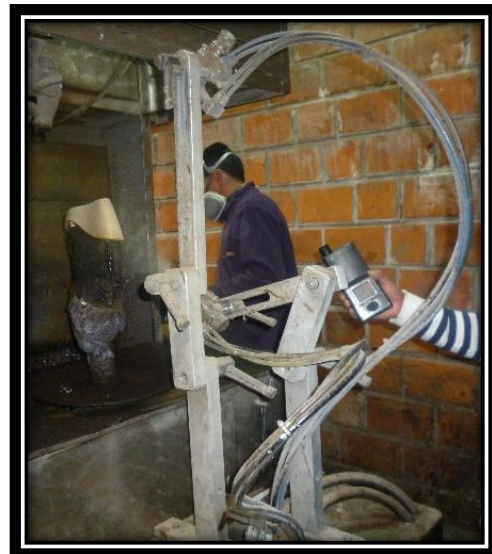
Medición: Per cloro Etileno

Área: Pintura.



Medición: Tolueno

Área: Pintura.



Medición: Xileno

ANEXO 2

VALOR DE CHI CUADRADO

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055
2	13,815	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052
3	16,266	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,017
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,666	19,0228	16,919	14,6837
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,307	15,9872
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,725	21,92	19,6752	17,275
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,217	23,3367	21,0261	18,5493

ANEXO 3

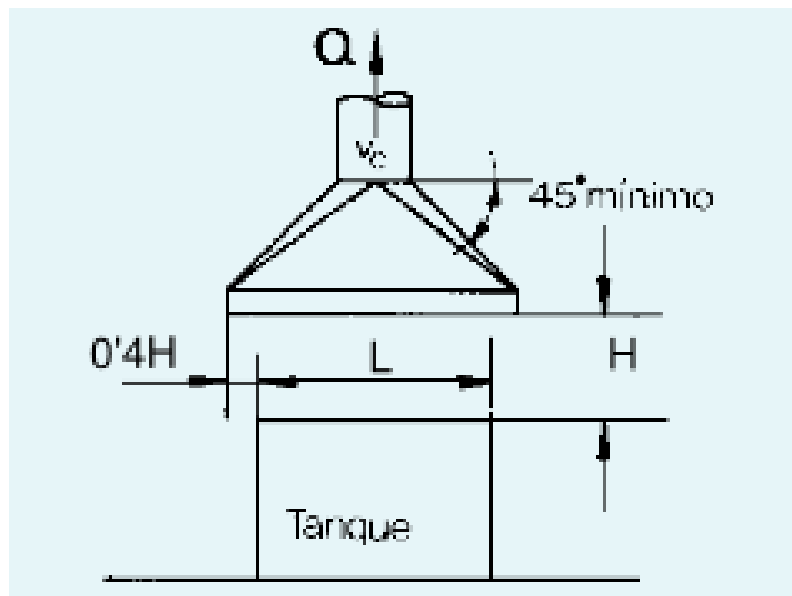
VALORES DE PRESIÓN DINÁMICA

PD= Presión dinámica en mmca V = Velocidad en m/s

V	PD	V	PD	V	PD
1	0,06	13,5	11,15	26	41,36
1,25	0,1	13,75	11,57	26,25	42,16
1,5	0,14	14	11,99	26,5	42,96
1,75	0,19	14,25	12,42	26,75	43,78
2	0,24	14,5	12,86	27	44,6
2,25	0,31	14,75	13,31	27,25	45,43
2,5	0,38	15	13,76	27,5	46,27
2,75	0,46	15,25	14,23	27,75	47,11
3	0,55	15,5	14,7	28	47,96
3,25	0,65	15,75	15,18	28,25	48,82
3,5	0,75	16	15,66	28,5	49,69
3,75	0,86	16,25	16,15	28,75	50,57
4	0,98	16,5	16,66	29	51,45
4,25	1,11	16,75	17,16	29,25	52,34
4,5	1,24	17	17,68	29,5	53,24
4,75	1,38	17,25	18,2	29,75	54,15
5	1,53	17,5	18,74	30	55,06
5,25	1,69	17,75	19,27	30,25	55,98
5,5	1,85	18	19,82	30,5	56,91
5,75	2,02	18,25	20,38	30,75	57,85
6	2,2	18,5	20,94	31	58,79
6,25	2,39	18,75	21,51	31,25	59,74
6,5	2,58	19	22,09	31,5	60,7
6,75	2,79	19,25	22,67	31,75	61,67
7	3	19,5	23,26	32	62,65
7,25	3,22	19,75	23,86	32,25	63,63
7,5	3,44	20	24,47	32,5	64,62
7,75	3,67	20,25	25,09	32,75	65,62
8	3,92	20,5	25,71	33	66,62

8,25	4,16	20,75	26,34	33,25	67,64
8,5	4,42	21	26,98	33,5	68,66
8,75	4,68	21,25	27,63	33,75	69,69
9	4,96	21,5	28,28	34	70,72
9,25	5,23	21,75	28,94	34,25	71,77
9,5	5,52	22	29,61	34,5	72,82
9,75	5,82	22,25	30,29	34,75	73,88
10	6,12	22,5	30,97	35	74,94
10,25	6,43	22,75	31,66	35,25	76,02
10,5	6,74	23	32,36	35,5	77,1
10,75	7,07	23,25	33,07	35,75	78,19
11	7,4	23,5	33,79	36	79,29
11,25	7,74	23,75	34,51	36,25	80,39
11,5	8,09	24	35,24	36,5	81,5
11,75	8,45	24,25	35,98	36,75	82,62
12	8,81	24,5	36,72	37	83,75
12,25	9,18	24,75	37,48	37,25	84,89
12,5	9,56	25	38,24	37,5	86,03
12,75	9,95	25,25	39	37,75	87,18
13	10,34	25,5	39,78	38	88,34
13,25	10,74	25,75	40,56	38,25	89,51

ANEXO 4
CAMPANA ELEVADA



Características:

$$Q = 1.4xVxPxH$$

$$V = (0.25 \text{ a } 2.5 \text{ m/s})$$

$$Vt = (15 \text{ a } 20 \text{ m/s})$$

$$Fh = (0.25)$$

ANEXO 5
FACTOR DE CORRECCIÓN.

AIR DENSITY CORRECTION FACTOR, ρ

Altitude, ft	Sea Level												
	-1000	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10,000	
Barometer	"Hg	31.02	29.92	28.86	27.82	26.82	25.84	24.90	23.98	23.09	22.22	21.39	20.54
	"Wg	422.2	407.5	392.8	378.4	365.0	351.7	338.9	326.4	314.3	302.7	291.1	280.1
Air Temp.	-40	1.31	1.26	1.22	1.17	1.13	1.09	1.05	1.01	0.97	0.93	0.90	0.87
F	0	1.19	1.15	1.11	1.07	1.03	0.99	0.95	0.91	0.89	0.85	0.82	0.79
	40	1.10	1.06	1.02	0.99	0.95	0.92	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73
	70	1.04	1.00	0.96	0.93	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71	0.69
	100	.98	0.95	0.92	0.88	0.85	0.81	0.78	0.75	0.73	0.70	0.68	0.65
	150	.90	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75	0.72	0.69	0.67	0.65	0.62	0.60
	200	.83	0.80	0.77	0.74	0.71	0.69	0.66	0.64	0.62	0.60	0.57	0.55
	250	.77	0.75	0.72	0.70	0.67	0.64	0.62	0.60	0.58	0.56	0.53	0.51
	300	.72	0.70	0.67	0.65	0.62	0.60	0.58	0.56	0.54	0.52	0.50	0.48
	350	.68	0.65	0.63	0.60	0.58	0.56	0.54	0.52	0.51	0.49	0.47	0.45
	400	.64	0.62	0.60	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49	0.48	0.46	0.44	0.42
	450	.60	0.58	0.56	0.54	0.52	0.50	0.48	0.46	0.45	0.43	0.42	0.40
	500	.57	0.55	0.53	0.51	0.49	0.47	0.45	0.44	0.43	0.41	0.39	0.38
	550	.54	0.53	0.51	0.49	0.47	0.45	0.44	0.42	0.41	0.39	0.38	0.36
	600	.52	0.50	0.48	0.46	0.45	0.43	0.41	0.40	0.39	0.37	0.35	0.34
	700	.47	0.46	0.44	0.43	0.41	0.39	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32
	800	.44	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29
	900	.40	0.39	0.37	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27
	1000	.37	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25

Standard Air Density, Sea Level, 70 F = 0.0751 / ft³

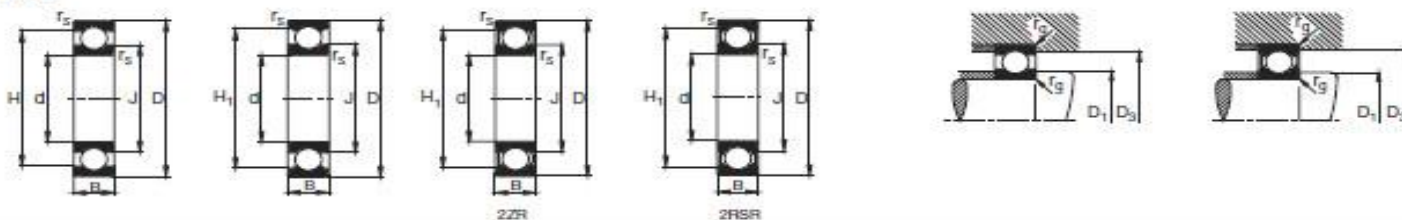
ANEXO 6
FACTOR DE PERDIDA DE CODOS

FACTOR DE PERDIDA DE CODOS			
R/D	Factor	UNIONES	
		ángulo	Factor
0.0 ecuadrada	1.25	15°	0.09
1.5	0.30	30°	0.18
2.0	0.27	45°	0.28
2.5	0.22	60°	0.44
		90°	1.00

