

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS



INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTROMECAÁNICA

TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN PARA GASES PRODUCTO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW EN EL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

AUTOR:

➤ **ANDRANGO CHACHA IVAN MESIAS**

DIRECTOR:

ING. MSC. SEGUNDO ÁNGEL CEVALLOS BETÚN

LATACUNGA – ECUADOR

2012





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Y APLICADAS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de miembros del tribunal de grado aprueban el presente informe de técnico de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: **IVÁN MESÍAS ANDRANGO CHACHA**, con el título de tesis: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN PARA GASES PRODUCTO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW EN EL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

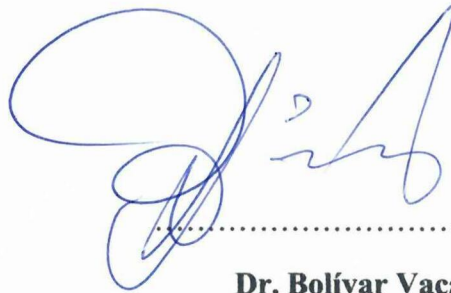
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 12 de Noviembre del 2013

Para constancia firman:



Ing. Álvaro Mullo
PRESIDENTE



Dr. Bolívar Vaca
MIEMBRO



Ing. Raúl Reinoso
OPOSITOR

AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica y establecida en la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi. En virtud los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Universidad Técnica de Cotopaxi.



.....
f) Iván Mesías Andrango Chacha

172132187 – 3

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.

Yo, **ING. M.Sc. SEGUNDO ANGEL CEVALLOS BETUN**, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la presente tesis de grado: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN PARA GASES PRODUCTO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW EN EL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”** de autoría del postulante Andrango Chacha Iván Mesías con C. I. 1721321873, de la especialidad de Ingeniería Electromecánica. **CERTIFICO:** que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación; la misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

Por lo expuesto, considero que reúnen los requisitos y méritos suficientes para ser sometida a su estudio, aprobación y presentación pública.

Atentamente:



Ing. M.Sc. Segundo Cevallos.

DIRECTOR DE TESIS.

AGRADECIMIENTOS

Al culminar esta etapa de mi vida estudiantil, dedico este trabajo a:

DIOS, el ser supremo por haberme dado la fuerza, la sabiduría y la firmeza para hoy llegar a culminar una etapa más de mi vida, así como también el valor para aceptar los éxitos y los fracasos que con el diario vivir se presenta.

A mi esposa Ana Lucía por todo el amor que me supo brindar en los buenos y malos momentos, a mis padres Luis Andrango y María Chacha por darme la educación y formación personal para ser útil a la sociedad y la patria.

A mis familiares quienes con sus sabios consejos me enseñaron a enfrentar todas las dificultades tanto en mi vida estudiantil como personal.

IVÁN

DEDICATORIA

Mi profundo y sincero agradecimiento a DIOS, quién me concedió el don de la vida, la fuerza y la perseverancia para alcanzar mi anhelada meta.

Ala Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme permitido desarrollar los conocimientos por estos años en los cuales he compartido muchas experiencias, sueños e ideales propios de mi juventud. A todos los docentes por sus sabias enseñanzas y consejos para en el futuro enfrentar con valentía los retos que se me presenten.

A mi asesor de tesis, Ing. Segundo Cevallos quién con su experiencia profesional y de una manera decidida me supo encaminar para el desarrollo de este trabajo.

IVÁN

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AUTORÍA	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN	xviii

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	3
1.1. LA SOLDADURA	3
1.1.1. PROCESOS DE SOLDADURA	4
1.1.1.1. Proceso de soldadura SMAW (Soldadura manual con electrodo revestido)	6
1.1.1.2. Proceso de soldadura GMAW (Soldadura MIG)	6
1.1.1.3. Proceso de soldadura GTAW (Soldadura Tig)	7

1.1.1.4.	Proceso de soldadura OAW (Soldadura Oxiacetilénica).....	8
1.1.2.	RADIACIÓN POR EFECTO DEL ARCO ELÉCTRICO.....	9
1.1.2.1.	Radiación ultravioleta (UV).....	10
1.1.2.2.	Radiaciones infrarrojas (IR).....	10
1.2.	EMISIÓN DE GASES DE SOLDADURA	10
1.3.	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP).....	18
1.3.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA VESTIMENTA DE SEGURIDAD	19
1.4.	VENTILACIÓN	19
1.4.1.	TIPOS DE VENTILACIÓN	20
1.4.1.1.	Ventilación General o por dilución.....	20
1.4.1.2.	Ventilación localizada.....	22
1.4.2.	CAMPANAS PARA EXTRACCIÓN	24
1.4.2.1.	Diseño de campanas.....	24
1.4.2.2.	Determinación del caudal de aspiración	25
1.4.3.	DISEÑO DE DUCTOS PARA EXTRACCIÓN	27
1.4.3.1.	Cálculo de las dimensiones de los conductos	28
1.4.3.2.	Calculo de las pérdidas por fricción en el sistema de extracción.....	30
1.4.3.3.	Pérdidas por accesorios.....	32
1.4.4.	VENTILADORES AXIALES	32
1.4.4.1.	Ventiladores axiales, descripción y curvas de operación.	32

1.4.5.	VENTILADORES CENTRÍFUGOS	34
1.5.	TRATAMIENTO DE CONTAMINANTES	35
1.5.1.	CARBÓN ACTIVADO	36
1.5.1.1.	Aplicaciones del carbón activado.	37
1.5.1.2.	Selección del filtro adecuado	38
1.6.	ELEMENTOS ELÉCTRICOS	40
1.6.1.	MOTOR ELÉCTRICO	40
1.6.2.	CONTACTOR	40
1.6.3.	GUARDA MOTOR	41
1.6.4.	BREAKER	42

CAPITULO II

2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	43
2.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA E INDUSTRIAL.....	43
2.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENTREVISTA APLICADA A LOS INGENIEROS MECÁNICOS Y ELECTROMECAÁNICOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI QUE ESTÁN EN LA CAPACIDAD DE IMPARTIR LA CÁTEDRA DE TALLER MECÁNICO.....	53

2.3.	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	55
------	------------------------------------	----

CAPÍTULO III

3.	PROPUESTA	58
3.1.	TÍTULO DE LA PROPUESTA	58
3.2.	PARÁMETROS DE DISEÑO	58
3.3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	59
3.3.1.	CÁLCULOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN	60
3.3.1.1.	Campana de extracción	60
3.3.1.2.	Ducto secundario	62
3.3.1.3.	Ductos principales	62
3.3.1.4.	Calculo de pérdidas	65
3.3.1.5.	Codo	68
3.3.1.6.	Pérdida total	68
3.3.1.7.	Caja de filtros	69
3.3.1.8.	Selección del ventilador	70
3.3.2.	DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO	72
3.3.3.	CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE EXTRACCIÓN PARA GASES DE SOLDADURA DEL PROCESO SMAW ..	72
3.4.	PRESUPUESTO	76

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1. Procesos de soldadura.....	4
Fig. 1.2. Soldadura por Fusión.....	5
Figura 1.3. Diagrama esquemático del proceso de soldadura.....	6
Figura 1.1. Soldadura GMAW	7
Figura 1.4. Soldadura Tig	8
Figura 1.5. Soldadura oxiacetilénica.....	9
Figura 1.6. El EPP.....	18
Figura 1.7. Ventilación general.....	22
Figura 1.8. Diseño de campanas	24
Figura 1.9. Ventiladores axiales.....	33
Figura 1.11. Ventilador centrifugo.....	34
Figura 1.12. Estructura del gráfico y del carbón activado	37
Figura 1.13. Tipo de filtros y partículas.....	38
Figura 1.14. Tamaño de partículas.....	39
Figura 1.15. Motor eléctrico	40
Figura 1.16. Contactor	41
Figura 1.17. Guarda motor.....	41
Figura 1.18. Breaker.....	42

CAPÍTULO II

Figura 2.1. Representación gráfica del pregunta 1.....	44
Figura 2.2. Representación gráfica de la pregunta 2.....	45
Figura 2.3. Representación gráfica de la pregunta 3.....	46
Figura 2.4. Representación gráfica de la pregunta 4.....	47
Figura 2.5. Representación gráfica de la pregunta 5.....	48
Figura 2.6. Representación gráfica de la pregunta 6.....	49
Figura 2.7. Representación gráfica de la pregunta 7.....	50
Figura 2.8. Representación gráfica de la pregunta 8.....	51
Figura 2.9. Representación gráfica de la pregunta 9.....	52

CAPÍTULO III

Figura 3.1. Campana de extracción.....	61
Figura 3.2. Ducto del tramo AB.....	63
Figura 3.3. Ducto del tramo BC.....	65
Figura 3.4. Caja de filtros.....	69
Figura 3.1. Elementos para la construcción.....	73
Figura 3.2. Construcción de la mesa.....	73
Figura 3.3. Base de malla de la mesa de trabajo.....	74
Figura 3.4. Mesa terminada.....	74
Figura 3.5. Ensamble del sistema de extracción de gases.....	75

Figura 3.6. Sistema de extracción	76
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1.1. Procedentes del metal base de la pieza soldada	11
Tabla 1.2. Procedentes del recubrimiento de las piezas soldadas	12
Tabla 1.3. Procedentes de los materiales de aporte usados en el proceso de soldadura	13
Tabla 1.4. Procedentes del aire y de sus posibles impurezas	14
Tabla 1.5. Gases producidos por la soldadura, los efectos y síntomas en la salud	15
Tabla 1.6. Velocidad de control	26
Tabla 1.7. Límites de control	27

CAPÍTULO II

Tabla 2.1. Porcentajes de la pregunta 1	44
Tabla 2.2. Porcentajes de la pregunta 2	45
Tabla 2.3. Porcentajes de la pregunta 3	46
Tabla 2.4. Porcentajes de la pregunta 4	47

Tabla 2.5. Porcentajes de la pregunta 5.....	48
Tabla 2.6. Porcentajes de la pregunta 6.....	49
Tabla 2.7. Porcentajes de la pregunta 7.....	50
Tabla 2.8. Porcentajes de la pregunta 8.....	51
Tabla 2.9. Porcentajes de la pregunta 9.....	52
Tabla 2.10. Encuestas a los docentes	53
Tabla 2.11. Tabla de frecuencias.....	55
Tabla 2.12. Chi cuadrada.....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.....	Ecuación para los distintos tipos de campanas
ANEXO 2.....	Coefficientes de pérdidas
ANEXO 3.....	Curva característica de los ventiladores axiales
ANEXO 4.....	Límites permisibles de exposición los contaminantes
ANEXO 5.....	Guía de entrevistas y encuestas
ANEXO 6.....	Valores percentiles para la distribución chi cuadrada
ANEXO 7.....	Norma ACGIH
ANEXO 8.....	Planos para la construcción del equipo de extracción y mesas de trabajo
ANEXO 9.....	Norma Ditar
ANEXO 10.....	Filtro de carbón activado
ANEXO 11.....	Especificaciones técnicas de extractor dayton

ANEXO 12.....Manual de usuario

ANEXO 13.....Presupuesto

CONCLUSIONES: 77

RECOMENDACIONES: 78

BIBLIOGRAFÍA..... 144

RESUMEN

TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN PARA GASES PRODUCTO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW EN EL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

En vista de los efectos dañinos a la salud de las personas que pueden provocar los gases y humos procedentes de la soldadura por arco con electrodo revestido y la ubicación actual que tienen los talleres de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, se pudo desarrollar la presente investigación, cuyo objetivo principal fue el de diseñar y construir un sistema de extracción y purificación de gases de soldadura. Con la implementación de este sistema se logró poner en práctica los conocimientos adquiridos durante los años de estudio realizados en esta noble institución, tanto en la parte de cálculos y diseño así como también el manejo de Normas Internacionales que permitieron realizar la construcción de este sistema, a la vez se está dejando un aporte importante en lo que tiene que ver con la prevención de riesgos para la salud puesto que muy pocos por no decir ningún taller de soldadura en la ciudad o provincia cuenta con un sistema de extracción de gases como el que se está dejando a la Universidad Técnica de Cotopaxi. Este sistema de extracción lo que hace es minimizar los riesgos de contraer alguna enfermedad profesional a largo plazo causada por la inhalación de los gases y humos del proceso de soldadura por arco con electrodo revestido tanto para docentes, estudiantes y trabajadores que ocupan el taller diariamente, además mantiene el área de trabajo despejada y libera a la atmósfera gases libres de productos tóxicos.

Descriptores: Extractor de gases; Procesos de soldadura; Taller de soldadura.

THEME: “DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN EXTRACTION AND PURIFICATION EQUIPMENT FOR GASES PRODUCT OF THE WELDING PROCESS SMAW IN THE MECHANIC ATELIER OF THE COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY.”

SUMMARY

Looking for the harmful effects in the people health that can cause the gases and smoke from the welding of an hoop with electrode facing and the actual location that the ateliers of the Academic Unit of Sciences of the Engineering and Applied has, we can developed this present research, that the principal objective was to design and built an extraction and purification system of gases of welding. With the implementation of this system we can practice the acquired knowledge, during the study years realized in this lofty institution, in reckoning and design also in the management of International Rules, that permitted to realized the construction of this system , at the same time, we are giving a contribution related with the prevention of the risks for health, because a few mechanic ateliers in the city and in the province have a system of gases extraction like the one we are giving to the Cotopaxi Technical University. The function of this extraction system minimizes the risks of getting any professional illness in a long time, caused by the inhalation of the gases and smoke product of the welding process by a hoop with electrode shealting for teachers, students and workers that use every day the atelier, even it keep up free the area and discharge to the atmosphere gases free of toxic products.

Descriptive: Gases extract; Welding process; Welding atelier.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, yo Lic. Marco Paúl Beltrán Semblantes C.C. 050266651-4 **CERTIFICO** que he realizado la respectiva revisión del Summary; con el tema. **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN PARA GASES PRODUCTO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW EN EL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, cuyo autor es Andrango Chacha Iván Mesías y el director de Tesis Ing. Msc. Segundo Ángel Cevallos Betún.

Latacunga, 17 de Mayo de 2013

Docente:



Lic. Marco Paúl Beltrán Semblantes

C.C. 050266651-4

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo fue realizado con la finalidad de diseñar y construir un equipo de extracción de gases y humos producidos por la soldadura por arco con electrodos revestidos que sea capaz de mantener idóneas las condiciones Ambientales del Taller Mecánico que posee la Universidad Técnica de Cotopaxi, puesto que cuando se realizaban las prácticas de soldadura el ambiente se llenaba de gases y humos los cuales se demoraban en ser despejados debido al no existir un sistema de extracción hacia el exterior del taller. Otro aspecto que se consideró fue el de la seguridad y salud ocupacional ya que los gases y humos de la soldadura pueden ocasionar enfermedades profesionales a mediano y largo plazo por lo tanto considerando estos aspectos se decidió por realizar este trabajo de tesis.

Esta investigación está dividida en tres capítulos los mismos que se detallan a continuación:

CAPÍTULO I: Aquí se realizó una recopilación bibliográfica del tema a ser investigado empezando desde la definición de soldadura.

También se habla de los distintos procesos de soldadura que existen y que tipo de emisiones generan estos, además de los distintos efectos a la salud que tienen las mismas en el ser humano.

En la parte final de este capítulo se habla de las distintas formas de control y tratamiento de las emisiones producidas por la soldadura así como de las distintas



Normas que se emplean para el diseño y construcción de estos sistemas de control.

CAPÍTULO II: En este capítulo se analizaron los datos obtenidos en las encuestas aplicadas a los estudiantes de Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Industrial de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, y a los trabajadores que diariamente laboran en el Taller Mecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

También se realizó la selección del sistema de extracción de gases más adecuado para el taller de Mecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para esto se emplearon las Normas ACGIH, SMACNA, ASHRAE, finalmente.

CAPÍTULO III: En este capítulo se detallan los cálculos y el diseño necesarios para la debida construcción e implementación de un equipo de extracción y purificación de gases y humos producto del proceso de soldadura por arco con electrodo revestido.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. LA SOLDADURA

La soldadura es el proceso de unión entre metales mediante la fundición de sus bordes por la aplicación de calor, con o sin aportación de material metálico nuevo, dando continuidad a los elementos unidos. La historia de la unión de metales se remonta a varios milenios en la antigüedad, los primeros ejemplos de soldadura se observan en la edad de bronce y la edad de hierro en Europa y Oriente Medio. La edad media trajo avances significativos en la soldadura de fragua, en la que los herreros repetidamente golpeaban y calentaban el metal hasta que ocurría la unión. Los artesanos del renacimiento eran habilidosos en el proceso, y la industria continuó creciendo durante los siglos siguientes.