ANEXO 7 RODAMIENTO FAG RÍGIDO DE BOLAS

Rodamientos FAG rígidos de bolas de una hilera

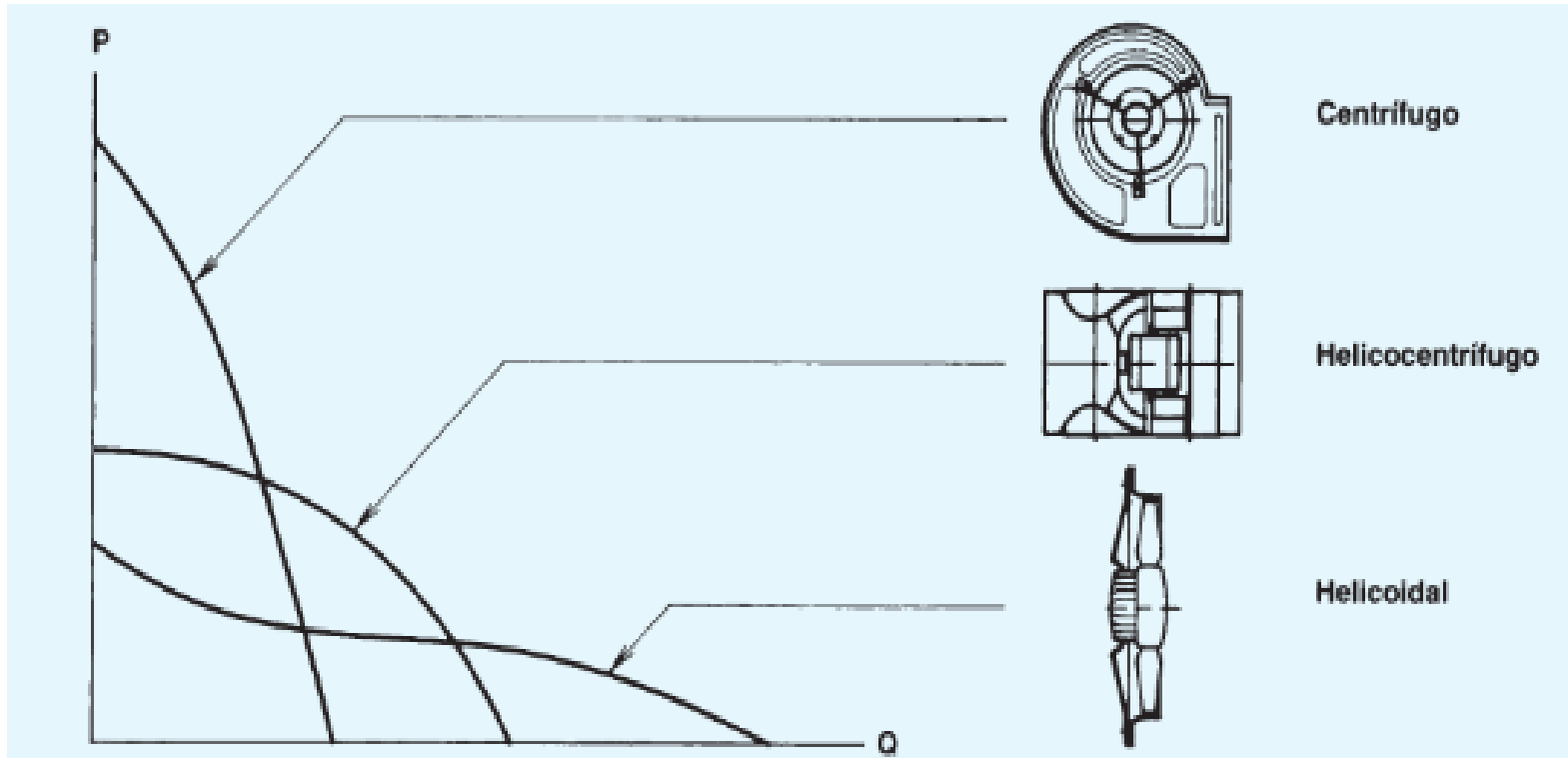
1 cm
de v



Eje	Dimensiones							Peso ~ kg	Capacidad de carga		Velocidad límite min ⁻¹	Velocidad de referencia	Denominación abreviada Rodamiento FAG
	d	D	B	r _s mm	H	H ₁	J		dyn. C	stat. C ₀			
10	10	26	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,95	34000	32000	6000
	10	26	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,95	34000	32000	6000.W203B
	10	26	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,02	4,55	1,95	28000	32000	6000.ZR
	10	26	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,02	4,55	1,95	19000		6000.2RSR
	10	26	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,02	4,55	1,95	19000		60000.2RSR.W203B
	10	26	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,024	4,55	1,95	34000		16100
	10	30	9	0,6	24	25	16,6	0,031	6	2,6	32000	25000	6200
	10	30	9	0,6	24	25	16,6	0,031	6	2,6	32000	25000	6200.W203B
	10	30	9	0,6	24	25	16,6	0,032	6	2,6	26000	25000	6200.ZR
	10	30	9	0,6	24	25	16,6	0,032	6	2,6	17000		6200.2RSR
	10	30	9	0,6	24	25	16,6	0,034	6	2,6	17000		62000.2RSR.W203B
	10	30	14	0,6	23,9	24,9	16,6	0,048	6	2,6	17000		62200.2RSR
	10	35	11	0,6	27	28,6	18,1	0,055	8,15	3,45	56000	25000	6300
	10	35	11	0,6	27	28,6	18,1	0,056	8,15	3,45	56000	25000	6300.W203B
	10	35	11	0,6	27	28,6	18,1	0,057	8,15	3,45	27000	25000	6300.ZR
	10	35	11	0,6	27	28,6	18,1	0,056	8,15	3,45	15000		6300.2RSR
	10	35	11	0,6	27	28,6	18,1	0,056	8,15	3,45	15000		63000.2RSR.W203B
	12	12	28	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,02	5,1	2,35	32000	28000	6001
12		28	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,021	5,1	2,35	32000	28000	6001.W203B
12		28	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,02	5,1	2,35	28000	28000	6001.ZR
12		28	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,022	5,1	2,35	18000		6001.2RSR
12		28	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,023	5,1	2,35	18000		60010.2RSR.W203B
12		30	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,026	5,1	2,35	32000		16101
12		32	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,037	6,95	3,1	30000	25000	6201
12		32	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,038	6,95	3,1	30000	25000	6201.W203B
12		32	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,039	6,95	3,1	24000	25000	6201.ZR
12		32	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,039	6,95	3,1	16000		6201.2RSR
12		32	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,04	6,95	3,1	16000		62010.2RSR.W203B

ANEXO 8

CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS FUNDAMENTALES DE VENTILACIÓN.



ANEXO 9
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL MONITOR DE GASES
MÚLTIPLES MX6

www.degso.com CERTIFICADO ISO 9001:2008 degso@degso.com

QUITO: Mariano Paez 975-77 (Paseo de la Aída) Teléfono: (02) 23042191/2304223
 GUAYAS: Cuzcocha Alameda, No. 8, Vía 4, Teléfono: (01) 42296795

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Cliente: MANOLO CORDOVA N° 008389
 Descripción del Equipo: MULTIGAS MX6
 Fabricante: INDUSTRIAL SCIENTIFIC N° DE Serie: 130935W-001
 Sistema Fijo: Sistema Portátil:
 Condiciones ambientales del laboratorio: HI: 45% Temp.: 26,4 °C

CALIBRACIÓN DE ALARMAS:

Origen	Título 1	Título 2	
Lo	Lo TWA	Lo TWA	
Hi	Hi STEL	Hi STEL	
Combustible	Título 3	Título 4	
Lo	Lo 100 ppm TWA 100 ppm	Lo TWA	
Hi	Hi PID 200 ppm STEL 200 ppm	Hi STEL	

CALIBRACIÓN CON GASES: (Aprobados N.I.S.T)

SENSOR A SER CALIBRADO			RESPUESTA DEL SENSOR (SPAN)	VALOR ESTIPADO DE CALIBRACIÓN (Sin PPM)	CILINDRO DE CALIBRACIÓN		RESULTADO DE CALIBRACIÓN	
SENSOR	GAS (UNIDAD)	SPAN GAS			N° PARTE FABRICANTE	N° LOTE (N.I.S.T)	PASA	NO PASA
N° SERIE OREGADO								
COMENTARIO								
TÍTULO 1								
TÍTULO 2								
TÍTULO 3	KOOLTRANO	100ppm	202,8	100	18E0009 ISC	1411696	X	
TÍTULO 4								

Validez del Certificado: 3 MESES Lugar y Fecha de Emisión: QUITO, 15 Abril 2014
 Comentarios: Ninguno

Realizado por: **BYRON GAMBOA**

Recibido por: **Manolo Cordova**

Por favor leer y entender bien las instrucciones de operación antes de usar los equipos, para asistencia técnica comuníquese con DEGSO (02) 2304223.

ANEXO 10
CONDICIONES ANTIGUAS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE
INYECCIÓN



ANEXO 11
SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA EN EL ÁREA DE
INYECCIÓN.



ANEXO 12
ÁREA IMPLEMENTADA CON EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN
LOCALIZADA.



ANEXO 13

**MEDICIÓN DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN EL
ÁREA DE INYECCIÓN CON EL EXTRACTOR INSTALADO.**

Área: Inyección de suelas.



Medición: THF Tetra hidro Furano

Área: Inyección de suelas.



Medición: Óxido de etileno

Área: Inyección de suelas.



Medición; Óxido de propileno

Área: Inyección de suelas.



Medición: Tolueno.

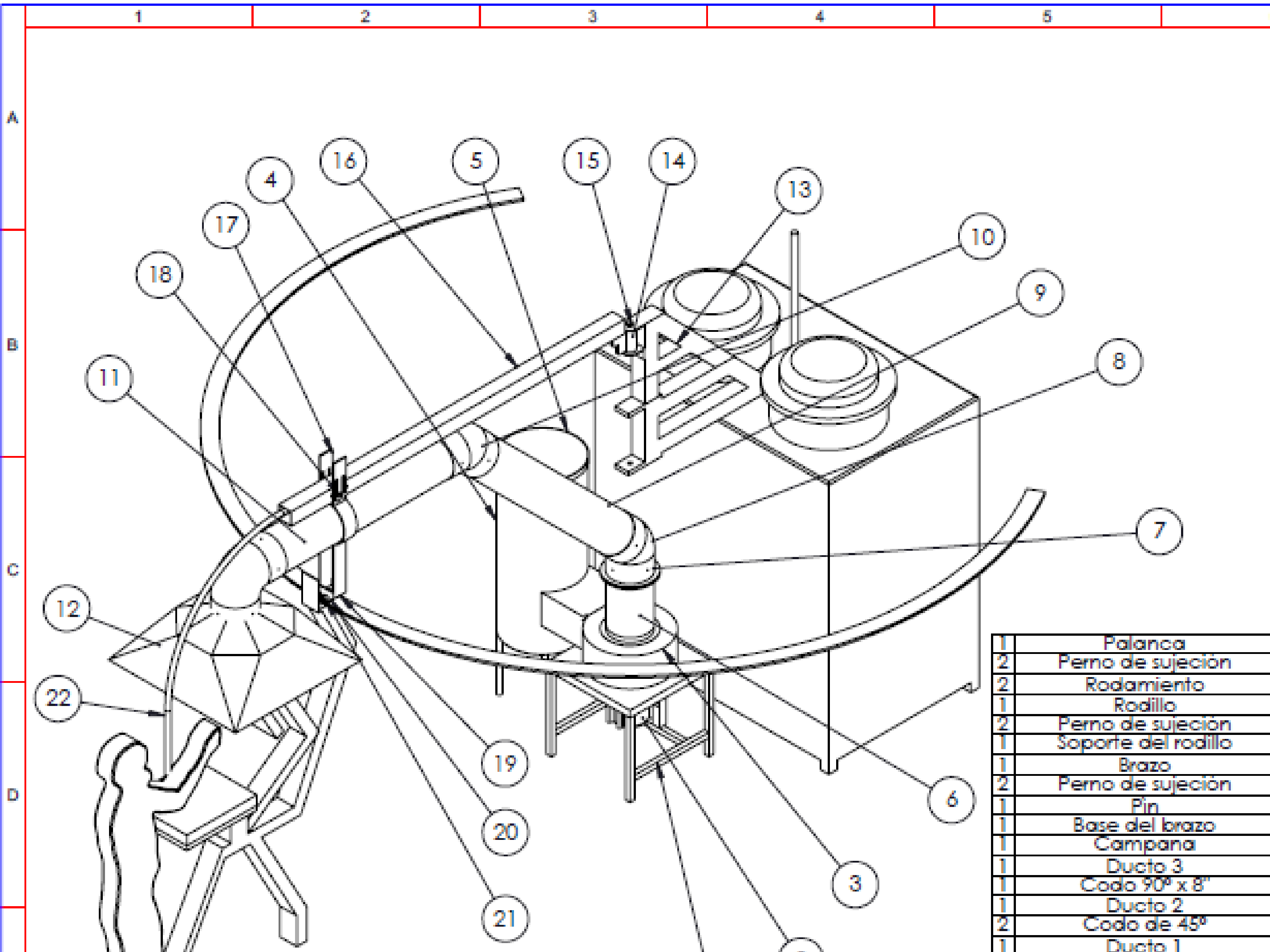
Área: Inyección de suelas.