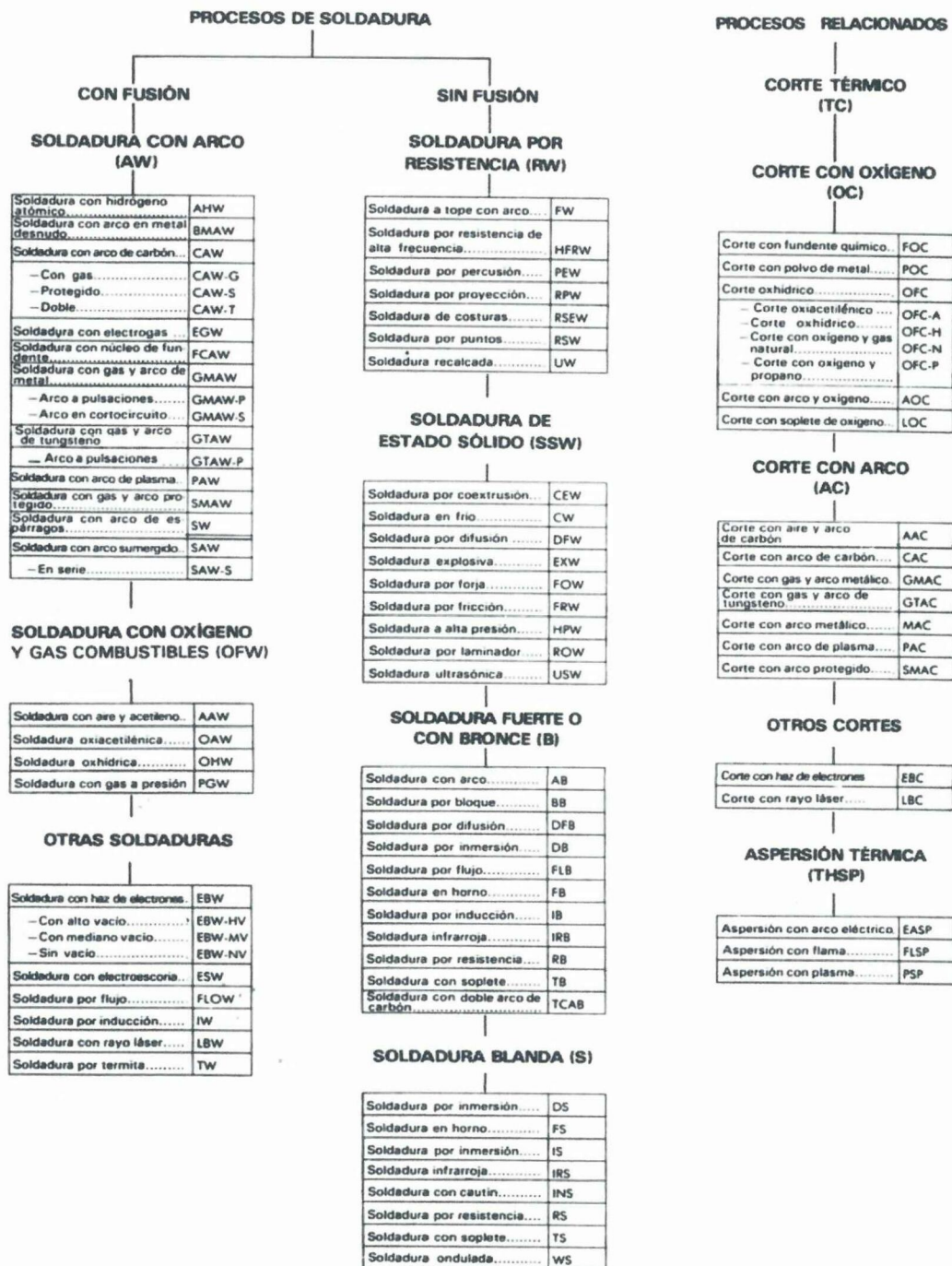
Cherre J. 1998 define que soldadura:

Es un procedimiento de dos piezas metálicas o de dos partes o más de una misma pieza por fusión de sus bordes, el material fundido se pone en contacto y al solidificarse las piezas se quedan unidas, formándose un conjunto o pieza única, para esto se utiliza una varilla denominado electrodo y al metal depositado de ella metal de aportación. Pág. 10

1.1.1. PROCESOS DE SOLDADURA

En la figura 1.1 se describen los distintos procesos los cuales están destinados a la unión de metales en la industria de la metalurgia.

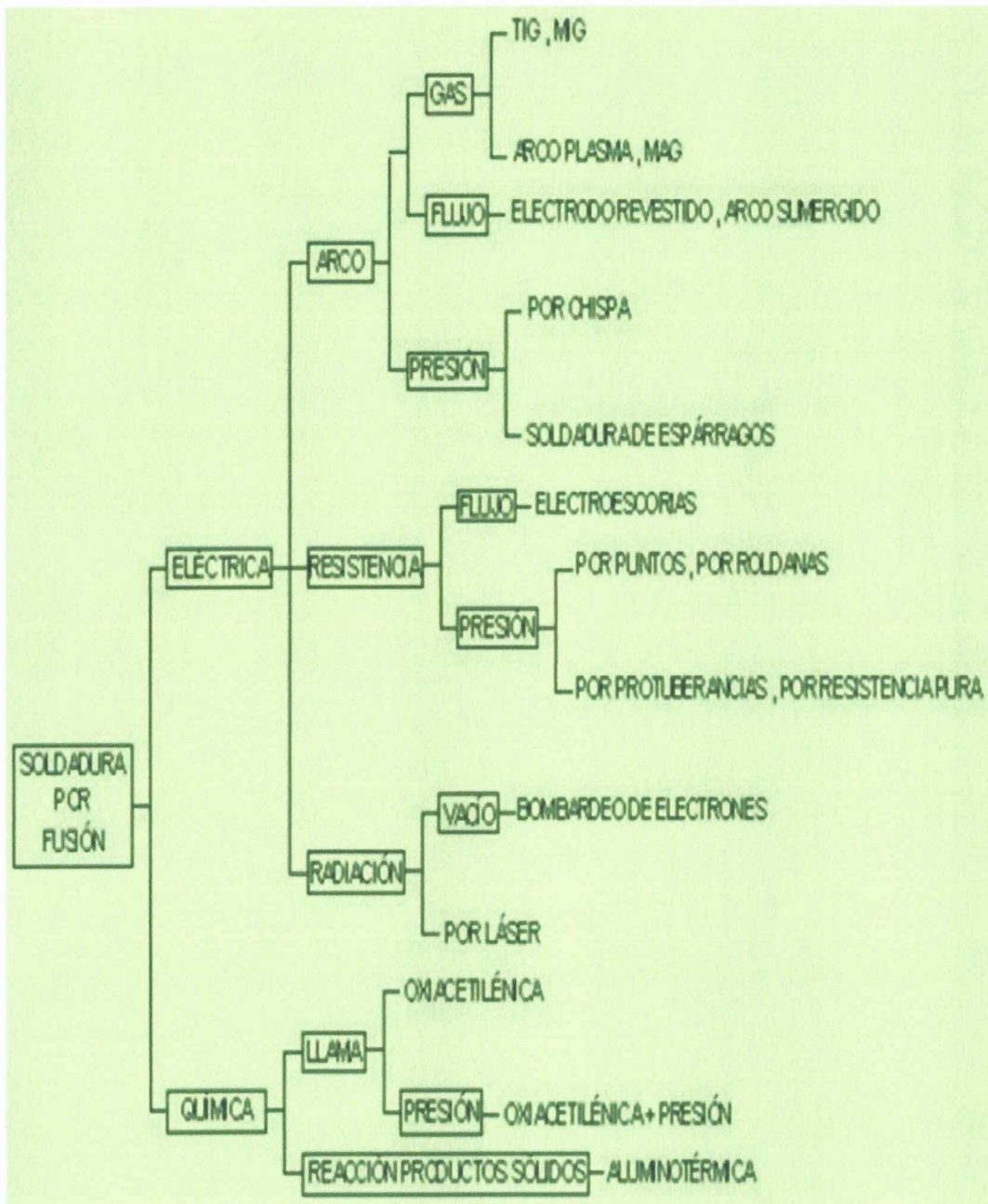
Figura 1.1. Procesos de soldadura



Fuente: <http://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf>

En la figura 1.2 se muestra los distintos procesos de soldadura por fusión que encontramos en las distintas industrias dedicadas a este fin, tal es el caso de las industrias metalúrgicas, las aplicaciones son muy amplias, de las cuales citaremos varias, ensamble vehicular y construcciones de estructuras, etc.

Fig. 1.2. Soldadura por Fusión

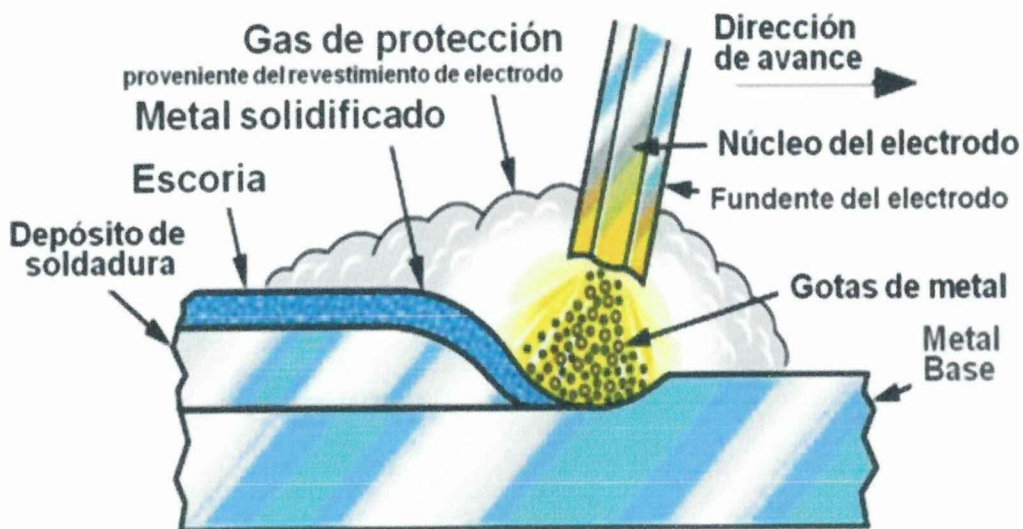


Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn43.html>

1.1.1.1. *Proceso de soldadura SMAW (Soldadura manual con electrodo revestido)*

Este tipo de soldadura en sus inicios se lo realizaba con una varilla de carbon, pero en 1907 Oscar Kjellber desarrolla el método de soldadura con electrodo recubierto, también conocido como método SMAW (Shielded Metal Arc Welding). Este proceso se utiliza principalmente para trabajar con aleaciones ferrosas, para unir estructuras de acero, en construcción naval y en general en trabajos de fabricación metálica.

Figura 1.3. Diagrama esquemático del proceso de soldadura



Fuente: http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_08_MEC01.pdf

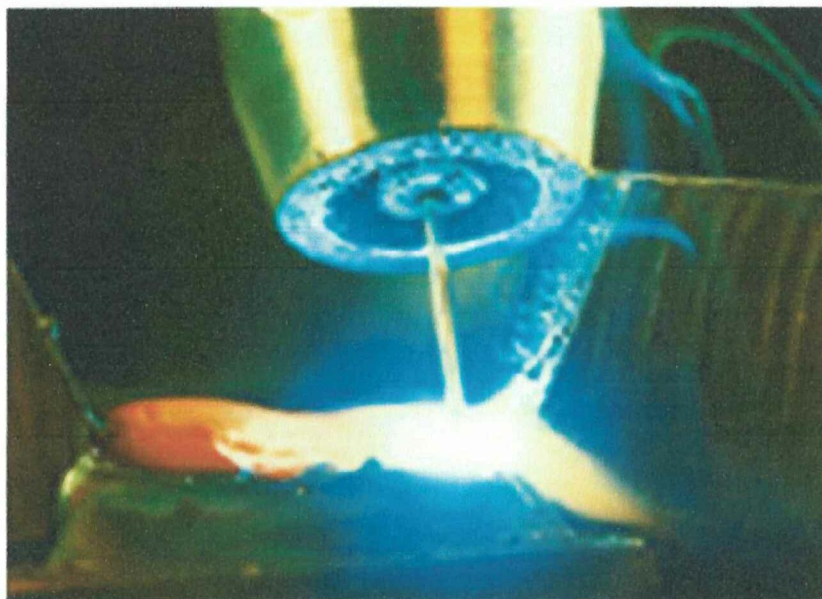
1.1.1.2. *Proceso de soldadura GMAW (Soldadura MIG)*

Este procedimiento, conocido también como soldadura MIG/MAG, consiste en mantener un arco entre un electrodo de hilo sólido continuo y la pieza a soldar.

Tanto el arco como el baño de soldadura se protegen mediante un gas que puede ser activo o inerte. El procedimiento es adecuado para unir la mayoría de materiales, disponiéndose de una amplia variedad de metales de aportación.

El procedimiento es muy utilizado en espesores delgados y medios, en fabricaciones de acero y estructuras de aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere un gran porcentaje de trabajo manual. La introducción de hilos tubulares está encontrando cada vez más, su aplicación en los espesores fuertes que se dan en estructuras de acero pesadas.

Figura 1.1. Soldadura GMAW



Fuente: <http://webdelprofesor.ula.ve/arquitectura/lvergara/Autogena.htm>

1.1.1.3. Proceso de soldadura GTAW (Soldadura Tig)

Es un proceso en el que se utiliza un electrodo de tungsteno, no consumible. El electrodo, el arco y el área que rodea al baño de fusión, están protegidos de la

atmósfera por un gas inerte. Si es necesario aportar material de relleno, debe de hacerse desde un lado del baño de fusión.

La soldadura TIG, proporciona cordones de soldadura excepcionalmente limpios y de gran calidad, debido a que no se produce escoria, de este modo, se elimina la posibilidad de inclusiones en el metal depositado y no necesita limpieza final.

Figura 1.4. Soldadura Tig

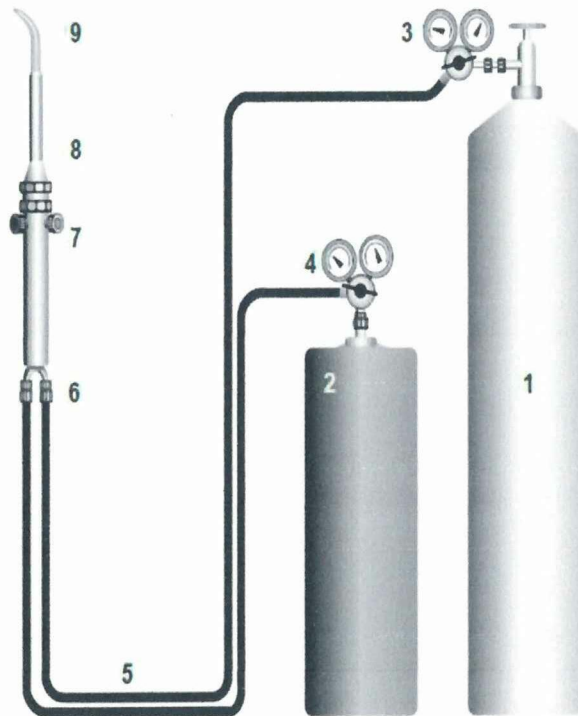


Fuente: <http://www.pronor.es/gasoductos/>

1.1.1.4. Proceso de soldadura OAW (Soldadura Oxiacetilénica)

La soldadura oxiacetilénica o autógena se logra al combinar el acetilénico y el oxígeno en un soplete. Se conoce como autógena porque con la combinación del combustible y el comburente se tiene autonomía para ser manejado en diferentes medios.

Figura 1.5. Soldadura oxiacetilénica



El equipo está formado por:

1. Cilindro Oxígeno
2. Cilindro Acetileno
3. Regulador para Oxígeno
4. Regulador para Acetileno
5. Mangueras de gases
6. Válvulas antiretroceso
7. Válvulas de control de gas
8. Soplete
9. Boquilla de soldar

Fuente:

http://www.indura.com.pe/doc/peru/manua_de_procesos_y_productos_de_soldadura_indura.pdf

1.1.2. RADIACIÓN POR EFECTO DEL ARCO ELÉCTRICO

Analizando los procesos de soldadura en el momento de la formación del arco eléctrico, la realización de estos trabajos requiere el uso de energía calórica para fundir un metal, este hecho tan simple, es ya, el comienzo de la manifestación de riesgos como la generación de incendios, quemaduras en los operadores y exposición a altas temperaturas.

Profundizando un poco, es posible encontrarse con otros riesgos que van ligados directamente con la salud del trabajador. Uno de ellos, las radiación ultravioleta (UV), radiación infrarroja (IR) y deslumbramientos.

1.1.2.1. Radiación ultravioleta (UV)

La radiación ultravioleta la tenemos presente en el arco eléctrico de los procesos de soldadura y también en las radiaciones solares, una larga exposición a dichas radiaciones pueden producir enrojecimiento de la piel y quemaduras e incluso cáncer a la piel. Esta radiación puede producir lesiones en la vista, las cuales serán permanentes o pasajero dependerá del tiempo de exposición, si es pasajero los síntomas desaparecerán a las 48 horas, a continuación aparece una conjuntivitis que puede ir acompañado de irritación de la piel alrededor de los párpados. Desde luego la exposición a las (UV) rara vez produce lesiones permanentes.

1.1.2.2. Radiaciones infrarrojas (IR)

La radiación infrarroja está presente en el entorno humano y por lo tanto las personas están expuestas a ella en pequeñas cantidades en todas las situaciones de la vida diaria, por ejemplo en el hogar o durante las actividades recreativas realizadas al plena luz del sol, no obstante una intensa exposición a esta radiación puede producir lesiones a la vista y piel.


1.2. EMISIÓN DE GASES DE SOLDADURA

La soldadura es el proceso de unión de metales más utilizada en la industria, pero la quema de los electrodos en los distintos procesos de soldadura conlleva irremediablemente a la generación de humos y gases que se engloban en un solo término "**Humos de soldadura**", la exposición e inhalación de los humos de soldadura pueden producir trastornos en la salud como: intoxicaciones agudas, enfermedades profesionales, de muy diversa naturaleza dependiendo de las condiciones particulares de cada trabajo: tipo de soldadura, materiales soldados, continuidad a la exposición, calidad de ventilación.



Los humos de soldadura son una mezcla de partículas y gases generados por el fuerte calentamiento de las sustancias presentes en el entorno del punto de soldadura o de oxicorte, las cuales se producen en el momento en que hace contacto el electrodo con la pieza a soldar.