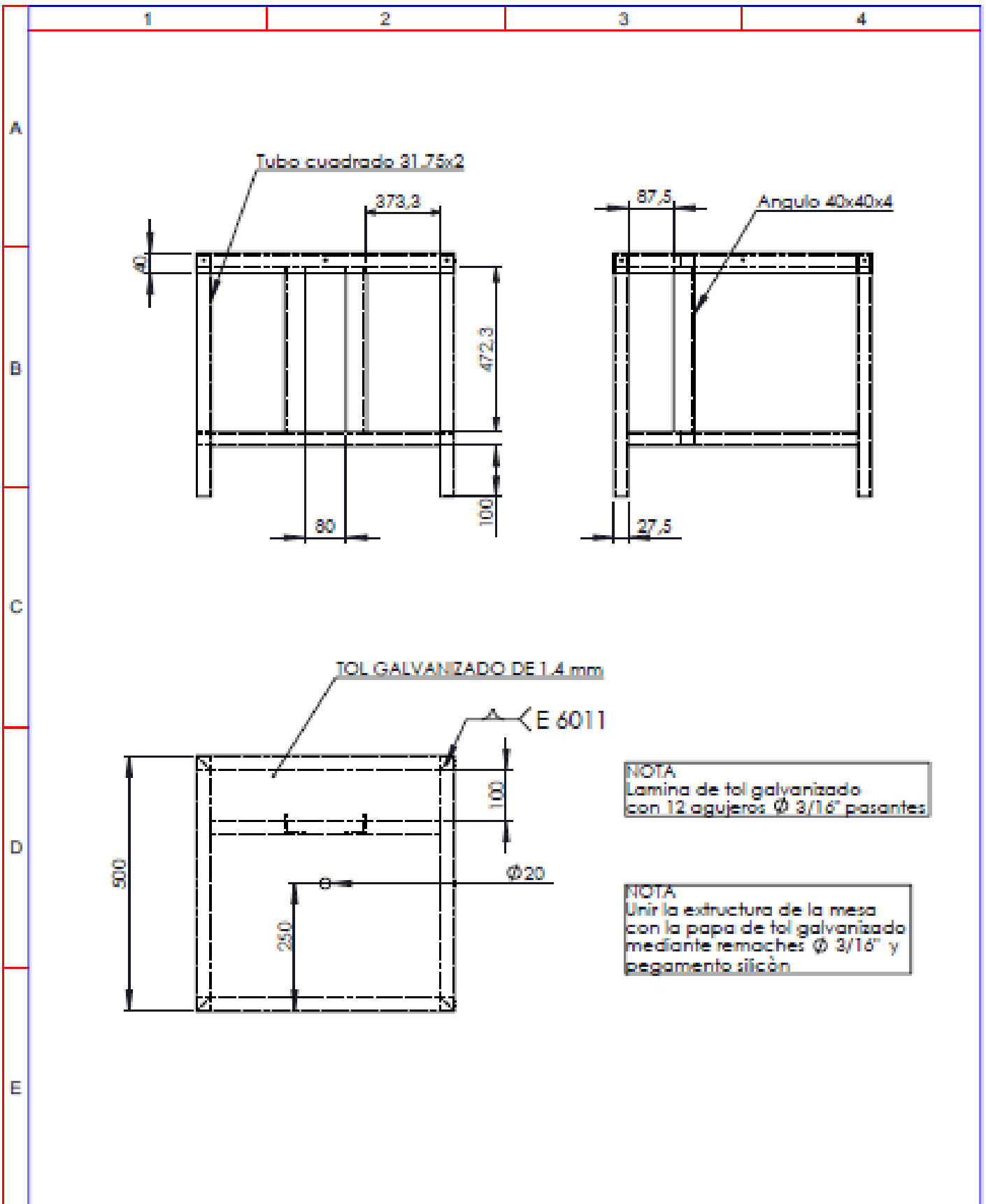
Medición: Xileno

ANEXO 14

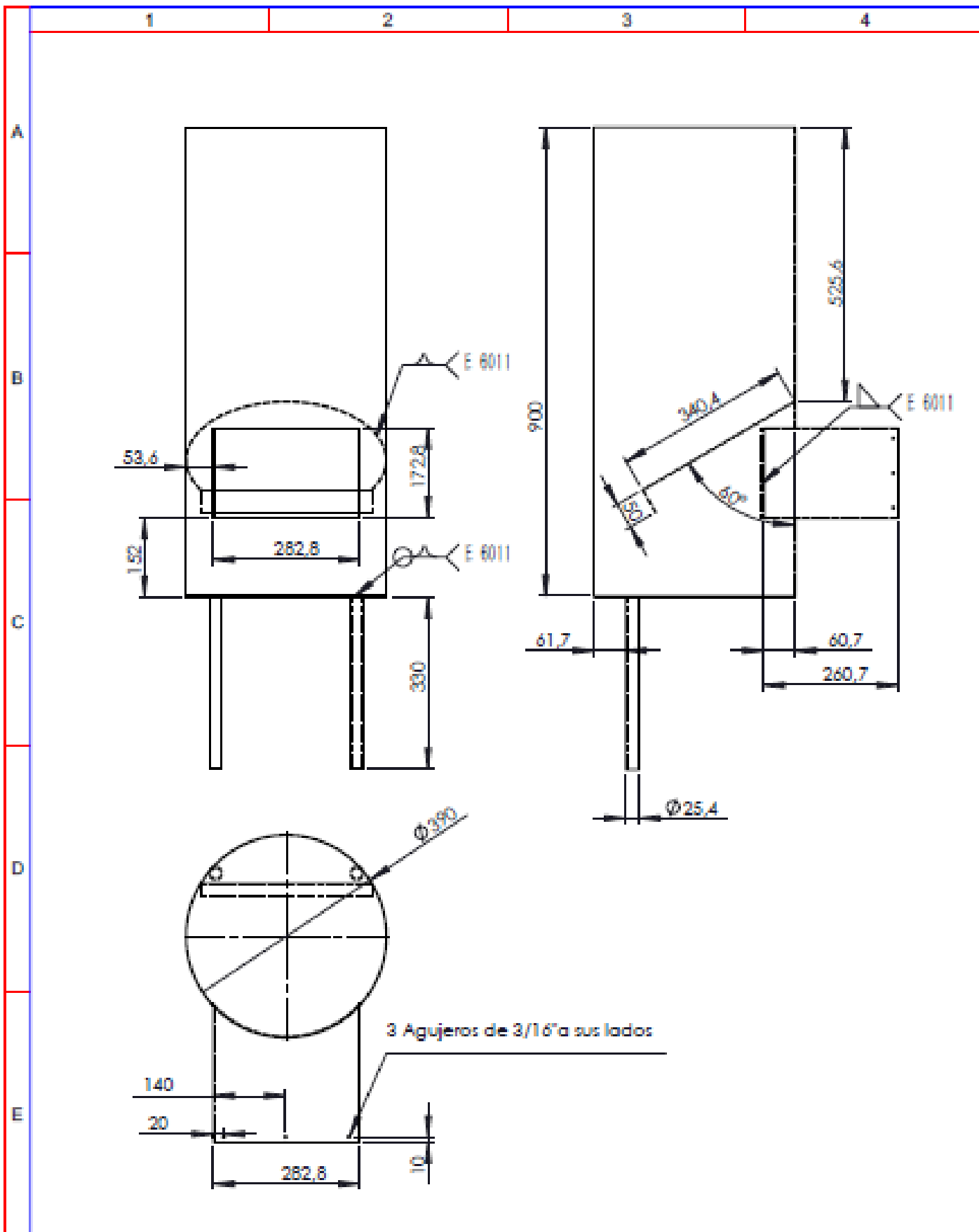
PLANOS

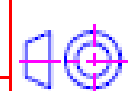


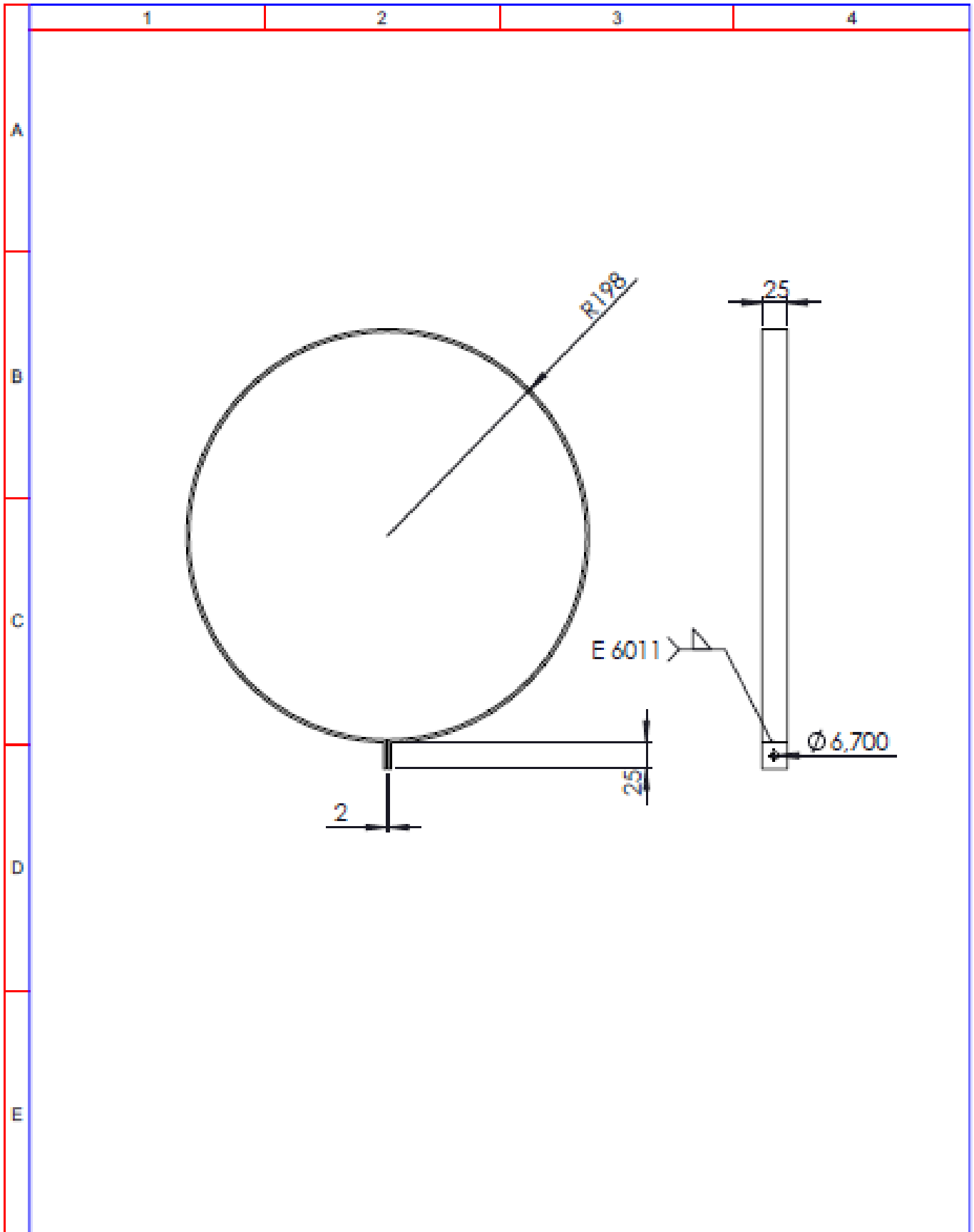
1	Palanca
2	Ferno de sujeción
2	Rodamiento
1	Rodillo
2	Ferno de sujeción
1	Soporte del rodillo
1	Brazo
2	Ferno de sujeción
1	Pin
1	Base del brazo
1	Campana
1	Ducto 3
1	Codo 90° x 8"
1	Ducto 2
2	Codo de 45°
1	Ducto 1



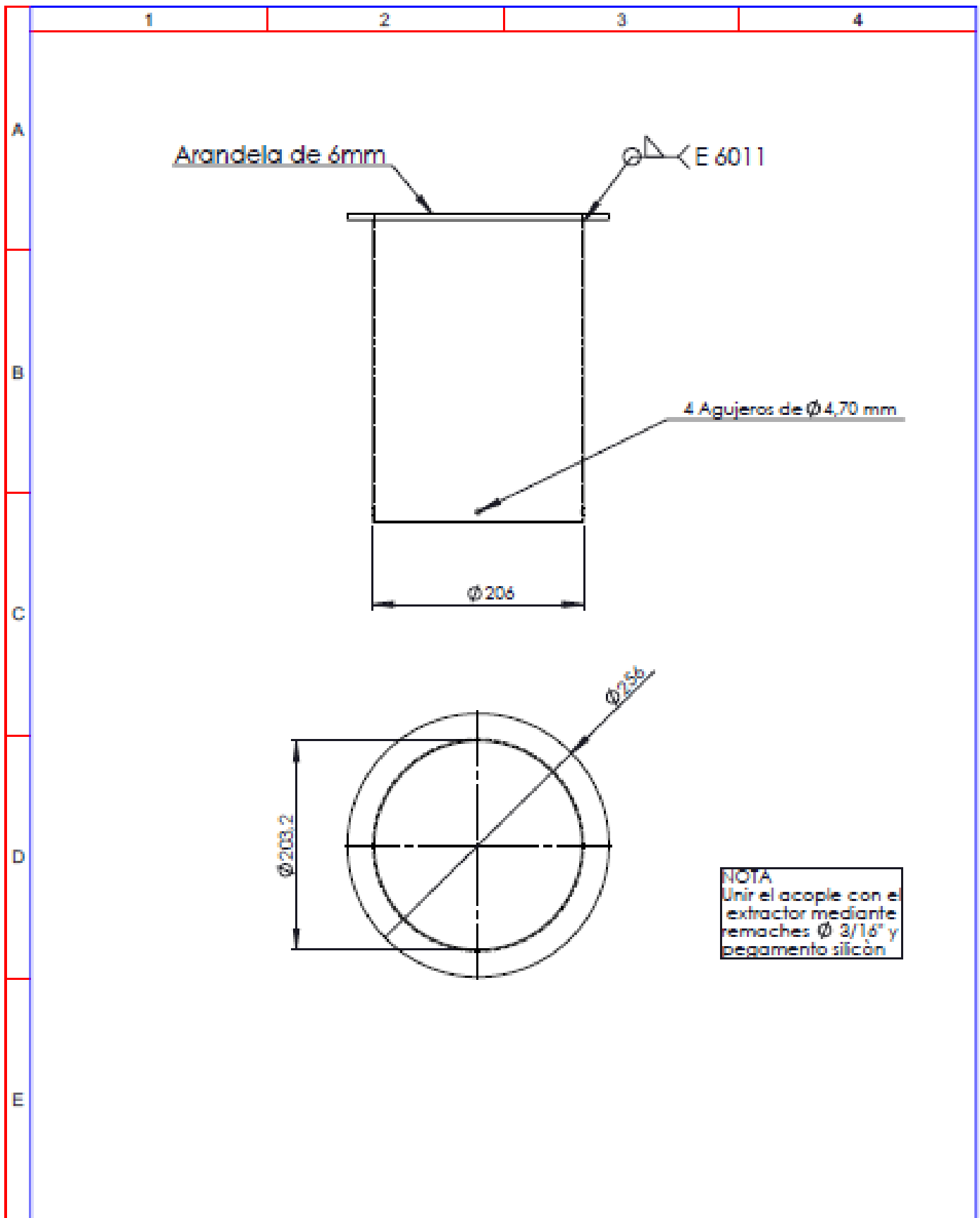
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: VARIOS	Escala:
				$\pm 0,1$	8.70 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Mesa	1:10
			Dibujó:	12/08/14	Perezbaza R.		
			Revisó:	20/11/14	Ing. Pérez C.		
			Aprobó:	20/11/14	Ing. Pérez C.	Número del dibujo: 02 de 15	
						(Sustitución)	
Uta				UTA Ing. Mecánica			
Modificación		Fecha	Nombre				