De acuerdo al estudio realizado por la OSALAN (INSTITUTO VASCO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORALES) se determinan que los tipos de contaminantes que se generan durante el proceso de soldadura son los que se detallan a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 1.1. Procedentes del metal base de la pieza soldada		
	CONTAMINANTES PROCEDENTES DEL METAL BASE DE LAS PIEZAS	
	Metales base más frecuentes	Contaminantes característicos óxidos de
Soldadura, corte, vaciado, relleno, etc., por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del material base de la pieza.	Aceros al carbono.	Hierro. Manganeso.
	Aceros aleados.	Hierro. Manganeso. Cromo. Níquel
	Acero inoxidable.	Hierro. Manganeso. Cromo. Níquel
	Aluminio	Aluminio.
	Bronces (Según tipos)	Cobre. Estaño (Níquel. Plomo. Zinc. Berilio)
	Latón (Latonés aleados)	Cobre. Zinc (Estaño. Magnesio. Plomo)
	Aleaciones Cobre- Berilio	Cobre. Berilio
	Plomo	Plomo

Fuente: <http://www.osalan.euskadi.net>

Tabla 1.2. Procedentes del recubrimiento de las piezas soldadas

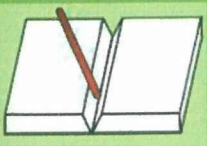
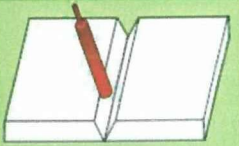

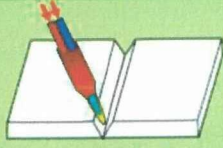

CONTAMINANTES PROCEDENTES DEL RECUBRIMIENTO DE LAS PIEZAS			
Operaciones	Recubrimientos más frecuentes	Contaminantes característicos	
Soldadura y corte por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del recubrimiento de la pieza.	Recubrimientos Metálicos.	Galvanizado	Óxido de Zinc Óxido de plomo
		Cromado	Óxido de cromo
		Niquelado	Óxido de Níquel
		Cobreado	Óxido de cobre
		Cadmiado	Óxido de cadmio
	Recubrimientos con pinturas, barnices, resinas, plásticos, etc.	Todos	Anhídrido carbónico, Monóxido de carbono. Mezclas complejas (*) de descomposición de productos orgánicos.
		Pinturas en general	Óxidos de los metales de sus pigmentos.
		Pinturas con minio	Óxido de plomo.
	Impregnación de las piezas con residuos de fabricación.	Pinturas con cromatos	Óxidos de cromo, plomo y zinc.
			Fluidos de corte. Aceites antioxidantes.
		Disolventes clorados: Tricloroetileno, Percloroetileno, etc.	fosgeno
	Montaje y desguace de equipos con aislamiento de amianto mediante soldadura y oxicorte.		Amianto

Nota: (*): Las pinturas, barnices, etc. poliuretánicos, conocidos como “de dos componentes”, pueden desprender isocianatos. Otros tipos pueden generar formaldehído.

Fuente: <http://www.osalan.euskadi.net>

Realizado: Investigador

Tabla 1.3. Procedentes de los materiales de aporte usados en el proceso de soldadura

CONTAMINANTES PROCEDENTES DEL MATERIAL DE APORTE			
Materiales de aporte	Tipos de soldadura	Contaminantes característicos	
 Varilla o alambre desnudo	Con soplete (“Autógena”, “oxigás”, “oxiacetilénica”).	Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, estaño, berilio, manganeso, plomo, plata y cadmio.	
	TIG; MIG; MAG.	Óxidos de los metales del hilo o de la varilla de aporte (Normalmente los mismos que los de las piezas). Óxido de cobre cuando el hilo va recubierto de esta material	
	Soldaduras blandas (Con resina de colofonia)	Según los casos: Óxidos de estaño, plata, plomo y cobre. (Formaldehído).	
 Electrodo revestido	Manual al arco eléctrico o. -- Tipo de revestido o.	Todos	Óxidos de hierro y de manganeso
		Ácidos	Sílice amorfa.
		De rutilo	Óxido de titanio.
		Básicos	Fluoruros.
		Celulósicos	Monóxido y Dióxido de carbono (CO y O2)
		Grafito cobreado	Óxido de cobre. Monóxido y Dióxido de carbono (CO y O2)
		Otros especiales	Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, plomo, níquel y cromo.
 Gas de protección	MAG. En su caso: MIG; TIG; Plasma.	Cuando se aporta anhídrido carbónico: Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO2).	
 Gases de combustión.	Oxigás.	Óxidos nitrosos, por impurezas de nitrógeno en el oxígeno, y anhídrido carbónico (CO2).	
	Oxiacetilénica (con acetileno obtenido del carburo cálcico).	Fosfina, por impurezas de fósforo en el carburo cálcico de baja pureza.	
 Fundente, Flux, Decapante, Termita.	Electrodo sumergido.	Fluoruros.	
	Uso de decapantes ácidos.	Fluoruros, cloruros.	
	Uso de bórax, carbonatos.	Óxidos alcalinos.	
	Aluminotermia.	Óxidos de aluminio y de hierro.	

Fuente: <http://www.osalan.euskadi.net>

Realizado: Investigador

Tabla 1.4. Procedentes del aire y de sus posibles impurezas		
CONTAMINANTES PROCEDENTES DEL AIRE Y DE SUS POSIBLES IMPUREZAS		
Operaciones	Contaminantes	Reacciones que los Originan
Todas, pero especialmente: soldadura, corte y calentamiento de la llama	Óxido de nitrógeno	Oxidación del nitrógeno del aire
Soldaduras al arco eléctrico: electrodos, tig, mig, plasma, etc. Especialmente trabajando con piezas de aluminio.	Ozono	Acción de las radiaciones ultravioletas sobre el oxígeno del aire
Todas (cuando el Aire está contaminado con disolventes clorados)	fosgeno	Descomposición de los disolventes clorados: tricloroetileno, percloroetileno, etc., procedentes, por ejemplo, de instalaciones de desengrase próximas, secado de piezas, etc.

Fuente: <http://www.osalan.euskadi.net>

Realizado: Investigador

La exposición a estos humos producidos por los distintos procesos de soldadura genera problemas en la salud de los operarios conocidas como **“enfermedades profesionales”**, las cuales son lesiones que se evidencian en un largo o corto plazo. Los riesgos a la salud y sus efectos asociados con los gases y humos de soldadura son determinados por:

- El tiempo de exposición
- El tipo de soldadura que se realiza
- El ambiente de trabajo
- La protección que se esté utilizando

Los humos de soldadura son pequeñas partículas que son formadas cuando el metal vaporizado se condensa rápidamente en el aire manteniéndose en suspensión dentro del recinto o área de trabajo, ellas son típicamente muy pequeñas para ser vistas por el ojo humano, pero a menudo se forma una nube visible, aún si el humo no puede ser visto, los contaminantes están siempre presente.

Tabla 1.5. Gases producidos por la soldadura, los efectos y síntomas en la salud

HUMOS		
Contaminante	Fuentes	Efectos y Síntomas
Aluminio	Componentes de aluminio de algunas aleaciones, ej., cobre, zinc, acero, magnesio, bronce y materiales usados para rellenar.	Irritante para el sistema respiratorio.
Berilio	Agente endurecedor encontrado en el cobre, magnesio, aleaciones de aluminio y contactos eléctricos.	"Fiebre del humo metálico." Un cancerígeno. Otros efectos crónicos incluyen daño al tracto respiratorio.
Óxidos de Cadmio	Acero inoxidable conteniendo cadmio o materiales enchapados, aleaciones de Zinc.	Irritación del sistema respiratorio, tracto reseco y sensible, dolor en el pecho y dificultad para respirar. Los efectos crónicos incluyen daño al riñón y enfisema. Se sospecha de ser carcinogénica.
Cromo	La mayoría de los aceros inoxidable y materiales altamente aleados, barras de soldadura. También utilizado como placas de soldadura.	Se ha incrementado el riesgo de cáncer al pulmón. Algunos individuos pueden presentar piel irritada. Algunas formas son cancerígenas (Cromo hexavalente).
Cobre	Aleaciones tales como Monel y bronce. Algunas barras de soldadura.	Efectos agudos de irritación de los ojos, nariz y tracto, náuseas y "Fiebre del humo metálico."
Fluoruros	Recubrimiento de electrodos comunes y material flux tanto para altas o bajas aleaciones de acero.	Efectos comunes son la irritación de los ojos, nariz y tracto. Exposiciones a largo plazo pueden resultar en problemas a los huesos y a los ligamentos.
Óxido de Hierro	El mayor contaminante en todo el proceso de soldadura.	Siderosis — una enfermedad al pulmón causada por partículas

		depositadas en él. Los síntomas incluyen irritación de la nariz y los pulmones.
Plomo	Soldadura, bronce y aleaciones de soldadura y primer/recubrimiento de acero.	Efecto crónico al sistema nervioso, al riñón, sistema digestivo y capacidad mental. Puede causar envenenamiento por plomo.
Manganeso	La mayoría de los procesos de soldadura, especialmente aleaciones de acero.	"Fiebre del humo metálico." Efectos crónicos pueden incluir daños al sistema nervioso central.
Molibdeno	Aleaciones de acero, acero inoxidable y aleaciones de níquel.	Los efectos agudos incluyen irritación sobre los ojos, nariz y tracto y falta de respiración.
Níquel	Acero inoxidable, Inconel, Monel, Hastelloy y otros materiales de alta aleación, barras de soldadura acero enchapado.	Efectos agudos: Irritación de los ojos, nariz y tracto respiratorio. Se incrementa el riesgo a contraer cáncer. También se asocia con la dermatitis y problemas con los pulmones.
Vanadio	Algunas aleaciones de acero, hierro, acero inoxidable, aleaciones de níquel.	Efectos agudos: Irritación de los ojos, piel y tracto respiratorio. Efectos crónicos incluyen bronquitis, retinitis, fluido en los pulmones y neumonía.
Óxidos de Zinc	Metal galvanizado y pintado	"Fiebre del humo metálico".
GASES		
Monóxido de Carbono	Formado en el arco.	Absorbido rápidamente en el flujo sanguíneo, causando dolor de cabeza, mareo o debilidad muscular. Altas concentraciones puede resultar en pérdida del conocimiento e incluso la muerte.
Ácido Fluorhídrico	Descomposición del recubrimiento de los electrodos de soldar.	Irritación de los ojos y tracto respiratorio. La sobreexposición puede causar daño pulmonar, al riñón, huesos e hígado. Exposición crónica puede resultar en irritación de la nariz, tracto y bronquios.
Óxido de Nitrógeno	Formado en el arco.	Irritación de los ojos, nariz y tracto en bajas

		concentraciones. Fluido anormal en los pulmones y otros efectos serios en altas concentraciones. Efectos crónicos incluyen problemas a los pulmones tales como enfisema.
Deficiencia de oxígeno	Soldadura en espacios confinados, y desplazamiento del aire por el gas inerte utilizado.	Mareo, confusión mental, asfixia y muerte.
Ozono	Formado en soldadura al arco, especialmente durante el arco por plasma, MIG y TIG.	Efectos agudos incluyen fluidos en los pulmones y hemorragia. Muy bajas concentraciones (ej., 1ppm) causa dolor de cabeza y resequedad de los ojos. Efectos crónicos incluyen cambios significativos en la función pulmonar.
VAPORES ORGÁNICOS		
Aldehídos (tales como el formaldehído)	Metal recubierto con aglutinante y pigmentos. Solventes desengrasantes.	Irritante a los ojos y al tracto respiratorio.
Di-isocianatos	Metal con pintura de poliuretano.	Irritación de los ojos nariz y del tracto. Alta posibilidad de hipersensibilidad. Produce asma y otros síntomas alérgicos aún en bajas concentraciones.
Fosgeno	Metal con solventes desengrasantes. (El fosgeno está formado por la reacción de los solventes y la radiación de la soldadura)	Mucha irritación de los ojos, nariz y sistema respiratorio. Los síntomas pueden ser retardados.
Fosfina	Metal recubierto con inhibidores de óxido. (La fosfina es formada por la reacción del inhibidor del óxido con la radiación de la soldadura.)	Irritante para los ojos y sistema respiratorio, puede dañar los riñones y otros órganos.

Fuente:

http://www.paritarios.cl/especiales_Guia_de_proteccion_respiratoria_para_soldadura.html

Realizado: Investigador

1.3. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

El equipo de protección personal está destinado a proteger la salud e integridad del todo el personal que realiza trabajos de soldadura dentro de las industrias que están enfocadas con este fin.

El EPP debe ser usado en todo momento que se realice trabajos de soldadura, tomando muy en cuenta que el humo de la soldadura y la radiación que genera todo proceso de soldadura es peligroso para la salud.

Figura 1.6. El EPP



Fuente: http://www.indura.net/_file/file_1774_af_seg_re.pdf

1.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA VESTIMENTA DE SEGURIDAD

El cuero utilizado en vestimenta de seguridad para soldador, es curtido, flexible y liviano, y además está tratado con sales de plomo para impedir las radiaciones del arco eléctrico.

Es importante mantener estos elementos en buenas condiciones de uso, libres de roturas, y su abotonadura en perfecto estado. Deben conservarse limpios y secos para asegurar un buen aislamiento eléctrico.

1.4. VENTILACIÓN

La mejor manera, de no permitir que los contaminantes estén presentes en el ambiente del recinto o área de trabajo es utilizando sistemas de ventilación o extracción, con los cuales se reducen las concentraciones de los contaminantes de los procesos fabricación, procesos de soldadura, entre otras.

Las normas que rigen el diseño de los sistemas de ventilación son: **ACGIH** (AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENT INDUSTRIAL HYGIENISTS), **ASHRAE** (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.), **SMACNA** (SHEET METAL AND AIR CONDITIONING CONTRACTORS' NATIONAL ASSOCIATION, INC.).

Ventilar es cambiar, renovar, extraer el aire interior de un recinto y sustituirlo por aire nuevo del exterior a fin de evitando su dispersión, eliminado el calor, el polvo, el vapor, los olores, los contaminantes de los procesos industriales y cuanto elemento perjudicial o impureza que contenga el aire ambiental encerrado dentro de un local. De no llevarse a cabo esta renovación, la respiración de los seres

humanos que ocupan el local se dificultaría, y molesta el normal desarrollo de las actividades que se realizan dentro del área de trabajo.

La ventilación es un método común para reducir la exposición de las personas, a los contaminantes que se originan en los procesos industriales y evitar así enfermedades profesionales.

El objetivo principal de la ventilación es el mantenimiento de la calidad y del movimiento del aire en los lugares de trabajo, en condiciones convenientes para la protección de la salud de los trabajadores. La ventilación es una buena solución cuando las modificaciones de los procesos u otros métodos de control no son efectivos.

1.4.1. TIPOS DE VENTILACIÓN

- Ventilación General o por dilución
- Ventilación Localizada

1.4.1.1. *Ventilación General o por dilución*

Consiste en el ingreso de un caudal de aire fresco del exterior calculado para diluir los contaminantes y reducir sus concentraciones a valores inferiores de los límites permisibles dentro de un recinto o área de trabajo.

El aire que entra en el local se difunde por todo el espacio interior antes de alcanzar la salida. Este tipo de ventilación tiene el inconveniente, que cuando

existe un foco de contaminantes determinado, como es el caso de cubas industriales con desprendimientos de gases y vapores molestos o tóxicos, el aire de unja ventilación general esparce el contaminante por todo el local antes de ser captado hacia la salida, como se puede evidenciar en la figura 1.7.

Este tipo de ventilación denominada ventilación por dilución, es aplicable cuando existen numerosas fuentes de contaminantes dispersas, o cuando las fuentes son móviles. Su aplicación está limitada por la toxicidad y por la cantidad de contaminantes generados que cuando superan los límites permisibles, determinan la necesidad de caudales de aire que no son técnicamente o económicamente factibles y por ende para el cálculo es necesario el conocimiento del régimen de generación de los contaminantes a evacuar, la correspondiente estimación es en general dificultosa.

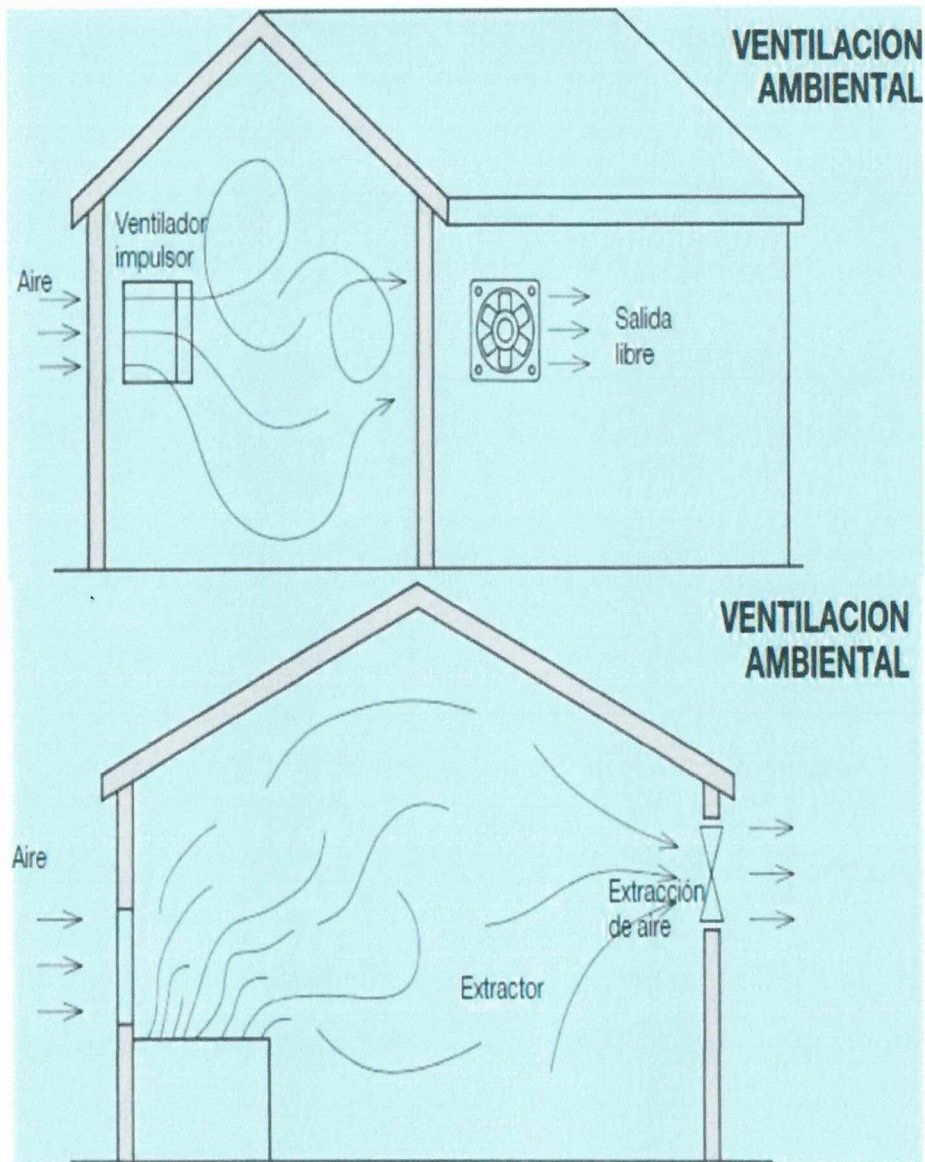
La ventilación general en locales y área de trabajo puede ser natural o mecánica.

La ventilación natural se lo realiza a través de las diversas aberturas que poseen: puertas, chimeneas, juntas de los cerramientos, fisuras, ventanas, etc.

La circulación de aire se produce por diferencias térmicas y de presión. Si bien la ventilación natural es en parte incontrolable, por estar sujeta a variaciones climáticas imprevisibles.

La ventilación mecánica se lo realiza a través de extractores o inyectores de aire, sin usar conductos o bien con sistemas de conductos de aspiración o de distribución.

Figura 1.7. Ventilación general



Fuente: Salvador Escoda S.A. Manual práctico de ventilación, segunda edición, Barcelona 1998.

1.4.1.2. Ventilación localizada

La ventilación localizada incluye tanto a la extracción como a la inyección de aire.

La extracción localizada encuentra una aplicación importante en la evacuación de contaminantes en su propia fuente de origen. Generalmente el cálculo de este tipo de ventilación no requiere el conocimiento de la cantidad ni de la toxicidad de los

contaminantes, puesto que el aire a evacuar del recinto de trabajo no debe ajustarse a las exigencias de la respiración de los obreros. La extracción localizada pretende mantener las sustancias molestas o nocivas en el nivel más bajo posible, evacuando directamente los contaminantes antes de que éstos sean diluidos.

Una de las principales ventajas de estos sistemas es el uso de menores caudales que los sistemas de ventilación general, lo que implica en menores costes de inversión, funcionamiento. Por último la ventilación por captación localizada debe ser prioritaria ante cualquier otra alternativa y en especial cuando se emitan productos tóxicos en cantidades importantes.

Para un correcto funcionamiento del sistema de extracción localizada se debe proceder de la siguiente manera:

- Identificar los focos de generación de contaminantes.
- Encerrarlo bajo una campana de captación.
- Establecer una succión capaz de captar, arrastrar y trasladar el aire contaminado al exterior.
- Establecer los filtros adecuado para el tratamiento del contaminante.

Los elementos básicos de un sistema de ventilación localizada por extracción (SVLE):

- Campana de captación
- Conductos
- Separador o filtros
- Extractor de aire

1.4.2. CAMPANAS PARA EXTRACCIÓN

Se denomina campana de captación o campana al elemento de ingreso del aire al sistema de conductos de ventilación, su principal función es captar eficazmente el contaminante con el menor caudal y el mínimo consumo de energía; para ello es conveniente la colocación de pantallas o el encerramiento del proceso.

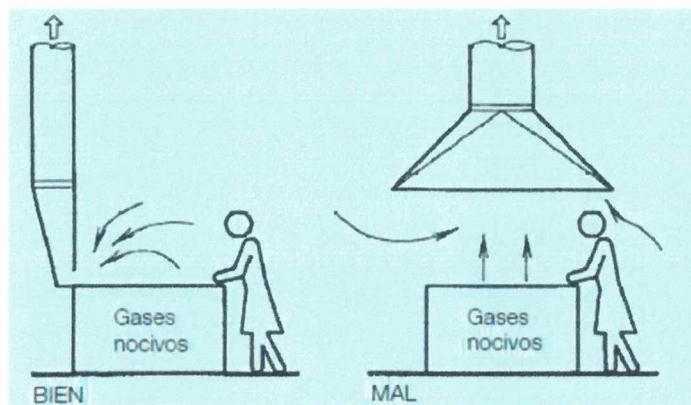
1.4.2.1. *Diseño de campanas*

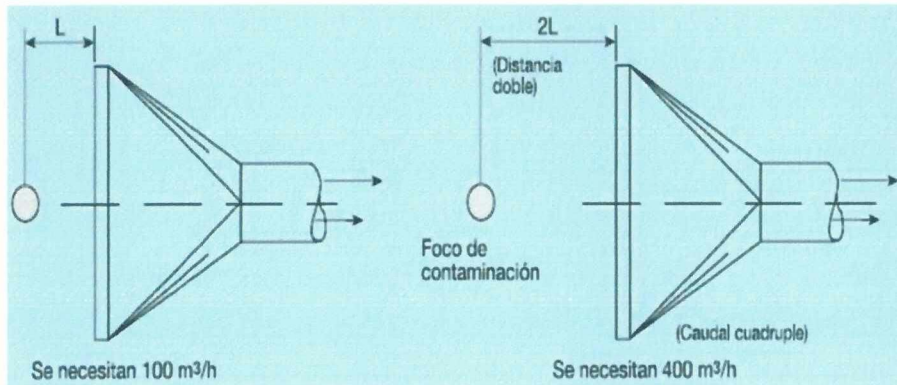
El tipo de campana a emplear depende de las características físicas de la fuente de contaminación, del mecanismo de generación del contaminante y de la posición relativa del equipo y del trabajador.

Los pasos para el diseño de una campana son:

- Determinar la ubicación respecto al proceso.
- Determinar la forma y tamaño.
- Determinar el caudal de aspiración.

Figura 1.8. Diseño de campanas





Fuente: http://www.solerpalau.cl/docs/manual/sp_ventilacion_TOTAL.pdf

Es muy importante elegir correctamente el tipo de campana a utilizar en los proyectos de ventilación, el caudal volumétrico de aspiración se calcula aplicando la ecuación:

$$Q = v \cdot A \text{ (m}^3 \text{ / s)} \quad \text{Ec.1.1}$$

Dónde: v (m / s): velocidad del aire y

A (m²): área de la sección de pasaje del aire a la velocidad v .

1.4.2.2. *Determinación del caudal de aspiración*

Para calcular el caudal de aire a aspirar por la campana se deben seguir los siguientes pasos:

- Determinar la velocidad de control que se debe ejercer sobre un punto exterior ubicado a una distancia x del frente de dicha campana (Tabla 1.6 y Tabla 1.7)

- Determinar el área del contorno de velocidad que pasa por dicho punto y
- Obtener el caudal utilizando la ecuación.

$$Q = v \cdot A \cdot C \cdot 1 \text{ (m}^3 \text{ / s)}$$

Ec.1.2

Dónde: Q: caudal de aire a aspirar por la campana,

V1: velocidad inducida en el punto

A_{c1}: Área del contorno de la velocidad

Tabla 1.6. Velocidad de control

Condiciones de dispersión del contaminante	Ejemplo	Velocidad de control (m/s)
I – Liberado casi sin velocidad en aire tranquilo	Evaporación desde depósitos; desengrase, etc.	0,25 – 0,5
II – Liberado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo	Cabina de pintura: llenado intermitente de recipientes; transferencia entre cintas transportadoras a baja velocidad; soldadura; recubrimientos superficiales; pasivado.	0,5 – 1,0
III – Generación activa en una zona de rápido movimiento	Cabinas de pintura poco profundas; llenado de barriles; carga de cintas transportadoras.	1,0 – 2,5
IV – Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento	Desmolde en fundiciones, chorros de aire abrasivos.	2,5 – 10

Fuente: http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_CAPITULO_DISENO_CAMPANAS

Realizado: Investigador

En cada una de las condiciones citadas se indica un rango para los valores de la velocidad de control. La selección del valor adecuado depende de los siguientes factores:

Tabla 1.7. Límites de control

LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Corrientes de aire en el local mínimas o favorables a la captura del contaminante.	Corrientes de aire que distorsionan la captura del contaminante.
Contaminantes de baja toxicidad o molestos.	Contaminantes de alta toxicidad.
Producción de contaminantes baja o intermitente	Gran producción, uso continuo.
Campana de gran tamaño o con una gran masa de aire el movimiento.	Campana pequeña, únicamente control local.

Fuente: http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_CAPITULO_DISEÑO_CAMPANAS

Realizado: Investigador

La campana cuadrada o rectangular tiene la relación ancho a largo (W/L) igual o mayor que 2 (VER ANEXO 1), el caudal de aspiración viene dado por la expresión:

$$Q = v. (10. x 2 + A) \text{ (m}^3\text{/s)} \quad \text{Ec.1.3}$$

Dónde: Q: caudal de aire a aspirar por la campana,

V: velocidad de control en el eje de la campana a una distancia x de la boca en (m/s),

X: distancia a la boca de la campana en (m) y

A: área del frente o boca de la campana, (m²).

1.4.3. DISEÑO DE DUCTOS PARA EXTRACCIÓN

Todos los sistemas de extracción localizada, simples o complejos, emplean campanas de captación, un conjunto de conductos y accesorios, un sistema de tratamiento o depuración y el ventilador.

Para el diseño de ductos de extracción se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Diseñar las campanas de captación de acuerdo a la operación a controlar y calcular el caudal de diseño.
- Establecer la velocidad mínima en los conductos de acuerdo a las velocidades de transporte.
- Calcular la sección del conducto dividiendo el caudal de diseño por la velocidad mínima.

1.4.3.1. Cálculo de las dimensiones de los conductos

La ecuación de continuidad del caudal volumétrico se expresa como:

$$Q = v \cdot A \text{ (m}^3 \text{ / s)} \qquad \text{Ec.1.4}$$

Dónde: **Q:** caudal de aire volumétrico en (m³ / s),

V: velocidad del aire en el conducto en (m / s) y

A: área de la sección del conducto en (m²).

O sea que conocido el caudal de diseño, se reemplaza en la (Ec.1.4), y resultan dos incógnitas: velocidad (v) y área (A). Es habitual que se elija la velocidad, denominada parámetro de diseño, y se obtiene el área:

$$A = Q / v \text{ (m}^2\text{)} \qquad \text{Ec.1.5}$$

Cuando se conoce el caudal y el área del conducto, la expresión resultante es:

$$v = Q / A \text{ (m/s)} \quad \text{Ec.1.6}$$

En los Sistemas de Ventilación Localizada por Extracción (SVLE) se eligen conductos circulares, salvo razones de fuerza mayor, en lugar de conductos rectangulares debido a que:

- Producen menores pérdidas por fricción pues la sección circular es la que presenta menor perímetro a igualdad de área.
- No se requiere ocupar espacios reducidos como en el caso de los conductos rectangulares de aire acondicionado que se instalan en los edificios.
- Presentan mayor resistencia mecánica a la deformación cuando su presión interna es menor que la presión atmosférica.
- Tienen una distribución de velocidades más uniforme en su sección que la distribución correspondiente a conductos rectangulares, pues las velocidades en sus ángulos inferiores son prácticamente nulas.
- Así se logra transportar a las partículas en suspensión hasta el equipo de tratamiento, evitando que se depositen en los conductos y los obturen, cuando la velocidad es seleccionada de manera adecuada. Esta velocidad es denominada velocidad de transporte.

Por lo tanto, para conductos circulares, la ecuación es:

$$A = \pi \cdot D^2 / 4 = Q / v \text{ (m}^2\text{)} \quad \text{Ec.1.7}$$

Dónde: **A** = Área de la sección del conducto (m²)
D = Diámetro
Q = Caudal de aire volumétrico en (m³/s)
V = Velocidad de aire en el conducto en (m/s)

Y despejando el diámetro resulta:

$$D = (4 / \pi \cdot Q / v)^{1/2} \text{ (m)} \qquad \text{Ec.1.8}$$

Cuando se conoce el caudal y el diámetro del conducto circular, la ecuación Ec.1.6 se transforma en:

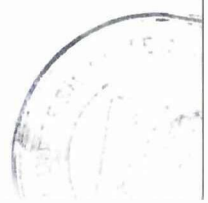
$$v = Q / (\pi / 4 \cdot D^2) \text{ (m/s)} \qquad \text{Ec.1.9}$$

1.4.3.2. *Calculo de las perdidas por fricción en el sistema de extracción*

La ecuación general para el cálculo de las pérdidas en los ductos del sistema de ventilación.

$$h_1 = j \cdot l \text{ (mmcda)} \qquad \text{Ec.1.10}$$

Dónde: **j**: pérdida de carga por unidad de longitud (mmcda/m)
l: longitud del tramo recto del conducto (m)



Para calcular (j) la ecuación que recomienda el Manual de Ventilación de la **ACGIH (AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENT INDUSTRIAL HIGIENISTS)**, para conductos con material de chapa de hierro galvanizado (**CHG**) es:

$$j: 5,38 \cdot \frac{v^{1,9}}{D^{1,22}} \text{ (mmcda/m)} \quad \text{Ec.1.11}$$

Dónde: **v**: velocidad en el conducto expresada en **m / s**, y

D: diámetro del conducto expresado en **mm**.

Conocidas todas la pérdidas ya sea en los ductos, empalmes, codos, etc., se aplica la siguiente ecuación para obtener la pérdida total en todo el sistema.

$$\sum ht = h1 + h2 + \dots + hx \text{ (mmcda)} \quad \text{Ec.1.12}$$

Y para conocer la presión total a la que va a trabajar el ventilador se aplica la ecuación:

$$Pt = Pe + Pd \text{ (mmcda)} \quad \text{Ec.1.13}$$

Dónde: **Pt**: Presión total (mmcda)

Pe: presión estática (mmcda)

Pd: presión dinámica (mmcda)

Para conocer la presión dinámica se aplica la ecuación:

$$Pd = \frac{v^2 (m/s)}{16,3} (\text{mmcda}) \quad \text{Ec.1.14}$$

1.4.3.3. Pérdidas por accesorios

En el ANEXO 2 de este trabajo de investigación se detallan las pérdidas que tenemos por los diferentes elementos de los sistemas de ventilación.

1.4.4. VENTILADORES AXIALES

Un ventilador es una turbo máquina que se caracteriza porque el fluido impulsado ya sea aire o un gas, es al que se transfiere una potencia con un determinado rendimiento.

1.4.4.1. Ventiladores axiales, descripción y curvas de operación.

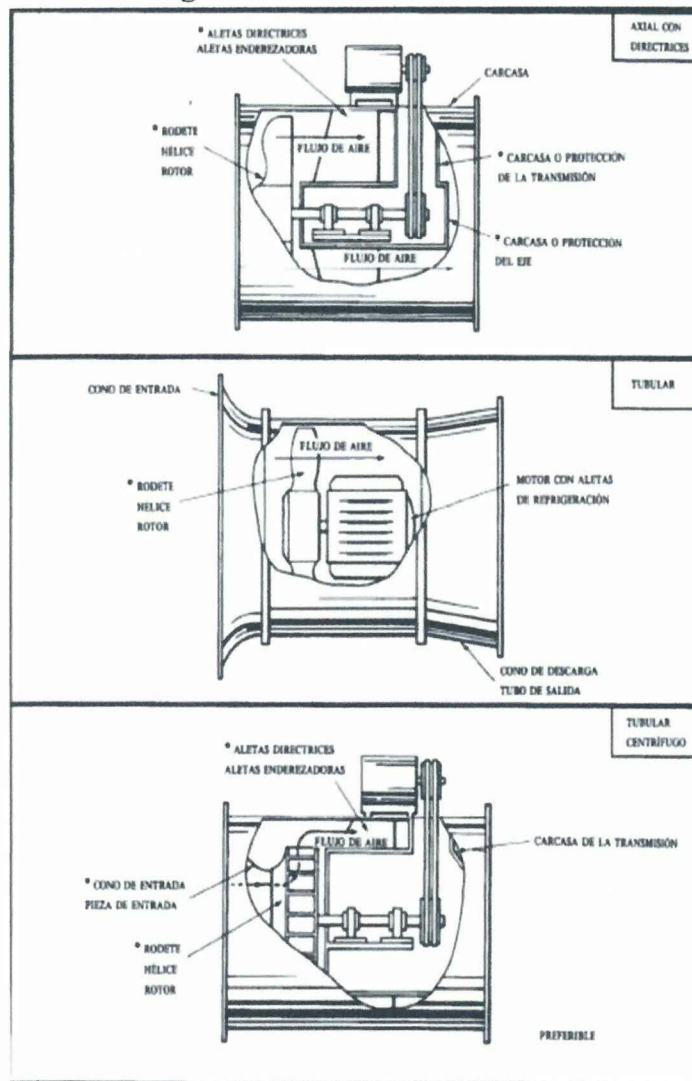
Los ventiladores axiales están compuestos básicamente de un rotor de dos a 13 paletas, solidario a un eje propulsor movido por un motor que impulsa aire en una trayectoria recta, con salida de flujo helicoidal, en el ANEXO 3 se muestran las curvas características de los mismos. Existen 3 tipos básicos de estos ventiladores que son:

TIPO PROPULSOR O DE PARED: Que es el típico ventilador para bodegas industriales, de baja presión estática (0,5 a 1,5 pulg. de columna de agua) con caudales variables según su diámetro.

TIPO TURBO – AXIAL: Es aquel que tiene su rotor y motor dentro de una carcasa cilíndrica, lo que incrementa su capacidad y presión estática hasta valores de 6 pulg de Columna de agua, apropiada para ser conectados a los ductos, campanas, torres de enfriamiento, y para operar en serie.

TIPO VANE – AXIAL: Es similar al anterior, pero además posee un juego de paletas guías fijas a la carcasa (vanes, venas) que le permite obtener una más alta presión estática de trabajo (de 6 a 13 ó más pulgadas de agua en casos de diseños especiales)

Figura 1.9. Ventiladores axiales



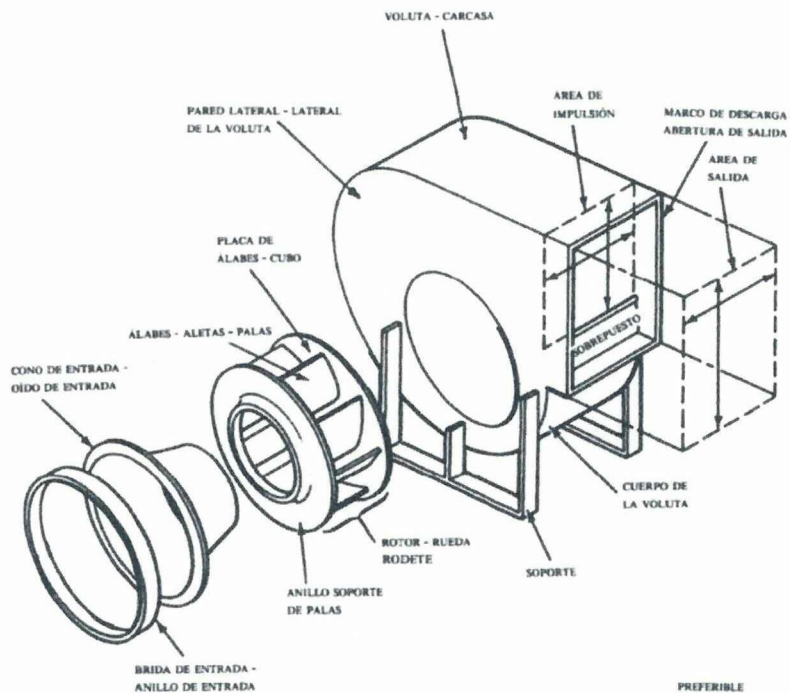
Fuente: <http://www.extractores.com.mx/ventiladores%20axiales.htm>

1.4.5. VENTILADORES CENTRÍFUGOS

Este nombre se refiere a la forma en la cual comunica el ventilador la energía a la corriente de aire. 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 la de entrada. El aire de salida se recoge en una carcasa es espiral llamada voluta y sale del ventilador a través de una conducción tangencial a la voluta. En estos tipos de ventiladores el aire ingresa en dirección paralela al eje del rotor, por la boca de aspiración, y la descarga se realiza tangencialmente al rotor, es decir que el aire cambia de dirección noventa grados (90°).