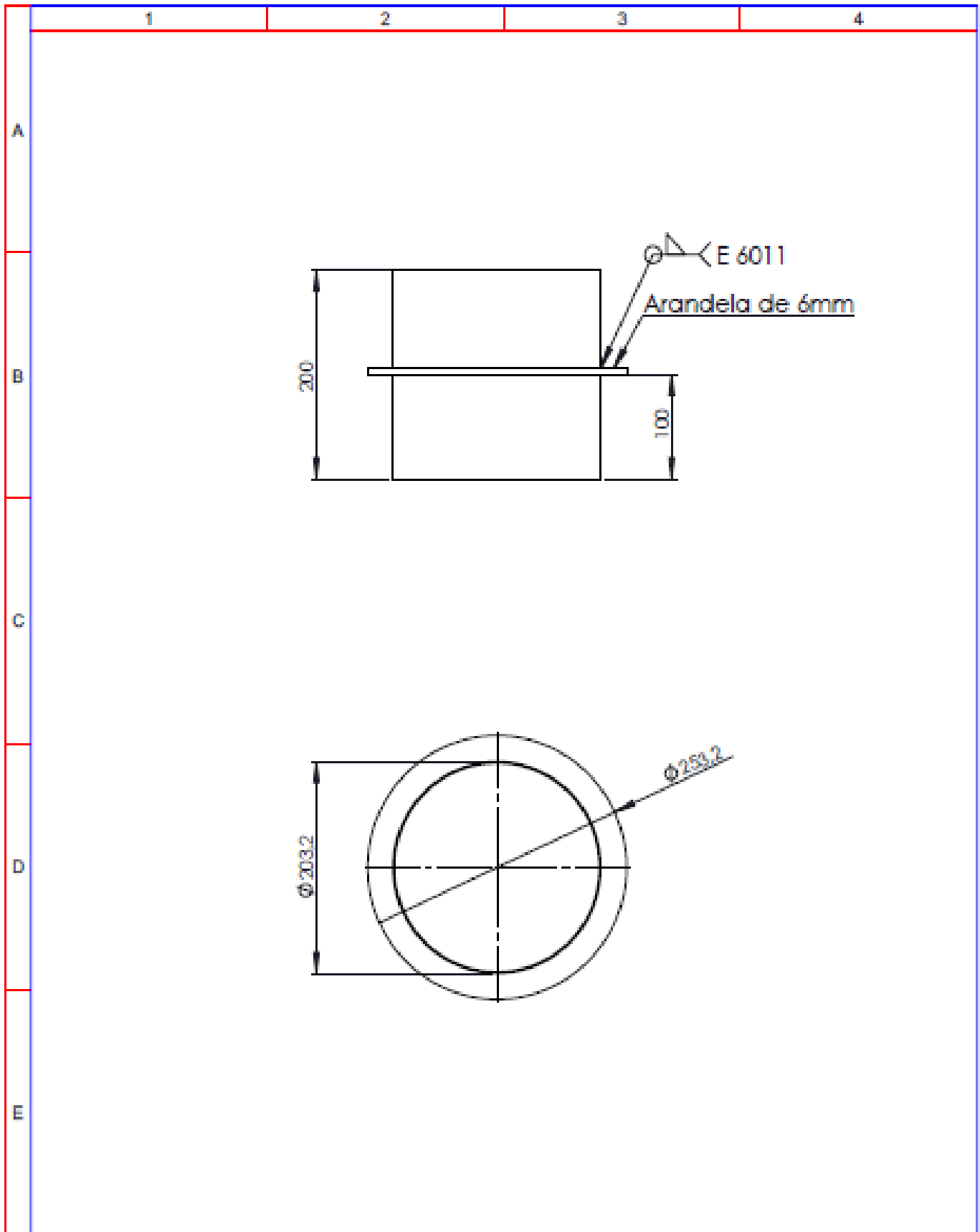
		Tolerancia		(Peso)	Materiales: LAMINA DE TOL GALVANIZADO DE e:1.4	
		±0,1		16 Kg		
		Fecha	Nombre		Denominación:	Escala:
		Dibujó: 18/05/14	Párramoz R		Depósito	1:10
		Revisó: 20/11/14	Ing. Pérez C.			
		Aprobó: 20/11/14	Ing. Pérez C.			
		UTA			Número del dibujo: 03 de 15	
		Ing. Mecánica			(Sustitución)	
Revisión	Modificación	Fecha	Nombre			



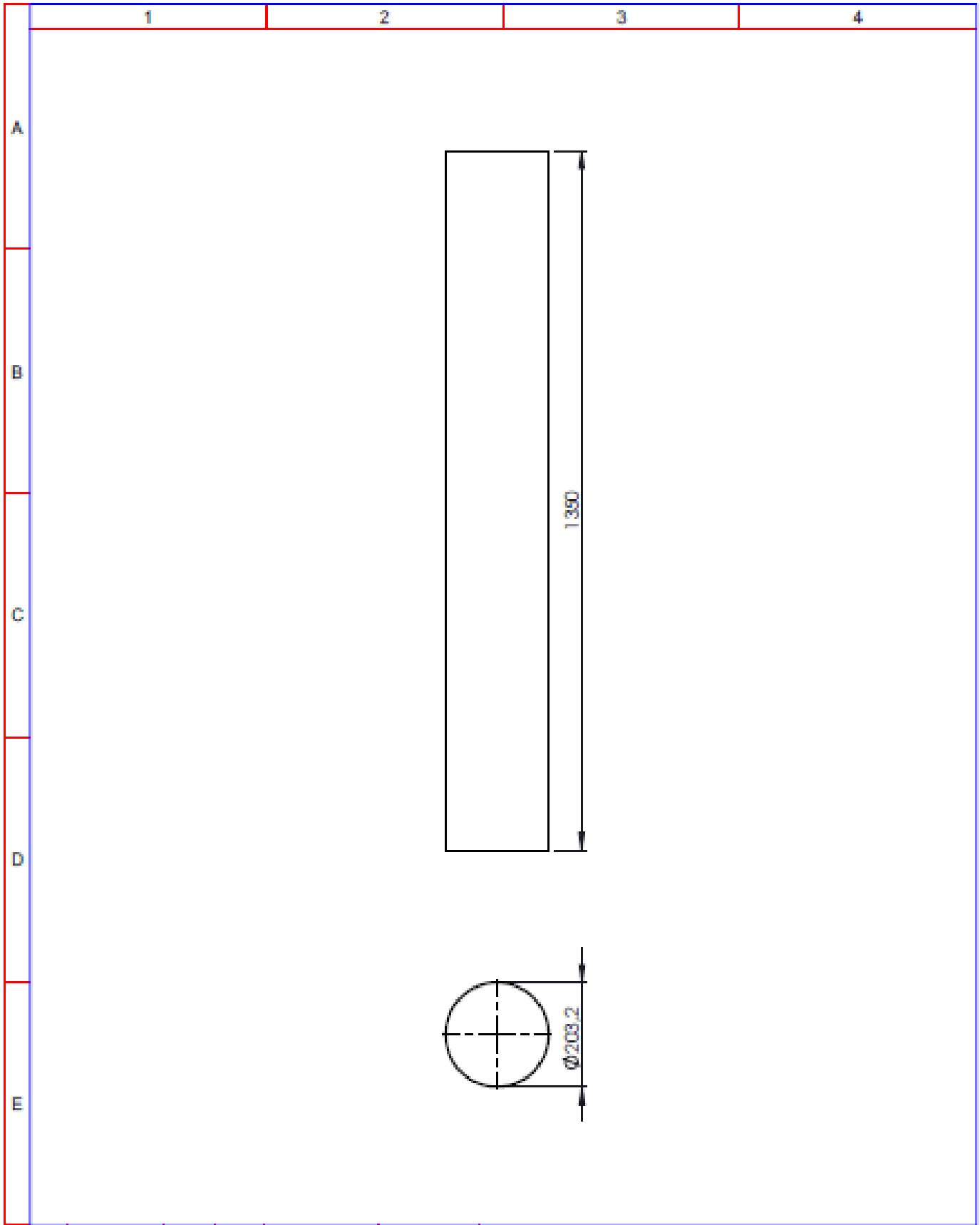
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	
				±0,1	0.78 Kg		
				Fecha	Nombre	Abrazadera	Escala: 1:5
				Dibujó: 13/08/14	Parrañoza R.		
				Revisó: 20/11/14	Ing. Pérez C.		
				Aprobó: 20/11/14	Ing. Pérez C.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 04 de 15	
Revisión	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

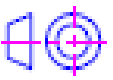


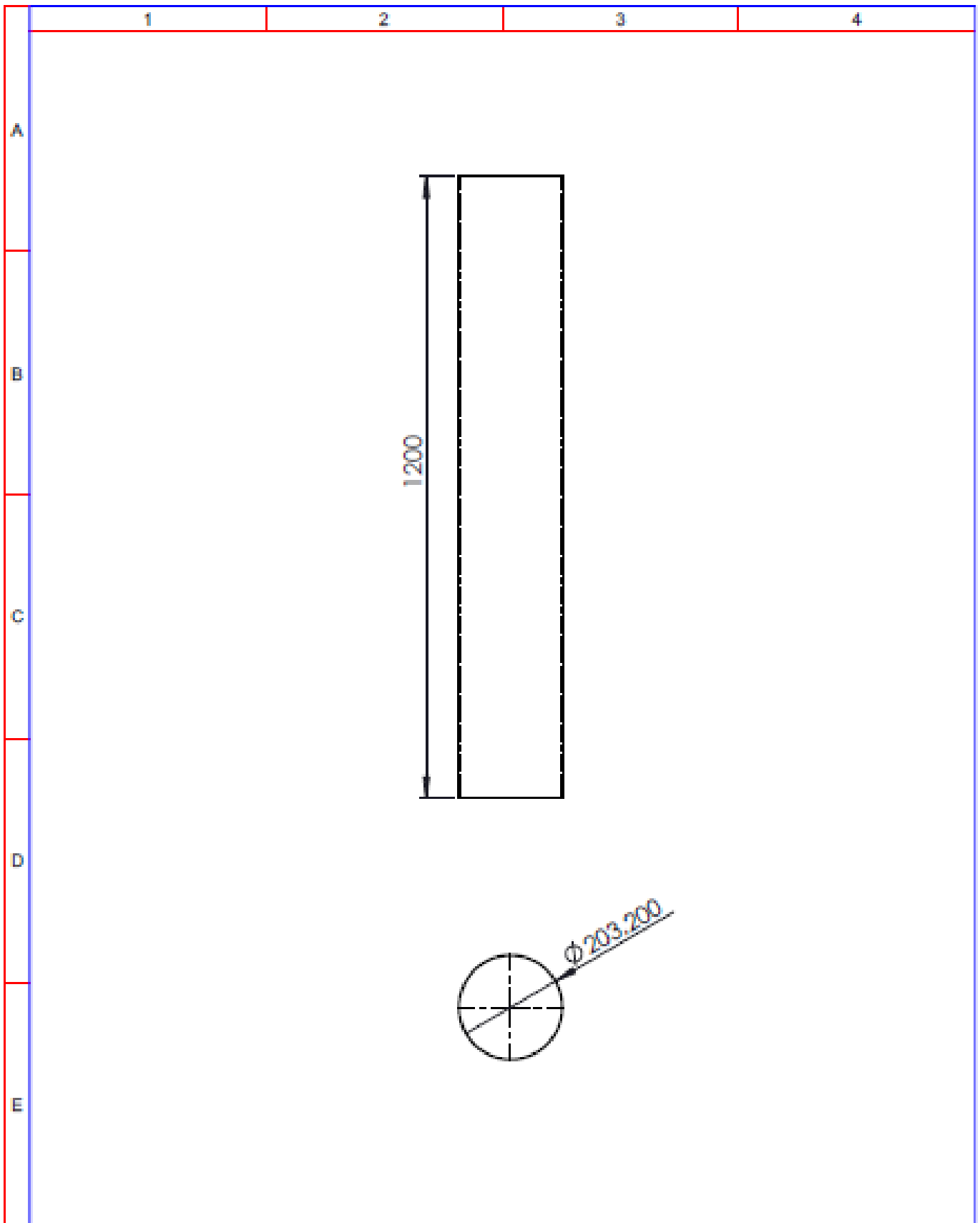
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: LAMINA DE TOL GALVANIZADO DE 1.4mm	
				±0,05	2.97Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: ACOPLE DEL EXTRACTOR	Escala: 1:5
			Dibujó:	13/08/14	Penimboza R.		
			Revisó:	20/11/14	Ing. Pérez C.		
				Aprobó:	20/11/14	Ing. Pérez C.	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 05 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

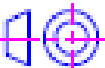


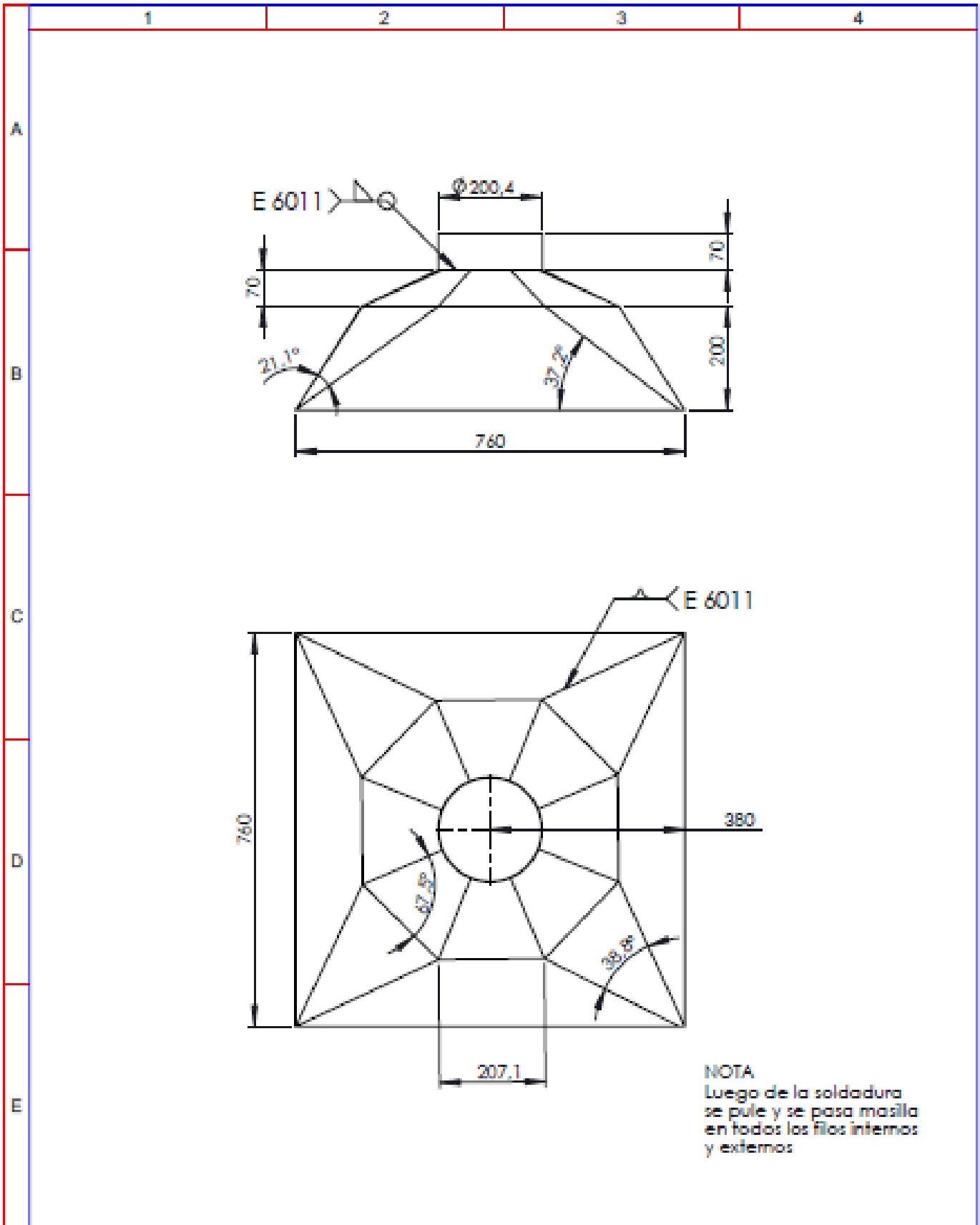
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: LAMINA DE TOL GALVANIZADO 1.4 mm	
				±0,05	2.24 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Ducto 1	Escala: 1:5
				Dibujó: 13/08/14	Penámbroze R		
				Revisó: 20/11/14	Ing. Pérez C.		
				Aprobó: 20/11/14	Ing. Pérez C.	Número del dibujo: 06 de 15	
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	
razón	Modificación	Fecha	Nombre				



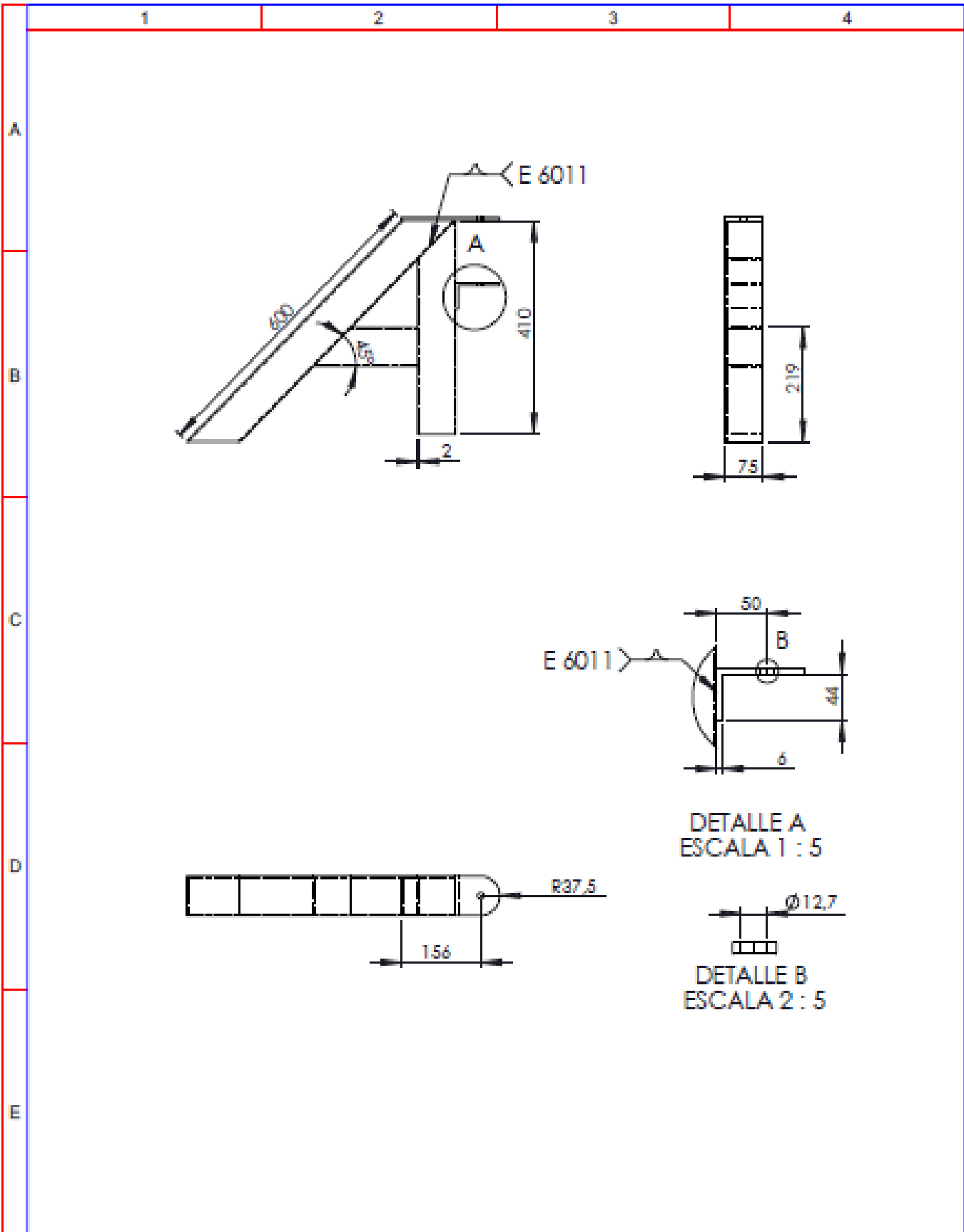
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: TUBO DE PVC DE Ø8" X 3mm	
				±0,05	1.56 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Ducto 2	Escala: 1:10
			Dibujó:	13/08/14	Parimboza R.		
			Revisó:	20/11/14	Ing. Pérez C.		
				Aprobó:	20/11/14	Ing. Pérez C.	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 07 de 15	
Estado:	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