Figura 1.11. Ventilador centrifugo



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/38636785/Posgrados-Apuntes-Capitulo-Ventiladores#download>

Este tipo de ventiladores desarrollan presiones mucho mayores que los ventiladores axiales, alcanzan presiones de hasta 1500 milímetros de columna de agua (mmcda) y son los empleados, mayormente en los sistemas de ventilación localizada.

El principio de funcionamiento de los ventiladores centrífugos es el mismo de las bombas centrífugas. Están constituidas por un rotor que posee una serie de paletas o álabes, de diversas formas y curvaturas, que giran aproximadamente entre 200 y 5000 revoluciones por minuto (rpm) dentro de una caja o envoltura.

1.5. TRATAMIENTO DE CONTAMINANTES

En la industria para el control de los contaminantes presentes en todos los procesos industriales ya sean estos en cubas abiertas, soldadura, pintura, entre otros, el nivel de contaminantes debe estar siempre dentro de los límites permisibles para la salud de los seres humanos.

En el presente trabajo tomaremos como referencia de estudio a los humos y gases de los procesos de soldadura.

No cabe la menor duda que la soldadura es una de las mayores causas de contaminación del aire dentro de la planta o recinto de trabajo. La industria de la soldadura, las organizaciones de la salud y las autoridades gubernamentales, están preocupándose cada vez más por los efectos del vapor y el humo de la soldadura en el trabajo. Además, los administradores de las compañías están cada vez más conscientes de los costos del ausentismo y de la baja de productividad que resultan de enfermedades profesionales causadas por la inhalación y exposición al aire contaminado.

Para proteger la integridad y salud de los trabajadores, existen límites permisibles y horas establecidas de los contaminantes a los que pueden estar expuestos durante sus labores diarios dentro de la planta (**VER ANEXO 4**)

La mejor forma de prevenir las enfermedades profesionales causadas por la inhalación de humos de soldadura es instalar sistemas de extracción localizadas en los focos de contaminación, teniendo en cuenta que para evitar que los contaminantes sean liberados al ambiente con altos niveles de toxicidad es necesario emplear para este caso carbón activado.

Ésta comprobada que el carbón activado es empleado en distintas aplicaciones de purificación dentro de las industrias.

1.5.1. CARBÓN ACTIVADO

El carbón activado es un material de carbón que se prepara en la industria para que tenga una elevada superficie interna y así poder adsorber (retener sobre su superficie) una gran cantidad de compuestos muy diversos, tanto en fase gaseosa como en disolución.

El carbón activado al igual que otros tipos de carbón, forma un grupo de materiales carbonosos en los cuales la estructura y propiedades son más o menos similares a la estructura y propiedades del grafito.

El carbón activado es un producto que posee una estructura cristalina reticular similar a la del grafito solo que el orden en la estructura del carbón activado es menos perfecta; es extremadamente poroso y puede llegar a desarrollar áreas

superficiales del orden de 500 a 1500 metros cuadrados o más, por gramo de carbón. El área de superficie del carbón activado varía dependiendo de la materia prima y del proceso de activación. Son las altas temperaturas, la atmosfera especial y la inyección de vapor del proceso de fabricación del carbón activado lo que “activa” y crea la porosidad, dejando mayormente una “esponja” de esqueleto de carbón.

Figura 1.12. Estructura del gráfico y del carbón activado

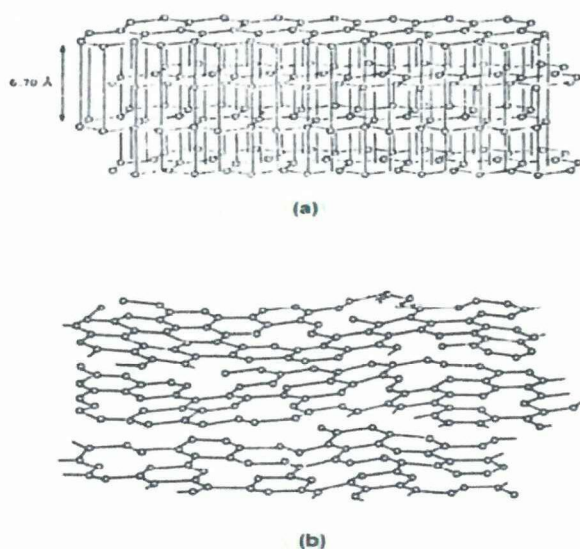


Figura 1. (a) Arreglo estructural de las capas planas del grafito. (b) Estructura propuesta de las capas de carbón activado.

Fuente: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20980/Capitulo1.pdf>

1.5.1.1. Aplicaciones del carbón activado.

El carbón activado tiene una amplia gama de aplicaciones tanto en polvo como granular en medio líquido y gaseoso.

Sus aplicaciones en medio líquido abarca la decoloración de licores de azúcar, potabilización de aguas (eliminación de olor, color, sustancias químicas, bacterias,

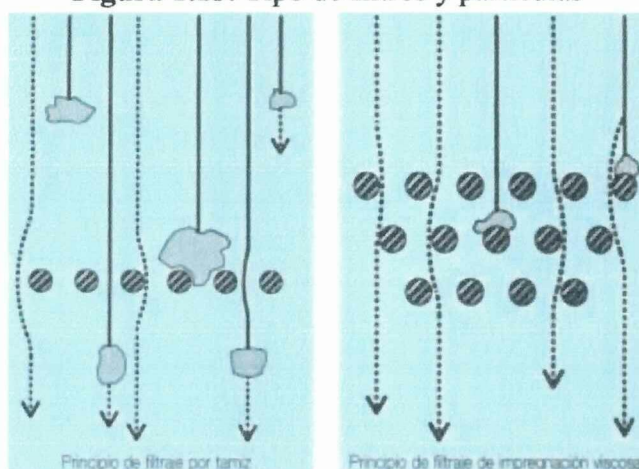
tratamientos de aguas residuales, de cloración de aguas para su uso en la fabricación de bebidas refrescantes, decoloración y mejora de bebidas alcohólicas (vinos, ron), purificación de grasas y aceites comestibles, purificación de proteínas, como medicamento en la desintoxicación de personas, purificación de plasma sanguíneo, separación de elementos metálicos (oro, plata), entre otras.

Por su parte en medio gaseoso encuentra sus aplicaciones en el almacenamiento y separación de gases, en máscaras antigás, protección anti radiactiva en plantas nucleares, desodorizante de productos alimenticios, además hoy tiene amplias perspectivas de aplicación como soporte catalítico y como catalizador.

1.5.1.2. Selección del filtro adecuado

Para la correcta selección del filtro se debe tomar en cuenta el tamaño de las partículas que se desea eliminar. Los filtros de aire son diseñados para disminuir la concentración de las partículas que se encuentran en suspensión en el aire. El tipo de filtro a emplear dependerá del tamaño de las partículas a separar tal como se muestra en la figura 1.13.

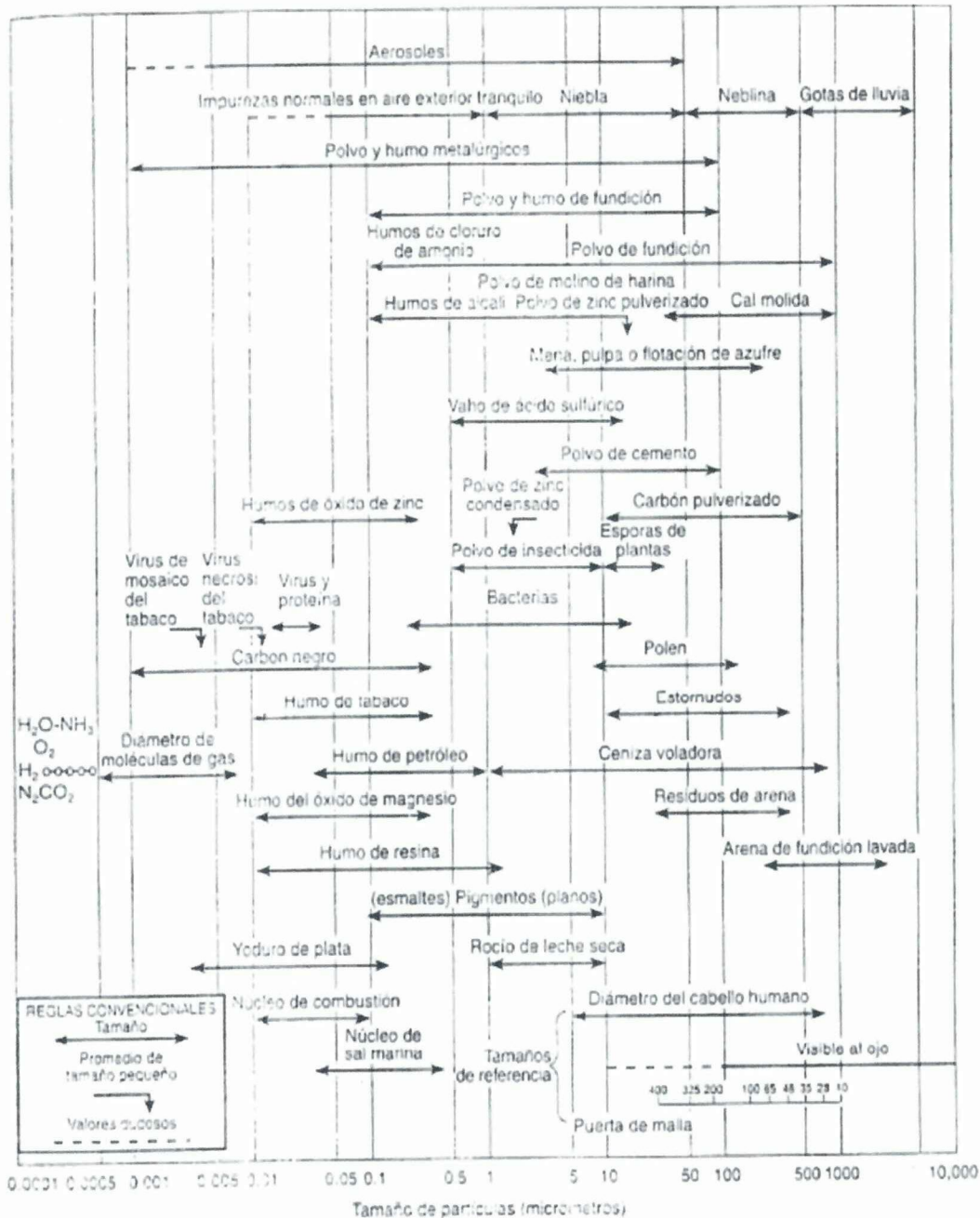
Figura 1.13. Tipo de filtros y partículas



Fuente: Salvador Escoda S.A. Manual práctico de ventilación, segunda edición, Barcelona 1998.

Dentro de nuestro estudio determinaremos el tamaño de las partículas del humo de soldadura, en el grafico 1.14., se observan los distintos tamaños de las partículas a las que se encuentran expuestas las personas en sus labores diarios.

Figura 1.14. Tamaño de partículas



Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2427/1/CD-0111.pdf>

El filtro de aire a utilizar en nuestro proyecto dependerá de los contaminantes presentes el ambiente de trabajo.

1.6. ELEMENTOS ELÉCTRICOS

1.6.1. MOTOR ELÉCTRICO

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio, o el hogar.

Figura 1.15. Motor eléctrico



Fuente: http://www.portalplanetasedna.com.ar/motor_electrico.htm

1.6.2. CONTACTOR

Componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de control, en caso de ser contactores instantáneos esto ocurre tan pronto se energice la bobina.



Figura 1.16. Contactor



Fuente: <http://www.electrotechnik.net/2011/02/common-reasons-for-contactor-failure.html>

1.6.3. GUARDA MOTOR

Electrotecnia. Bastian, Peter. Madrid, 2001, define que:

Los guarda motores son interruptores que se usan para maniobrar simultáneamente todos los polos de un motor, al mismo tiempo que se le protege contrala destrucción por fallo del arranque, sobrecarga, disminución de la tensión de la red y avería de un conductor en redes trifásicas. (Pág. 25)

Figura 1.17. Guarda motor



Fuente: <http://www.sargent.biz/industrial/automatizacion-control/maniobra/guardamotores-sirius-3rv.html>

1.6.4. BREAKER

Los interruptores de corriente o "breakers" son aparatos esenciales para la seguridad de cualquier construcción que utilice un cableado eléctrico. Si hay demasiada electricidad, estos aparatos simplemente interrumpen el flujo eléctrico hasta que el problema sea solucionado.

Sin los interruptores de corriente (o sin los fusibles) el uso cotidiano de la electricidad sería impráctico por los peligros que se correrían por problemas en las conexiones y a fallas de las máquinas eléctricas.

Figura 1.18. Breaker



Fuente:

<http://www.geelectrical.com.pe/industrial/products.aspx?id=1149&id2=3421&idprod=278124>

CAPITULO II

2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA E INDUSTRIAL.

Para el desarrollo de la misma se tomó los datos obtenidos de la encuesta realizada a los estudiantes de Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Industrial del periodo académico Septiembre 2012 – Febrero 2013, y a los trabajadores del taller mecánico, los resultados ayudaron a determinar los parámetros de diseño de un equipo extractor y purificador para gases de soldadura producto del proceso de soldadura SMAW, para beneficio de los Docentes, estudiantes de las carreras ya mencionadas y trabajadores los cuales ocupan el taller mecánico de la Unidad Académica del Ciencias Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

La información recolectada mediante la encuesta (**VER ANEXO 5**) permitió dar la debida solución al problema planteado que se tiene en el taller mecánico del CIYA, esto servirá para mejorar el aprendizaje de los estudiantes que realizan prácticas de soldadura.

Teniendo así un mejor ambiente y las condiciones necesarias para realizar un excelente trabajo, tomando en cuenta que los aspirantes a Ingenieros Electromecánicos e Ingenieros Industriales deben poseer conocimientos teóricos y prácticos sobre soldadura, los tipos y las aplicaciones en la industria.

Pregunta 1.- Conoce usted los tipos de soldadura que se emplea para la unión de metales

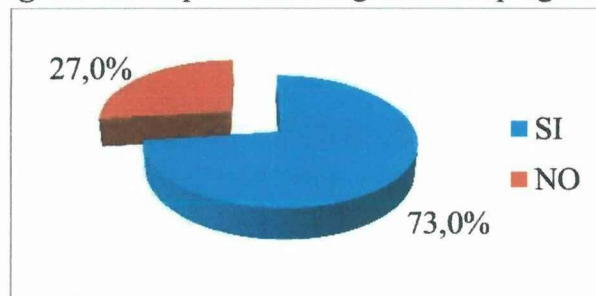
Tabla 2.1. Porcentajes de la pregunta 1

Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Opciones		Encuestados
	SI	NO	
Estudiantes de Ingeniería Electromecánica	102	36	138
Estudiantes de Ingeniería Industrial	41	18	59
Trabajadores	3	0	3
Total	146	54	200
Porcentajes	73,0%	27,0%	100%

Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Figura 2.1. Representación gráfica del pregunta 1



Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Interpretación

Dentro de la carrera de Ingeniería Electromecánica e Industrial los aspirantes deben poseer un conocimiento teórico-práctico de los procesos de soldadura, los cuales son utilizados dentro de las industrias metalúrgicas y los estudiantes de la UTC tienen conocimientos de estos procesos lo cual es importante para un crecimiento profesional.

Pregunta 2.- Ha realizado alguna vez prácticas o trabajos de soldadura sin usar la debida protección.

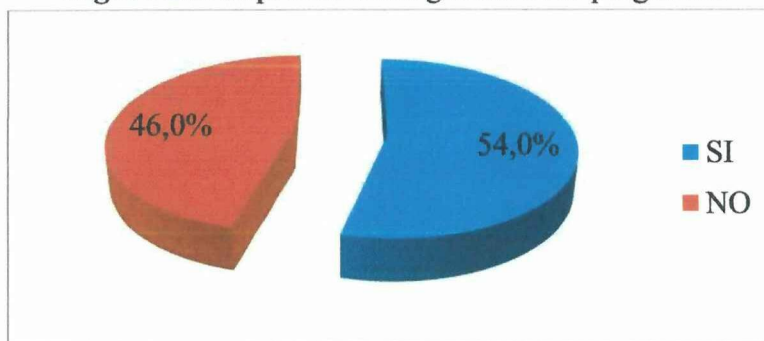
Tabla 2.2. Porcentajes de la pregunta 2

Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Opciones		Encuestados
	SI	NO	
Estudiantes de Ingeniería Electromecánica	79	59	138
Estudiantes de Ingeniería Industrial	28	31	59
Trabajadores	1	2	3
Total	108	92	200
Porcentajes	54,0%	46,0%	100%

Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Figura 2.2. Representación gráfica de la pregunta 2



Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Interpretación

Los procesos de soldadura generan contaminantes durante la quema del electrodo, los cuales son peligrosos para la salud de las personas que están expuestas a las mismas, y es de mucha importancia conocer los riesgos, las enfermedades profesionales, etc., que son el producto de la inhalación y exposición a estos contaminantes durante tiempos prolongados.

Pregunta 3.- Conoce ¿qué es un sistema de extracción localizado para gases de soldadura?

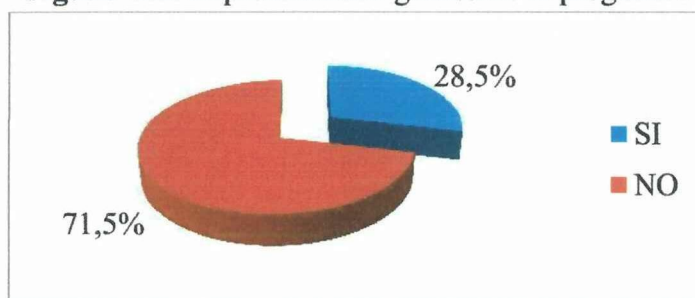
Tabla 2.3. Porcentajes de la pregunta 3

Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Opciones		Encuestados
	SI	NO	
Estudiantes de Ingeniería Electromecánica	44	94	138
Estudiantes de Ingeniería Industrial	11	48	59
Trabajadores	2	1	3
Total	57	143	200
Porcentajes	28,5%	71,5%	100%

Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Figura 2.3. Representación gráfica de la pregunta 3



Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Interpretación

Dentro de las industrias son empleados los sistemas de extracción localizado para el control de los contaminantes, sin embargo en los talleres de soldadura de la Universidad Técnica de Cotopaxi no cuentan con estos sistemas, es importante que los estudiantes de las carreras ya mencionadas conozcan este sistema a una pequeña escala y tengan una idea de los sistemas que se emplean en las grandes industrias.

Pregunta 4.- ¿Cree usted que es necesario implementar un equipo de extracción y purificación de gases de soldadura para el taller mecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

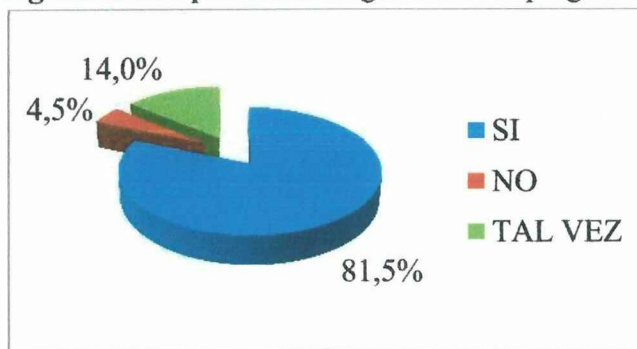
Tabla 2.4. Porcentajes de la pregunta 4

Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Opciones			Encuestados
	SI	NO	TALVEZ	
Estudiantes de Ingeniería Electromecánica	108	8	22	138
Estudiantes de Ingeniería Industrial	52	1	6	59
Trabajadores	3	0	0	3
Total	163	9	28	200
Porcentajes	81,5%	4,5%	14,0%	100%

Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Figura 2.4. Representación gráfica de la pregunta 4



Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Interpretación

La implementación de un sistema de extracción en el taller de soldadura de la Universidad Técnica de Cotopaxi ayudara a prevenir las enfermedades profesionales a los docentes, estudiantes y trabajadores causadas por la exposición e inhalación de los humos de soldadura durante las prácticas de soldadura.

Pregunta 5.- ¿Cree usted que es necesario utilizar mascarillas con filtros de carbón activado al momento de realizar prácticas de soldadura?

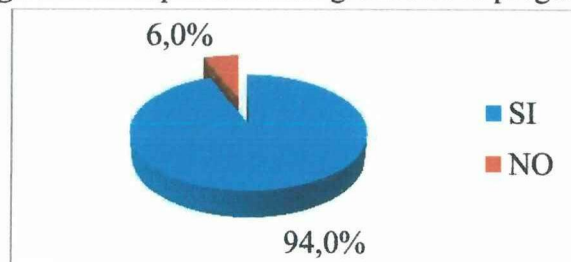
Tabla 2.5. Porcentajes de la pregunta 5

Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Opciones		Encuestados
	SI	NO	
Estudiantes de Ingeniería Electromecánica	129	9	138
Estudiantes de Ingeniería Industrial	56	3	59
Trabajadores	3	0	3
Total	188	12	200
Porcentajes	94,0%	6,0%	100%

Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Figura 2.5. Representación gráfica de la pregunta 5



Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Interpretación

El uso de filtros de carbón activado ya sea en mascarillas de uso personal como en filtros de los sistemas de ventilación son diseñados con el fin de proteger la salud de las personas que realizan trabajos relacionadas con la soldadura, y es importante conocer sus propiedades y aplicaciones cuando se trata de cuidar la salud de las personas.

Pregunta 6.- ¿Cree usted que los gases que se desprenden al momento de soldar con electrodo revestido afectan a la salud de las personas?

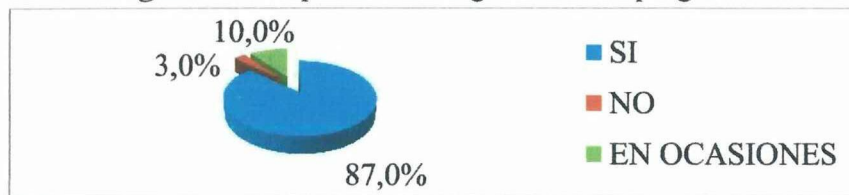
Tabla 2.6. Porcentajes de la pregunta 6

Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Opciones			Encuestados
	SI	NO	En Ocasiones	
Estudiantes de Ingeniería Electromecánica	120	5	13	138
Estudiantes de Ingeniería Industrial	51	1	7	59
Trabajadores	3	0	0	3
Total	174	6	20	200
Porcentajes	87,0%	3,0%	10,0%	100%

Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Figura 2.6. Representación gráfica de la pregunta 6



Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Interpretación

Los humos de soldadura generados por el arco eléctrico son peligrosos para la salud de las personas expuestas a dichos contaminantes, su prolongada exposición a estos tóxicos producen las llamadas enfermedades profesionales ya sean estas a corto o largo plazo, afectando a los pulmones, ojos, entre otros.

Pregunta 7.- ¿Conoce usted qué enfermedades profesionales provocan los gases de la soldadura?

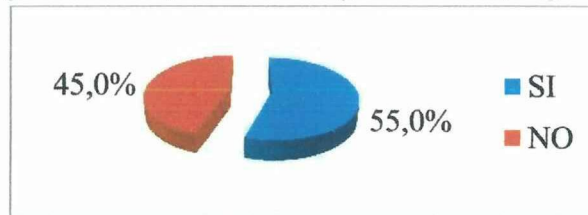
Tabla 2.7. Porcentajes de la pregunta 7

Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Opciones		Encuestados
	SI	NO	
Estudiantes de Ingeniería Electromecánica	75	63	138
Estudiantes de Ingeniería Industrial	33	26	59
Trabajadores	2	1	3
Total	110	90	200
Porcentajes	55,0%	45,0%	100%

Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Figura 2.7. Representación gráfica de la pregunta 7



Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Interpretación

La prolongada exposición a los humos de soldadura pueden producir graves trastornos en la salud de las personas como: fiebre del soldador, irritación a los ojos e incluso cáncer, es importante usar un equipo de protección personal al momento de realizar actividades que estén ligados con la soldadura ya sea este dentro o fuera de un recinto o área de trabajo.

Pregunta 8.- ¿Conoce usted qué es la ergonomía en el trabajo y cuáles son sus consecuencias en las personas en caso de no cumplirlas?

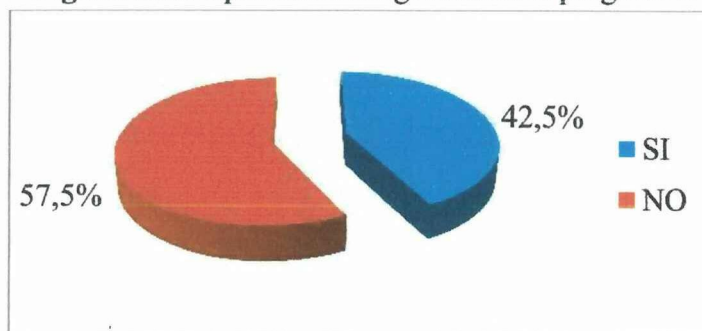
Tabla 2.8. Porcentajes de la pregunta 8

Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Opciones		Encuestados
	SI	NO	
Estudiantes de Ingeniería Electromecánica	60	78	138
Estudiantes de Ingeniería Industrial	23	36	59
Trabajadores	2	1	3
Total	85	115	200
Porcentajes	42,5%	57,5%	100%

Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Figura 2.8. Representación gráfica de la pregunta 8



Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Interpretación

Dentro de las empresas e industrias la ergonomía es un punto fundamental que debe ser tomado muy en cuenta dentro del área de trabajo, las cuales están enfocadas a preservar la salud del personal y brindando un confort a la hora de realizar sus actividades cotidianas, evitando de esa manera lesiones o enfermedades profesionales, considerando que el personal es el motor que mueve la industria a nivel de producción.

Pregunta 9.- Conoce o alguna vez ha utilizado el EPP (Equipo de Protección Personal) para realizar trabajos de soldadura

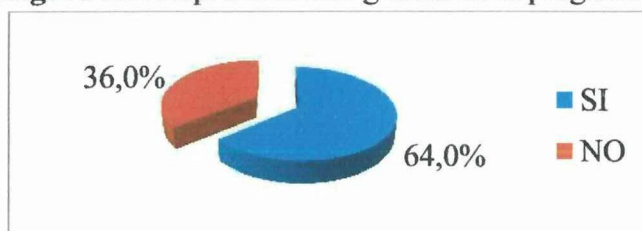
Tabla 2.9. Porcentajes de la pregunta 9

Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi	Opciones		Encuestados
	SI	NO	
Estudiantes de Ingeniería Electromecánica	90	48	138
Estudiantes de Ingeniería Industrial	37	22	59
Trabajadores	1	2	3
Total	128	72	200
Porcentajes	64,0%	36,0%	100%

Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Figura 2.9. Representación gráfica de la pregunta 9



Fuente: Aplicación de Encuestas a los estudiantes

Realizado: Investigador

Interpretación

El uso del equipo de protección personal (EPP) es muy importante e indispensable a la hora de realizar cualquier actividad que se relacione con procesos de soldadura, con su uso estamos previniendo enfermedades causadas por los humos de soldadura y la radiación generadas por el arco eléctrico y es bastante favorable saber que los estudiantes lo conocen y lo usan en sus prácticas de soldadura en el taller de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENTREVISTA APLICADA A LOS INGENIEROS MECÁNICOS Y ELECTROMECÁNICOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI QUE ESTÁN EN LA CAPACIDAD DE IMPARTIR LA CÁTEDRA DE TALLER MECÁNICO.

Esta entrevista que fue realizada a los ingenieros de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, los cuales están en la capacidad de impartir la cátedra de taller mecánico a estudiantes de las carreras de Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Industrial, con el fin de tener un respaldo técnico al momento de realizar los respectivos diseños (**VER ANEXO 5**).

Tabla 2.10. Encuestas a los docentes

<p style="text-align: center;">GUÍA DE ENTREVISTA PARA LOS DOCENTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</p> <p>Sector: Universidad Técnica de Cotopaxi</p> <p>Fecha: Julio del 2013</p> <p>Entrevistado (s): Ing. Álvaro Mullo, Ing. Raúl Reinoso</p> <p>Entrevistador (es): Iván Andrango</p> <p>Tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA DE EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN PARA PARA GASES PRODUCTO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW EN EL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.”</p>
--

Preguntas	Interpretación
<p>1.- ¿Está de acuerdo que los futuros Ingenieros en las carreras de Industrial y Electromecánica deben poseer conocimientos teóricos-prácticos sobre soldadura?</p>	<p>La soldadura de hecho es un proceso nuevo y muy utilizado ampliamente dentro de las industrias y los futuros ingenieros deben poseer los conocimientos básicos que son la parte práctica la cual va de la mano con la parte académica, en este ámbito todo profesional dentro de las carreras mencionadas deben poseer todos los conocimientos necesarios para su aplicación en el ámbito laboral.</p>
<p>2.- ¿Qué opina acerca de los equipos de extracción localizada que son utilizados ampliamente en la industria?</p>	<p>Este tipo de extracción es utilizada ampliamente dentro de la industria en procesos continuos y es una de las alternativas más convenientes a la hora de extraer humos de los procesos de soldadura o de cualquier otro proceso, con el cual se controlan los contaminantes, evitando de esta manera enfermedades profesionales u otras lesiones en la salud de los operarios.</p>
<p>3.- ¿Qué beneficios para los estudiantes, docentes y trabajadores que laboran en el taller mecánico, presentaría la implementación de un equipo de extracción de gases?</p>	<p>Con el sistema de extracción se benefician directamente los ocupantes del taller, de ese modo se evita la inhalación directa de los humos de soldadura a los estudiantes, docentes y trabajadores obteniendo un ambiente propicio para realizar sus labores diarios.</p>

Fuente: Encuestas realizadas a los docentes del CIYA de la UTC

Realizado: Investigador

2.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

➤ Hipótesis alternativa

Al implementar un equipo de extracción y purificación de gases del proceso de soldadura SMAW, se mejorara las condiciones de trabajo en el taller mecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

➤ Hipótesis nula

No es necesaria la implementación de un equipo de extracción y purificación de gases de soldadura del proceso SMAW en el taller mecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Tabla 2.11. Tabla de frecuencias

Pregunta	SI	NO	Total
1	146	54	200
2	108	92	200
3	57	143	200
4	188	12	200
5	110	90	200
6	85	115	200
7	128	72	200
Total	822	578	1400

Realizado: Investigador

Con la Siguiete formula se encuentra la frecuencia esperada tanto del SI como del NO:

$$F_e = \frac{T_f * T_c}{T_g}$$

$$F_e = \frac{822 * 200}{1400}$$

$$F_e = 117,4$$

$$F_e = \frac{T_f * T_c}{T_g}$$

$$F_e = \frac{578 * 200}{1400}$$

$$F_e = 82,6$$

Para el cálculo del Chi cuadrada se aplica la siguiente formula:

$$x^2 = \frac{(O_1 - e_1)^2}{e_1}$$

Tabla 2.12. Chi cuadrada

Preguntas	Frecuencia Observada		Frecuencia esperada		Chi cuadrada		Total
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	146	54	117,4	82,6	6,97	9,90	16,87
2	108	92	117,4	82,6	0,75	1,07	1,82
3	57	143	117,4	82,6	31,07	44,17	75,24
4	188	12	117,4	82,6	42,46	60,34	102,80
5	110	90	117,4	82,6	0,47	0,66	1,13
6	85	115	117,4	82,6	8,94	12,71	21,65
7	128	72	117,4	82,6	0,96	1,36	2,32
TOTAL							221,83

Realizado: Investigador

Niveles de significancia.

- 0.005
- 0.001

Sabiendo que $h = 7$ y $k = 2$, por tener 7 preguntas y dos opciones, calculamos los grados de libertad que es igual a:

$$v = (h-1)(k-1)$$

$$v = (7-1)(2-1)$$

$$v = 6$$

- El valor crítico χ_{95}^2 para 6 grado de libertad es 12,6 (**VER ANEXO 6**).
Por lo tanto, como $221,83 > 12,6$, al nivel de significancia 0,05 se acepta la hipótesis.
- El valor crítico χ_{99}^2 para 1 grado de libertad es 16,8 (**VER ANEXO 6**).
Por lo tanto, como $221,83 > 16,8$, al nivel de significancia 0,01 se acepta la hipótesis.

Se concluye que al utilizar cuatro niveles de significancia diferentes y por la razón que los resultados fueron similares la hipótesis es aceptado.

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

3.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN PARA GASES PRODUCTO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW EN EL TALLER MECÁNICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

3.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

Para el desarrollo de la presente investigación se tomaron en cuenta varios aspectos importantes como son:

- La Ubicación del taller mecánico, en este caso se encuentra situado en el subsuelo del teatro Universitario por lo tanto es importante tener un sistema de extracción de gases. El área destinada para las prácticas de soldadura es de 7 metros de largo por tres de ancho en los cuales funcionan dos puestos de trabajo. El taller mecánico también es empleado para realizar trabajos de mantenimiento para la institución por parte de empleados de la misma.

- El tipo de electrodos más empleados para las prácticas de soldadura por parte de los estudiantes son el E6011, E6013 y E7018 de 1/8 de espesor, los mismos que generan gases y humos cuyos efectos en el ser humano se pueden observar en las tablas 1.1, 1.5 y el anexo 2.

- El tiempo de duración de las prácticas de soldadura son de una hora a la semana en el último parcial de cada ciclo de la asignatura de Taller Mecánico I en las Carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica.

- El diseño y construcción del sistema de extracción se realizó en base a las Normas ACGIH (AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENT INDUSTRIAL HYGIENISTS) y SMACNA (SHEET METAL AND AIR CONDITIONING CONTRACTORS' NATIONAL ASSOCIATION, INC.).

- Para el diseño del sistema de extracción localizada no es necesario tener un conocimiento profundo de la cantidad de contaminantes generados, puesto que la extracción se lo realiza directamente en el foco de contaminación.

Tomando en cuenta los aspectos antes mencionados y la parte de seguridad ocupacional como parte de la formación de un Ingeniero en Electromecánica es que procedió al diseño y construcción de un sistema de extracción y purificación de gases para el Taller Mecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.3.DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En el ANEXO 8, plano IEM-100, se muestra las dimensiones y áreas dispuestas para el proyecto, dentro del taller de soldadura de la institución.

3.3.1. CÁLCULOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN

De acuerdo a la ubicación de los puestos de trabajo y del taller mecánico el sistema de ventilación que se eligió fue la extracción mecanizada para gases y humos de soldadura.

Para realizar el diseño del sistema de extracción se tomó como referencia la normativa de la **ACGIH** ver (**ANEXO 7**)

DATOS:

Para distancias entre 9 – 12 pulgadas

Velocidad en la cara de la campana (V)= 1500 fpm

Velocidad en el ducto (Vd)= 3000 fpm

Caudal = 1000 cfm por campana de extracción

3.3.1.1. Campana de extracción

Teniendo en cuenta los valores recomendados por la ACGIH para diseño de sistemas de ventilación localizada en áreas de trabajo, se procede al cálculo y dimensionamiento de la campana móvil de extracción localizada para cada mesa de trabajo del taller mecánico.