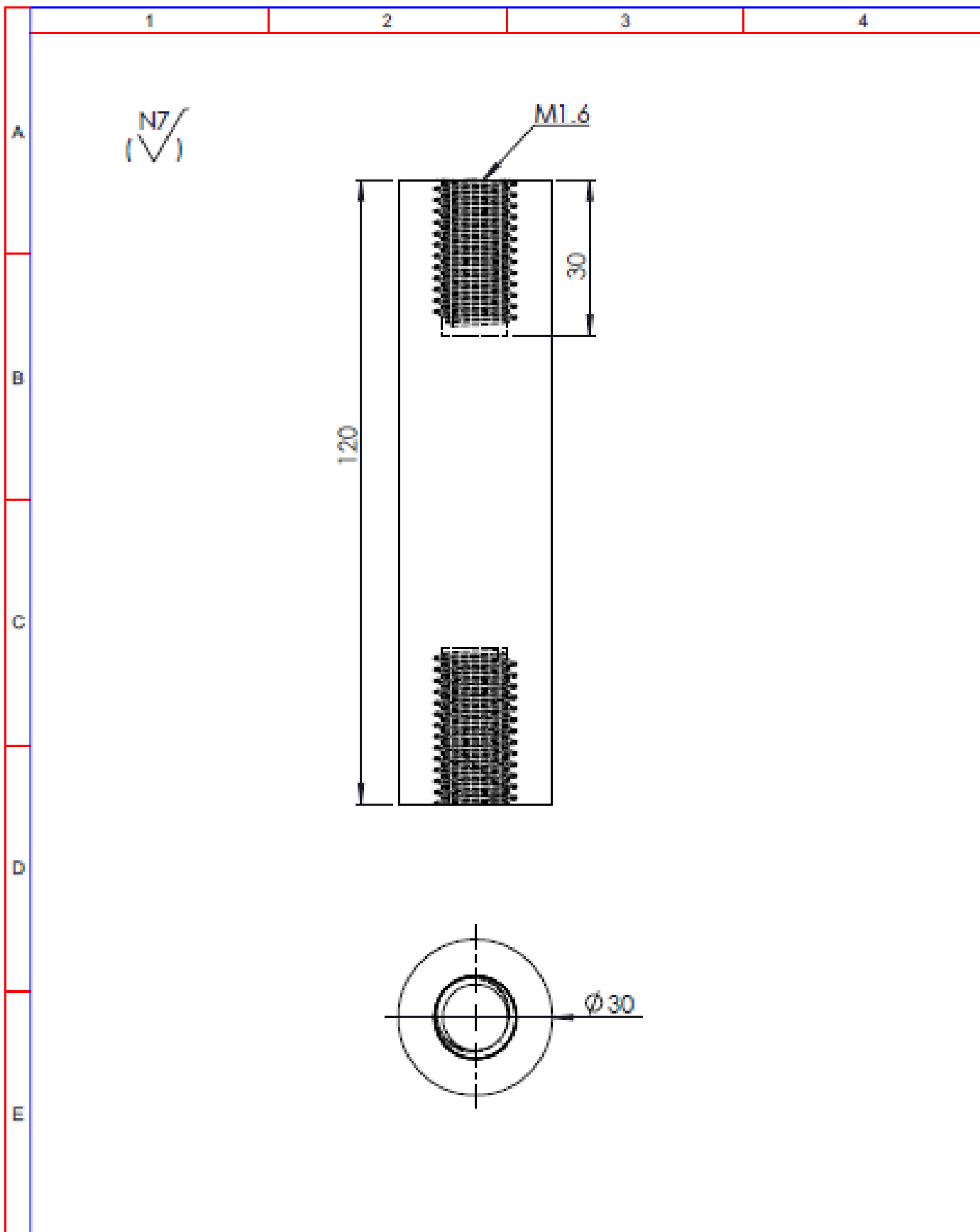
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: TUBO PVC DE 8"x3mm	
				±0,05	1.38 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Ducto 3	Escala: 1:10
			Dibujó:	14/08/14	Parimboza R		
			Revisó:	22/11/14	Ing. Pérez C.		
				Aprobó:	22/11/14	Ing. Pérez C.	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 08 de 15	
esca	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



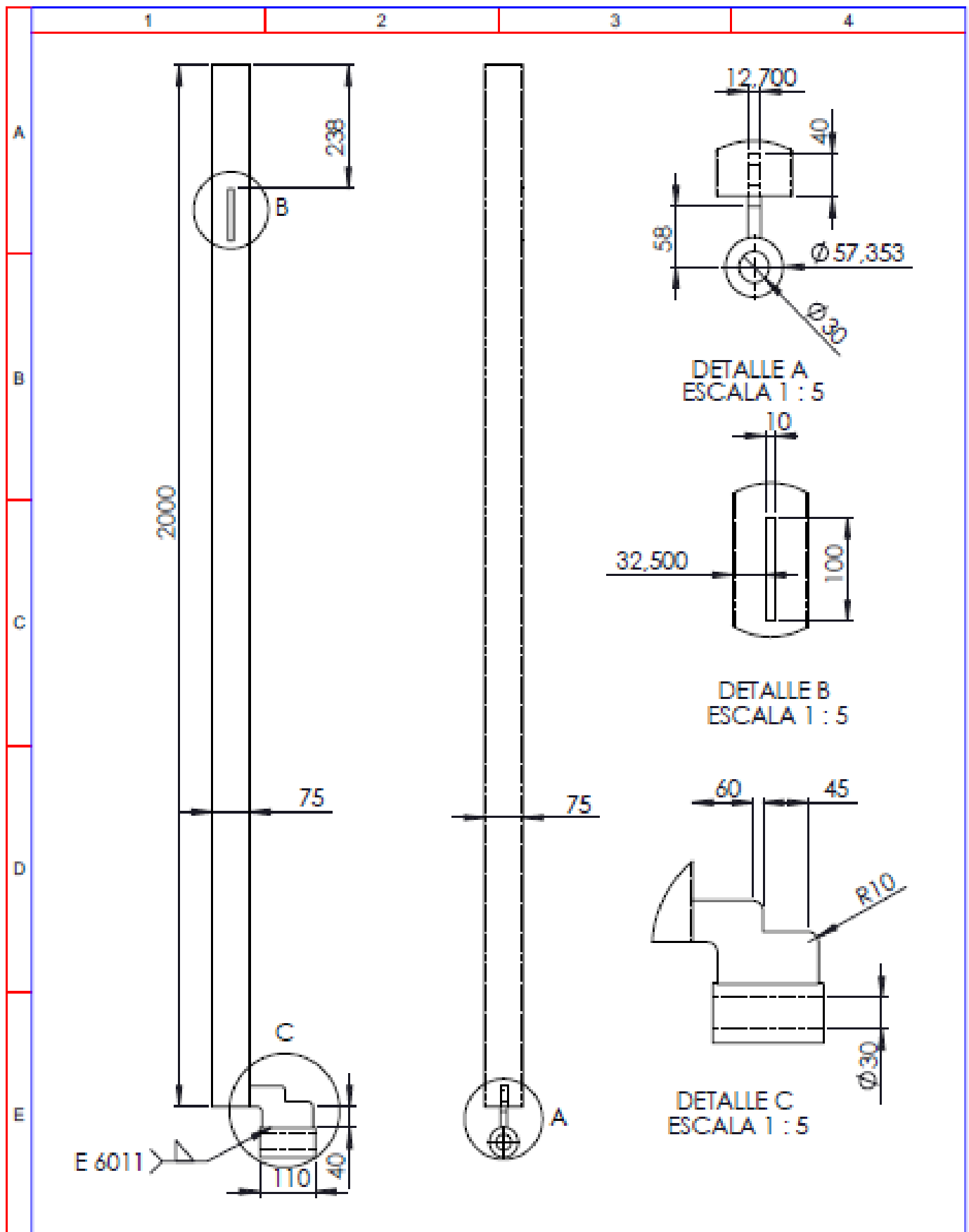
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: LAMINA DE TOL GALVANIZADO 1.4mm	
				$\pm 0,1$	9.3 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 15/08/14	Parimboza R.	Campana	1:10
				Revisó: 20/11/14	Ing. Pérez C.		
				Aprobó: 20/11/14	Ing. Pérez C.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 09 de 15	
razón	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