Aplicamos la ecuación 1.1 del caudal, despejamos el área (A):

$$Q = V \times A$$

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

$$A = \frac{1000 \text{ cfm}}{1500 \text{ fpm}}$$

$$A = 0,66 \text{ ft}^2$$

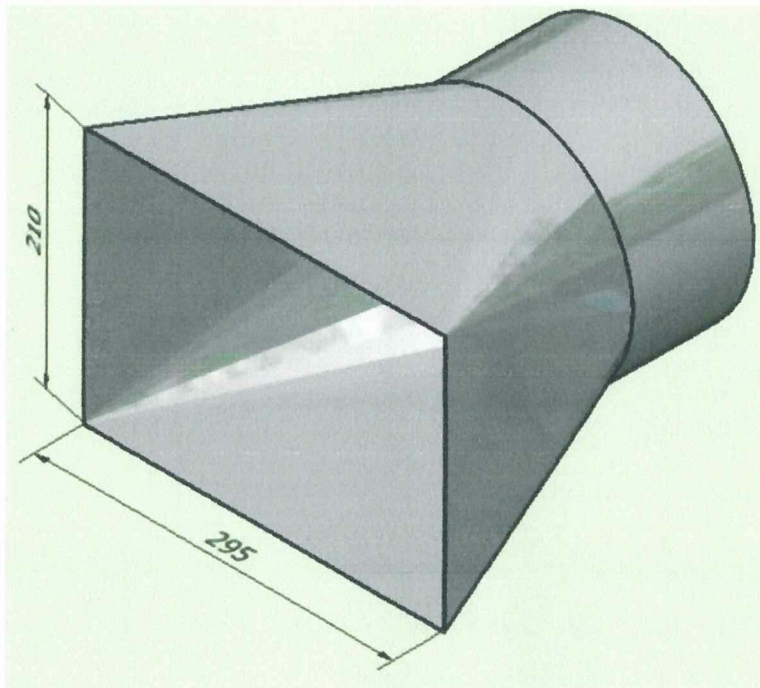
$$A = 0,66 \text{ ft}^2 \frac{1 \text{ m}^2}{10,76 \text{ ft}^2}$$

$$A = 0,061 \text{ m}^2$$

Obtenido el área de la campana se procede a dimensionar el largo y ancho para su construcción.

$A = 0,061 \text{ m}^2$; Largo = 295mm; Ancho = 210mm

Figura 3.1. Campana de extracción



3.3.1.2. Ducto secundario

Conocido el caudal que absorberá la campana de extracción se calcula el ducto secundario el que va desde la campana hacia en ducto principal, para la eliminación de los gases tóxicos de la soldadura, aplicando la ecuación 1.1 y 1.7.

$$Q = V \times A \qquad A = \frac{\varnothing^2 \times \pi}{4}$$

$$A = \frac{Q}{V} \qquad \varnothing = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$A = \frac{1000 \text{ cfm}}{3000 \text{ fpm}} \qquad \varnothing = \sqrt{\frac{4(0,030) \text{ m}^2}{\pi}}$$

$$A = 0,33 \text{ ft}^2 \qquad \varnothing = 0,195 \text{ m}$$

$$A = 0,33 \text{ ft}^2 \frac{1 \text{ m}^2}{10,76 \text{ ft}^2} \qquad \varnothing = 0,195 \text{ m} \frac{1 \text{ in}}{0,0254 \text{ m}}$$

$$A = 0,030 \text{ m}^2 \qquad \varnothing = 7,67 \text{ in}$$

Para el tramo secundario se elegirá un ducto flexible de 8 pulgadas de diámetro.

3.3.1.3. Ductos principales

Para mejor comprensión de los tramos calculados ver ANEXO N° 8, plano IEM – 200, en el cual se encuentran detallados cada uno de ellos.

Tramo AB

Tomando en cuenta que el caudal en cada campana de extracción es de 1000 cfm procedemos al cálculo del ducto del tramo AB, aplicando la ecuación 1.1.

$$Q=Vd \times A$$

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

$$A=\frac{1000\text{cfm}}{3000\text{fpm}}$$

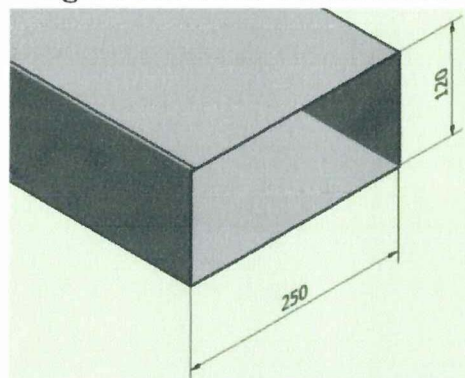
$$A=0.33\text{ft}^2$$

$$A=33\text{ft}^2 \frac{1\text{m}^2}{10.76\text{ft}^2}$$

$$A=0.030\text{m}^2$$

Tomando en cuenta que el ducto principal se diseñara de forma cuadrangular, el ducto de $A=0.030\text{m}^2$; **Largo = 250mm**; **Ancho = 120mm** quedara de la siguiente manera.

Figura 3.2. Ducto del tramo AB



Tramo BC

Teniendo en cuenta que el sistema de extracción consta de dos campanas de extracción y cada una de ellas extrae 1000 cfm.

Para obtener el caudal total que recorrerá por el tramo BC es necesario realizar una suma de los caudales de cada campana obteniendo de esa manera el caudal para el dimensionamiento del ducto.

$$Q = Vd \times A$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

$$A = \frac{Q_t}{V_d}$$

$$Q_t = 1000 \text{ cfm} + 1000 \text{ cfm}$$

$$A = \frac{2000 \text{ cfm}}{3000 \text{ fpm}}$$

$$Q_t = 2000 \text{ cfm}$$

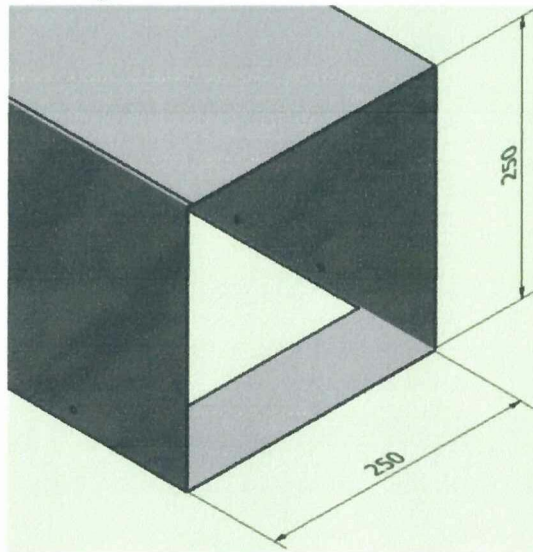
$$A = 0,66 \text{ ft}^2$$

$$A = 0,66 \text{ ft}^2 \frac{1 \text{ m}^2}{10,76 \text{ ft}^2}$$

$$A = 0,061 \text{ m}^2$$

El ducto cuadrangular del tramo BC con una **A=0.061 m²**; **Largo = 250 mm**; **Ancho = 250mm**, toma las siguientes medidas para su construcción.

Figura 3.3. Ducto del tramo BC



El ducto principal a elegir será cuadrado y el área es de 0.061m², el espesor del tol galvanizado a utilizar en el proyecto de ventilación en el taller mecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi (**VER ANEXO 9**).

El resto del ducto hasta llegar al ventilador centrífugo será el mismo del tramo BC pues el total de los caudales que serán evacuados por el ducto calculado.

3.3.1.4. Calculo de pérdidas

Empalme 45° recomendado = 0,28 mmcda (**VER ANEXO 2**)

$$h_1 = 0,28 \text{mmcda} \frac{1 \text{pulgda}}{25,37 \text{mmcda}}$$

$$h_1 = 0,01 \text{pulgda}$$

Presión dinámica en el ducto

Para el cálculo de la presión dinámica se aplica la ecuación 1.14, tomando en cuenta que la velocidad dentro del ducto es de 3000 fpm y para el cálculo la velocidad debe estar en (m/s) se utiliza conversión de unidades, obtenido el resultado esperado se procede con el cálculo de las pérdidas por fricción dentro del ducto.

$$V = 3000 \frac{\text{ft}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ m}}{3,28 \text{ ft}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$

$$V = \frac{180000 \text{ m}}{11808 \text{ s}}$$

$$V = 15,24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P_d = \frac{V^2}{16,3}$$

$$P_d = \frac{15,24^2}{16,3}$$

$$P_d = 14,24 \text{ mmcda}$$

$$P_d = 14,24 \text{ mmcda} \frac{1 \text{ pulgcda}}{25,37 \text{ mmcda}}$$

$$P_d = 0,56 \text{ pulgcda}$$

Tramo primario

Para el cálculo de la pérdida de fricción por unidad de longitud, transformamos el área total del ducto principal encontrando de esa manera el diámetro del ducto aplicando la ecuación 1.7, el cual nos ayudara a encontrar la pérdida por fricción, aplicando la ecuación 1.10 recomendada por la ACGIH.

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

$$j = 5,38 \frac{V^{1,9}}{D^{1,22}}$$

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$j = 5,38 \times \frac{15,24^{1,9}}{278^{1,22}}$$

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4(0,061)m^2}{\pi}}$$

$$j = 0,99 \frac{\text{mmcda}}{\text{m}}$$

$$\varnothing = 0,278m$$

$$h_2 = j \times l$$

$$h_2 = 0,99 \frac{\text{mmcda}}{\text{m}} \times 5m$$

$$h_2 = 4,95 \text{mmcda} \frac{1 \text{pulgda}}{25,37 \text{mmcda}}$$

$$h_2 = 0,19 \text{pulgda}$$

3.3.1.5. Codo

En el ANEXO 2 encontramos las pérdidas en codos cuadrados y rectangulares, el valor tomado de la tabla es de 0,95mmcda, para este caso no aplicamos ninguna ecuación lo único que se realizara es una conversión de unidades de milímetros de columna de agua (mmcda) a pulgadas de columna de agua (pulgcda).

$$h_3 = 0,95 \text{mmcda} \frac{1 \text{pulgcda}}{25,37 \text{mmcda}}$$

$$h_3 = 0,037 \text{pulgcda}$$

3.3.1.6. Pérdida total

Calculado las pérdidas que va estar presente en el sistema de extracción sumamos todas las pérdidas y de esa manera obtendremos la presión a la que va a trabajar el ventilador a elegir en e proyecto, aplicamos la ecuación 1.12 y 1.13.

$$\sum ht = h_1 + h_2 + h_3$$

$$\sum ht = 0,01 \text{pulgcda} + 0,19 \text{pulgcda} + 0,037 \text{pulgcda}$$

$$\sum ht = 0,237 \text{pulgcda}$$

$$ht = Pe$$

$$Pt = Pe + Pd$$

$$Pt = 0,237 \text{pulgcda} + 0,56 \text{pulgcda}$$

$$Pt = 0,797 \text{pulgcda}$$

3.3.1.7. Caja de filtros

Dentro del proyecto a aplicarse en el taller, determinaremos la cantidad de filtros necesarios para retener los contaminantes de los procesos de soldadura practicados dentro del taller, los datos del filtro se tomaron del ANEXO 10 y se aplicó la ecuación 1.1, despejando el área.

$$Q = V \times A \qquad A = 4 \text{ ft}^2 \frac{1 \text{ m}^2}{10,76 \text{ ft}^2}$$

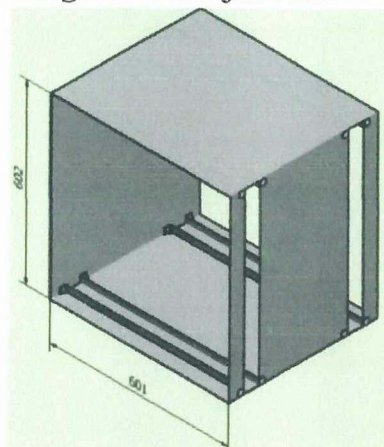
$$A = \frac{Q}{V} \qquad A = 0,3717 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{2000 \text{ cfm}}{500 \text{ fpm}} \qquad A = 0,3717 \text{ m}^2 \frac{1550 \text{ in}^2}{1 \text{ m}^2}$$

$$A = 4 \text{ ft}^2 \qquad A = 576,135 \text{ in}^2$$

Se elegirá un filtro de carbón activado 24"x24" y un pre filtro con las mismas características que son los más indicados para controlar y abarcar toda el área de flujo de aire, el área de la caja de filtros es **Largo = 601mm y Ancho = 602mm.**

Figura 3.4. Caja de filtros



3.3.1.8. Selección del ventilador

El caudal a aspirar en todo el sistema de ventilación es de 2000cfm a una sobrepresión de 0,797 pulgada.

$$Q_t = 2000 \text{ cfm}$$

$$Q_t = 2000 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} \times \frac{(0,3048)^3 \text{ m}^3}{1 \text{ ft}^3} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$Q_t = 0,944 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Por motivo del filtro de carbón activado y el filtro sintético se elige un ventilador de **1,2 pulgada** de sobrepresión.

Realizado todos los cálculos necesarios se obtiene los datos esenciales los cuales nos ayudaran a elegir correctamente el ventilador centrífugo para el sistema de extracción de gases de soldadura del proceso SMAW en el taller mecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi

$$Q_t = 2000 \text{ cfm}$$

$$S_p = 1,2 \text{ pulgada}$$

Los datos fueron tomados de la hoja técnica de los Blowers Dayton (**VER ANEXO N° 11**)



Realizados todos los cálculos respectivos para el diseño y construcción de un equipo de extracción y purificación para gases producto del proceso de soldadura SMAW, en el taller mecánico de la Unidad Académica de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se toman las siguientes resoluciones para su construcción.

- Para la construcción de los ductos principal de sección cuadrangular se establece que serán de 0,25m x 0,25m.
- El ducto secundario seleccionado se establece que será de 8" de diámetro.
- Los ductos y campanas del sistema de extracción serán construidas con Tol Galvanizado de 0.5mm de espesor (**VER ANEXO 9**), se eligió este material por ser de fácil manejo, por que al momento de realizar el ensamblaje e instalación, su peso no tendrá mucho efecto sobre el sistema, por su durabilidad a ambiente extremadamente cambiante que vivimos en estos tiempos.
- Las dimensiones de las campanas y ductos para la construcción del equipo de extracción de gases de soldadura del proceso SMAW se encuentran en los planos anexados a este trabajo ver **ANEXO 8**.
- Los filtros a elegir para el proyecto del sistema de extracción de gases de soldadura para el taller mecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi fue anexada a este trabajo gracias a la empresa **EQUIPROIN**
- El extractor de tipo centrifugo (BLOWERS) para el sistema de ventilación tendrá las siguientes características $Q = 2000$ cfm, $Sp = 1,2$ incha, la hoja técnica fue anexada a este trabajo gracias a la empresa **EQUIPROIN (AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN)**, (**VER ANEXO 11**)

- Antes de poner en marcha el sistema de extracción que se encuentra instalado en el taller mecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi leer detenidamente el manual del usuario que se encuentra anexada al presente trabajo (**VER ANEXO 12**)

3.3.2. DISEÑO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

Para el diseño del circuito de control del sistema de extracción y purificación para gases de soldadura del proceso SMAW, se lo realizo con un contactor, pulsadores de marcha y paro respectivamente, luces piloto para la señalización del apagado y el encendido.

El circuito a realizar será el encargado de controlar el sistema de extracción, es de forma manual pues se encuentra instalado los pulsadores de paro y marcha en el gabinete de control (**VER ANEXO 8, PLANO IEM – 200-001**).

El nivel de voltaje para que funcione el sistema de extracción es de 220v, revisar las especificaciones del equipo en el manual del usuario que se encuentra anexado a este trabajo ver **ANEXO 12**.

3.3.3. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE EXTRACCIÓN PARA GASES DE SOLDADURA DEL PROCESO SMAW

Con los cálculos ya determinados se procede con la construcción del equipo de extracción para gases de soldadura del proceso SMAW.

Para la construcción de las mesas de trabajo se utilizó ángulos, platinas entre otros elementos y las medidas se encuentran descritas en el plano (VER ANEXO 8).

Figura 3.1. Elementos para la construcción



Fuente: Investigador

Seguidamente con todos los implementos necesarios para la construcción de la mesa de trabajo se procede ensamblar, soldando las piezas como se muestra en la figura 3.2.

Figura 3.2. Construcción de la mesa



Fuente: Investigador

Para las prácticas de soldadura SMAW la mesa debe poseer una base tipo malla en donde se realizaran los trabajos.

En la figura 3.3., se puede apreciar la malla en donde se llevaran a cabo las prácticas, esto ayudara a que la escoria y las salpicaduras de la soldadura caigan al piso y tengan una mejor área de trabajo.

Figura 3.3. Base de malla de la mesa de trabajo



Fuente: Investigador

Después de la construcción tenemos las mesas listas para colocarlas en el lugar de trabajo.

Figura 3.4. Mesa terminada



Fuente: Investigador

Concluido con las mesas de trabajo se procede a realizar el respectivo ensablaje del sistema de extracción de gases.

Figura 3.5. Ensamble del sistema de extracción de gases



Fuente: Investigador

Ha viendo concluido con el ensamble del sistema de extracción localizada para gases de soldadura producto del proceso de soldadura SMAW, dentro del Taller Mecánico de soldadura de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

El sistema cuenta con mangas flexibles para mayor comodidad de las prácticas de soldadura por parte de los estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Electromecánica.

El sistema de extracción fue complementada con las mesas de trabajo las cuales fueron construidas al inicio.

Figura 3.6. Sistema de extracción



Fuente: Investigador

3.4.PRESUPUESTO

Para la elaboración del presente trabajo se tuvieron gastos los mismos que se presentan descritos en las tablas del **ANEXO 13**.

CONCLUSIONES:

Al finalizar la construcción del sistema de extracción de gases de soldadura del proceso SMAW y después de verificar su apropiado funcionamiento se llega a las siguientes conclusiones.

- Con la implementación del equipo de extracción se mejoró el ambiente del taller mecánico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, los cuales son ocupados por los docentes, estudiantes y trabajadores.
- El sistema de extracción que se implementó en el taller de la Universidad es necesario para mantener un ambiente limpio y en óptimas condiciones al momento de realizar actividades de soldadura.
- Este sistema ayudará a que los estudiantes tengan una visión clara de cómo se debe mantener un recinto libre de tóxicos para evitar incomodidad a los trabajadores, evitando así enfermedades profesionales a largo plazo.
- Las mesas de trabajo serán de gran ayuda para los estudiantes, pues podrán realizar sus prácticas de soldadura en diferentes posiciones gracias a la prensa que está instalada.

RECOMENDACIONES:

- Al momento de realizar prácticas de soldadura se debe utilizar el EPP necesario para evitar de mejor manera las enfermedades profesionales.