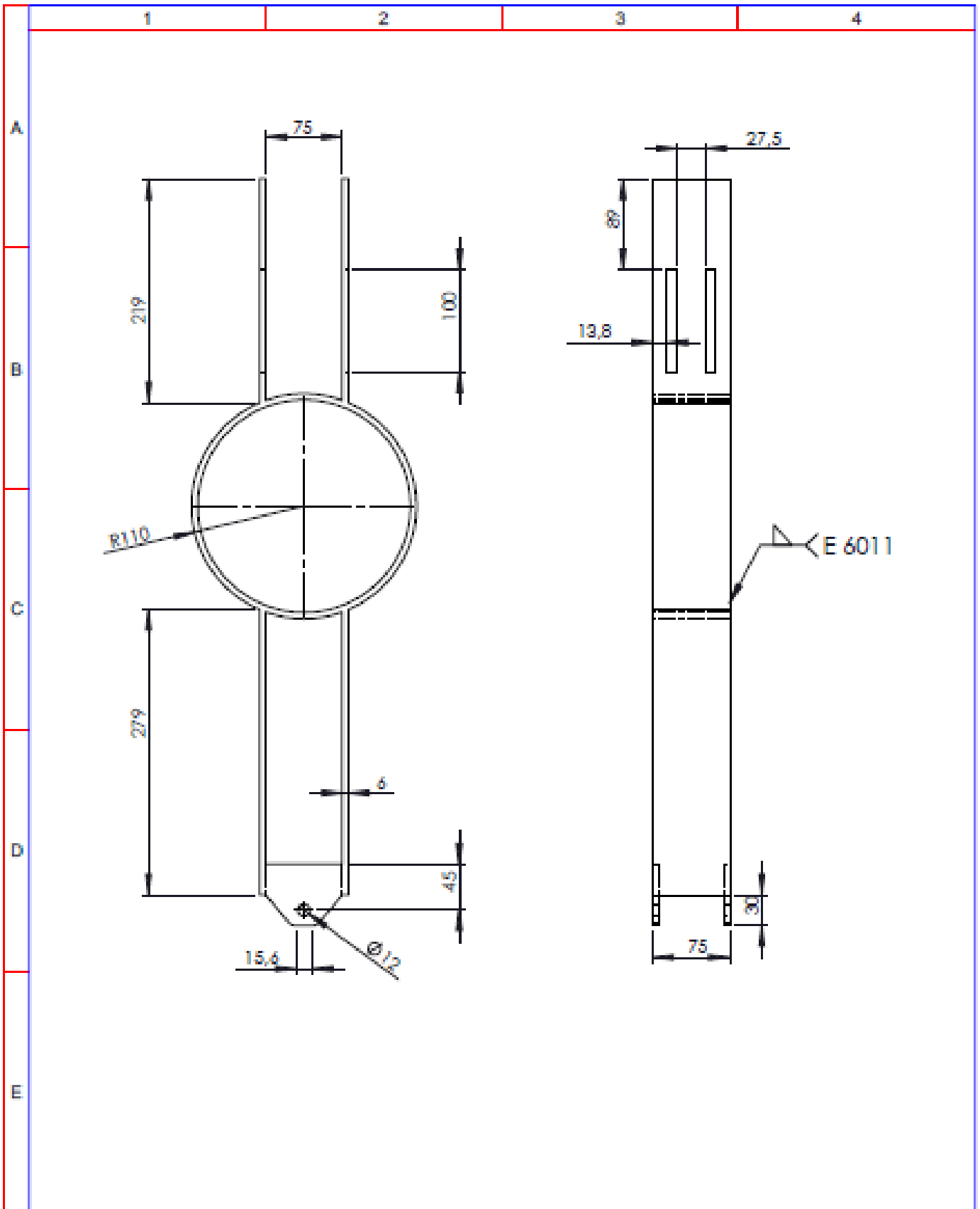
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36			
				$\pm 0,1$	6.3Kg				
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dibujó:	12/08/14	Ing. López G.			Base del brazo	1:10
			Revisó:	20/11/14	Ing. Pérez C.				
			Aprobó:	20/11/14	Ing. Pérez C.				
				UTA		Número del dibujo: 10 de 15			
Revisar	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Mecánica		(Sustitución)			



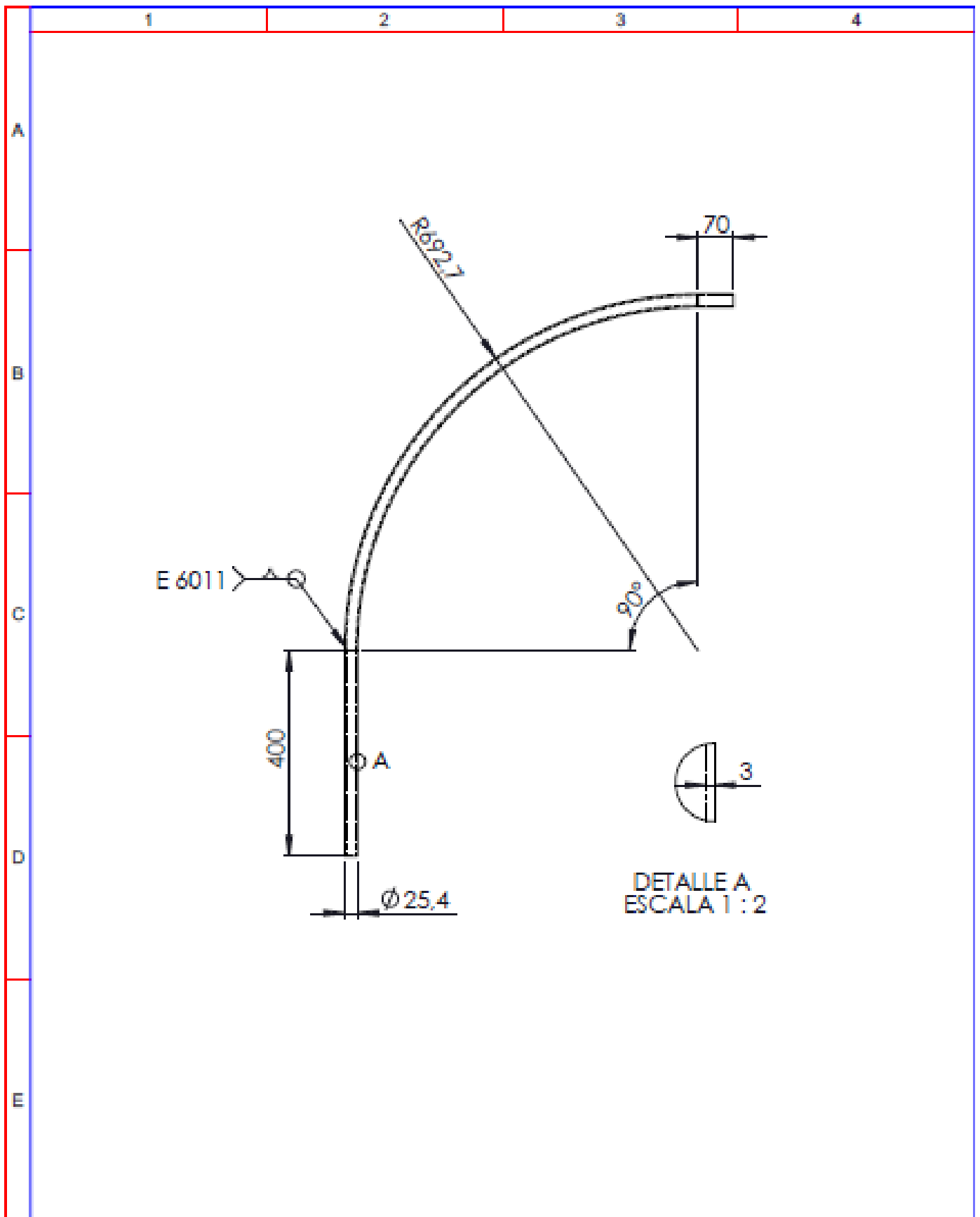
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: EJE DE TRANSMISIÓN SAE 1018 (ϕ 12.7mm)	
				$\pm 0,05$	0.59 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	13/08/14	Penimboza R.		
			Revisó:	20/11/14	Ing. Pérez C.		
				Aprobó:	20/11/14	Ing. Pérez C.	
				UTA		Número del dibujo:	11 de 15
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Revisó	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		ACERO ASTM A36
				±0,1	11.45 Kg			
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dibujó: 12/08/14	PerinBoza R.	Brazo		1:10
				Revisó: 20/11/14	Ing. Periz C.			
				Aprobó: 20/11/14	Ing. Periz C.			
				UTA		Número del dibujo: 12 de 15		
				Ing. Mecánica		(Sustitución)		
Estado:	Modificación	Fecha	Nombre					



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	Escala:
				$\pm 0,05$	6 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Soporte del rodillo	1:5
				Dibujó: 12/08/14	Panimboza R.		
				Revisó: 20/11/14	Ing. Perla C		
				Aprobó: 20/11/14	Ing. Perla C	Número del dibujo: 13 de 15	
Revisión	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	
				±0,1	2,55 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Palanca	Escala: 1:10
			Dibujó:	15/08/14	Penimboza R.		
			Revisó:	20/11/14	Ing. Pérez C.		
				Aprobó:	20/11/14	Ing. Pérez C.	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 15 de 15	
Estado	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	