- Tomar todas las medidas necesarias cuando se va a poner en marcha el sistema de extracción.

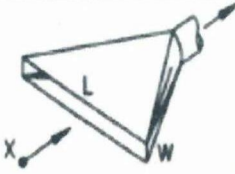

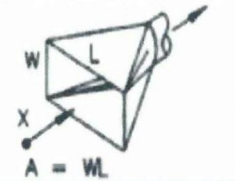

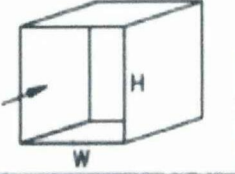

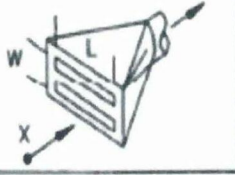
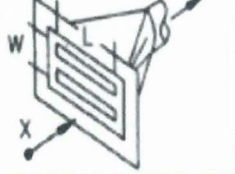
- El equipo de extracción se debe colocar como se muestran especificado en el manual del usuario para su correcto funcionamiento al momento de realizar actividades de soldadura en el taller mecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Difundir a todas las personas que ocupen el taller mecánico el manual de usuario para que el sistema de extracción se mantenga en óptimas condiciones de trabajo.

Al momento que se vaya a iluminar el taller de soldadura colocar lámparas de luz blanca para una mejor visualización de las actividades.

ANEXO N° 1

**ECUACIONES PARA LOS DISTINTOS TIPOS
DE CAMPANAS**

TIPO DE CAMPANA	DESCRIPCIÓN	FACTOR DE FORMA W/L	CAUDAL
	RENDIJA	0,2 ó MENOS	$Q = 3,7 LVX$
	RENDIJA CON PESTAÑA	0,2 ó MENOS	$Q = 2,6 LVX$
	CAMPANA SIMPLE	0,20 ó SUPERIOR Y CIRCULAR	$Q = V(10X^2 + A)$
	CAMPANA SIMPLE CON PESTAÑA	0,2 ó SUPERIOR Y CIRCULAR	$Q = 0,75V(10X^2 + A)$
	CABINA	ADAPTADA A LA OPERACIÓN	$Q = VA = VWH$
	CAMPANA ELEVADA	ADAPTADA A LA OPERACIÓN	$Q = 1,4 PVH$ VER VS-903 P = PERÍMETRO H = ALTURA SOBRE LA OPERACIÓN
	RENDIJA MÚLTIPLE. 2 Ó MAS RENDIJAS	0,2 ó SUPERIOR	$Q = V(10X^2 + A)$
	RENDIJA MÚLTIPLE CON PESTAÑA. 2 Ó MÁS RENDIJAS	0,2 ó SUPERIOR	$Q = 0,75V(10X^2 + A)$

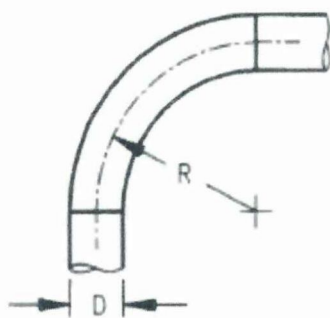
Fuente: http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_CAPITULO_DISEÑO_CAMPANAS



ANEXO N° 2

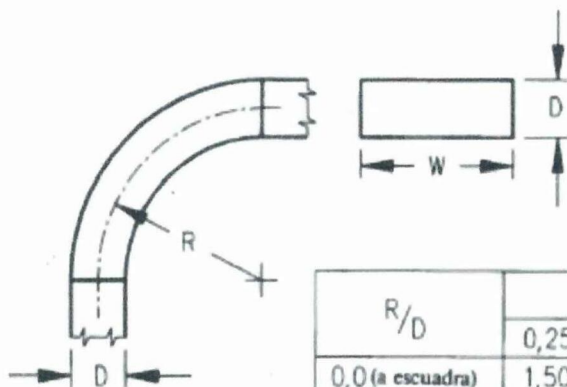
COEFICIENTE DE PÉRDIDAS

COEFICIENTES DE PÉRDIDAS EN CODOS



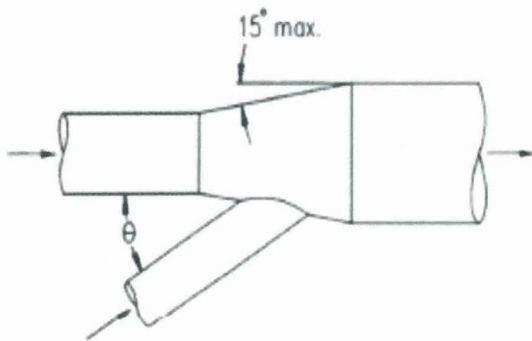
R/D	Pérdida de carga Fracción de PD
2,75	0,26
2,50	0,22
2,25	0,26
2,00	0,27
1,75	0,32
1,50	0,39
1,25	0,55

CODOS DE SECCIÓN CIRCULAR



R/D	Relación de tamaños W/D					
	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
0,0 (a escuadra)	1,50	1,32	1,15	1,04	0,92	0,86
0,5	1,36	1,21	1,05	0,95	0,84	0,79
1,0	0,45	0,28	0,21	0,21	0,20	0,19
1,5	0,28	0,18	0,13	0,13	0,12	0,12
2,0	0,24	0,15	0,11	0,11	0,10	0,10
3,0	0,24	0,15	0,11	0,11	0,10	0,10

CODOS DE SECCIÓN CUADRADA Y RECTANGULAR

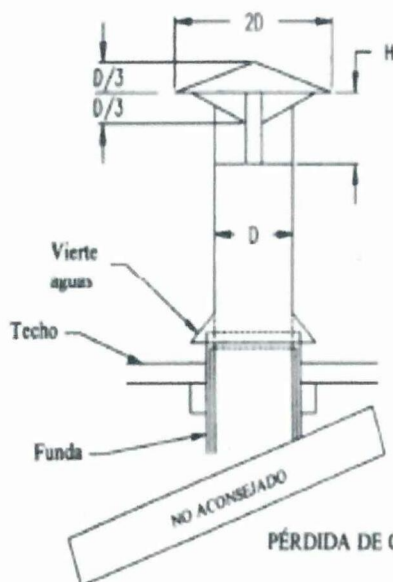


Ángulo θ grados	Pérdida de carga en el conducto lateral Fracción de PD
10	0,06
15	0,09
20	0,12
25	0,15
30	0,18
35	0,21
40	0,25
45	0,28
50	0,32
60	0,44
90	1,00

Nota: La pérdida de carga se produce en el conducto lateral y se debe contabilizar en el mismo.

No incluir el cálculo de la recuperación de presión en los conductos laterales con uniones progresivas.

COEFICIENTES DE PÉRDIDAS EN EMPALMES



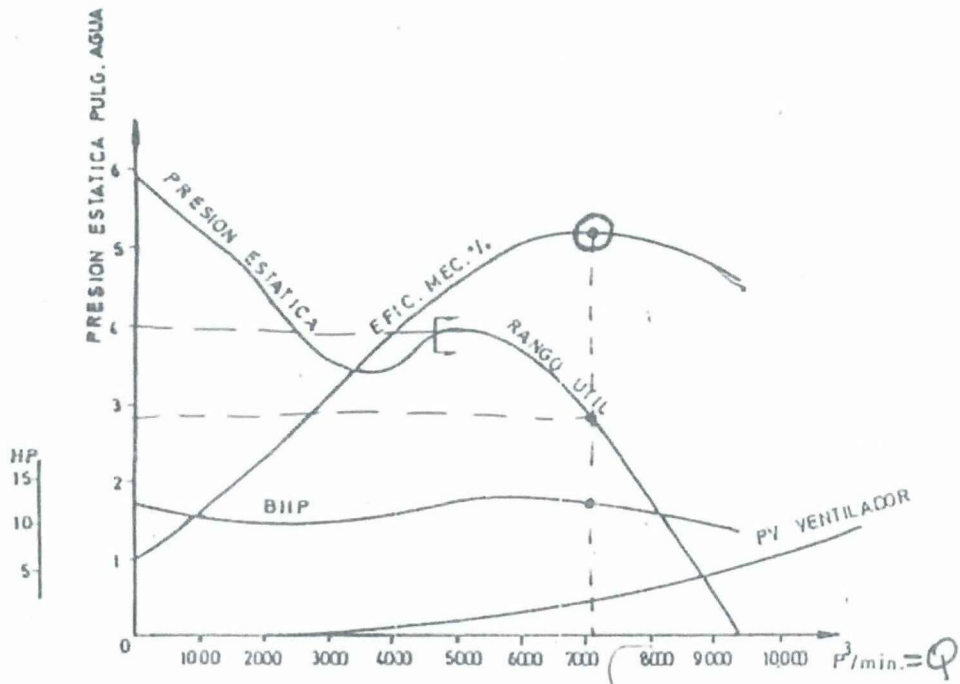
H, número de diámetros	Pérdida de carga, Fracción de PD
1,0 D	0,10
0,75 D	0,18
0,70 D	0,22
0,65 D	0,30
0,60 D	0,41
0,55 D	0,56
0,50 D	0,73
0,45 D	1,0

PÉRDIDA DE CARGA EN SOMBRERETES

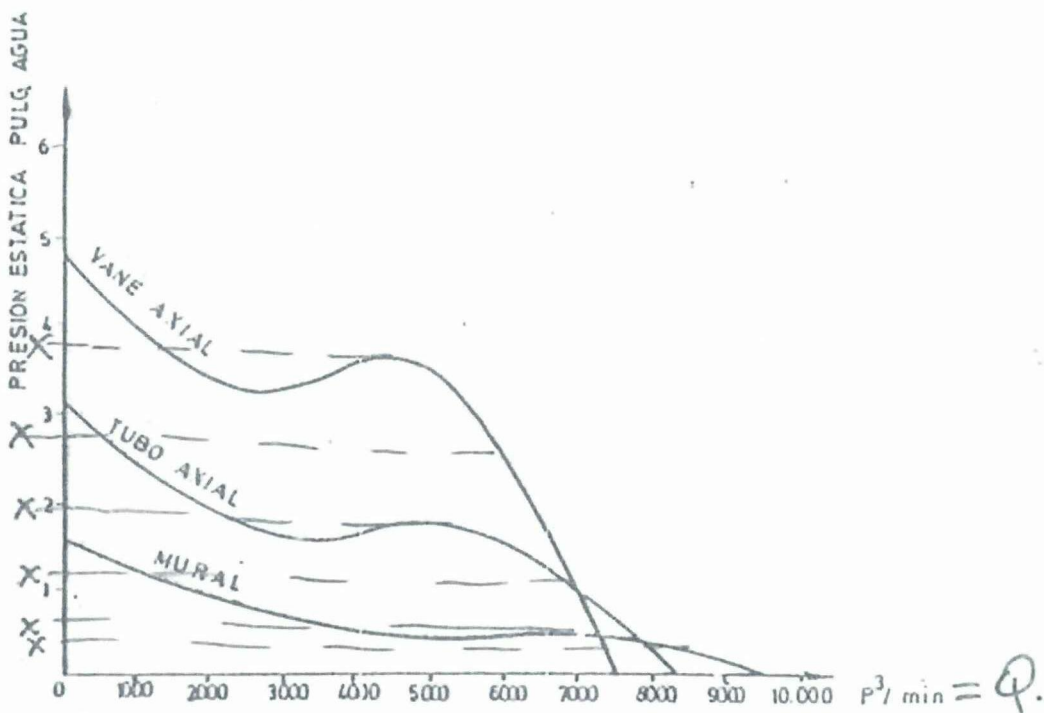
COEFICIENTES DE PÉRDIDAS EN SOBRESERES

ANEXO N° 3

**CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS
VENTILADORES AXIALES**



CURVA TIPICA DE VENTILADOR AXIAL



CURVAS DE VENTILADORES AXIALES TIPICOS

Fuente: <http://www.extractores.com.mx/ventiladores%20axiales.htm>

ANEXO N° 4

**LIMITES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN A
LOS CONTAMINANTES DE LA SOLDADURA**

Para ayudar en la evaluación de los peligros que presentan las operaciones de soldadura para la salud, la siguiente guía enumera algunos de los contaminantes de soldadura más comunes además de sus fuentes y efectos en la salud de los soldadores.

GUÍA DE PELIGROS DE LAS SOLDADURAS

MATERIAL (VAPORES, POLVOS)	VALORES UMBRALES LÍMITE (TLV) ^a				POSIBLE RIESGO DE SALUD	FUENTE
	Promedio ponderado durante un período de 8 horas		Límite de exposición de corta duración (promedio de 15 minutos)			
	ACGH ^b	OSHA ^b	ACGH ^b	OSHA ^b		
ÓXIDO DE ALUMINIO (Al ₂ O ₃)	10	-	-	-	Ninguno; polvo molesto	Metales y base de relleno Revestimientos de acero
ARSENICO (As)	0.2	0.5	-	-	Dolor de garganta, infecciones de ojos, perforación de la membrana entre las fosas nasales	Aleaciones de cobre
BERILIO (Be) ^{d,a}	0.002	0.002	-	0.005	Inflamaciones de la piel, enfermedades de los pulmones, inflamación de las vías respiratorias	Metales de base y de relleno
ÓXIDO DE CADMIO (CdO) ^d	0.05 ^j	0.1	0.2	0.3	Trastornos urinarios, fluido en los pulmones	Enchapados del acero
CRÓMIO (Cr)	0.5 ^g	1.0 ^g	-	-	Irritación de vías respiratorias	Enchapado de acero inoxidable
	0.05 ^h	-	-	-	Cáncer de vías respiratorias	
COBALTO (Co)	0.1	0.1	0.1	-	Enfermedades respiratorias	Aceros
ÓXIDO DE COBRE (Cu)	0.2	0.1	-	-	Irritación, fiebre causada por la aspiración de vapores metálicos	Revestimientos del alambre, aleaciones no ferrosas
FLUORURO DE FOSFORO (F) ^d	2.5	2.5	-	-	Degeneración ósea, efectos irritantes	Fundentes, materiales de recubrimiento y núcleos de fundente de electrodos
ÓXIDO DE FOSFORO (F) ^d	1.0	0.2	2	-		
ÓXIDOS DE HIERRO (Fe ₂ O ₃)	5	10	-	-	Ninguno; polvo molesto	Metales con base de hierro y acero
PLOMBO (Pb) ^d	0.15	0.2	0.45	-	Envenenamiento sistémico, daño a los nervios	Revestimiento de electrodos, pinturas
ÓXIDO DE MAGNESIO (MgO)	10	15	-	-	Ninguno; peligro menor de polvo	Revestimiento de electrodos
ÓXIDO DE MANGANESO (Mn)	1	-	-	5	Envenenamiento del sistema nervioso	Aceros, varillas de soldar
MERCURIO (Hg) ^d	0.01 ⁱ	0.04 ⁱ	0.03 ⁱ	-	Enfermedad del sistema nervioso	Pinturas, revestimientos
	0.05 ^j	-	0.151	-	Irritación de los nervios, estremecimientos, irritación de las encías	
MOLIBDENO (Mo)	10 ^l	15 ^l	20 ^l	-	Irritación respiratoria	Aceros, varillas de soldar
	10 ^l	15 ^l	20 ^l	-		
NIQUEL (Ni)	1	1	-	-	Cáncer de pulmones y de los senos nasales	Acero inoxidable y acero revestido de níquel
ÓXIDO DE ESTAÑO (SnO ₂)	2	-	4	-	Ninguno; polvo molesto	Revestimientos de acero, aleaciones no ferrosas
ÓXIDO DE TITANIO (TiO ₂)	10	-	-	-	Ninguno; polvo molesto	Pintura, revestimientos de electrodos, núcleos de fundente
URADIO (V)	0.05	-	-	0.1	Irritación respiratoria	Aceros, varillas de soldar
ÓXIDO DE ZINC (ZnO) ^d	5	5	-	-	Fiebre de vapor metálico	Aleaciones no ferrosas, acero galvanizado Revestimientos de electrodos
ANÓXIDO DE NITRÓGENO (NO ₂)						
ÓXIDO DE CARBONO (CO ₂)	5,000	5,000	15,000	-	Asfixia, tensión metabólica	Soldadura de arco metálico en atmósfera gaseosa, llamas de oxi-combustible, escapes de motores de combustión interna
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	50	50	400	-	Deficiencia de oxígeno en la sangre	
FLUORURO DE HIDRÓGENO (HF)	3	3	6	-	Irritación de los ojos, irritación respiratoria	Fundentes, revestimientos de electrodos
ÓXIDO DE NITRÓGENO (NO ₂)	3	5	5	-	Infecciones de las vías respiratorias	Soldadura de arco metálico en atmósfera gaseosa y procesos con llamas
MONÓXIDO DE NITRÓGENO (NO)	-	25	-	-		
ÓZONO (O ₃)	0.1	0.1	0.3	-	Exceso de fluido en los pulmones	Soldadura de arco metálico en atmósfera gaseosa, soldadura de titanio y aluminio

TLV Threshold Limit Value (Valor umbral límite). Éste es el nivel permisible de exposición a sustancias en el ámbito industrial. Actualmente se considera que los trabajadores pueden tolerar exposiciones diarias por debajo del TLV durante 8 horas y llevar una vida laboral sin efectos nocivos para la salud. Los valores TLV para vapores y polvos se miden en mg/m³ (miligramos por metro cúbico), los gases se miden en ppm (partes por millón).
 mg/m³ – miligramos por metro cúbico – Esto significa la concentración de vapores y polvo. Un miligramo es 1/1000 (10⁻³) de un gramo. (Mientras más alto el número, más densa es la concentración).
 ppm – partes por millón (por peso) – Esto significa la concentración de contaminantes gaseosos en el aire ambiental. (Nuevamente, mientras más alto el número, más densa es la concentración).
 American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Federación Estadounidense de Higienistas Industriales Gubernamentales). Los valores son los recomendados, excepto donde los gobiernos locales los hubiesen adoptado como normas.
 Occupational Safety and Health Administration. Los valores son los máximos según CFR 1910 1000.
 Puede requerir ventilación especial según 29 CFR 1910 252.
 ACGIH: sustancia presumiblemente carcinógena para el hombre.
 Valor máximo.
 Cromo no carcinógeno

H Cromo carcinógeno
 I Alcalis
 J Excepto alcalis
 K Molibdeno soluble
 L Molibdeno insoluble